

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
АРХИТЕКТОНСКИ ФАКУЛТЕТ

мр Љиљана С. Ђукановић

**ТИПОЛОГИЈА И ВАЛОРИЗАЦИЈА
ГРАЂЕВИНСКЕ СТРУКТУРЕ
СТАМБЕНИХ ЗГРАДА БЕОГРАДА
СА СТАНОВИШТА КОМФОРА
СТАНОВАЊА**

докторска дисертација

Београд, 2015

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF ARCHITECTURE

Msc Ljiljana S. Đukanović

**T TYPOLOGY AND VALORIZATION OF
B BUILDING STRUCTURE OF
R RESIDENTIAL BUILDINGS OF
B BELGRADE FROM THE STANDPOINT
O OF LIVING COMFORT**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015

Ментор:

др Милица Јовановић – Поповић, редовни професор
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

Чланови комисије:

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

др Мирјана Ротер – Благојевић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

др Драгана Шумарац - Павловић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Електротехнички факултет

Датум одбране докторске дисертације:

ТИПОЛОГИЈА И ВАЛОРИЗАЦИЈА ГРАЂЕВИНСКЕ СТРУКТУРЕ СТАМБЕНИХ ЗГРАДА БЕОГРАДА СА СТАНОВИШТА КОМФОРА СТАНОВАЊА

Резиме:

Истраживање карактеристика стамбених зграда Београда представља предуслов за целовито сагледавање стања домаћег стамбеног фонда, његових квалитета или недостатака и основу за закључивање чиме заиста располажемо и какви су даљи правци деловања.

Предмет докторске дисертације је истраживање грађевинске структуре стамбених објеката у Београду и њихово вредновање са становишта комфора у становању. Испитивање је фокусирано на све оно што у материјалном смислу чини склоп објекта: конструкција, елементи омотача, елементи преграђивања и финализација и на њихов утицај на остваривање услова комфора.

Узимајући у обзир да су временске одреднице у којима је настајао стамбени фонд Београда постављене у распону од 150 година, издвојени су карактеристични временски периоди који представљају репрезентативне целине грађевинских достигнућа. Овакав приступ имао је за циљ структурирање обимне стручне грађе и типолошко издвајање онога што чини репрезентативни узорак. У оквиру посматраног периода идентификовани су типични склопови и извршена је систематизација, уочене су карактеристике у грађењу и истражена грађевинска регулатива, што је послужило као основа за формирање структуре репрезентативних модела, на којима је спроведена анализа квалитета стамбеног комфора који подразумевају: топлотни, акустички, ваздушни и светлосни комфор.

Следећи корак у истраживању представљало је дефинисање параметара сваког појединачног комфора и формирање методологије којом ће се вршити испитивање установљених модела стамбене изградње. С обзиром да се сваким појединачним комфором баве посебне специјализације, или чак посебне струке, комплексност материје која је требала бити анализирана утолико је била сложенија, што је захтевало различите методолошке поступке и

мултидисциплинарност у истраживачком раду. Параметри су одабрани тако да свака категорија захтева даје измерљиве резултате, чиме је избегнута наргументована процена, и спроведено објективно вредновање. Уз помоћ рачунарских алата који су специјализовани за појединачне категорије комфора (термички, звучни и светлосни) истражени су репрезентативни модели и добијени резултати на основу којих су изведени закључци о квалитету стамбених зграда Београда. Резултати су прво структурирани по категоријама комфора, а затим су сумирани комфори по појединачним моделима, како би се објединиле карактеристике сваког појединачног узорка, извела синтезна валоризација, и формулисали закључци о установљеним хронолошким целинама.

Кључне речи: стамбени фонд, структура стамбених зграда, комфор у становању

Научна област: архитектура и урбанизам

Ужа научна област: архитектонске конструкције, материјали и физика зграда

УДК број: 728:624(497.11 Београд)(043.3)

TYOLOGY AND VALORIZATION OF BUILDING STRUCTURE OF RESIDENTIAL BUILDINGS OF BELGRADE FROM THE STANDPOINT OF LIVING COMFORT

Abstract:

The survey of characteristics of residential buildings of Belgrade represents a pre-requisite for a comprehensive assessment of the state of the domestic housing stock, its qualities or flaws, and the basis for the conclusion of what we actually have and what are the further courses of action.

The subject of this dissertation is to explore the building structures of residential buildings of Belgrade and their further evaluation from the standpoint of comfort or residence. The study was focused on everything that in a material sense makes a building structure (construction, elements of building envelope, partition elements and finalization) and their impact on achieving requirements of comfort.

Taking into account that the timelines in which the Belgrade housing stock was produced is set in the range of 150 years, typical time periods were established in relation to building achievements relevant for the given time. This approach was aimed at structuring extensive professional material and typological positioning of what constitutes a representative sample. Within the observed period, typical structures were identified and systematized, characteristics in building were observed and building regulations were investigated, which served as the basis for the formation of representative models and their structure. On such established models, analysis of quality of living comfort was conducted, including: thermal, acoustic, and visual comfort, as well as indoor air quality.

The next step in the research is the definition of relevant parameters of each individual comfort and the formation of the methodology that will be used for testing of established models of housing construction. The fact that every aspect of the comfort is subject of a unique specialization or profession caused different methodological procedures and a multidisciplinary research. The parameters are chosen so that for each category of requirements measurable results are obtained, enabling an objective evaluation. With the help of computer tools which are specialized for particular categories of the comfort (thermal, sound and light), representative models are explored

and results are obtained, on the basis of which the conclusions about the quality of residential building in Belgrade are drawn. Results are structured by categories of comfort and then summarized by individual models, in order to consider the characteristics of each sample comprehensively, to perform synthesized valorisation, and formulate conclusions on the established chronological unities.

Key words: housing stock, building structure of residential buildings, living comfort

Scientific field: Architecture and Urbanism

Specific Scientific field: Architectural Construction, Materials and Building Physics

UDK: 728:624(497.11 Београд)(043.3)

САДРЖАЈ:

I.	Увод	1
I.1	Проблем и предмет истраживања	1
I.1.1	Операционално одређење предмета истраживања	5
I.2	Циљеви истраживања	6
I.3	Задаци истраживања	8
I.4	Полазне хипотезе	9
I.5	Научне методе истраживања	10
II.	Историјски преглед стамбене изградње у Београду	12
II.1	Период до 1918. године	12
II.1.1	Друштвено економске прилике и стамбена изградња	14
II.1.2	Развој грађевинске индустрије и занатства	18
II.2	Период између 1919. и 1945. године	21
II.2.1	Друштвено економске прилике и стамбена изградња	22
II.2.2	Развој грађевинске индустрије и занатства	29
II.3	Период од 1946. до 1960. године	32
II.3.1	Друштвено економске прилике и стамбена изградња	33
II.3.2	Развој грађевинске индустрије	38
II.4	Период од 1961. до 1975. године	41
II.4.1	Друштвено економске прилике и стамбена изградња	41
II.4.2	Индивидуална изградња- политички маргинализовани облик обезбеђења станова и почетак праксе неформалне градње	44
II.4.3	Развој грађевинске индустрије	46
II.5	Период 1976. до 1990. године	48
II.5.1	Друштвено економске прилике и стамбена изградња	48
II.5.2	Развој индустрије грађевинских материјала и производа	52
II.6	Период после 1990. године	52
II.6.1	Друштвено економске прилике и стамбена изградња	53
II.6.2	Развој грађевинске индустрије	58
II.7	Резиме историјског прегледа развоја стамбене изградње	59

III.	Развој конструктивних система и техника грађења.....	64
III.1	Период до 1919. године.....	64
III.1.1	Развој конструктивних система и техника грађења од средине 19. века.....	65
III.1.2	Појава армираног бетона и промене у конструкцији које су из тога произашле.....	72
III.1.3	Развој грађевинске регулативе.....	74
III.2	Период између 1919. и 1945. године.....	78
III.2.1	Развој конструктивних система и техника грађења: масивна градња опеком и увођење армираног бетона.....	78
III.2.2	Развој грађевинске регулативе.....	88
III.3	Период од 1946. до 1960. године.....	92
III.3.1	Развој конструктивних система и техника грађења: нове технологије за масовну стамбену изградњу.....	92
III.3.2	Развој грађевинске регулативе.....	98
III.4	Период од 1961. до 1975. године.....	99
III.4.1	Развој конструктивних система и техника грађења: нови концепт грађења - индустријализација и префабрикација.....	100
III.4.2	Системи префабриковане градње.....	103
III.4.2.1	Систем ИМС.....	103
III.4.2.2	Монтажни систем Неимар 63.....	106
III.4.2.3	Монтажни систем Трудбеник.....	106
III.4.2.4	Систем К-60 и систем КСБ Комграп.....	107
III.4.2.5	Монтажни системи од опекарских елемената.....	107
III.4.3	Развој грађевинске регулативе.....	108
III.5	Период од 1976. до 1990. године.....	111
III.5.1	Развој конструктивних система и техника грађења: префабрикација у условима промена.....	111
III.5.2	Нове генерације система префабриковане градње.....	113
III.5.2.1	Систем Рад-Баланси.....	114
III.5.2.2	Систем Напред Дилон.....	114

III.5.2.3	Монтажни системи код објеката ниске спратности	115
III.5.3	Концепт отворене префабрикације и критичко преиспитивање монтажних система.....	116
III.5.4	Развој грађевинске регулативе	118
III.6	Период после 1990. године	120
III.6.1	Развој конструктивних система и техника грађења: повратак старим технологијама.....	120
III.6.2	Развој грађевинске регулативе	122
IV.	Параметри стамбеног комфора и дефинисање критеријума за валоризацију стамбеног фонда Београда	124
IV.1	Топлотни комфор.....	125
IV.2	Ваздушни комфор.....	135
IV.3	Акустички комфор.....	141
IV.4	Светлосни комфор	150
IV.5	Резиме поглавља- усвојени критеријуми и параметри комфора.....	154
V.	Анализа стамбених зграда Београда са становишта комфора.....	156
V.1	Формирање истраживачких модела.....	156
V.1.1	Модел 1 – репрезент стамбене изградње у Београду у периоду до 1918. године.....	158
V.1.1.1	Типологија карактеристичних структурних склопова ...	159
V.1.1.2	Формирање истраживачког модела 1	162
V.1.2	Модел 2 – репрезент стамбене изградње у Београду у периоду 1919-1946. године	165
V.1.2.1	Типологија карактеристичних структурних склопова ...	165
V.1.2.2	Формирање истраживачког модела 2	168
V.1.3	Модел 3 – репрезент стамбене изградње у Београду у периоду 1946-1960. године	171
V.1.3.1	Типологија карактеристичних структурних склопова ...	171
V.1.3.2	Формирање истраживачког модела 3	178
V.1.4	Модел 4 – репрезент стамбене изградње у Београду у периоду 1961-1975. године	180

V.1.4.1	Типологија карактеристичних структурних склопова ...	180
V.1.4.2	Формирање истраживачког модела 4	188
V.1.5	Модел 5 – репрезент стамбене изградње у Београду у периоду 1976-1990. године	191
V.1.5.1	Типологија карактеристичних структурних склопова ...	191
V.1.5.2	Формирање истраживачког модела 5	196
V.1.6	Модел 6 – репрезент стамбене изградње у Београду у периоду после 1990. године	199
V.1.6.1	Типологија карактеристичних структурних склопова ...	199
V.1.6.2	Формирање истраживачког модела 6	204
V.2	Валоризација истраживачких модела према одабраним параметрима комфора	207
V.2.1	Топлотни комфор	207
V.2.1.1	Анализа топлотног комфора за модел 1 (до 1918)	209
V.2.1.2	Анализа топлотног комфора за модел 2 (1919-1945)	211
V.2.1.3	Анализа топлотног комфора за модел 3 (1946-1960)	213
V.2.1.4	Анализа топлотног комфора за модел 4 (1961-1975)	216
V.2.1.5	Анализа топлотног комфора за модел 5 (1976-1990)	219
V.2.1.6	Анализа топлотног комфора за модел 6 (после 1990) ...	222
V.2.1.7	Дискусија добијених резултата	225
V.2.2	Ваздушни комфор	229
V.2.2.1	Анализа ваздушног комфора за модел 1 (до 1918)	231
V.2.2.2	Анализа ваздушног комфора за модел 2 (1919-1945)	233
V.2.2.3	Анализа ваздушног комфора за модел 3 (1946-1960)	234
V.2.2.4	Анализа ваздушног комфора за модел 4 (1961-1975)	236
V.2.2.5	Анализа ваздушног комфора за модел 5 (1976-1990)	238
V.2.2.6	Анализа ваздушног комфора за модел 6 (после 1990) ...	240
V.2.2.7	Дискусија добијених резултата	241
V.2.3	Акустички комфор	245
V.2.3.1	Анализа акустичког комфора за модел 1 (до 1918)	247
V.2.3.2	Анализа акустичког комфора за модел 2 (1919-1945) ...	249
V.2.3.3	Анализа акустичког комфора за модел 3 (1946-1960) ...	251

V.2.3.4	Анализа акустичког комфора за модел 4 (1961-1975)	253
V.2.3.5	Анализа акустичког комфора за модел 5 (1976-1990) ...	255
V.2.3.6	Анализа акустичког комфора за модел 6 (после 1990)...	257
V.2.3.7	Дискусија добијених резултата.....	259
V.2.4	Светлосни комфор	262
V.2.4.1	Анализа светлосног комфора за модел 1 (до 1918).....	262
V.2.4.2	Анализа светлосног комфора за модел 2 (1919-1945) ...	264
V.2.4.3	Анализа светлосног комфора за модел 3 (1946-1960) ...	267
V.2.4.4	Анализа светлосног комфора за модел 4 (1961-1975)	269
V.2.4.5	Анализа светлосног комфора за модел 5 (1976-1990) ...	271
V.2.4.6	Анализа светлосног комфора за модел 6 (после 1990)...	273
V.2.4.7	Дискусија добијених резултата.....	275
V.3	Вредновање и рангирање остварених услова комфора	280
V.3.1	Критеријуми за вредновање остварених услова комфора	280
V.3.2	Вредновање модела према оствареним условима комфора	282
V.3.3	Синтезно рангирање истраживаних модела.....	285
VI.	Закључак	288
	Литература.....	298
	Прилози - илустрације.....	316
	Биографија	337

I. УВОД

I.1 Проблем и предмет истраживања

Стамбена архитектура Београда била је предмет многих истраживања и студија, али је фокус анализе била организација стана, функција, димензионални, обликовни, урбанистички параметри, док је грађевинска структура објеката: конструкција и материјализација, недовољно истражена, анализирана кроз поједине примере, или периоде, без комплексног прегледа примене система и техника грађења. Неистражени су, у великој мери, остали старији објекти, зидани пре Другог светског рата, чија заступљеност у укупном стамбеном фонду Београда није занемарива, а за које нису вршене детаљне анализе примењених конструкција и техника грађења. Оно што недостаје у постојећој документацији представљају подаци о заступљености система на подручју града Београда, почецима њихове примене, напуштањима и преласцима на друге системе, као и факторима који су на то утицали. Сходно томе, постављени предмет рада, захтевао је, поред познавања техника грађења, целовито истраживање историографског развоја конструкције, кроз сагледавање друштвено-политичких прилика, економског и привредног развоја.

Предмет ове докторске дисертације је истраживање грађевинске структуре стамбених објеката у Београду и њихова валоризација са становишта комфора у становању. Под појмом грађевинске структуре зграде подразумева се све оно што у материјалном смислу чини склоп објекта: конструкција, елементи омотача (спољашњи зидови, кров, прозори, врата), елементи преграђивања и финализација, а који су релевантни за валоризацију са становишта комфора. Докторском дисертацијом нису обухваћени инсталациони системи.

Комфор у становању, у овом раду обухвата критеријуме: топлотног, ваздушног, акустичког и светлосног комфора, чиме нису обухваћени сви облици који се под овим појмом подразумевају (просторни, визулни, естетски комфор). Наведеним облицима комфора у становању баве се, поред архитеката, инжењери различитих струка (машински, електроинжењери), који базично истражују

проблематику са становишта своје професионалне оријентације, док архитекте сагледавају функционисање објекта као целине и непосредно утичу, на креирање комфора. Отежавајућа околност у изради овог рада, али и у бављењу овом проблематиком у пракси, из угла архитекте, представљала је сложеност и обим истраживачке материје коју сваки комфор обухвата.

Истраживање структуре стамбених зграда Београда, које данас чине укупан стамбени фонд града, на самом почетку је наметнуло сагледавање ове обимне материје кроз карактеристичне временске периоде који представљају заокружену целину са становишта примењених грађевинских техника, али и друштвено-политичких и економских односа, који су пратили и, посредно или непосредно, условљавали развој одређених система. Систематизација стамбеног фонда извршена је на шест карактеристичних временских периода, који представљају целину у погледу конструктивних специфичности, новина у односу на претходни период и историјске заокружености.

- 1) Период до завршетка Првог светског рата (1918). Објекти који су настали у овом периоду, а остали су у функцији до данашњих дана, потичу из друге половине 19. века, са интензивнијим периодом изградње од почетка 20. века. Почетак формирања стамбеног фонда града обележила је изградња дрвених бондручних зграда (од којих су сачувани само поједини примери) и масивних зиданих објеката, са опеком као јединим примењиваним материјалом у изради зидова и дрвеном међуспратном конструкцијом. Овакав начин изградње зграда заступљен је до прве деценије 20. века, када спорадично започиње употреба армираног бетона. Интензивнија примена новог материјала није карактеристика овог периода, већ наредног, иако су одмах препознате његове предности као материјала конструкције.
- 2) Период између два светска рата 1919-1945. карактерише врло интензивна изградња станова која се огледа, пре свега, у масовном грађењу најамних зграда. Опека остаје доминантан материјал масивног зиданог склопа, а промене у конструисању објеката, сагледавају се у структури међуспратних таваница, где армирани бетон све више потискује из употребе дрвену конструкцију. Новину представља појава ливених и

полумонтажних ребрастих бетонских таваница, које добијају значајнију примену у стамбеној изградњи.

- 3) Период 1946-1960, са аспекта конструкције, не издваја се у посебну целину, утолико што су код највећег броја изграђених објеката настављене градитељске традиције из претходног периода. Опека традиционално зидана, остаје основни материјал конструкције масивног склопа, а ребрасте међусpratне конструкције, ливене или полумонтажне, преовладавају у изградњи стамбених зграда. Међутим, оно што издваја овај период у посебну целину, јесу градитељске идеје које су тада формулисане и припреме које су тада извршене, за највеће промене у начину грађења и конструисања стамбених објеката, које ће наступити у следећем периоду. Послератно време карактеришу планске акције усмерене ка изградњи ратом разрушене земље. Потреба да се зида брже и боље подстиче пројектанте и конструкторе на истраживање нових система и унапређивање техника градње. Рад на осмишљавању сопственог префабрикованог система, резултирао је крајем педесетих година прошлог века, проналаском домаћег монтажног систем ИМС, аутора Бранка Жежеља и Института за испитивање материјала.
- 4) Период 1961-1975. карактерише најинтензивнија стамбена изградња и примена монтажног грађења. Ово је најдинамичнији период и са становишта развоја конструкција, иновација у материјалима и технологијама производње. У вишепородичној изградњи престаје примена, традиционалног начина грађења, масовно се користи армирани бетон, који има одличне конструктивне карактеристике и могућност његовог коришћења у монтажном грађењу је неупоредива са другим материјалима. Обележје периода је и почетак развоја техничке регулативе: појава првих прописа из термичке и акустичке заштите.
- 5) Период 1976-1990. представља време интензивне примене индустријализованих система, али и постепеног одустајања од императива унифициране градње. Промене у архитектонском обликовању, до којих је дошло током овог периода, обесмислили су индустријски начин грађења базично заснован на великим серијама истих елемената. Сложенији

архитектонски израз, резултовао је производњом различитих елемената, пројектовањем нетипичних детаља и серијску производњу трансформисао у израду уникатних елемената.

- 6) Период од 1990. до данашњих дана карактерише драстично смањене обима изградње. Промене у структури власништва над некретнинама имале су пресудан утицај на стамбену изградњу. Префабрикација се напушта готово у потпуности и примењује унапређено-традиционално грађење. Полумонтажне таванице и зидови, зидани шупљим блоковима, карактеришу актуелну станоградњу, што нас упућује на сличности са грађењем из периода непосредно после Другог светског рата.

Периодизација која је примењена у овом раду донекле прати временску поделу изградње стамбеног фонда Србије, примењену на пројекту *Национална типологија стамбених зграда Србије*, рађену по методологији пројекта Табула (TABULA), у оквиру трогодишњег истраживања (2010-2012) групе наставника и сарадника са Архитектонског факултета у Београду¹.

С обзиром на актуелне светске трендове у унапређењу квалитета стамбеног фонда, проучавање његових карактеристика, структуре, материјализације представља предуслов за темељно сагледавање стања домаћег стамбеног фонда, његових квалитета, или недостатака. Стамбени фонд представља један од најзначајнијих ресурса сваке земље и овакво истраживање представља основу за свеобухватно закључивање чиме располажемо и какви су даљи правци деловања. Наша земља није до сада располагала статистичким подацима релевантним за процену стања стамбеног фонда. У досадашњим пописима, који треба да пруже увид у постојеће стање стамбених зграда, једина питања о карактеристикама стамбених објеката односе се на основну грађу (од „чврстог или трошног материјала“) и годину изградње. Овакви подаци не пружају довољно материјала за истраживања у овом правцу.

¹ Аутор тезе је учесник пројекта TABULA (Typology Approach for Building Stock Energy Assessment). Као резултат трогодишњег рада на овом пројекту објављене су три монографије: *Атлас породичних кућа Србије/Atlas of Family housing in Serbia* (Јовановић, Поповић и др. 2012), *Атлас вишепородичних зграда Србије/Atlas of Family housing in Serbia* (Јовановић, Поповић 2013), *Национална типологија стамбених зграда Србије/National Typology of Residential Buildings in Serbia* (Јовановић Поповић и др. 2013).

За потребе наведеног пројекта *Национална типологија стамбених зграда Србије*, извршен је попис око 17.500 стамбених зграда широм Србије, који је представљао основу за истраживање стамбеног фонда за потребе пројекта. Међу пописаним објектима, око 4.550 је из Београда, што је, поред постојећих статистичких података, представљало основу за израду овог рада. Значајно је напоменути, да истраживање у оквиру пројекта Табула, обухвата само енергетску ефикасност објеката са становишта топлотног комфора и не укључује остале облике комфора становања, који су истражени у оквиру овог рада.

I.1.1 Операционално одређење предмета истраживања

Просторно одређење предмета истраживања су вишепородичне стамбене зграде на територији града Београда. Фокусирање на ову групацију објеката последица је чињенице да су се код њих мењале технике изградње, вршила интензивна техничка унапређења и да су подлежали законски регулисаној процедури. Са друге стране, технике грађења индивидуалних објеката нису значајно напредовале, задржан је масивни зидани склоп кроз читаву историју њиховог развоја, нису подлегале стриктним правилима грађења и зависиле су у највећој мери од воље самих власника.

Временско одређење предмета истраживања је период настанка стамбеног фонда Београда, што у највећој мери представљају објекти грађени у 20. веку. Посматрано кроз статистичке податке из Пописа спроведеног 2011. године, стамбени фонд Београда чини 523.857 стамбених јединица градског карактера. Најмања је заступљеност станова изграђених у периоду до завршетка Првог светског рата (1,55%). Разлог томе су, у највећој мери, коришћени материјали од којих су изграђени станови, који нису одолели времену, или промена функције из објеката становања у објекте јавне намене. Заступљеност станова изграђених у периоду 1919-1945 је 9,24 % у укупном броју, а у периоду 1946-1960 овај проценат је 8,38%. Експанзија стамбене градње настала је у периоду 1960.-1980. када је изграђено 38,63% стамбених јединица који сачињавају укупан стамбени фонд Београда. Број изграђених станова није једини чинилац који овај временски период чини интересантним за изучавање. Напредак технологије грађења,

прелазак са традиционалног на индустријски систем грађења, примена нових материјала, развој и унапређење законске регулативе, представљају новине које овај период чине преломним за савремену стамбену изградњу. Тренд интензивне градње смањен је у наредним годинама 1980-1990. на 13,8%, а у наредној деценији 1990-2000. редукован је на 9,4% укупно изграђених стамбених јединица. Неизоставно је поменути и податке о најновијим становима изграђеним од 2000. године до 2011, који учествују у укупном фонду са значајних 16,75%.

Предмет истраживања припада научној области: архитектура и урбанизам, а у ужој научној области: архитектонске конструкције, материјали и физика зграда.

I.2 Циљеви истраживања

Основни циљеви рада ове докторске дисертације, дефинисани у складу са постављеним предметом истраживања, су:

1. Истражити и документовати доминантне принципе у конструисању стамбених објеката у карактеристичним временским периодима и сагледати развојни процес техника грађења до данашњих дана. Како би постављени циљ могао бити остварен, било је неопходно истражити и научно аргументовати факторе који су имали утицаја на формирање принципа конструисања посматраних објеката, као и нивоа развоја технике грађења. Поред утицаја технички напредних земаља Европе, које су постављале стандарде у области грађевинарства, било је неопходно истражити и утицаје друштвено-политичких дешавања на развој технике и технологије грађења. Сагледавање специфичности развоја техника грађења на територији Београда, у односу на окружење, такође је представљало незаобилазни део оваквог истраживања. Београд је свакако имао лидерску улогу у погледу развоја техника грађења и конструисања објеката у оквирима држава у којима се налазио, кроз свој историјски развој. Дешавања у престоници, у области грађевинарства, свакако су представљала узор мањим градовима у окружењу и пружала смернице и за њихов даљи напредак и развој. Са друге стране он сам, је примао утицаје

технички напреднијих градова и земаља и актуелних техника градње, који су постављали стандарде у одређеним временским периодима, прилагођавао их својим условима, што је за последицу имало одређене специфичности развоја.

2. Дефинисати временске одреднице у чијим оквирима су настали специфични системи конструисања и грађења стамбених објеката, који су карактерисали одређене препознатљиве етапе развоја. У оквирима посматраних периода било је неопходно истражити и типичне карактеристике конструкције које у највећој мери репрезентују време у коме су настали. Циљ истраживања био је да се кроз типолошку анализу објасни и дефинише развој конструктивних склопова и техника грађења у стамбеној архитектури Београда, сагледају правила, законитости, континуитети и дисконтинуитети.
3. Дефинисати структурне карактеристике стамбеног ресурса Београда. На основу спроведених истраживања историјске грађе и техничке документације, која документује примењене конструктивне системе, извршена је систематизација структурних склопова који представљају репрезенте установљених периода грађења. Овај сегмент рада је био неопходан како би се правилно структурирао модел на коме ће се вршити истраживање.
4. Дефинисање параметара и оцена испуњености захтева стамбеног комфора код постојећих стамбених зграда које сачињавају стамбени фонд Београда. Крајњи циљ рада је да се анализом установљених модела изврши анализа стамбеног фонда Београда, са аспекта савремених захтева стамбеног комфора, те да се, на тај начин, дефинише њихов квалитет.

I.3 Задаци истраживања

У складу са претходно наведеним и објашњеним циљевима, задаци истраживања, који произилазе из тога, су:

1. Прикупљање и проучавање извора и грађе како би се сагледала структура стамбеног фонда Београда. У ту сврху извршена је идентификација, анализа, и систематизација примера објеката који су реперезентативни по времену изградње и начину конструисања. Ради лакшег сагледавања обимне материје, формиран је каталог изграђених објеката и стамбених насеља, који је послужио као радни материјал за доношење закључака о типовима карактеристичних склопова.
2. Утврђивање параметара и критеријума за класификацију и типолошку анализу. Основни критеријуми за формирање типологије били су везани за временски период у коме су објекти настали, конструктивне елементе који чине структуру објеката и технике грађења које су примењиване.
3. Утврђивање параметара и критеријума за оцену стамбеног комфора. Следећи корак у раду представљало је утврђивање параметара сваког појединачног комфора према важећим стандардима и аналитичким поступцима. На основу утврђених параметара вршена је анализа појединачних изабраних модела, који репрезентују стамбени фонд Београда и установљена њихова усклађеност са актуелним захтевима стамбеног комфора.
4. Утврђивање параметара и критеријума за одабир модела на коме ће бити истраживани услови комфора. За сваки издвојени временски период формиран је репрезент актуелног начина грађења и примењених структурних склопова. У ту сврху формиран је модел просторије, која има непроменљив габарит у основи за све временске периоде, и варијабилне компоненте: чисту висину, прозоре (димензије, склоп, облик и положај) и структуру сегмената омотача (зидова, таваница).

У складу са овако формулисаним задацима, истраживања у оквиру израде докторске дисертације одвијала су се у неколико фаза. Прва фаза је подразумевала рад на архивској и техничкој документацији, библиографским

јединицама, постојећој и некада важећој техничкој регулативи, која је релевантна за истраживање развоја техника грађења и структуре стамбених зграда. На основу прикупљене грађе, спроведен је рад на терену и снимање објеката, ради употпуњавања документације.

Следећи корак било је истраживање литературе из области стамбеног комфора и архивске и актуелне техничке регулативе, за сваки појединачни облик комфора, са циљем да се сагледају утицаји прописа на промене у структури зграде. Поред тога, анализирани су софтверски алати помоћу којих је извршен прорачун.

Следећу фазу у раду, представљала је систематизација прикупљене грађе, теоријских и историјских извора, опште и посебне литературе. На основу претходно спроведених активности, успостављена је методологија избора и приступило се формирању модела- репрезентата карактеристичних временских периода.

На основу дефинисаних параметара комфора, установљених истраживачких модела и усвојених софтверских алата, спроведено је истраживање стамбеног комфора и извршена валоризација добијених резултата. На основу тога изведени су закључци о квалитету постојећег стамбеног фонда Београда.

I.4 Полазне хипотезе

Постављени циљеви утицали су да се истраживање у овом раду креће у оквиру следећих основних претпоставки:

- Унапређење техника градње и примена напреднијих конструктивних система произашла је не само као одговор на свеобухватни развој у домену грађевинске технике и индустрије, већ и као последица потреба друштва за разрешавањем својих актуелних проблема. Утицај друштвено-политичких прилика може се препознати у свим периодима развоја домаћег грађевинарства и представља утицајни фактор који је у великој мери одређивао начине грађења и структурирања објеката становања.

- Испуњење савремених захтева стамбеног комфора није искључива карактеристика новије грађених објеката, који су морали да испуне строже захтеве законске регулативе. Претпоставка је да постоји велики број стамбених објеката који припадају категорији оних који задовољавају услове комфора у становању, а грађени су у време када законски прописи о томе нису ни постојали, или нису били тако захтевни као данашњи.
- Унапређење техника градње и примена напреднијих конструктивних система, произашли као одговор на свеобухватни развој у домену грађевинске технике и индустрије, нису били утицајни фактор унапређења стамбеног комфора у објектима изграђеним током шездесетих и седамдесетих година. Претпоставка је да станови настали у овом периоду припадају најнижој категорији квалитета, према савременим захтевима стамбеног комфора, а с обзиром на масовност изградње у то време и њихово учешће у укупном стамбеном фонду Београда, значај сагледавања проблема у овој области утолико је важнији.

I.5 Научне методе истраживања

Истраживање развоја стамбене изградње, у првом делу рада, засновано је на *историографском методу*, како би се (а) дефинисао хронолошки развој конструкције и материјализације стамбених објеката на територији Београда, (б) анализирали узроци таквог развојног процеса и (в) истражиле последице које су такви развојни процеси изазвали.

Овакав приступ научноистраживачког рада подразумевао је упознавање са општим друштвено-економским приликама, како би се детаљније анализирао контекст у коме су настајали нови системи и технике грађења. Поред општих услова, у раду су анализирани и посебни услови као што су: развој индустрије грађевинских материјала, ниво техничке опремљености грађевинских организација, или занатских радионица (у ранијим периодима), стандарди и прописи којима се законски регулисала стамбена изградња. Анализа конкретних примера објеката на основу пројектне документације, цртежа, планова, фотографија, као суштински део научноистраживачког поступка резултирала је

типологијом грађевинских склопова који репрезентују одређене градитељске идеје у карактеристичним временским периодима. У том поступку коришћена је шира анализа садржаја како би се истражила обимна документациона и библиографска грађа, а затим усмерила на одабране карактеристичне примере.

Након извршене синтезе претходно прикупљених садржаја примењена је типолошка метода како би били идентификовани склопови који у највећој мери репрезентују напредак технологије градње и промене у структури објекта. Сврха овакве типолошке студије је систематизација објеката по основу њихове физичке структуре, како би се спознало какав је материјални ресурс стамбени фонд Београда. Типолошка анализа јасно показује историјски развој конструкција и техника грађења, дефинише кључне временске одреднице у којима су настајали нови системи и мењале се технике грађења.

Као основна метода истраживања у поступку утврђивања усклађености стамбених објеката са савременим стандардима стамбеног комфора коришћен је компаративни метод. Постојеће стање елемената конструкције које је произашло из принципа конструисања и градње у одређеном временском периоду постављано је у контекст савремених захтева комфора у становању и упоредном анализом аналитичких података утврђивано у коликој мери одговара, или одступа од њих. У овом истраживачком делу извршена је и анализа техничких прописа и норматива у периоду када су репрезентативни примери грађени и упоређивани су са данашњим захтевима законске регулативе из области стамбеног комфора.

Као крајњи резултат истраживања, методом синтезе, донети су закључци о томе: који су утицајни фактори опредељивали развој техника грађења у стамбеној изградњи Београда, шта у материјалном смислу чини стамбени фонд Београда, и како је објективно вреднован са становишта стамбеног комфора

II. ИСТОРИЈСКИ ПРЕГЛЕД СТАМБЕНЕ ИЗГРАДЊЕ У БЕОГРАДУ

Истраживање историјског развоја стамбене изградње у Београду прати усвојену периодизацију, дефинисану у уводу докторске дисертације. Анализа сваког појединачног периода започиње приказом друштвено-економског контекста, који формира актуелну стамбену политику и непосредно се рефлектује на интензитет стамбене изградње. Поред тога, приказани су основни показатељи грађевинске индустрије: производња материјала, машина и опреме, развој грађевинских предузећа и занатства, као утицајних фактора на укупну стамбену изградњу.

Статистички подаци представљају базичне показатеље развоја стамбеног сектора и приказани су кроз однос демографских кретања и броја станова, провизије станова по становнику, и представљају основу за утврђивање интензитета стамбене продукције. Изузетак у томе, представља период до краја Првог светског рата, за који су статистички подаци непотпуни или непостојећи и за који није било могуће доследно спровести овакву врсту анализе.

II.1 Период до 1918. године

Фокусирање истраживања у раду на изграђене стамбене објекте који и данас постоје и користе се за становање, неминовно намеће питање колико се далеко иде у прошлост и када су настали објекти који данас чине део стамбеног фонда Београда. Иако по времену настанка припада старим европским насељима, то се кроз архитектуру Београда не сагледава, превасходно због непостојања сведочанстава те богате прошлости.² Стратешка позиција града условила је нестабилне историјске прилике, што је за последицу имало честа разарања и

² Из доба Римљана остали су само археолошки фрагменти, византијска прошлост Београда нема материјалних сведочанстава, о тринаст година турске доминације сведочи једна џамија и два тулбета а из периода владавине кнеза Милоша сачувано је само неколико објеката (Минић, 1955).

рушења. Поред тога пожари, поплаве и епидемије куге додатно су угрожавали становнике града и уништавали њихову имовину.

Анализирајући податке из пописа становништва 2011. године удео броја станова изграђених до 1919. године у укупном броју стамбених јединица на територији Београда је око 1,55%. Удео броја станова овог годишта, на нивоу Републике Србије, у укупном броју је нешто већи: 3,59%, што се може објаснити великим бројем сачуваних старих објеката на територији Војводине. У Немачкој је процентуално учешће објеката овог годишта у укупном броју постојећих стамбених зграда 12%, у Аустрији 14,5%, а у Чешкој 16%. Италија је специфична по великом броју објеката изграђених до 1919. године који чине чак петину укупног стамбеног фонда (19%)³. Разлози оваквог односа старих стамбених објеката и укупног стамбеног фонда налазе се у ратним разарањима којима је Београд био изложен током своје турболентне историје.

Период до завршетка Првог светског рата, са становишта стамбеног фонда, је мултивалентан, разноврстан и обухвата неколико стилских епоха. Пресудан утицај на овакву периодизацију, где су груписани објекти изграђени у распону од два века, је мала заступљеност ових објеката у укупном броју очуваних стамбених зграда Београда. Ако узмемо у обзир да је најстарији стамбени објекат, који је очуван до данашњих дана изграђен почетком, а да је преостало свега неколико објеката изграђених током 18. века, јасно је да се у овом периоду не може тражити типичан представник, који осликава очувани стамбени фонд настао до 1919. године.⁴ У централној градској зони постоји само неколико стамбених објеката који потичу из 18. века, а већа заступљеност зграда овог годишта је присутна у Земуну, што је последица другачијих друштвено-историјских

³ Подаци преузети из националних типологија земаља укључених у пројекат Табула (Tabula project, 2010).

⁴ Зграда у Душановој улици бр.10 саграђена је између 1724. и 1727. године у немачком делу вароши на главној трговачкој улици (слике 1 и 2 у прилогу). Била је део већег стамбеног низа, највероватније седам објеката, изграђених према регулационом плану пуковника Николе Доксата де Мореза. Породична кућа у Грачаничкој улици бр.10 сазидана је вероватно крајем 18. века у духу панонске барокне градње са стилским елементима класицизма и једна је од ретких примера архитектуре тог времена (слика 3 у прилогу).

околности, ове сада београдске општине, које су утицале на различитости у архитектонском наслеђу.

На основу података Завода за заштиту споменика културе може се закључити да је временска граница формирања грађевинског фонда Београда почетак 19. века, да је број очуваних објеката до тог времена занемариво мали, а да, посматрајући овај временски распон, највећи број сачуваних објеката у Београду потиче из друге половине 19. века.

Почетак формирања стамбеног фонда Београда поклапа се са периодом ослобађања од турске власти и успостављањем националног идентитета, процесом интензивне модернизације и урбанизације земље. Обележје периода по коначном ослобађању од турске власти, од друге половине 19. века, су велике миграције у градове, што је допринело да се за кратко време становништво у Београду увећа чак 6 пута. Потреба за стамбеним простором условила је велики обим стамбене изградње, постепено прихватање савремених европских технологија градње и формирање домаће индустрије грађевинских материјала.

II.1.1 Друштвено економске прилике и стамбена изградња

Промене које су се догодиле током 19. века на политичком, економском и друштвеном плану утицале су да Београд доживи потпуни преображај и од полуразрушене турске вароши прерасте у модеран европски град. У периоду од сто година (од победе у Другом српском устанку до Првог светског рата) Србија је променила устројство од вазалне кнежевине, преко независне кнежевине до краљевине, што довољно говори о нестабилним политичким приликама које су обележиле ово време⁵.

Почетком 19. века архитектонско наслеђе Београда је незнатно, али је то време које карактеришу нове друштвено историјске околности, ослобађање од турске власти и промене које су се услед тога манифестовале на све сегменте

⁵ У прилог томе говоре подаци да су се три пута промениле династије, шест пута владари, од којих су двојица убијена (Михаило и Александар Обреновић), један владар је абдицирао (Александар Карађорђевић), један је отеран (Милан Обреновић), а само Кнез Милош је умро природном смрћу док је био на власти. (Ристић, 2003).

живота у граду⁶. Победом устаника 1815. године интензивира се досељавање српског становништва у Београд и повећава његова територија. Промене у броју становника Београда илустративни су показатељ политичких, економских, социјалних прилика које су најчешћи покретач демографских кретања (табела II.1). Број становника Београда удвостручен је у периоду 1834-1846. године и надаље бележи стални раст, изузев у периоду 1859-1863. године, што се објашњава пооштреним односима између Срба и Турака. Смањује се и број постојећих објеката услед бомбардовања Београда са Калемегдана 1862. године од стране Турака, када су многе куће уништене, или трајно оштећене.

У наредних сто година Београд, по узору на друге европске престонице, доживљава архитектонски и урбанистички преображај и постепено губи дотадашња обележја оријенталне вароши. Кључни тренутак у развоју града било је добијање *Хатишерифа* 1830. године, стицање извесне самосталности и раскид са дотадашњим неизвесним животом, када је свако улагање у грађевине представљало ризичну делатност. Добијањем *Фермана* 1867. године и коначним исељавањем војне турске власти из српских тврђава, започиње просперитет Београда и интензивира се градитељска делатност. Према статистичким подацима у овом периоду долази до смањења броја кућа, што показује да се град по исељењу Турака полако урбанизовао и да су нестајали уски сокаци, брвнаре и чатрље облепљене блатом, које су до тада преовлађивале у турском делу вароши.⁷

Послови пројектовања и изградње више нису дело приучене, нешколоване радне снаге, већ школованих градитеља: инжењера, архитеката и мајстора, који су

⁶ Описујући како је изгледала Београдска варош тих година Михаило С. Петровић наводи да су све зграде у вароши изузев цркве, неких џамија и неколико других зграда биле изграђене од слабог материјала, у бондручном систему, или као плетаре. Испуна бондрука најчешће је пола цигле, ретко када цела и облепљиване су блатом, или малтером, а затим кречене. Већина кућа покривена је црепом али тако лоше, да и поред сталног прекривања, прокишњавају чим падне јача киша. Прозори нису застакљивани већ је у оквире стављана хартија *пенцерија* (Петровић, 1930).

⁷ Немачки правник Густав Раш на пропутовању кроз Београд наводи интензивну градитељску делатност која мења силуету града. Његова сведочења су значајна зато што је познавао Београд и из времена када су Турци живели у њему. „Београд је за пет година постао европски град. Највећи део турског града нестао је са земљине површине; свуда су се просецале нове улице, уклањале рушевине, рушиле дрвене чатрље, градиле лепе европске вишеспратнице, улице се попљочавале, садиле дрвореди, подизали паркови, једном речи- Београд се задевао у европско рухо“ (Раш, 2008: 64-65).

своја знања стицали у развијеним европским градовима. План регулације Београда у шанцу Емилијана Јоксимовића објављен је 1867. године и представљао је предлог реконструкције и модернизације града по принципима урбанизације европских градова. Овим планом нестајала су обележја оријенталне вароши са кривудама, уским улицама, а замењивала их је ортогонална матрица и блоковско уређење.

Табела II.1 Подаци о броју становника и кућа 1834-1910. године
(Радовановић, 1974: 271, 274)

година	1834.	1846.	1854.	1859.	1863.	1866.	1874.
број становника	7.033	14.170	16.582	18.860	14.760	24.768	27.605
број кућа	769	1.714	2.011	2.095	1.269	3.478	3.372
година	1884.	1890.	1895.	1900.	1905.	1910.	
број становника	35.483	54.249	59.115	69.769	80.747	89.876	
број кућа		6.093	5.317	5.692	7.985	6.964	

Крајем 19. и почетком 20. века долази до значајних квалитативних промена у развоју града: увођење градског водовода (1892) и канализације (1905-1914), изградња електричне централе (1892), увођење електричног осветљења (1893) и трамвајског саобраћаја, калдрмисање улица и уређење зелених површина. Изградња инфраструктуре била је предуслов за преображај престонице у савремени европски град и промене које су наступиле представљале су значајан подстицај за стамбену изградњу.

Промене на политичкој сцени Србије почетком 19. века покренуле су грађевинску делатност, али су нови конструктивни системи и технике грађења, познати европским градитељима, усвајани и примењивани постепено и у неколико етапа. Развојни пут од балканске бондручаре до градске куће по европским узорима, осликава тадашње грађевинске прилике, лошу техничку опремљеност и непознавање нових грађевинских техника.

Развој конструктивних система и техника грађења у првој половини 19. века имао је еволутивни карактер и може се поделити на три карактеристичне етапе:

- почетни период, грађење по традиционалним принципима, примена бондручне конструкције са испуном од опеке, ћерпича или плетера

- прелазни период, преплитање традиционалних и савремених техника грађења, мешавина масивне зидане конструкције печеном циглом и бондручне конструкције
- завршни период, усвајање масивне зидане конструкције по узору на савремене европске грађевине

Преовлађујући модел стамбене изградње у другој половини 19. и почетком 20. века чине приземни, индивидуални, породични објекти. Већа спратност карактеристична је за центар града, где се обично граде пословно-стамбене зграде са локалима у приземљу и становима на спрату.⁸ У градњи породичних објеката издвајају се два специфична правца: градња господских, градских кућа и градња малих, скромнијих објеката, за сиромашно становништво. Узори у градњи богатијих кућа пронађени су у иностранству и на њима су примењивани у потпуности средњевропски принципи архитектонског обликовања, просторне концепције и конструктивног решења. Објекти су грађени у масивном конструктивном склопу са зидовима од опеке или камена. За разлику од кућа богатих Београђана, куће сиромашног грађанства, који су великим делом чиниле придошлице из сеоских подручја, представљале су пренешени модел сеоске бондручаре уграђен у градску матрицу (слика 4-прилог). Оскудица и цена грађевинског материјала, недостатак стручне радне снаге условили су да се куће обичног грађанства и даље граде на начин који су сви познавали и који није захтевао превелика улагања.

Убрзани развој града крајем 19. и почетком 20. века и велики прилив становништва из сеоских подручја у Београд наметнуо је потребу градње колективних станова. Први примери вишепородичног становања јавили су се већ половином 19. века, али су били малих димензија, да би се почетком 20. века интензивирала изградња вишеспратних објеката и *стамбених палата* (Ротер Благојевић, 2006), (слика 5 у прилогу). Колективно становање развијало се у неколико правца: изградња станова за тржиште, изградња најамних станова и

⁸ Каква је била структура грађевинског фонда Београда почетком 20. века може се закључити на основу пописа из 1906. године који показује да је тада било: 83% приземних кућа, 16% једноспратних, а само 1% вишеспратних, или укупно 60 зграда (Ђурић-Замоло, 1980).

изградња социјалних станова. Инвеститори изградње станова за тржиште биле су најчешће банке, или задруге, које су свој новац улагале и у изградњу станова за изнајмљивање и захваљујући њима, настале су прве колективне вишеспратнице. С обзиром на чињеницу да је потражња станова била велика, а да држава није довољно економски подстицала изградњу вишеспратница, недостајао је капитал за таква инвестирања и колективно становање се у овом периоду развијало у правцу јефтиних, нефункционалних и некомфорних дворишних станова. Тада настаје специфичан начин колективне стамбене изградње, који није имао узора у западноевропским градовима, а који је одговарао економским приликама становника Београда. Поред богатих финансијера изградње најамних станова појављује се слој обичног грађанства који у оквиру својих приватних парцела, гради станове за изнајмљивање, ниског хигијенског стандарда.⁹

Изградња социјалних станова започела је у периоду пред Први светски рат реализацијом колективних зграда за становање радника, које је финансирала београдска општина. Саграђене су 1911. године у Радничкој улици (данас Венизелосова) по пројекту Јелисавете Начић. Ови објекти су сачувани до данашњих дана и представљају репрезентативни пример колективног становања са почетка века (слика 6 у прилогу).

II.1.2 Развој грађевинске индустрије и занатства

Индустријализација Србије имала је своје корене у првој половини 19. века, али сиромаштво, привредна неразвијеност, лоше саобраћајне везе и недостатак државне заштите, спречили су развој домаће индустрије, а пружиле могућност страним инвеститорима за пласирање капитала. Домаћи капитал инвестиран је у трговачке и зеленашке послове који су доносили сигуран профит. У оваквим околностима прелазак на индустријски начин производње током 19.

⁹ Описујући тадашњи начин становања Дубравка Стојановић уводи назив вагон систем којим описује изградњу приземних приватних најамних станова где се линијски смењују соба и кухиња (Стојановић, 2009). Овакво грађење је обично настајало у неколико етапа, колико је дозвољавала дубина парцеле и на тај начин створен је велики број малих дворишних станова који најчешће нису задовољавали основне хигијенске услове, потребе за осунчањем и проветравањем.

века текао је споро и заостајао за развијеним европским земљама. Оваква ситуација изазвана је следећим чиниоцима: политичким приликама у земљи, неконтролисаним приливом аустријских производа на српско тржиште, непостојањем царинске заштите, недостатком државне стимулације за развој домаће индустрије, недостатком интереса за улагање личног капитала (Вучо, 1974).

И поред неповољних околности у Србији се развија свест о потреби развоја домаће индустрије, као фактора укупног напретка земље, што резултира доношењем *Закона о потпомагању индустријских предузећа* 1873. године. Закон је садржао привлачне повластице монополистичког карактера, што је изазвало интересовање домаћих и страних улагача. Међутим, одредбама закона није прецизиран индустријски карактер производње, што је довело до коришћења државних субвенција за, у највећем броју, занатски начин рада.¹⁰

У циљу подстицања индустријске производње 1898. године донет је *Закон о потпомагању домаће радиности* (индустрије), који је омогућио пореске и царинске повластице, као и могућност коришћења свих природних ресурса. Стварање ситних повлашћених предузећа избегнуто је обавезом да минимални уложени капитал мора бити 50.000 динара, најмањи број запослених је морао бити 50 радника и захтеван је савремени начин производње. Повластице су трајале 10 година, али код већег уложеног капитала одобраване су и на 20 година. Индустрија у Србији је на овај начин покренута и у периоду 1905-1910. године бележи свој највећи раст, што се поклапа са периодом Царинског рата са Аустријом, када је увоз њихових производа сведен на најмању меру. Године 1910. Србија је имала 428 предузећа, са 16.000 радника, што значи да је за само 12 година, од када је усвојен нови закон, остварен изузетан индустријски напредак.

Једна од првих фабрика на тлу Србије, која је представљала значајан помак на пољу индустријализације и развоја грађевинарства, била је фабрика за производњу стакла, основана 1846. године на реци Белици код Јагодине, коју је

¹⁰ Према подацима Министарства народне привреде о стању индустрије 1898. године у Србији је постојало 28 индустријских предузећа од којих је већина била технички лоше опремљена и имала мали број запослених радника (Вучо, 1955).

основао тадашњи министар иностраних дела Аврам Петронијевић.¹¹ Фабрика има значај не само за развој грађевинарства у Србији већ представља почетак индустријске производње на читавом Балкану.

У близини Београда, на прелазу векова, постојале су две цементаре које су имале развијену производњу: у Беочину (тадашња Аустрија) и Поповцу код Параћина¹². Домаћа цементара у Поповцу започиње са радом 1869. године уз помоћ воденице поточаре и јамасте пећи пречника два метра.¹³ Године 1882. основана је у Рипњу фабрика цемента чији је власник био Јован Глигоровић и која почетком 20. века прелази у акционарско друштво како би побољшала производни капацитет и техничку опрему. Фабрика није остварила предвиђени производни раст и није могла да конкурише капацитетима Беочинске цементаре, која је извозила своје производе у Србију (Петровић, 2006).

Погодности које су омогућене законом из 1898. године, међу првима је искористио Душан Сиротановић оснивајући 1899. године прву парну стругару у Београду. Дотадашње примитивне стругаре поточаре нису могле да задовоље нарасле потребе за грађевинским материјалом у градским срединама и овакав подухват представљао је значајну новину у грађевинској делатности.

Почетком 20. века у Београду је постојао велики број циглана, које су се налазиле на градској периферији.¹⁴ Проблеми са којима су се ова предузећа суочавала било је нередовно снабдевање угљем, што је доводило до застоја у

¹¹ Аврам Петронијевић је добио концесије од државе за ову делатност као и гаранције на монопол у струци за наредних 14 година. Производња се ослањала на локалне ресурсе (камен, песак, дрво), а несташница стручне радне снаге приморала је власника да доводи мајсторе стакларе из Чешке и Баварске.

¹² Беочинска лапор први пут је коришћен 1839. године за изградњу ланчаног моста између Будима и Пеште, а 1855. године воденичар Јосиф Чик откупљује беочинске руднике и започиње производњу цемента.

¹³ Године 1903. они достижу производњу од 700t годишње и постају власништво Београдске трговачке банке (1908), која у наредном периоду повећава производњу на 25t дневно (<http://www.cis.org.rs/sr/cms/o-cementu/nastanak-i-razvoj-cementne-industrije-srbije>).

¹⁴ Циглане које су по уложеном капиталу и броју запослених радника припадале већим предузећима биле су: Цигларско црепарско предузеће Чупића и Петковића (основано 1888), циглана Баталака Нићифора Јовановића (1890) и циглана Панте Тадића (1892). Мање циглане које су биле значајни снабдевачи београдског тржишта циглом, ћерамидом и црепом биле су: циглана Милишић, Брунцлик и циглана браће Јаћимовић.

производњи глинених производа. У околини Београда постојао је и велики број пећи за печење креча, а шљунак и песак су вађени из Дунава.

Грађевински занати у Србији крајем 19. века достигли су значајан помак у односу на период после Другог српског устанка. Занатлије су похађале одговарајуће школе, алат за рад је усавршаван, што је допринело да домаћа занатска израда добије на квалитету и конкурише иностраној понуди. У грађевинарству тог времена важну улогу имали су занатлије: каменоресци, грађевински ликоресци, лимари, фарбари, декоративни сликари (молери), стаклоресци.

Еволуција домаћег занатства као и конституисање индустријске производње представљали су значајна обележја 19. века, која су омогућила развој грађевинске делатности у Србији и допринела модернизацији техника грађења. Почетак 20. века дочекан је са значајно промењеним индустријским приликама у земљи, што је допринело да се грађевинарство развија у пуном замаху, са повећањем броја изграђених објеката, кроз развој инфраструктурних система и утврђивање законодавних грађевинских оквира.

II.2 Период између 1919. и 1945. године

Крај Првог светског рата Београд дочекује са преполовљеним становништвом, разореном инфраструктуром и за трећину мањим стамбеним фондом. Као много пута пре тога град се диже из рушевина и за само једну деценију број становника се утростручује. Иако стамбена изградња није могла у великом обиму да пропрати потребе растуће градске радничке класе, ипак стамбене зграде изграђене у овом периоду дале су основно обележје и европски карактер тадашњем Београду и његовом садашњем језгру. У периоду најјачег економског просперитета инвестиције у станоградњу у Београду чиниле су више од 80% укупних инвестиција.

Посматрани период завршава се још једним светским ратом и великим бомбардовањим, страдањем становништва Београда и новим разарањима великих размера.

II.2.1 Друштвено економске прилике и стамбена изградња

Београд је кроз своју историју имао кратке мирнодопске периоде између великих ратних разарања, што је у највећој мери и проузроковало да данас постоји мали број очуваних старих објеката, као сведочанстава бурне прошлости. Педесет година после турског бомбардовања, град је поново изложен ратним ударима, сада аустроугарске војске, која није штедела муницију при освајању српске престолнице. Током 1915. године, у другом освајачком подухвату, град је осам месеци непрестано бомбардован, при чему мета нису биле само државне установе, већ и мирни стамбени делови града. У историји ратног ваздухопловства је остало записано, да је Београд први град над којим су употребљени ратни авиони.

Београд је из *Великог рата* изашао опустошен и разорен са 30% разрушеним стамбеним фондом и десеткованим становништвом, чији је број смањен на испод 50.000. У годинама које су следиле број становника се нагло повећавао из године у годину, што је била последица великог прилива становништва из руралних подручја, који су у потрази за послом гравитирали ка снажнијим економским центрима. На овај начин Београд је од вароши, чију је структуру чинило претежно чиновничко становништво, за кратко време постала варош сиротиње, са преовлађујућом радничком популацијом.

Нагло повећавање броја становништва резултирало је огромним недостатком стамбеног простора, што је изискивало ангажман државних институција, како би се проблему приступило плански и далекосежно. Узимајући у обзир да стамбени фонд Београда и пре рата није задовољавао потребе становништва града, да је станова било недовољно, а од постојећих, три четвртине је било здравствено неусловно, јасно је какве су биле размере стамбене кризе у послератном периоду.¹⁵

¹⁵ Статистички подаци који најбоље илуструју тадашњу стамбену кризу објављени су у тексту: *Попис кућа и станова у Београду од 6. новембра 1906. године до 15. марта 1907. године*. Попис је спровела Комисија суда општине града Београда, којим је руководио статистичар др Драгиша Ђурић.

У решавању стамбеног питања послератног Београда одигравале су се три еволутивне фазе, које су препознатљиве и код других градова, који су имали сличне проблеме (Видаковић, 1932). У првој фази држава ограничава стамбену својину, станови се реквизирају и у њих смешта ново градско становништво, по минималним закупним ценама. У другој фази повећава се закупнина, реквизиција станова опада, а расте располагање својином. Трећу фазу карактерише подизање општинских станова, како би се обарањем закупнине побољшала економска ситуација становништва и решили стамбени проблеми. Овакав сценаријо виђен је и на примеру Београда, стом разликом што је последња фаза изостала у потребном обиму, који би донео конкретне резултате у решавању проблема високих закупнина.

Раскорак између стамбених потреба и могућности које је град имао после рата, резултовале су непланском изградњом, неравномерним ширењем града и стамбеним простором који није задовољавао елементарне санитарне услове. Један број градског становништва плаћао је закупнину за стамбене просторе који су, у највећем броју, били животно неусловни, а чија је цена била несразмерна њиховој економској ситуацији. Потражња за изнајмљеним становима у градском рејону проузроковала је изградњу дворишних нефункционалних станова, које су власници вођени брзом зарадом због високих ренти, градили од трошног материјала, уз минимум улагања. Други су прибегавали самоградњи бедних учерица по периферији града, што је резултовало формирањем нехигијенских насеља: Јатаган мала, Пиштољ мала, Шпорет мала (слика 7 у прилогу). По З. Вуксановић-Мацура 1938. године је било око 11.000 нелегално подигнутих стамбених јединица, што чини скоро трећину укупно подигнутих објеката у међуратном периоду (Вуксанови-Мацура, 2012).

Парадокс послератне стамбене изградње Београда била је повећана изградња луксузних, великих станова, као одговор на потребе грађанске класе која се убрзано формирала, а изградња преко потребних функционалних, малих станова, који задовољавају хигијенске минимуме је у већој мери изостала. Закупнина за велике и средње станова, који су прављени за богатију клијентелу, је временом смањена због мале потражње, али закупнина малих станова, иако нефункционалних и санитарно неисправних, није опала од времена прве стамбене

кризе, одмах после Првог светског рата, што говори да је тражња за јефтним стамбеним простором била у сталном порасту.

Изградња општинских станова, као одговор државе на превисоке ренте и начин да се избалансира тржиште најамних станова, изостала је у значајној мери. Иако је изградња станова у Радничкој улици (данас Венизелесова) пред Први светски рат представљала позитиван пример интервенције општине у обезбеђивању стамбеног простора, тренд овакве изградње није задржан у обиму које су дихтирале стамбене потребе у периоду између два рата. Истраживања показују да је у овом периоду подигнуто око 500 општинских станова у којима је било смештено око 2500 становника (слика 8 у прилогу).¹⁶

Социјалне станове су, поред Београдске општине, финансирани и Министарство саобраћаја и Министарство социјалне политике. Изграђено је 236 станова за раднике и чиновнике на Железници и 216 станова за најсиромашније грађане Београда (Вуксановић-Мацура, 2012). Поред државних инвестиција и власници великих индустријских предузећа градили су станове по периферији Београда за своје раднике, што није задовољавало укупне потребе за стамбеним простором, али је представљало позитиван пример бриге о запосленима.

У периоду после Првог светског рата стамбена криза заокупила је стручну јавност новоосноване заједничке државе јужних Словена у решавању основних стамбених потреба као акутног проблема. У престоници државе, Београду, појавила се и тежња за остваривањем хуманијег и здравијег начина становања осмишљеног кроз концепт *вртног града*. Београдска насеља, настала у периоду између два рата, која су конципирана по овом моделу била су плански формирана насеља: Котеж Неимар, Професорска колонија и Чиновничка колонија.¹⁷

¹⁶ Злата Вуксановић-Мацура наводи податак од 526 станова подигнутих у периоду 1911-1941. године у којима претпоставља да је живело 2.605 становника (Вуксановић-Мацура, 2012).

¹⁷ Идеја је настала у Енглеској у 19. веку, у жељу индустријализације која је проузроковала појаву пренасељених градова. Потреба да се живи у природном окружењу била је инспиративна многим европским архитектама и урбанистима да примене концепт Ебenezера Хаурда у својим градским срединама.

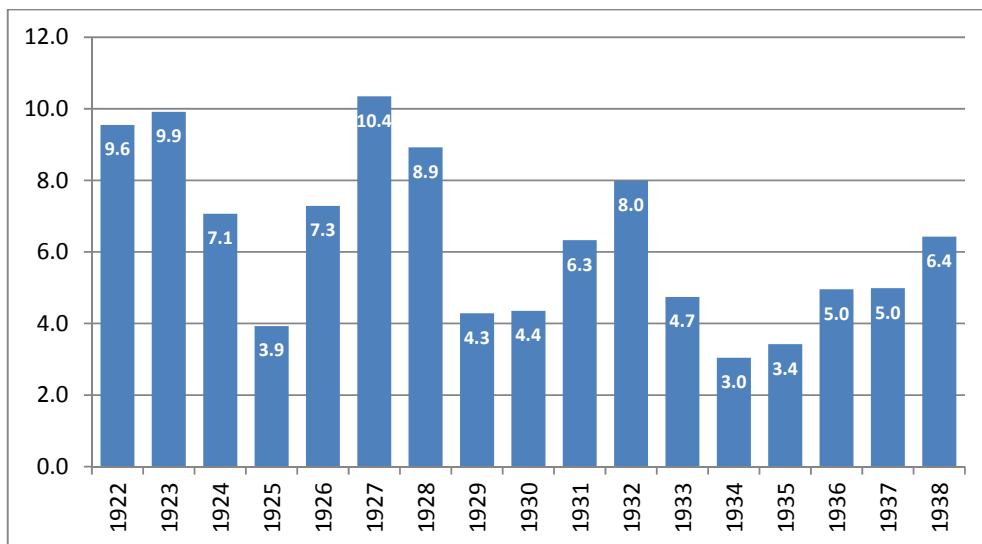
Динамика послератне стамбене изградње мењала се у зависности од економских и политичких прилика. У периоду одмах после Првог светског рата најмање се градило, што се објашњава несигурним економским приликама за улагање великог капитала, које стамбена градња изискује. За две послератне године подигнуто је само 100 нових зграда, од којих је 60% било приземно, али је позитивна тенденција то, што је 77,5% имало купатило, што је у предратним становима била реткост (Херенда, 1933).¹⁸

Анализирајући статистичке податке о броју становника и изграђених станова евидентна је несразмера, која илуструје сложену стамбену ситуацију у периоду између два светска рата у Београду. Број становника се за десет година (1921-1931) повећао за 130.000, а број станова се увећао за око 14.300, од чега је број малих станова чинио 57% од укупног броја, што је било недовољно за преовлађујуће сиромашно, новопридошло, градско становништво. Суштину стамбеног проблема Београда није представљао интензитет стамбене изградње (који се из године у годину повећавао), већ неприступачност станова сиромашним градским житељима.

На дијаграму, слика II.1, приказан је уобичајени показатељ стамбене производње: број изграђених станова на 1.000 становника. По овом показатељу Београд је у посматраном периоду имао углавном средњи (4-8) до високог нивоа (преко 9 станова на 1.000 становника) стамбене продукције. Поређења ради, у земљама ЕУ у 2000. години, када је економија била врло здрава и тржиште некретнина у експанзији, Бугарска је имала 1,1, Чешка 2,5, Белгија 3,9, Аустрија 6,6 а Шпанија чак 13,8 станова¹⁹. То све указује на стабилну, здраву економију и на снажан развој стамбене изградње у Србији између два рата.

¹⁸ Службена анкета Београдских радничких и малих станова, која је рађена 1933. године показала је да је 87% таквих станова грађено од слабог материјала са просечном висином од 2,18 m; 23% има под од земље; влага је присутна у 48%; половина је недовољно осветљена; 69% нема клозете, или су они неусловни, што сумирано чини 92% нехигијенских станова, који угрожавају здравље корисника (Видаковић, 1933). Анкета је рађена у име Савеза градова, београдске општине и Лиге против туберкулозе.

¹⁹ Regular National Report on Housing Developments in European Countries. Department of the Environment, Heritage and Local Government. Dublin, 2004.



Слика II.1 Број изграђених станова годишње на 1.000 становника у периоду 1922-1938²⁰

На дијаграму (слика II.2) може се пратити интензитет стамбене изградње по годинама. У периоду 1922. до 1923. године настаје интензивнија стамбена градња, када се значајно смањује број приземних објеката (око 40%), тако да је просечна спратност новоизграђених зграда 2,43 спрата, што се сматра рекордним нивоом у дотадашњем грађевинарству. Карактеристично је и повећавање броја станова на једну зграду, као и повећање броја великих станова.

У наредне две године (1924-1925) смањује се грађевинска делатност, повећава број приземних објеката, смањује број зграда са једним станом, смањује се број великих станова, а повећава број малих, што значи да је тенденција била зидање рентијерских станова.

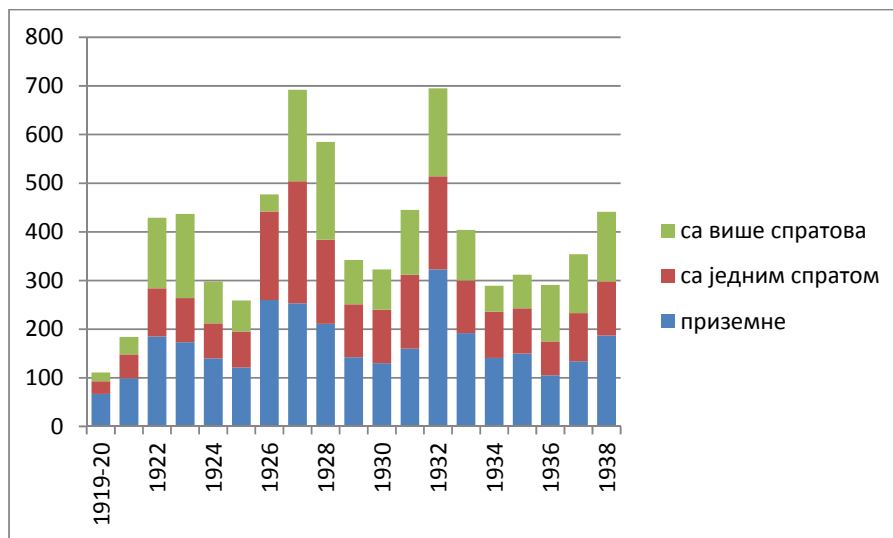
У периоду од 1926. до краја 1928. године одвија се најинтензивнија грађевинска делатност, која достиже кулминацију 1927. године. Подједнако се граде приземни и једноспратни објекти, преовлађују зграде са више станова, а приближан је број великих и малих станова који су, судећи по подацима, били махом грађени за издавање.

²⁰ Подаци о броју зграда преузети из текста објављеном у Београдским општинским новинама из 1938. године (Поповић, 1938: 962), а подаци о броју становника преузети из Историје Београда (Радовановић, 1974: 152). За период до 1922. године и од 1939. до 1945. године нису били доступни целовити подаци о изградњи станова.

Период привредне депресије, 1929. године, одразио се на грађевинску делатност, што се сагледава кроз преполовљен број изграђених објеката. Несигурно инвестирање у станове за рентирање допринело је да порасте број зграда са једним станом, грађеним за властите потребе. Овакве тенденције задржале су се и наредне године, а поновни раст грађевинске делатности бележи се у периоду 1931-1933. године. Привредни застој и несигурно инвестирање у базичне индустријске гране оживело је стамбену изградњу, која је била усмерена на задовољавање потреба сопственика капитала, али и на пласирање на тржиште рентијерских станова. Велики проценат приземних зграда, као и зграда са једним станом, сведочи о интензивирању градње за сопствене потребе, што се тумачи нагомилавањем капитала у рукама појединаца (Херенда, 1933). Податак да је седам пута више инвестиција одлазило на грађевинску делатност, него на укупна улагања у привредне гране, говори о сигурном начину пласирања капитала у станоградњу. Инвеститори градње најчешће су били и рентијери станова, тако да је ова категорија становништва чинила значајан проценат имућних Београђана. У овом периоду бележи се најквалитетнија изградња у погледу задовољавања санитарних услова. После 1933. године грађевинска делатност се смањује и са мањим осцилацијама задржава на истом нивоу све до 1938. године.

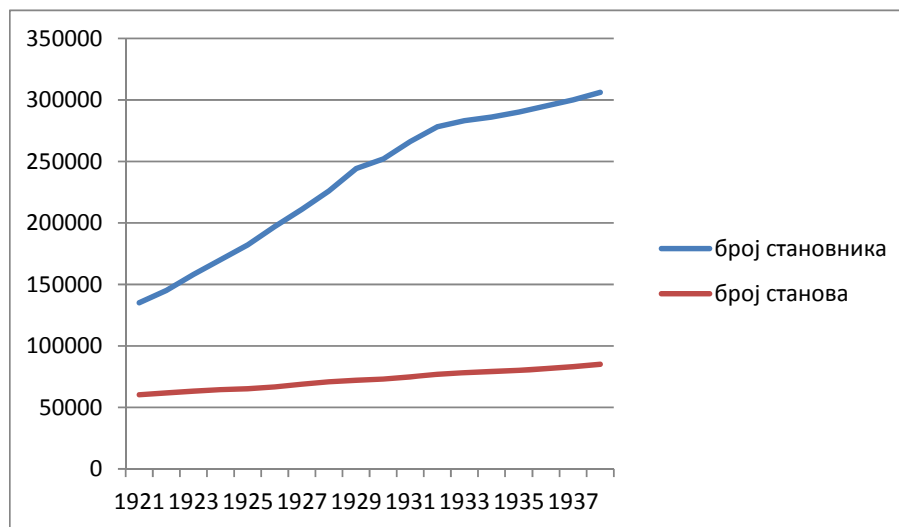
Сумирајући грађевинску делатност између два рата може се закључити да је изградња приземних објеката била заступљена у великом проценту (43%), иако су у одређеним временским периодима постојале тенденције за градњом високих објеката. Нешто више од половине сазиданих објеката чиниле су вишепородичне зграде (57%), које су грађене за рентирање и у којима су били заступљенији мали станови (56%), али недовољно за задовољавање потреба преовлађујућег сиромашног становништва Београда.

Констатација да је *Београд варош ниских кућа и великих станова* илуструје у коликој мери је постојао раскорак између стварних потреба становника и грађевинске реалности (Херенда, 1933).



Слика II.2 Број изграђених стамбених зграда по спратности у периоду 1919-1938²¹

Дијаграм (слика II.3), јасно указује да је прилив становништва у Београд био константан и да формална стамбена изградња није покривала потребе, већ се тражња стално увећавала у односу на понуду. Отуда је логичан закључак о великом броју неформално изграђених стамбених зграда.



Слика II.3 Раст броја становника и станова у периоду 1921-1938

²¹ Подаци о броју и спратности зграда преузети из Историје Београда (Поповић, 1938: 962). Подаци од 1938. до 1945. нису целовити, па је приказан само период до 1938. године

II.2.2 Развој грађевинске индустрије и занатства

Привредни развој новоуспостављене државе пратио је осцилаторна кретања, која су карактерисала и друге европске земље, у периоду између два светска рата. Почетни привредни успон, са мањим дестабилизацијама, трајао је до 1929. године, када га замењује светска економска криза, која је уздрмала глобалну економију, а затим поновни привредни раст који је наступио у периоду пред Други светски рат. Заоставштина ратом разорене земље, ниски степен акумулације и ограничен привредни потенцијал представљали су полазишта привредног развоја. Београд је претрпео велика ратна разарања, како у људству, тако и у материјалним добрима. Поред великог броја порушених стамбених објеката уништена је београдска железничка станица, мост преко Саве и телефонска централа, оштећена је електрична централа, а бомбардовањем су штете нанете многим комуналним службама што је свеукупно утицало да Београд остане изолован од осталих крајева земље. Индустрија је претрпела велике штете уништењем фабричких хала и оштећењем и пљачкањем машинске опреме, а сва предузећа остала су без сировина потребних за производњу (Вучо, 1974). Тешка привредна ситуација представљала је основу на којој је започињао развој Београд у послератном периоду, као престолница новоосноване државе Срба Хрвата и Словенаца. Шири друштвени оквир и централизована управа створили су услове за бржи привредни развој главног града, али, са друге стране, Србија и Београд су се суочили са конкуренцијом индустријски развијенијих покрајина краљевине, које су из рата изашле неоштећене и чак оснажене.²²

Период после Првог светског рата карактерише развој металне индустрије и оснивање првих већих металских предузећа, која су у својим асортиманима (поред лимова, жица, окова) имала и израду гвоздених конструкција. Међутим, многа су у периоду велике економске кризе престала са радом, услед немогућности да се прилагоде новонасталим условима.

²² У Србији је 1919. године постојало укупно 70 фабрика, од којих су многе претрпеле тешка оштећења током рата, а у Словенији и Хрватској их је било 960, од којих су многе биле очуване и оснажене (Вучо, 1974).

Упоредо са експанзијом грађевинске делатности оснивао се велики број радионица грађевинске столарије и намештаја, које су користиле машине у производњи, али је учешће ручног рада и даље било велико. Таквих регистрованих, крупнијих занатских радионица је било дванест и основане су углавном пре економске кризе (Петровић, 2006)²³.

Примена равних кровова у модерној архитектури Београда произвела је потражњу за хидроизолационим материјалима, а самим тим и утицала на оснивање домаће индустрије ових производа. Прва српска фабрика асфалта и катранских производа *Срборит* основана је 1927. године и производила је изолациону хартију и асфалтне изолационе премазе.

У овом периоду радило је и неколико великих циглана, које су имале годишњу производњу од више милиона цигала. После рата обновљене су и стругаре, које су током рата претрпеле велика оштећења услед бомбардовања.

Економска криза почетком тридесетих година прошлог века тешко је погодила београдску индустрију, што се одразило кроз губитке у пословању, смањену производњу, смањивање надница, отпуштање радника и ликвидацију као крајњу меру. До смањењења грађевинске делатности довеле су обуставе кредита, повећање пореске стопе на новоградњу, високе цене грађевинског материјала и снижавање стамбене ренте. Незапосленост грађевинских радника била је 20%, а радничке наднице биле су ниже 30%.

Смиривање економске кризе и оживљавање привреде започиње 1935. године и период до Другог светског рата обележиће успон привредне делатности. Позитивна кретања узрокована су промењеним општим условима у земљи и свету, али и порастом грађевинске делатности услед сталног повећања броја становника у Београду. Она је подстицана повољним хипотекарним кредитима, повећањем закупнина, увођењем општинског пореза на старе зграде и рушењем

²³ Веће радионице за израду прозора и врата у међуратном периоду биле су: Столарска радионица Ђорђа Милојевића (основана 1911), Задруга столарских мајстора Велика Србија (1921), столарска радња Драгојла Томића (1905), столарска индустрија Даница (1924) и друге.

неусловних зграда. Полет у грађевинарству подстакао је индустрију грађевинских материјала да се убрзано развија. Повећава се производња цемента, цигле, црепа, гипса и камена, као основних грађевинских материјала. Новину представља оснивање радионица за израду ролетни, што говори о новим захтевима тржишта и побољшању услова становања.²⁴ Племенити малтер Терабона у међуратном периоду постаје материјал који се користи за израду фасада репрезентативних објеката. Сува мешавина: млевеног камена, песка, везива и боје прављена је у фабричким условима и пакована у вреће од 50 кг. Овако припремљени суви малтери представљали су искорак у односу на традиционално справљање малтера на самом градилишту (слика 9 у прилогу). Грађевинарство у Београду није било ослоњене само на сопствену производњу грађевинских материјала и производа, већ је користило понуду државног тржишта, као и иностране робе. У Сушаку је 1932. године отворена фабрика *Укод*, која се рекламирала као *Прва југославенска творница укоченог дрва*, а производила је шперплоче и панел-плоче, користећи сваремене машине и методе (слика 10 у прилогу).

Прогрес у грађевинарству, поред увођења нових материјала, обележио је и развој средстава за рад: грађевинских машина и алата, које постају ефикасније и савременије од оних који су коришћени у претходном периоду. Грађевинске машине су увозене из иностранства, најчешће из Немачке, која је предњачила у развоју грађевинске технике.

Почетак домаће производње грађевинских машина повезан је са радом *Прве југославенске творнице вагона, стројева и мостова* из Славонског Брода, која поред свог стандардног програма започиње производњу: мешалица за бетон и малтер, дробилица за камен, машина за сејање песка, бубњева за сортирање, транспортних трака. Већина ових уређаја прављена је по иностраним патентима, али је значајан помак већ то, што је домаћа индустрија била у могућности да преузме њихову производњу.

²⁴ *Фабрика ролетни и гвоздених конструкција Силвестер Бернолд* из Новог Сада, са представништвом у Београду, основана је 1885. године и бавила се грађевинском браваријом: производњом ролетни, металних прозора, портала, ограда и производњом гвоздених конструкција за кровове, мостове, антенске стубове.

Упркос појединачним новинама у домену средстава за рад, ипак се не може говорити о значајнијем искораку и модернизацији грађевинске делатности у овом периоду. Основна средства у грађењу најчешће су била: лопата, ашов, дрвена колица, вангла и мистрија, бетон и малтер су у највећем броју случајева ручно мешани, а скеле су биле дрвене, грађене на лицу места. Хоризонтални и вертикални транспорт обављао се ручно, трагачама и колицима, а висине су савладаване трепнама, или ручно. Неоспорни квалитет у грађењу, у овом периоду, представљали су квалификовани грађевински радници, мајстори заната, који су потицали из познатих печалбарских крајева са традицијом у грађењу (Јужна Србија, Македонија, Далмација). Извођачки радови били су у рукама предузимача, није било великих грађевинских предузећа које би спроводиле комплетан процес изградње објеката. Грађевинарство као привредна грана, у земљи у којој је доминирала пољопривреда, учествовало је са свега 1,2% у националном доходу и запошљавало је само 0,8% активног становништва (Јарић, 1984).

II.3 Период од 1946. до 1960. године

Последице Другог светског рата и друштвено-економске промене које су наступиле непосредно по ослобођењу, проузроковале су радикалне промене и у стамбеној изградњи. Немачким и савезничким бомбардовањима, уз разарање инфраструктуре, Београд остаје без 30% предратног стамбеног фонда. Демократски поредак замењује социјалистички режим са увођењем доминације државне и дискриминацијом приватне својине, национализацијом значајног дела стамбеног фонда (првенствено станова у закупу) и укидањем приватног сектора у грађевинској индустрији. Велике миграције су у првих пет послератних година довеле до повећања броја становника за око 70%, а број станова се увећао само 35%. Истовремено, са постепеним смањењем величине домаћинства, њихов број

се готово удвостручио.²⁵ Ово је био период највеће стамбене оскудице, када су многи већи станови били присилно настањени са већим бројем домаћинстава.

Због израженог стамбеног дефицита, као и великих укупних потреба за изградњом земље, држава оснива велика грађевинска предузећа, убрзано развија образовне капацитете и поставља основе за масовну стамбену изградњу која ће наступити у наредном периоду.

II.3.1 Друштвено економске прилике и стамбена изградња

Стамбени фонд Београда је током Другог светског рата претрпео велика оштећења: порушено је 4.905 зграда са 11.500 станова, теже су оштећене 2.162 зграде са 7.250 станова, а лакше 451 стан (Марјановић, 1974). Сумирањем ових података добија се цифра од око 7000 зграда које се нису више могле користити за становање, што је, ако упоредимо са подацима из међуратног периода, укупан биланс сазиданих зграда у Београду од 1919-1938. Посматрано у односу на укупан број стамбених зграда које су постојале пре рата, уништено је око 30% стамбеног фонда (Фурунџић, 1964-1965). Поред материјалних штета у становима, порушено је 55 комуналних грађевина, а теже или лакше оштећено око 400 (Марјановић, 1974).

Дефицит станова у послератном Београду, поред девастираног стамбеног фонда, проузрокован је великим приливом становништва у градове, који ће постати центри нове индустријализоване привреде. Међутим, индустријско наслеђе из међуратног периода је било скромно, у великој мери уништено ратом, што је значило паралелно изграђивање стамбених и индустријских капацитета.

Промене у броју становника Београда сагледавају се поређем података из периода непосредно пред рат, када је град имао око 320.000 становника и одмах после рата (крајем 1944) када је било око 270.000 становника. Већ наредне године у Београду је живело 313.000 становника, што је повратак на број из 1939. године.

²⁵ Према доступним статистичким подацима о величини домаћинстава из пописа 1948, 1953. и 1961. године преузет је податак за централну Србију и извршена интерполација по годинама. На почетку посматраног периода, домаћинство је у просеку имало 4,5 а на крају 3,9 чланова па је по овом рачуну, број домаћинстава од 1946. до 1960. нарастао за 96%.

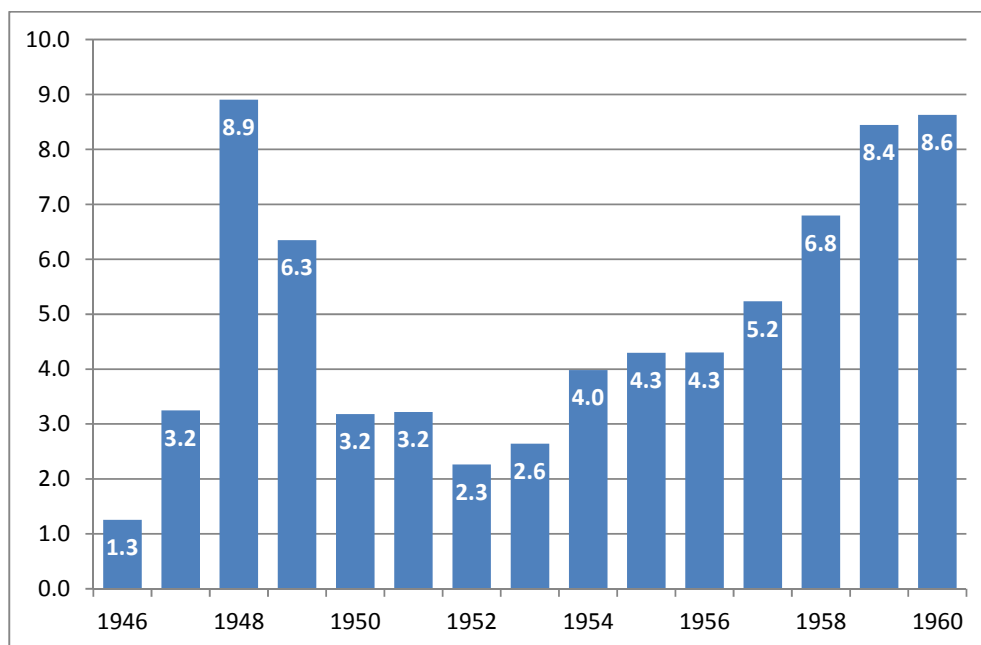
Становништво Београда се за две послератне године (1945. и 1946. године) повећало за 72.000 лица, што би претходним темпом било остварено тек за четрнаест година.

Наметање модела државне својине, који је социјалистички режим пропагирао, значио је и национализацију стамбеног фонда, што се превасходно одразило на станове у закупу, али је власт прибегавала и драстичним мерама одузимања станова за које је процењивала да представљају вишак стамбеног простора. Поред тога, велику потребу за становима држава је решавала и принудним усељавањем породица у већ настањене станове.

У периоду до 1948. године запажа се троструко повећан број изграђених станова у односу на претходну годину, али оваква тенденција раста у наредним годинама престаје и долази до пада у броју изграђених стамбених јединица. Узрок застоја у грађевинарству је заоштравање односа са Совјетским Савезом, дотадашњим политичким и економским узором, што је условило повлачење кредитних уговора, закључених споразума, финансијске помоћи и створило ратну претњу, као последицу политичке кризе. Смрт Стаљина 1953. године и постепено отопљавање политичких односа са Совјетским Савезом одразило се на интензитет стамбене изградње у Београду и тенденција пораста броја изграђених станова трајала је до краја истраживаног периода.

Планирање стамбене изградње у послератном периоду и правци будућег развоја трасирани су *Првим петогодишњим планом развитка народне привреде* 1947. године којим је започела убрзана изградња и индустријализација земље, а који је представљао и плански основ стамбене политике државе. Приоритетни задатак *Петолетке* било је повећање стамбеног капацитета, тако што ће се до 1951. године изградити 15 милиона квадратних метара стамбене површине. Од тог броја, 8 милиона је планирано за стамбену изградњу у градовима и селима, а 7 милиона квадратних метара за стамбене колоније радника запослених у индустрији, рударству и саобраћају. У ту сврху неопходно је било подићи општи индустријски потенцијал земље изградњом нових фабрика и реконструкцијом и модернизацијом постојећих.

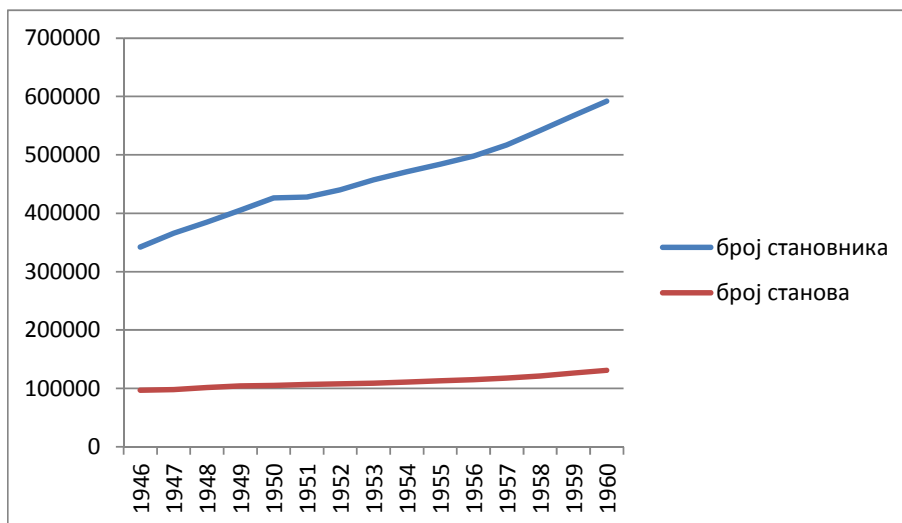
Петогодишњим планом постављени су циљеви развоја главног града Београда као политичког, привредног и административног центра, са предвиђеном стамбеном изградњом од 1,7 милиона квадратних метара, која је требала бити остварена за пет година. Амбициозни планови нису испуњени и биланс изграђених квадрата стамбене површине у Београду био је четвороструко мањи у односу на планирани. Динамика стамбене продукције у периоду после Другог светског рата приказана је на дијаграму (слика II.4) и указује, да је целовито гледано, она била слабог интензитета. Изузетак представљају године 1948, 1958. и 1960. када је достигнут виши ниво стамбене изградње са преко 8 станова на 1.000 становника.



Слика II.4 Број изграђених станова годишње на 1.000 становника у периоду 1946-1960.²⁶

На дијаграму (слика II.5) паралелно је приказан раст становништва и станова у периоду после Другог светског рата, до 1960. године. Сагледава се сличан тренд, који је постојао и пре рата, да изградња станова значајно заостаје за повећањем броја становника и да су размере стамбене кризе у Београду биле велике. Нови државни систем обезбеђивања станова очигледно није могао да обезбеди ни изблиза стварне стамбене потребе.

²⁶ Изведени подаци, извор Статистички годишњаци.



Слика II.5 Раст броја становника и станова у периоду 1946-1960.²⁷

Разрушен стамбени фонд и велике миграције у главни град, као обележја послератног времена, створили су потребу да се у станоградњи истовремено интервенише у неколико праваца: обнавља оно што је у рату уништено, али и гради ново, како би се задовољиле нарастајуће стамбене потребе. Овакве прилике усмериле су стамбену изградњу у неколико праваца: обнова и изградња појединачних објеката у формираном градском ткиву, изградња стамбених насеља у приградским деловима града и формирање нових насеља ван дотадашњег градског рејона. Усвајањем Гуп-а 1951. године постављен је законодавни оквир и трасирани су правци будућег развоја града. У фокусу стамбене изградње био је Нови Београд, плански осмишљена урбана целина, која је требала да одговори на захтеве повећане стамбене потражње, али и да репрезентује модел новог социјалистичког поретка. У првим годинама после рата, пре доношења ГУП-а, на овом подручју изграђено је стамбено насеље на Тошином бунару са око 3.000 станова и Студентски град за 5.000 студената (слика 11 у прилогу).

Већи стамбени комплекси на ужем подручју града, у првим годинама по ослобођењу, изграђени су у Цвијићевој улици (капацитета 3.500 становника) и започела је градња насеља на Карабурми (капацитета 5.500 становника).

²⁷ Извор: Статистички годишњаци Београда. Број станова по попису из 1948. године узет је као полазна вредност.

Градилишта мањих капацитета била су на Вождовцу, у Дунавској улици и на Миријевском путу, Гепратовој и Добрачиној улици, вишеспратнице у Северном и Јужном булевару. Карактеристика овог периода је и попуњавање слободних парцела у градском ткиву (пломбирање), због погодности прикључења на постојећу комуналну инфраструктуру, што је погодновало инвеститорима градње. Ван ужег градског подручја изграђено је насеље у Железнику (1947-1948), за потребе радника запослених у новоосованој фабрици Иво Лола Рибар (капацитета 18.000 становника) и започето насеље на Канаревом брду у Раковици (капацитета 9.000 становника).

Обликовне карактеристике стамбених објеката насталих непосредно после Другог светског рата су: доминантне зидне масе, примена симетрије, једноставни волумени, сведена или избачена зидна пластика, четвороводни кровови са истуреним стрехама, наглашен улаз. Оваква архитектура врло често је критикована у стручној јавности због *униформности и одсуства идентитета и у урбанистичком и у архитектонском погледу* (Благојевић, 2007: 139-140). У функционалном смислу стамбени објекти су грађени према минималним нормативима, са ниским условима комфора, што је било последица послератног сиромаштва. Александар Кадијевић сажето дефинише послератну соцреалистичку архитектуру:

Стамбену архитектуру је оптерећивала стереотипија схематизованих норматива, ограничавање величине простора и коришћење прескромног грађевинског материјала, недовољног за остваривање сложенијег архитектонског израза. Уместо амбициозно прокламованих стваралачких циљева декларативно подржаних уставом ФНРЈ, створена је једнолична архитектура прилагођена потребама убрзане јефтине послератне градње (Кадијевић, 2008: 80).

Проблеми финансирања стамбене изградње били су присутни од самог почетка формирања нове државне управе. До 1954. године финансирање је вршено из државног буџета, а од 1955. до 1960. кредитирање се врши из друштвених фондова. Године 1957. уведен је законом обавезни допринос за стамбену изградњу, који је износио 4% од укупног дохотка сваког запосленог.

Године 1960. оснивају се посебни фондови за стамбену изградњу који се финансирају из доприноса грађана. На овај начин створена је економска основа за велике грађевинске подухвате који ће уследити у наредном периоду.

II.3.2 Развој грађевинске индустрије

Предратна грађевинска индустрија одмах по ослобођењу је национализована, или расформирана, укида се приватно предузетништво и оснивају прва државна грађевинска предузећа. Привреда новог социјалистичког друштва била је централизована и трасирање њеног развоја заснивало се на петогодишњим плановима.

Првим петогодишњим планом из 1947. године пред грађевинарство ФНРЈ постављени су амбициозни циљеви о изградњи 15 милиона квадратних метара стамбене површине до 1951. године. Индустријско наслеђе међуратне Југославије било је скромно, у великој мери уништено или оштећено у рату, а грађевинарство засновано на занатској производњи и неспремно да одговори на овако високо постављене циљеве. Зато је Петогодишњим планом била трасирана и путања будућег развоја грађевинске индустрије, која је морала бити заснована на *масовној производњи монтажних стамбених зграда с типизираним и стандардизованим деловима* (Градитељство у петогодишњем плану, 1947).

Амбициозни планови о изградњи земље на индустријализован начин, суочени са оскудицом која је владала у послератном периоду, ипак су резултирали враћању овладаним, традиционалним техникама грађења и познатим материјалима, који су били коришћени у дотадашњој стамбеној изградњи. Међутим, проблеми који су постојали у свим сегментима грађевинске делатности нису могли бити једноставно отлоњени повратком на опробане технике грађења; присутна је била несташница грађевинског материјала, стручне радне снаге и механизоване опреме. Дефицит основног материјала за грађење: цигле, дрвене грађе, арматуре, решаван је увођењем планских квота, али предвиђене количине и асортимани су обично били недовољни да задовоље нарасту потражњу.

Недостатак грађевинских радника приморао је државне структуре да посегну за расположивом радном снагом, становницима градова и села, који

организовани у радне акције преузимају највећи део изградње земље. Експресно обучавање неквалификованих радника вршено је директно на градилишту, кроз кратке курсеве, што је резултирало стицањем звања зидара, тесара и армирача, струка које су биле најпотребније за примарно грађење.

Застарели алати остају у употреби у периоду непосредно по завршетку рата, услед недостатака средстава за финансирање нових, савременијих. Боља опремљеност средствима за изградњу започела је постепено педесетих година прошлог века, када дрвена колица бивају замењена металним, уводе се мешалице за бетон већег капацитета, набављају конзолне дизалице (врапци), лифт-дизалице, понека торањска дизалица мањег капацитета, моторни сепаратори, транспортне траке. Набавка ситне механизације за градилишта је била ретка, али и такве спорадичне акције аутоматски су проглашаване за савремену механизовану градњу.²⁸

Амбициозне планове о стварању новог града на левој обали Саве није пратила одговарајућа опремљеност техничком механизацијом. Изградња Новог Београда на нестабилном муљевито-глиновитом тлу започета је са две макаре за побијање шипова, а касније је набављена из иностранства једна парна машина система Френки и још четири дизел макаре (слика 12 у прилогу).

Узимајући у обзир да је грађевинарство у међуратном периоду било превасходно предузимачка делатност, без великих грађевинских предузећа која би обједињавала више фаза у поступку изградње, заоставштину претходног периода, која је у међувремену национализована, није била довољна да одговори на захтеве велике стамбене потражње.

Формирање нове грађевинске оперативе започело је одмах после рата, оснивањем грађевинског предузећа Комграп, чији су капацитети били недовољни да подмире ургентне потребе обнове и изградње земље²⁹. Крупнија механизација

²⁸ Први Волф-кран постављен ради доградње једне етаже у Београду окарактерисан је као градитељско чудо (Јарић, 1984).

²⁹ Комграп је најстарије грађевинско предузеће у послератној Југославији, основано 12.9.1945. године са задатком да врши обнову зграда на територији Београда. Године 1958. припојене су му две фабрике: Стандардбетон (производио је шљкобетонске, бетонске и армиранобетонске грађевинске монтажне елементе и терацо плоче) и Кијево (производња

купована је у иностранству, па је с обзиром на економске прилике у земљи, набављана селективно и махом за изградњу енергетских постројења и индустрије (Јарић, 1984). Иако се власт суочавала са бројним проблемима у развоју грађевинске делатности, сагледавајући значај овог сектора, она уводи забрану на оснивање приватних грађевинских предузећа *Основном уредбом о грађењу* из 1948. године.

Поред великих грађевинских предузећа, као што су Комграп, Рад и Трудбеник, у чијем је домену рада била комплетна реализација грађевинских објеката, почињу да се оснивају специјализована предузећа, са ужим пољем деловања, која су, опремљена специфичном механизацијом и технолошким поступцима, преузимала одређене сегменте изградње.

Прогрес у грађевинарству, поред оснивања великих грађевинских предузећа, представљало је оснивање грађевинских института, који су се бавили научно-истраживачким радом, као и издвајање и осамостаљивање Грађевинског и Архитектонског факултета из оквира Велике техничке школе 1948. године. На тај начин: развојем извођачког сектора, унапређењем производње грађевинских материјала, оснивањем научно-истраживачких институција и образовањем квалитетних кадрова, створени су предуслови који ће омогућити технички напредак и промене у области грађевинарства у наступајућем периоду.

дурисола по истоименој лиценци из Швајцарске). Припајањем фабрика, Комграп проширује своју делатност поред пројектовања и извођења објеката, на производњу грађевинског материјала и на тај начин заокружује процес производње објеката, што му омогућује релативну самосталност у раду.

Грађевинско предузеће Рад основано је фебруара 1947. године као предузеће од републичког значаја, одлуком Министарства грађевина НР Србије. Ускоро су му припојена предузећа Расина, Дело и Буковик. У првим деценијама свог постојања изградиле су најважнија индустријска постројења у Београду и Србији.

ГП Трудбеник је основан 1947. године, а 1952. прераста у Комбинат за монтажне и грађевинске радове припајањем Бетоњерке из Ниша, Космаја из Београда и фабрике Мирко Томић из Сталаћа.

II.4 Период од 1961. до 1975. године

Период 1961-1975 карактерише децентрализација привреде и увођење *радничког самоуправљања* као новог концепта управљања предузећима. Целовити систем друштвене стамбене изградње карактерише: финансирање кроз обавезно наменско издвајање свих запослених, значајно унапређење технологије градње и квалификованости свих учесника процеса, знатно ефикаснију производњу станова и историјски највиши интензитет градње. Пошто је друштвена станоградња задовољавала и даље само сегмент потреба, поред ње, на маргинама стамбене политике развијала се индивидуална стамбена изградња, и отпочињала пракса бесправне градње, коју је држава игнорисала, а која ће у 1990-тим постати и најзаступљенији модел.

II.4.1 Друштвено економске прилике и стамбена изградња

Прокламоване идеје о интензивној стамбеној изградњи применом серијске производње и префабрикације, које су настале одмах после Другог светског рата, реализоване су шездесетих година. Петнаестогодишњи послератни период био је неопходан да се обнови ратом разрушен грађевински фонд и створе материјално-технички услови за усвајање потпуно нових техника грађења, које су представљале заокрет у односу на традиционалне системе, који су до тада примењивани. Базу новог градитељског опредељења представљало је увођење обавезног доприноса за стамбену изградњу, што је био економски предуслов за експанзију грађевинске делатности, јачање грађевинских предузећа, која су се опремила модерном механизацијом и стручним кадром, и развој научно-истраживачког сектора, који је био идејни творац и перјаница нове индустријализоване градње.

Прилив становништва у Београд није јењавао у овом периоду и град се сваке године повећавао за око 30.000 становника, што је стамбену потражњу додатно увећавало и надовезивало се на постојећу, која изградњом у претходном периоду није задовољена, већ је напротив, стално расла. Према ГУП-у из 1950. године формирају се нове стамбене зоне, које се у старом делу града могу

поделити на: зону север Карабурма, Миријево, зона исток: Шумице, Коњарник, Браће Јерковић, Бањица, зона запад: Баново брдо, Жарково, и зона југ: Раковица, Миљаковац, Железник, Кијево-Кнежевац (слике 13 и 14 у прилогу). На Новом Београду, масовном стамбеном изградњом, започиње остварење планова о граду за 250.000 становника. Податак да је на територији Београда од 1946. до 1970. године изграђено око 110.000 станова, од чега је само на Новом Београду изграђено око 30.000, показује интензитет стамбене продукције на новоформираној градској територији.

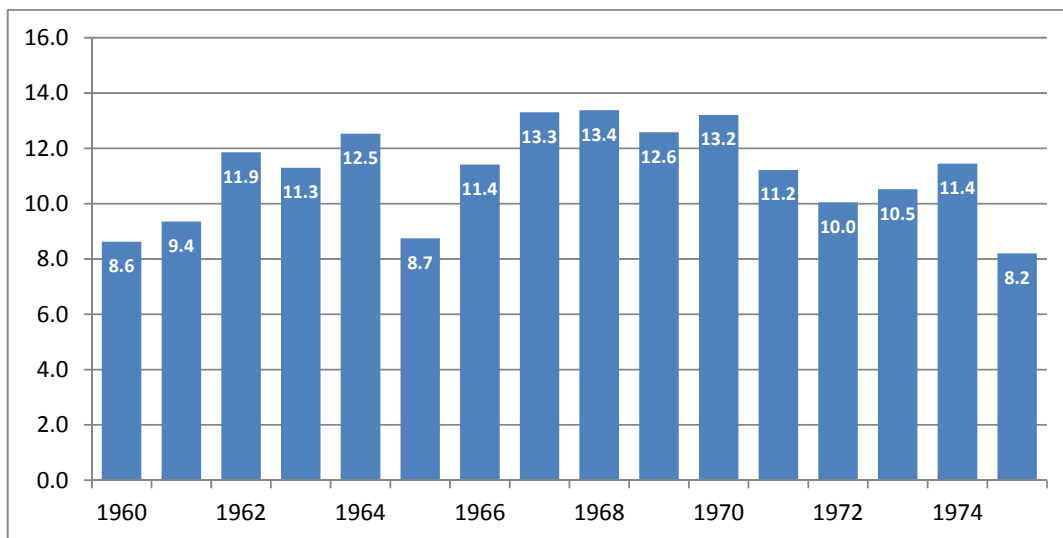
Обимнија стамбена изградња у старом градском ткиву одвија се дуж Булеvara Револуције и улице Војводе Степе. Савет за урбанизам је 1963. године донео одлуку да се обустави давање појединачних локација за стамбене објекте, што је приморавало инвеститоре да, уколико желе да граде станове у центру града, то могу да ураде у блоковима предвиђеним за реконструкцију, уз обавезу да сnose део заједничких трошкова уређења и асанације блокова. Пошто су ти трошкови били велики, опало је интересовање за грађење у центру града, а порасла потражња за изградњом стамбених насеља. Оваква политика стамбене изградње одговарала је и великим грађевинским предузећима, која су набавила модерну механизацију и усвојила савремене поступке градње, да кроз велика градилишта реализују технолошке поступке и остваре економску исплативост. На овај начин, подржана од свих релевантних институција, политика *концентрисане стамбене изградње* постаје опште прихваћени модел грађења. Овај термин се помиње у законским актима крајем педесетих година, али његово значење је прецизно дефинисано 1961. године кроз *Одлуку о изменама и допунама одлуке о рационалном пројектовању и економичној изградњи стамбених зграда и станова*, где се наводи:

Као концентрисана стамбена изградња сматра се изградња од најмање 1.000 станова на одређеном јединственом терену, која омогућава савремену организацију грађења, примену префабрикованих и монтажних делова и индустријску производњу станова (Град Београд: 1961).

Обим стамбене изградње у Београду, током шездесетих година, уз мање осцилације, пратио је узлазну путању (слика II.6). Седамдесете године одржавају

постигнут висок ниво продукције станова са највишом аплитудом у 1976. години, када је изграђено око 12.000 стамбених јединица. Од тада се смањује интензитет стамбене изградње и у наступајућем периоду, у само две године успеће да се одржи висок ниво продуктивности (1979. и 1981. година).

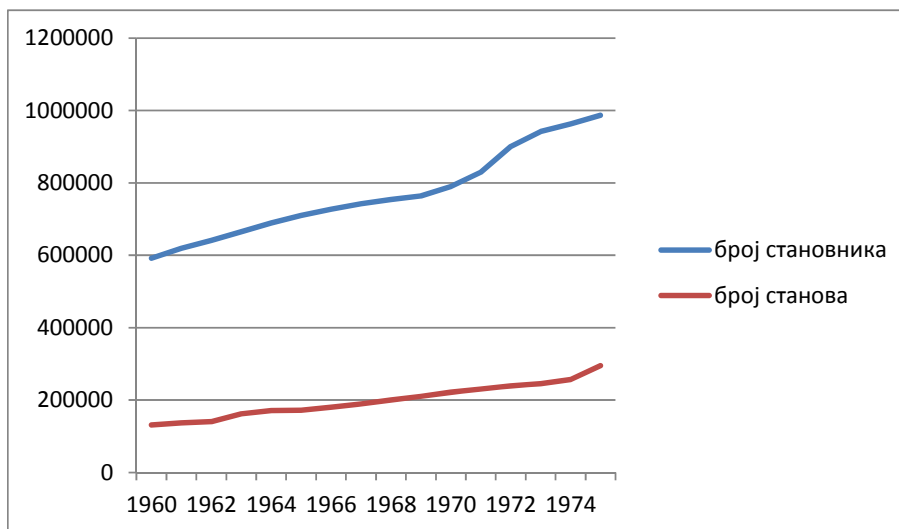
На дијаграму (слика II.6), сагледава се да је у овом периоду настављена интензивна изградња, што је био резултат високог степена организовања целокупног система станоградње, почев од обезбеђења финансија, преко унапређења технологија градње, до примене префабрикованих система.



Слика II.6 Број изграђених станова годишње на 1.000 становника у периоду 1961-1975. године³⁰

Међутим, и поред великог ангажовања државе у обезбеђивењу стамбеног простора, број новопридошлог становништва константно се повећавао, што је најизраженије било почетком седамдесетих година (слика II.7) и тенденција стамбеног дефицита наставља се и даље.

³⁰ Изведени подаци, извор Статистички годишњаци Београда.



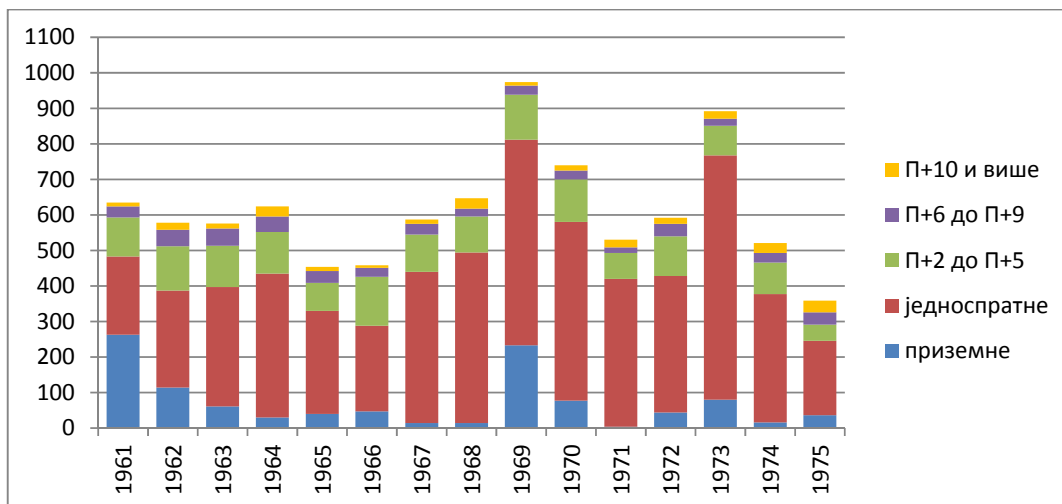
Слика II.7 Раст броја становника и станова у периоду 1961-1975.³¹

II.4.2 Индивидуална изградња- политички маргинализовани облик обезбеђења станова и почетак праксе неформалне градње

Фокусирање државне стамбене политике на вишепородично становање, као начин решења стамбене кризе, ставио је у други план индивидуалну изградњу у приватној својини, која се развијала мимо актуелних грађевинских токова и неконтролисано од државних институција.

Подаци из тог периода (1963-1965) показују да је око 40% новоизграђених станова у 862 градска насеља било у приватном власништву. Према Статистичком билтену бр.437 из 1966. године стамбени фонд Београда чиниле су укупно 40.583 зграде, од којих је приземних било 31.460 или 77,5%. Подаци из Статистичког билтена бр.501 из 1966. године о броју изграђених приземних и једносратних зграда на територији Југославије показују да су објекти ове спратности карактеристични за грађење у приватном власништву и да у високом проценту преовлађују приземни објекти (86%). Дијаграм броја изграђених зграда у Београду класификованих по спратности иде у прилог оваквим разматрањима (слика II.8).

³¹ Извор Статистички годишњаци Београда



Слика II.8 Број изграђених стамбених зграда по спратности у периоду 1961-1975.³²

Поред бројности објеката и карактеристичних примењиваних техника градње, значајан податак, који осликава индивидуалну стамбену изградњу, је број бесправно подигнутих станова. Према подацима *Савезног завода за урбанизам, конумална и стамбена питања* од 1.933 приватна стана изграђена током 1965. и 1966. године у Београду, 1.086 је изграђено бесправно, што представља 56% од укупног броја. У другим југословенским градовима проценти нелегално изграђених станова варирају од 35% до 82%, што само потврђује чињеницу да се индивидуална стамбена изградња у читавој земљи развијала без контроле државних институција и мимо предвиђене планске изградње.

Комфор изграђених станова у приватном власништву у градским насељима био је значајно нижи него у друштвеном власништву. Канализацију и водовод имало је 55% приватних станова и 98% друштвених, а централно грејање није имао ни један стан у приватном власништву.

Пројектовањем индивидуалних објеката бавио се мали број пројектних бироа и њихова делатност у овој области била је усмерена на израду типских пројеката, које су приватни инвеститори најчешће користили. Подаци из тог периода показују да је око 75% индивидуалних градилишта користило типске пројекте (Пејановић, 1968). Израда појединачних пројеката је била скупа, па се

³² Извор: Статистички годишњаци Београда.

зато ретко примењивала, а прилагођавање типског пројекта условима локације и жељама корисника најчешће је вршио сам власник (уједно и инвеститор), што је доводило до драстичних одступања у реализацијама, које нису имале додирних тачака са пројектованим решењем.

Начин изградње индивидуалних кућа, које су у највећем проценту биле у приватном власништву, значајно се разликовао од новоуспостављених техника грађења примењиваних за изградњу зграда у друштвеном власништву. Покушаји усклађивања индивидуалне стамбене изградње са савременим техникама грађења, које су примењиване у вишепородичној изградњи, спорадично су актуелизовани током шездесетих година, али није остварена значајнија имплементација нових система и традиционалне технике грађења задржане су и до данашњих дана.

II.4.3 Развој грађевинске индустрије

Укидањем административног руковођења привредом и увођењем радничког самоуправљања, указала се потреба за оснивањем пословних удружења привредних предузећа, која би функционисала на градском, регионалном, републичком и државном ниву. Циљ оваквог удруживања било је осигурање континуитета рада, упошљавање капацитета, смањење производних трошкова. У стамбеној изградњи формирана су удружења: за индустријску производњу станова (Инпрос)³³, за производњу бетонских префабриката (Јинграп), за монтажу инсталационих система (Моинтинвест), за завршне радове (Заврај) и тд. (слика 15 у прилогу). Кооперација остварена кроз пословна удружења обухватала је приближно једнако развијене организације (спајање по хоризонтали), али она није била једини вид кретања у грађевинарству шездесетих година. Стварање већих,

³³ Удружење произвођача за индустријску производњу станова и других инвестиционих објеката у земљи и иностранству- Инпрос, основано је средином 1963. године. Оно је бухватало еминентна грађевинска предузећа тог доба и једну научну институцију: ГП Рад, КМГ Трудбеник, ГП Напред, ОГП 7 јули, ГП Неимар, ГП Нови Београд, ГП Ратко Митровић и Институт за испитивање материјала СРС. Наступање на тржишту у својству удружених произвођача захтевало је: усклађивање појединачних производних програма, заједничко коришћење постојећих капацитета и оснивање по потреби нових, омогућавање заједничког коришћења расположиве опреме и уређаја, вршење заједничке набавке и уговарање материјала и опреме. У оквиру Инпроса извршен је избор три система грађења који су примењивани у стамбеној изградњи.

комплекснијих и опремљенијих предузећа- комбината настајало је процесом фузије, тако што су велика предузећа *усисавала у себе* мања и слабије опремљена (спајање по вертикали).

Грађевинарство у овом периоду доживљава своје најпродуктивније године, које су се одразиле на све сегменте ове привредне гране: производњу грађевинских материјала, техничку опремљеност, развој технологија грађења, запосленост радника, продуктивност рада. Производња цемента, креча, опекарских елемената, гипса, дрвета, угљоводоничних производа, бележи стални раст, а на тржишту се појављују и нови материјали и производи који проналазе своје место у грађевинској индустрији: пено-бетони, керамзит, производи од шљаке. Технички напредак остварен је и у примени застакљених фасада, које су нетипичне за стамбене објекте тог доба, али значајне са аспекта технолошких иновација у грађењу.³⁴ Око 1957. године реализоване су прве домаће серије алуминијумских профила, који су били предимензионисани за касније стандарде, али су значајни као почеци развоја домаћих система у овој области.

Почетком шездесетих година започиње обимнија производња ошупљених глиненних производа, што представља значајну промену у опекарској индустрији, али о некаквој масовнијој употреби ових елемената још не може бити говора. Увођењем префабрикације у грађевинарство, започиње доминација једног материјала- армираног бетона, који потискује из употребе опекарске производе као материјале конструкције. Њихова улога у структури вишепородичних објеката се мења и они постају елементи зидних и таваничних испуна, преграда, или у садејству са бетоном конституишу монтажне системе. Међутим, код индивидуалне градње, која је остала на маргини тадашњих савремених грађевинских токова, употреба опекарских производа и даље је без конкуренције и њихова функција конструктивног и преградног материјала остаје непромењена.

³⁴ Прва примена алуминијумских монтажних фасада код нас везана је за коришћење увозних иностраних система. Зачеци домаће индустрије алуминијума појављују се 1937. године, али њен пуни развој настаје тек средином педесетих година када су се фабрике Импол у Словенској Бистрици и ТЛМ у Шибенику опремиле машинама за производњу алуминијума. Касније им се придружује предузеће Ђуро Салај из Ниша (од кога касније настаје Нисал) и Алумина у Скопљу (Стојадиновић, 1971).

II.5 Период 1976. до 1990. године

Овај период карактерише улазак у трајну економску кризу у земљи, уставне реформе које су децентрализовале привреду и постепено распадање СФРЈ на националне државе. Грађевинска делатност се смањује, а стамбена изградња преполовљује. Покушаји реорганизације концепта стамбеног инвестирања нису уродили плодом и финале овог периода је постављање основа за потпуну приватизацију друштвеног стамбеног фонда и препуштање становања тржишту.

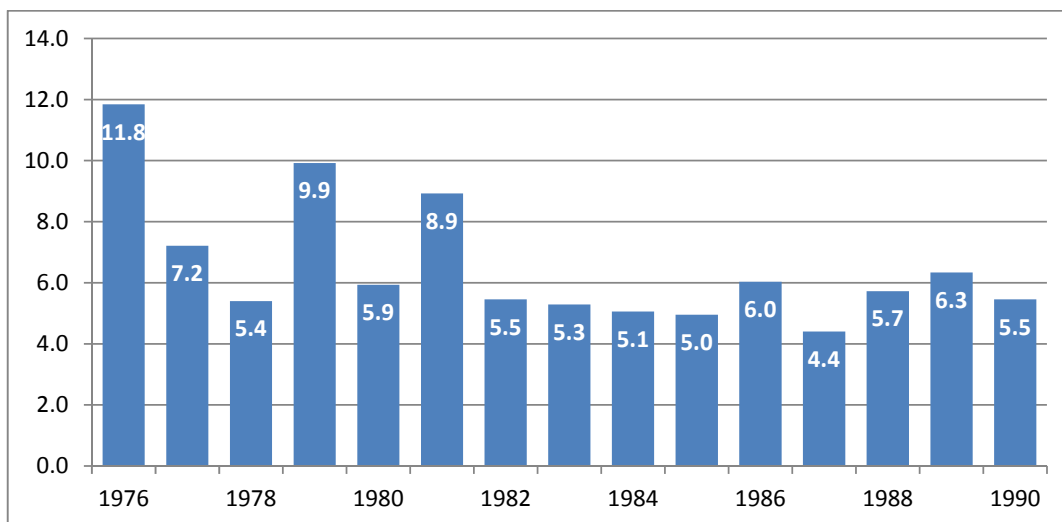
II.5.1 Друштвено економске прилике и стамбена изградња

Почетком осамдесетих година значајно се смањује обим стамбене продукције, јер недостају средства за изградњу целих насеља, што доводи у питање основну концепцију исплативости индустријализоване изградње, базирану на великим серијама.

Узроци смањења грађевинске делатности налазили су се у тешким економским приликама у Југославији: инфлацији која је почетком осамдесетих година достигла 45% и иностраним дуговима, који су током претходне две деценије повећавани сваке године за око 17%, што је резултирало укупним дугом од 20 милијарди долара. Дужничка криза у коју је земља уведена 1983. године одразила се на комплетну производњу у земљи; држава није била у могућности да плаћа увоз нафте, опреме и сировина, што је резултовало увођењем контролисаних набавке дефицитарних производа. Рефлектовање економских прилика на грађевински сектор, који захтева велика инвестициона улагања, је било неминовно и стамбена изградња се у наредном периоду преполовљује, а рекордни резултати остварени у 1976. години, после тога више никада неће бити достигнути. На дијаграму (слика II.9) сагледава се значајан пад интензитета стамбене изградње, изузев 1979. и 1981. године, када се последњи пут достижу вредности из периода интензивне стамбене изградње. Разлог колебања грађевинских активности налази се у иностраном задуживању у периоду 1976-1979. године, што је повећало обим стамбене изградње, али већ почетком осамдесетих година започиње дужничка криза и одливање средстава ради отплате

кредита и сужавање обима инвестирања у грађевинарство.Укупно узев, у овом периоду наговештава се пад друштвене станоградње, чији је узрок у неефикасности финансирања и високој цени изградње.

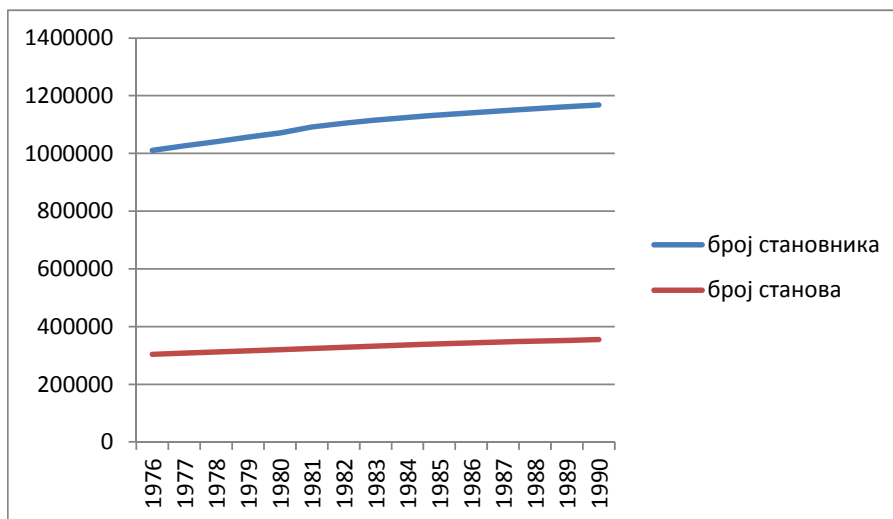
Крајем осамдесетих година, влада Анте Марковића спроводи реформски програм за сузбијање хиперинфлације, која је достигла рекордних 2700%, и стабилизовање економије. Реформе су убрзо након имплементације почеле да дају резултате: заустављена је хиперинфлација, стабилизован динар и уведена конвертибилна валута, што се одмах одразило на повећање животног стандарда и куповне моћи. Рефлектовање побољшаних економских прилика у земљи на стамбену изградњу видљиво је кроз број изграђених станова у периоду једноипогодишње реформске политике.



Слика П.9 Број изграђених станова годишње на 1.000 становника у периоду 1976-1990.³⁵

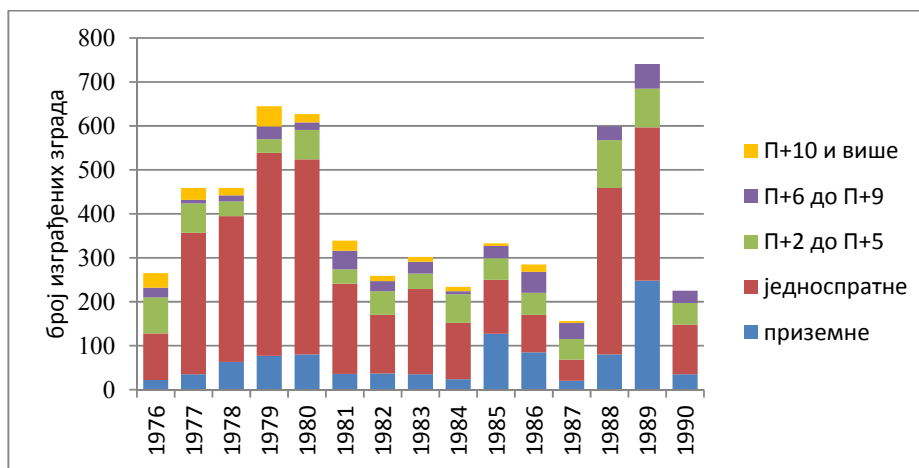
На дијаграму (слика П.10) приказан је однос броја изграђених станова и броја становника, где се сагледава уједначеност њиховог раста, што не значи да су стамбене потребе биле задовољене (пошто је стамбени дефицит наслеђен из претходног периода), већ да се, у овом периоду, нису интензивно повећавале.

³⁵ Извор: Статистички годишњаци Београда



Слика II.10 Раст броја становника и станова у периоду 1976-1990.³⁶

Општа карактеристика стамбеног фонда Београда о преовлађујућем броју индивидуалних објеката показала се и у овом периоду. Приземне и једносратне куће далеко су најзаступљеније и уочљив је податак да како се повећава спратност објеката тако опада њихов број (дијаграм, слика II.11). Спратност десет и више етажа најмање је заступљена у укупном броју изграђених објеката, а најинтензивнија продукција оваквих зграда остварена је 1979. године.



Слика II.11 Број и спратност изграђених зграда у периоду 1976-1990.³⁷

³⁶ Извор: Статистички годишњаци Београда

³⁷ Извор: Статистички годишњаци Београда

Нови Београд и даље остаје у фокусу стамбене изградње кроз реализацију блокова 61-64 са 4.000 станова и кроз мање стамбене потезе у блоковима 19а, 34, 44 (слике 16 и 17 у прилогу). Нова насеља граде се на Вождовцу: Медаковић II и III, објекти у Војводе Степе, насеље Миријево на Звездари и два стамбена насеља на Дорћолу. Интензивнија стамбена изградња започиње на општини Чукарица, где се крајем седамдесетих година гради насеље Церак-виногради, касније насеље Церак II, а крајем осамдесетих и почетком деведесетих година у неколико етапа реализује се стамбени комплекс на Чукарничкој падини.

Економске прилике у земљи нису биле једини узрок промена у стамбеној изградњи. Половином седамдесетих година мења се начин организовања стамбене изградње: уместо тржишне, 1976. године уводи се *друштвено усмерена стамбена изградња* (ДУСИ), што се одразило на укупну ефикасност грађевинске делатности у овој области. Период до средине седамдесетих година означен је као период изградње станова за тржиште, иако суштински то није био, а организационе промене су уведене како би се онемогућиле неконтролисане миграције у Београд.

Усмерена стамбена изградња је подразумевала удруживање средстава радника за изградњу нових станова, у оквиру својих основних организација удруженог рада, на територији општине где се предузеће налази, а у складу са сопственим могућностима, потребама и интересима. На овај начин будући корисник је требао да буде максимално укључен у процес производње стана од планирања изградње до његове реализације (Вујовић, 1984).

Нови организациони облик инвеститора: Самоуправне интересне заједнице (СИЗ), нису успеле да одговоре на задатке који су им поверени; планирана изградња је била нереална, а реализација некоординисана и неефикасна. Грађевинари су указивали на проблеме који су наступили новом организационом политиком, наглашавајући да се нагомилао велики број посредника у процесу изградње (нарочито административни апарат), који су црпили средства из стамбених фондова, покушљивали градњу и чинили је неефикасном.

II.5.2 Развој индустрије грађевинских материјала и производа

Крајем седамдесетих и током осамдесетих година долази до значајних новина у развоју и примени грађевинских материјала и производа, што ће у многим сегментима грађевинарства представљати прекретницу за даљи развој. Крајем седамдесетих година први пут почиње да се примењује термоизоловање фасаде стиропором и у исто време у домаћој индустрији започиње израда једноструких прозора са термоизолационим стаклом, у чему су предњачили произвођачи из Словеније.

Неопходно је нагласити и новине које су се догодиле у опекарској индустрији, а које су поред актуелног стилског правца допринеле примени опеке у домаћој архитектури. Фабрика Рапид из Апатина 1982. године коренито мења дотадашњи програм и постаје прва фабрика на територији Србије која се бави производњом силикатне опеке.³⁸ Скроман асортиман глинених опекарских производа, као и потреба за новинама у архитектури, допринели су да нови материјал, буде одмах прихваћен од стране архитеката и корисника.

II.6 Период после 1990. године

Период после 1990. године обележио је распад Југославије и грађански рат, санкције, хиперинфлација, девастирање привреде и драстично осиромашење становништва. Последица бурних дешавања била је промена политичког система из социјалистичког у капиталистичко, засновано на либерално-економским принципима, што је условило промене у свим сегментима деловања.

Транзиција у стамбеној политици подразумевала је масовну приватизацију стамбеног фонда где је велики друштвени капитал у бесцење прешао у приватно

³⁸ Предузеће Рапид основано је 1953. године под називом Трска и бавило се експлоатацијом и прерадом трске. Почетком шездесетих година започиње производњу плоча од гипса и трске, а током ове деценије држава га интегрише у предузеће Марко Орешковић.

власништво. Држава се потпуно повлачи из станоградње и стан постаје роба.³⁹ До почетка деведесетих година, приватна својина над становима постојала је код индивидуалних објеката и спорадично у зградама грађеним кроз задругарство. Од средине деведесетих година, готово целокупни друштвени стамбени фонд је приватизован, а нови етажни власници, дојучерашњи носиоци станарских права, још дуго нису разумели своје обавезе, задржавајући културу становања из социјализма, када је одржавање зграда вршила држава, уз значајне дотације (Мојовић, 2009).

До великих промена долази и у структури становништа Београда. Досељавање избеглица из ратом угрожених подручја проузроковало је демографске промене, тако да досељено становништво до краја деведесетих година чини близу 20% популације, значајно повећавајући тражњу за, пре свега, ценовно доступним становима. Пошто се држава не бави припремом нових локација за градњу, дивелопери граде станове за продају кроз урбану обнову градских локација, а станоградња постаје једна од најпрофитабилнијих привредних делатности. Истовремено, буја нелегална изградња стамбеног и пословног простора за сопствене потребе, углавном иза граница грађевинског земљишта, трајно угрожавајући одржив развој града. По подацима ГУП-а до 2020, 40% територије Београда намењене становању запоседнуто је нелегалном градњом и неформалним насељима.

II.6.1 Друштвено економске прилике и стамбена изградња

Почетак деведесетих година обележио је распад СФРЈ и почетак грађанског рата, што је довело до успостављања нових територијалних граница. Године 1992. Београд постаје главни град Савезне Републике Југославије у чијем саставу су биле Србија и Црна Гора. Од 2003. уставном повељом Србија чини саставни део Државне заједнице Србија и Црна Гора, а од 5. јуна 2006. године

³⁹ Остаје издвајање за солидарну стамбену изградњу у фондовима на нивоу локалних самоуправа. Ови фондови су функционисали у великим градовима до 2005. када је укинута обавеза издвајања из фонда зарада.

Република Србија постаје независна и суверена држава, са Београдом као главним градом.

Ратни сукоби почетком деведесетих година доводе до драстичног пада обима производње и колапса националне економије, што је за последицу имало рекордну хиперинфлацију, која је кулминирала 1993. године. Увођење политичких и економских санкција Савета безбедности УН према СР Југославији 1992. године значајан су разлог урушавања националног економског поретка. Реконструкција монетарног система започиње 1994. године, што је за последицу имало стабилизацију економских прилика са тенденцијом пораста производње и бруто друштвеног производа у наредном трогодишњем периоду (слика П.12). Сукоби на Косову током 1998. године, новоуведене санкције и НАТО агресија током 1999. године узрочник су поновног урушавања економског система, повећања броја незапослених, и новог таласа избеглица из ратом обухваћених крајева.



Слика П.12 Дијаграм бруто друштвеног производа у периоду 1990-2012. године

Нестабилне економске прилике, општи привредни пад, али и напуштање дотадашњег модела стамбене политике, обликовали су активности у грађевинском сектору током деведесетих година што се одразило на укупну стамбену изградњу. Обележје овог периода је нагло укидање дотадашњег начина финансирања друштвене стамбене изградње и препуштање условима тржишта, приватизација друштвених станова без одговарајуће финансијске добити као базе за даљу стамбену изградњу, пропадање друштвених грађевинских предузећа у

које је годинама улагано (Мојовић, 2009). Деконструкција стамбене политике била је праћена појачаном тражњом станова, услед великог прилива становништва у градове са ратом окупираних територија, при чему држава није поставила моделе за решавање стамбених потреба својих грађана и стан престаје да буде друштвена брига.

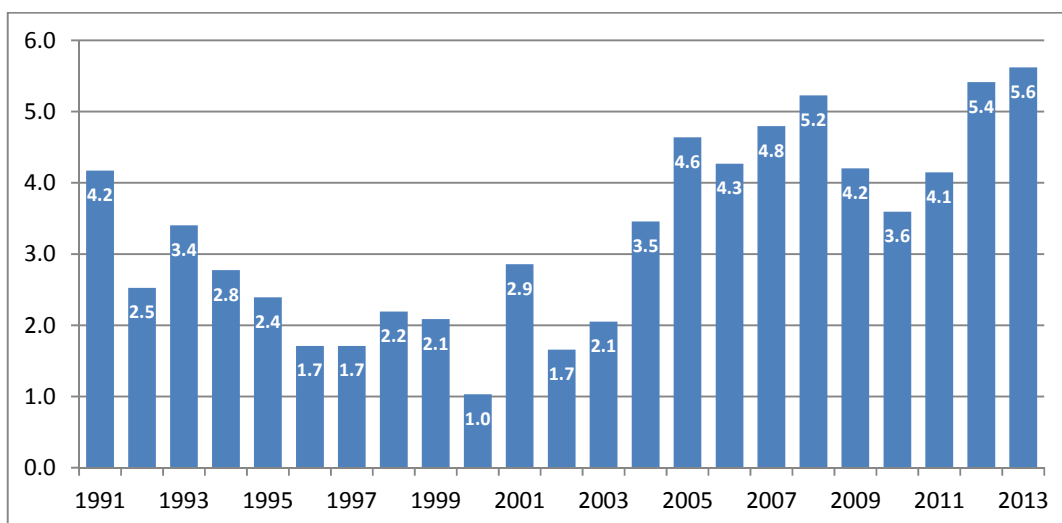
Немогућност решавања стамбених проблема у оквирима правног система, велика тражња за ценовно доступним становима услед миграција, довела је до пораста нелегалне градње и појаве неформалних, стихијских насеља.⁴⁰ Откуп државних станова и непостојање организованог државног апарата за контролу грађевинских делатности, пружило је могућност власницима некретнина да тргују властитим простором, што је проузроковало масовну нелегалну доградњу која је вишеструко поништила стандардне изграђености и девастирала читаву насеља.

Политичке промене 2000. године доводе до укидања економских и политичких санкција, повратка у међународну заједницу и нормализације односа са светским финансијским организацијама. У наступајућем периоду 2001-2008. године остварена је ниска просечна стопа раста бруто националног производа, а до погоршања економске ситуације долази 2009. и 2012. године, као последица привредне неликвидности, смањења прилива страног капитала и смањене домаће и иностране тражње.

Динамика стамбене изградње пратила је економске прилике у земљи и током деведесетих година долази до драстичног пада броја изграђених станова, са оствареним минимумом од 1.238 станова у 2000. години, што се може упоредити са периодом непосредно после Другог светског рата. После 2002. године, која је такође била непродуктивна, започиње пораст броја изграђених станова и таква тенденција, са осцилацијама током 2009-2011, настављена је до данашњих дана (слика II.13). На приказаном дијаграму сагледава се да је у петнестогодишњем периоду, од почетка транзиције, стамбена изградња била изузетно ниског интензитета, уз ограђивање, да су подацима обухваћени само завршени станovi, грађени са дозволом. Веома компликована и дуга процедура, трошкови који су

⁴⁰ Према Генералном плану Београда 2021. у Београду постоји око 22.000 нелегално изграђених објеката

неретко повезани са корупцијом, непостојање припремљених локација, све је то био разлог за овако ниску стопу изградње, што је логично и довело до веома високих тржишних цена станова. Истовремено, а да није евидентирано, у овом периоду је нелегално изграђен велики број станова на ширем подручју града и није нереално процењивати да учешће на тај начин изграђених станова чини 50% обима легалне продукције (50.000). Неуспели покушаји да се нелегална градња заустави и изграђени стамбени простор легализује (специјални закони из 1996, 2003, 2007, 2009, 2013. године) само су утврђивали проблем, посматрајући га првенствено са имовинско-правног аспекта, уз стимулисање нелегалних градитеља, а истовремено дестимулишући остале да граде по прописима. Па ипак, нелегална градња од друге половине 2010. године значајно јењава, пре свега јер је добар део тражње задовољен.

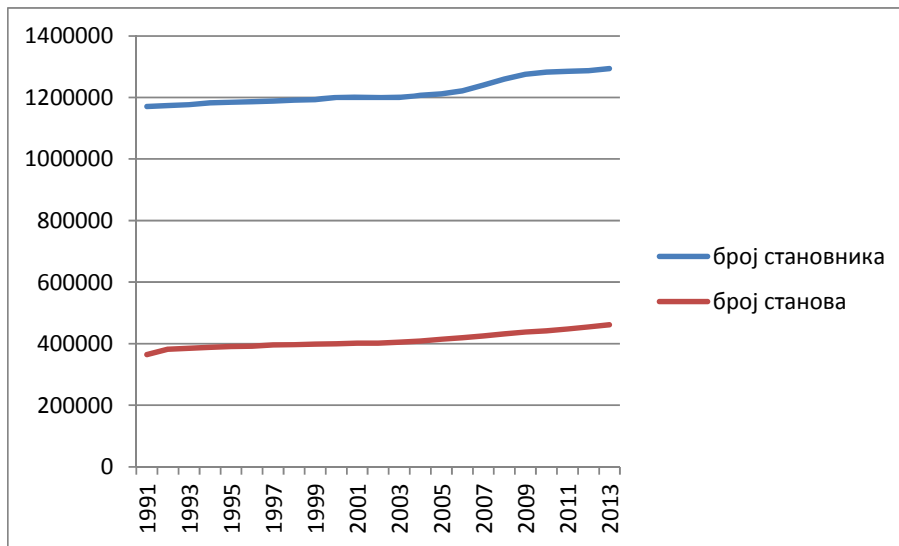


Слика II.13 Број изграђених станова на 1.000 становника у периоду 1991-2013.⁴¹

Потражња стамбеног простора и неповољна економска ситуација у земљи мењају структуру станова који се граде за тржиште, што доводи до пораста потражње малих станова, који задовољавају просторни минимум. Раскорак између стамбених потреба и економских могућности доводи до стварања некомфорног стамбеног простора у коме је број просторија неусклађен са расположивом површином станова.

⁴¹ Извор: Статистички годишњаци Београда

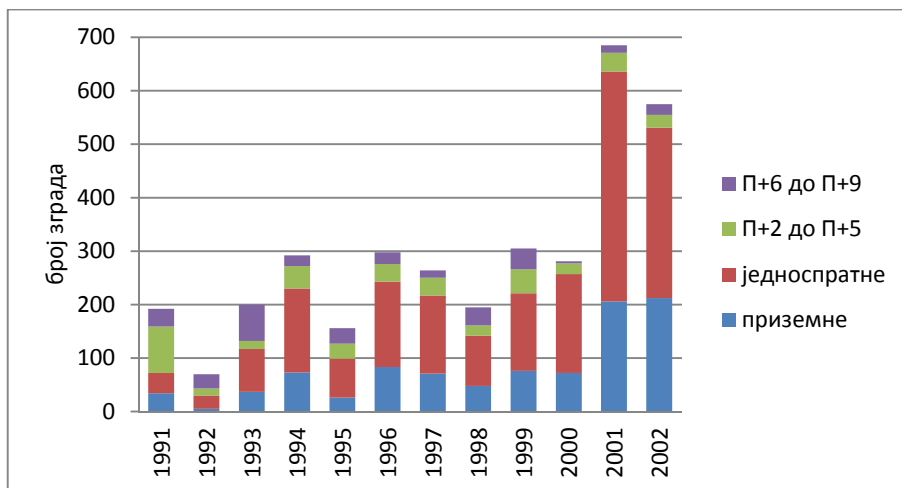
На дијаграму (слика II.14) приказан је раст броја становника и станова где се сагледава, уједначеност обе криве, што указује на смиривање акутног дефицита стамбеног простора.



Слика II.14 Раст броја становника и станова у периоду 1991-2013.⁴²

Статистички подаци о броју изграђених зграда и њиховој спратности рађени су до 2002. године и до тада можемо пратити какви су објекти грађени у овом периоду у Београду (дијаграм, слика II.15). Преовлађују објекти ниске спратности: П+1, а затим приземни, што показује доминацију индивидуалне градње (са једним или два стана). Изразито високих објеката (преко П+10) више нема, а последње две деветоспратнице изграђене су 1995. године.

⁴² Извор Статистички годишњаци Београда



Слика П.15 Број и спратност изграђених објеката у периоду 1991-2002.⁴³

П.6.2 Развој грађевинске индустрије

Неадекватно спроведена приватизација стамбеног простора и промена начина инвестирања у стамбену изградњу само су један од проблема са којима се суочило грађевинарство Србије. Урушавање грађевинске оперативе током деведесетих година завршено је приватизацијом, која је у највећем броју случајева имала за циљ стицање власништва над имовином предузећа, а не улагање и оживљавање производње, што је резултирало отпуштањем радника и одвођењем фирми у стечај.

Преструктурирање грађевинског сектора довело је до промена и у индустрији грађевинских материјала. У процесу приватизације успешна државна предузећа постају власништво иностраних компанија, које на тај начин проширују тржиште за пласман својих производа: цементару Беочин купује француски Лафарж (Lafarge), цементару у Поповцу швајцарски Холцим (Holcim), немачка Ксела интернационал (Xella international) купује фабрику Колубара-гасбетон у Вреоцима, Винербергер (Wienerberger) фабрику Бачка-нова у Малом Иђошу.

Потражњу станова и празнину у грађевинској делатности попуњавају приватни предузетници који сагледавају могућности стицања профита кроз

⁴³ Извор: Статистички годишњаци Београда.

изградњу појединачних објеката на парцелама у градском ткиву на којима већ постоје изграђени стари објекти. Користећи максималне капацитете локације која је комунално опремљена они инвестирају у градњу вишестамбених зграда у централним градским зонама, стичући на тај начин вишеструку финансијску добит. Усклађеност интереса инвеститора и власника некретнине проистиче из немогућности одржавања старих објеката, који захтевају темељну реконструкцију и потреба за стамбеним проширењем, које власници нису у могућности да остваре сопственим средствима. Уколико немају сопствену грађевинску оперативу, инвеститори најчешће наступају као грађевински предузимачи који организују и контролишу процес изградње. Промењен начин инвестирања у стамбену изградњу зауставља велике грађевинске подухвате, који су у претходном периоду резултирали реализацијом стамбених насеља и сужава поље деловања на појединачне парцеле, најчешће у формираном градском ткиву, што је био предуслов и гаранција исплативости градње.

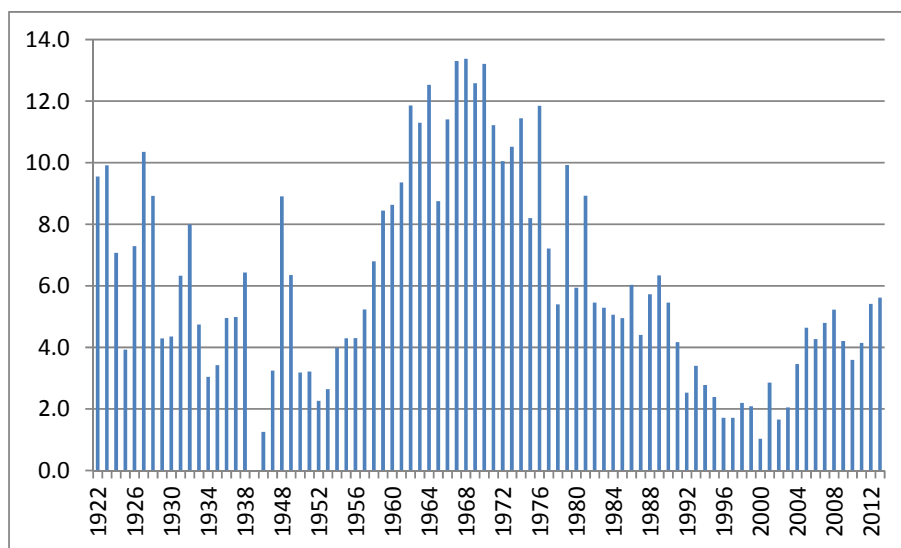
II.7 Резиме историјског прегледа развоја стамбене изградње

У овом поглављу дат је упоредни приказ основних карактеристика сваког, посебно издвојеног историјског периода, кроз друштвено-економски контекст, стамбену политику и развој грађевинарства. Посматрањем историје урбанизације Београда и стамбене изградње сагледава се, да су они директно били условљени радикалним политичким и друштвеним променама и до те мере нестабилни, да је опште прихваћено уверење да је Београд град који се циклично руши и изнова изграђује. Тај дисконтинуитет је видљив и у стамбеној политици, која и у периоду када је била посебно осмишљавана и вођена, није могла ни изблиза да задовољи актуелну тражњу. Проблем недостатка приступачног стамбеног простора био је присутан од почетка формирања стамбеног фонда Београда, и као такав остао је до данашњих дана.

Ако бисмо потражили једну општу одредницу стамбене политике у Београду у 20. веку, она би се односила на хронични стамбени дефицит. Тај дефицит не подразумева, да је актуелна ситуација таква да постоји номинално

већи број домаћинстава него станова, већ чињеницу да су они неприступачни категорији становништва која има потребу за стамбеним простором, што је последица ниске платежне моћи, високе цене на тржишту и нереалних кредита који би то избалансирали.

Кроз претходна поглавља сагледава се, да колико год је растао интензитет стамбене изградње, било да је он у тржишном моделу (двадесетих година), било да је у режији државе (шездесетих и седамдесетих година), он није могао да ухвати корак са растом потражње, условљеним константним прираштајем становништва. Динамика стамбене изградње од двадесетих година може се пратити на дијаграму (слика II.16).



Слика II.16 Изграђени станови на 1.000 становника у периоду 1922-2012.⁴⁴

Формирање градских центара и рапидна модернизација Србије, са тежњом да надокнади векове пропуштеног развоја, до краја 19. века почиње да ствара стамбени фонд, који траје до данашњих дана. Специфичан развој града, у коме се ратна разарања и бомбардовања циклично понављају, били су историјска одредница и обележје развоја стамбеног фонда. Иако почетком 20. века настају солидне, по европским технологијама зидане зграде, многе од њих нису издржале

⁴⁴ У дијаграму су приказани сумирани подаци из претходних табела

бомбардовања 1914, 1941 и 1944. године, што је утицало, да је заступљеност објеката овог годишта у укупном стамбеном фонду изузетно ниска.

Станови изграђени између два рата, који су очувани до данашњих дана, настајали су у време техничких иновација и на почетку истраживачког развоја у области грађевинарства, што се одразило и на унапређење стамбеног простора, који одликује просторна и организациона избалансираност и технички солидно грађење. У том периоду грађевинарство се заснива на мањим грађевинским предузећима, врло ограниченој индустријској производњи и развијеном занатству високог квалитета (столарство, обрада камена, браварство).

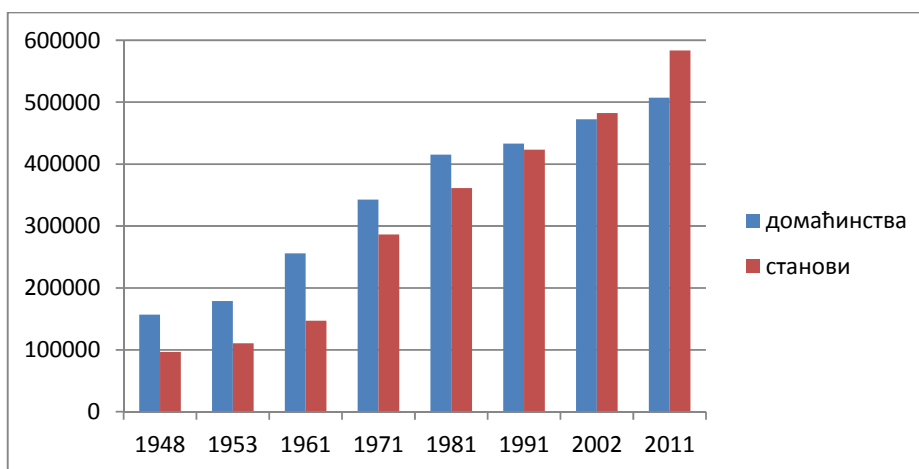
По окончању Другог светског рата комунистичка власт, кроз нови друштвени поредак, потиरे пређашњу привредну структуру и целокупну привреду заснива на државној својини. Дестабирање стамбеног фонда током рата и велике миграције у градове, пред нову власт стављају задатак масовне производње станова. Оваква ситуација присутна је широм Европе, с тим што материјална основа нове Југославије није била довољна да удовољи нараслој стамбеној потражњи. Поред тога, наслеђена претежно занатска грађевинска делатност, морала је бити замењена знатно продуктивнијим индустријским технологијама. У првих неколико деценија после рата, као и у земљама Западне Европе, захуктава се индустријска производња станова, са циљем да што јефтиније и што брже задовољи стамбене потребе. У Београду се, у овом периоду, интензивира изградња индивидуалних објеката, која је углавном била заснована на самоградњи, а са продубљивањем стамбене кризе она иступа из легалних токова и проширује се на бесправну изградњу, на комунално неопремљеном земљишту.

Следећи период карактерише развој индустријског грађења, постепено смањење стамбене изградње и завршавање великих комплекса насеља, која су пројектована по високим урбанистичким и архитектонским стандардима. Објекти грађени по принципима префабрикације и индустријализованог грађења уједно представљају и највећи део садашњег стамбеног фонда Београда.

Од 1990-тих, са радикалним повлачењем државе из станоградње, престаје изградња насеља и постепено се урушавају велики грађевински системи, који су

одговарали захтевима претходног периода. Распад земље, значио је и распад индустрије, па тако већина грађевинских материјала више није домаће производње. Ограничена градња станова за тржиште и напуштање серијског модела изградње у потпуности је префабрикацију учинила нерентабилном, а убрзо и потпуно занемареном. Од 2000-тих, може се говорити о постепеном подизању квалитета станоградње, који је, уз паралелни ограничен пад цена, резултат тржишне конкуренције.

На дијаграму (слика II.17) сагледава се константан раст стамбеног фонда, али и броја домаћинстава. У једном моменту број станова премашује број домаћинстава, да би од пописа 2002. број станова растао, а број домаћинстава стагнирао. Са аспекта стамбене политике, почиње раздобље у коме би понуда требало да буде довољно велика и разноврсна да може да задовољи потребе највећег дела становништва. То би се могло окарактерисати и као поступни прелазак из квантитета у квалитет, или смањење структурног дефицита и поред великог мањка инструмената за повећање доступности стана.

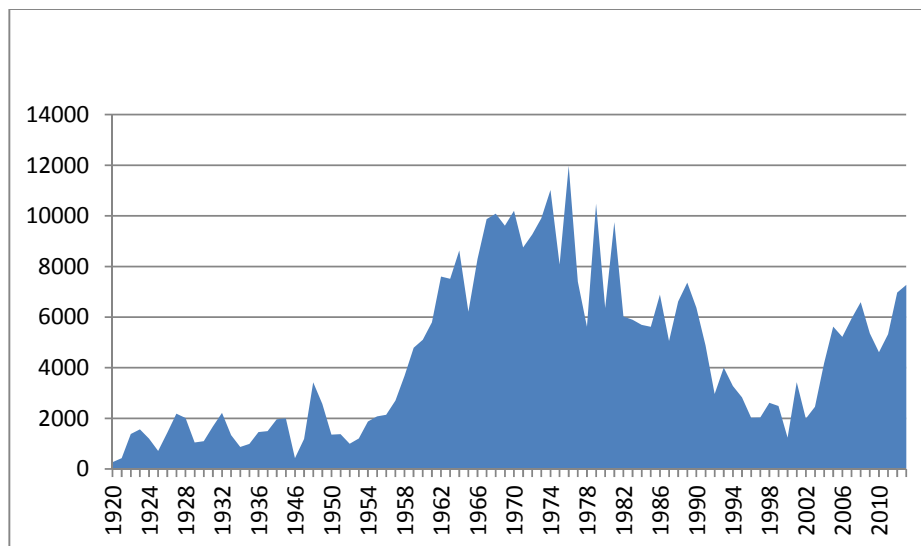


Слика II.17 Стамбени фонд и број домаћинстава у годинама пописа⁴⁵

Дијаграм (слика II.18) приказује апсолутне бројеве изграђених станова по годинама изградње, како би се сагледала стамбена продукција кроз дужи временски период. На овом дијаграму, уочава се да од 2000. године поступно расте број станова, ка нивоу који је постојао у шездесетим и седамдесетим

⁴⁵ Извор: подаци из пописа.

годинама 20. века и логично је очекивати, да и под врло рестриктивном земљишном политиком, која није усмерена ка отварању нових локација већ инсистира на урбаној обнови, изградња станова брзо достигне ниво из седамдесетих година. То је директан доказ да здраво тржиште почиње да функционише.



Слика П.18 Изграђени станови у Београду од 1920. до 2013. године⁴⁶

⁴⁶ У дијаграму су приказани сумирани подаци из претходних табела. Извор: Статистички годишњаци Београда.

III. РАЗВОЈ КОНСТРУКТИВНИХ СИСТЕМА И ТЕХНИКА ГРАЂЕЊА

Систематизација стамбеног фонда Београда извршена је на шест карактеристичних временских периода, који, са једне стране, представљају целине у погледу примењиваних конструктивних система и грађевинских технологија, а са друге, историјски посматрано, прате промене у друштвено-економским односима које су утицале на њихов развој.

У трећој глави фокус истраживања усмерен је на развој конструктивних система и техника грађења, које карактеришу сваки издвојени временски период, и анализу грађевинске регулативе, која је трасирала и уобличавала вишепородични стамбени фонд Београда.

III.1 Период до 1919. године

Први период обухвата објекте изграђене до завршетка Првог светског рата. Иако је, према временским одредницама, ово најобимнија целина, која обухвата објекте изграђене у неколико стилских епоха, у рапону од два века, њихова заступљеност у укупном постојећем стамбеном фонду Београда је на најнижем нивоу. Са становишта конструкције, објекти који и данас постоје, рађени су у масивном зиданом склопу, са опеком као основним материјалом конструкције. У раду неће бити разматрани системи који су некада коришћени у изградњи стамбених објеката, а да се данас, кроз постојећи стамбени фонд, не сагледавају.⁴⁷

Почетком 19. века, са променама на политичкој сцени, активира се грађевинска делатност, али су нови конструктивни системи и технике грађења, познати европским градитељима, усвајани и примењивани постепено и у

⁴⁷ Превасходно се односи на бондручни систем грађења који је током 19. века преовлађивао у стамбеној изградњи, али је временом замењен са зиданим склопом. Ретки су примери стамбених објеката који су грађени у овом систему, а да су очувани до данашњих дана са непромењеном функцијом.

неколико етапа. Њихов развој у првој половини 19. века имао је еволутивни карактер и може се поделити на три карактеристичне етапе:

- почетни период, грађење по традиционалним принципима, примена бондручне конструкције са испуном од опеке, ћерпича или плетера
- прелазни период, преплитање традиционалних и савремених техника грађења, мешавина масивне зидане конструкције печеном циглом и бондручне конструкције
- завршни период, усвајање масивне зидане конструкције по узору на савремене европске грађевине⁴⁸

Развојни пут од балканске бондручаре до градске куће по европским узорима, осликава тадашње грађевинске прилике, лошу техничку опремљеност и непознавање нових техника грађења.

С обзиром на чињеницу, да објекти грађени у бондручној конструкцији, или мешавином масивне зидане и бондручне конструкције постоје данас у занемариво малом броју (или је њихова функција у међувремену промењена), истраживање техника грађења за овај период започиње усвајањем масивног система грађења, половином 19. века.

III.1.1 Развој конструктивних система и техника грађења од средине 19. века

Половином 19. века масивна зидана конструкција постаје доминантан систем грађења, а бондручна конструкција се задржава у градњи кућа сиромашног градског становништва и у сеоским срединама. У овом периоду Србија се нагло развија, усвајајући урбанистичке обрасце и технологију градње из Западне Европе. Прихватање европских узора у обликовању архитектонских грађевина и масивне конструкције као савременог модела грађења примењено је

⁴⁸ Еволуција техника грађења у првој половини 19. века прати временску поделу, коју је извршио историчар уметности Бранко Вујовић, разматрајући развој градске куће у доба кнеза Милоша. Он издваја три карактеристичне етапе: прва етапа(1815-1825) традиционална, балканско-оријентална архитектура, прелазна етапа (1825-1833) напуштање дотадашње градитељске традиције- наговештај нових токова и завршна етапа (1833-1839) усвајање европских архитектонских обележја (Вујовић, 1986).

најпре на државним објектима, грађеним од средине тридесетих година 19. века⁴⁹. Промене у грађењу државних и јавних објеката рефлектовале су се и на грађење стамбених зграда виђенијих и имућнијих грађана. Најближи сарадници Кнеза Милоша подижу себи куће које су у потпуности грађене према западноевропским узорима, у масивном конструктивном склопу, са зидовима од опеке или камена.⁵⁰

У време када Србија прихвата масивну зидану конструкцију, у Европи и Америци гвожђе и челик постају материјали нове индустријске епохе, која напушта дотадашњи традиционални начин грађења⁵¹. Увођење нових материјала омогућило је развој скелетне конструкције, премошћавање великих распона, витке и складне елементе који стварају лаку, прозачну конструкцију. Међутим, нова техничка достигнућа и инжењерске конструкције које је афирмисао нови материјал, нису имале одјека у српској архитектури тог времена. Примена елемената од гвожђа и челика у српској архитектури ограничена је на поједине сегменте конструкције: најчешће ребра или греде код таваница, а ређе стубове, као и за израду металних конзола, ограда балкона и степеништа.⁵²

Књига Емилијана Јосимовића (1860): *Грађанска архитектура и грађење путова*, значајна је као сведочанство техника и правила грађења који су примењивани средином 19. века у Србији⁵³. Књига је подељена на два дела: *архитектура грађанска и грађење путова*. Први део подељен је на три поглавља:

⁴⁹ Царинарница-Ћумрукана грађена 1834-1835. године сматра се првом зградом у Београду која има одлике европске архитектуре. Градиле су је тајфе Цинцара и домаћих мајстора, без учешћа радне снаге из Аустрије, које су већ имале дугу традицију у зиданим конструкцијама. Поред Ћумрукане значајни објекти овог периода су: дворца у Савамали, зграда Совјета, Велика касарна.

⁵⁰ Кућа Цветка Рајовића, управитеља вароши, Аврама Петронијевића, Томе Вучића-Перишића, Јеврема Обреновића, Франца Јанкеа и других.

⁵¹ Гвоздени носачи први пут се примењују у архитектонским објектима крајем 18. века, за израду међуспратних конструкција, а убрзо настају и скелетне конструкције од гвожђа.

⁵² Архитекта Јан Неволе применио је гвоздено ливене стубове у холу Капетан Мишиног здања, грађеног 1862-1863. године као и на згради старе војне академије (Несторовић, Б., 2006).

⁵³ То је прва књига из области архитектонских конструкција написана на српском језику и служила је као уџбеник из предмета Грађанска архитектура, који је постојао као редован предмет на Лицеју од 1841. године. Писана је, како и сам аутор наводи, популарно, зато што обим наставе није омогућавао опширније градиво из ове области, а за комплексније изучавање била су потребна предзнања из других области, као што су математика, механика, геометрија, цртање у чему су ученици ове школе оскудевали (Јосимовић, 1860).

дуговечност зданија, удобност зданија и лепота зданија. У поглављу *дуговечност зданија* аутор обрађује елементе конструкције: грађу, темеље, горње зидове, патосе, таване и сводове, а у последњем делу кровове.

Масивни зидани зидови граде се од *цигле*⁵⁴ која нема устаљене димензије, али аутор истиче да величина од 12“ *дужине, 6“ ширине и 3“* дебљине *подаје при зидању и рачунању велику удобност* (Јосимовић, 1860: 23)⁵⁵. Описујући могуће начине прављења опеке, он наводи следеће:

Цигље праве се на двојаки начин, то јест или самим рукама помоћу калуна на асталима, или пак с машинама. Машине употребљују се с користи онде, где или влада оскудица у радницима, или где се тако много цигала троши, да ни велики број руку зато јоште не достиже (Јосимовић, 1860: 21).

У изградњи кућа користи се само пуна опека и њене димензије су најчешће условљене устаљеним производним поступком конкретне циглане, опекаре или црепаре. Чест је био случај да се и у већим градовима разликују њене димензије у зависности од производног места⁵⁶. Формат опеке прописан је тек 1896. године, доношењем *Закона грађевинског за варош Београд*.

У табели III.1 приказани су формати који су примењивани у Београду, Француској, Прусској, Баварској, Аустрији и Америци. У европским државама димензије опеке биле су најчешће стандардизоване на нивоу града или области, а једино је у Прусској постојао јединствен формат, који се морао примењивати за сва нова државна здања. За разлику од Србије, где се током 19. века користила само

⁵⁴ назив цигла потиче од немачке речи *ziegel* и угледање на немачке узоре у градитељству довело је до усвајања овог термина у домаћем грађевинарству. Двадесетих година, у стручној литератури, већ је у употреби термин опека, али прецизан податак о томе када је напуштен стари назив, није пронађен. Надаље, у раду биће коришћен термин опека, који је данас у употреби.

⁵⁵ ознака за палац или *col* и једнака је 2,63cm

⁵⁶ Драгутин С. Милутиновић, професор Велике школе у Београду, у својој књизи *Наука о грађи* из 1894. године, истиче важност *међусобне сразмере* димензија опеке и приказује формуле помоћу којих је потребно извршити димензионисање. Према његовим формулама ширина опеке требала би бити једнака двострукој дебљини увећаној за величину малтерске спојнице. Дужина опеке требала би да одговара двострукој ширини увећаној за величину малтерске спојнице. Он напомиње да је у Србији у то време био прописан формат зидних опека само за железничке зграде (Милутиновић, 1894).

пуна опека, у европским земљама, које су имале дужу традицију у производњи и примени опекарских елемената (Енглеска, Пруска, Француска, Холандија, Италија, Аустрија), асортиман је проширен са: клинкер, шупљом, шамотном, опеком за облагање, призмастом, коничном, плочастом и тд. Постојала су и иновативна решења жљебљених опека за суву уградњу, које се међусобно тако уклапају да није потребан малтер као везивно средство. Оваква решења нису заживела у пракси, али показују ниво техничких достигнућа опекарске производње у развијеним европским земљама.

Иако је стручна јавност у Србији била упозната са европским дOMETИМА, технологија производње опеке, неразвијена домаћа индустрија, али и низак ниво техничке свести, онемогућавали су достизање ових резултата.

Табела III.1 Формат опеке у 19. веку у европским земљама (Милутиновић, 1894)

место	дужина mm	ширина mm	дебљина mm
Србија:			
Београд, крај 19. века	290	145	70
Београд (Куртовићева опекара од 1886)	303	153	70
Француска: Париз	220	107	44-45
Пруска: прописани формат за сва нова државна здања	250	120	65
Баварска:	320-340	160-162	60-67
Аустрија: прописани формат за град Беч	290	140	65
Америка:			
северне државе	225	114	66,5
јужне државе	219	114	63,5

У Европи половином 19. века, са применом машина које под притиском истискују глинену масу кроз калупе, започиње производња шупље опеке. Инжењер Бори (Jules Borie) производио је са својим братом ошупљене глинене елементе и примењивао их на објектима у Паризу средином 19. века. Године 1876. патентирао је у Америци шупљу опеку са уздужним каналима, коју су називали *преграђена опека*.

Производња ошупљених елемената од глине није усредсређена само на зидове; у то време појављују се и таваничне испуне које се умећу између дрвених греда, степенишна газишта произведена на исти начин, покривни елементи на оградама и слично. Међутим тековине европске опекарске производње нису

нашле одјека у Србији у 19. веку и једини глиненни производ за зидање који се у то време примењује је пуна опека.

Темељи масивних зиданих објеката граде се од опеке или камена и то тако, да њихова ширина мора бити већа за пола стопе од зида прве етажне, а уколико су од камена неправилног облика, за стопу⁵⁷. Уколико је тло слабије носивости, постављају се роштиљи од дрвених греда, а када је носивост тла била изузетно лоша побијани су дрвени шипови.

Таваница изнад подрумских просторија морала је бити противпожарна и у овом периоду, формирају је сводови зидани од камена, или опеке. Средином 19. века користе се масивни зидани полуобличасти, или крстати сводови. Крајем 19. века у градњи стамбених објеката, најчешће се примењује сегментни, плитки *пруски* свод зидан обичном опеком и ослоњен на гвоздене греде. Стрела свода је 1/10-1/12 распона, а греде се постављају на размаку 1-1,5 m како би се штедело на скупом гвозденом материјалу.

Међуспратна конструкција изнад виших етажа израђује се од дрвета и могућа су два начина њене израде. Први начин подразумева постављање дрвених греда на конструктивне зидове без међусобног размака и повезивање дрвеним клиновима. Грађа за дрвене греде-*тавањаче* потиче од јеле или смрче. Са доње стране овако формиране таванице прикива се трска, преко које се поставља малтер. Други начин формирања међуспратне конструкције је постављање дрвених греда на међусобном размаку од 2 и по до 3 стопе и прикивање дасака са доње стране. Уколико се плафон малтерише, за даске се прикуцава трска, која је подлога за малтер. Друга могућност испуне простора између тавањача, које су постављене на растојању, је убацивање *омота од сламе* (око летве намотана усукана слама), који се углављује у греде, тако да заједно са њима формира равну хоризонталну површину, на коју се затим поставља малтер⁵⁸.

Према Емилијану Јосимовићу (1860) кровови се, у зависности од нагиба кровних равни, деле на: немачке (где је висина крова једнака удаљењу од венца до

⁵⁷ Стопа је стара мера за дужину и једнака је 31,6 cm. Оваква правила грађења темеља наводи у својој књизи Емилијан Јосимовић (1860).

⁵⁸ Први начин је, наводи Емилијан Јосимовић, најбољи али и најскупљи (Јосимовић, 1860).

слемена), италијанске (висина крова једнака је једној трећини или две трећине удаљења од венца до слемена) и холандске, који уместо рогова имају лукове од дасака. Коментаришући различите нагибе кровова, Јосимовић наводи, да су стрми кровови, нерационални, јер се троши више дрвене грађе и оптерећење доње конструкције је веће, а да су кровови блажег нагиба *без сваке сумње лепши*, али да се морају пројектовати тако да не долази до задржавања воде или снега (Јосимовић, 1860).

Кровови зграда грађених током 19. века у Србији, покривају се ћерамидом, или равним црепом. Ћерамида је јефтинија од црепа и самим тим чешће примењиван покривач, што је последица присутности на овим просторима дуги низ година и технологија њене израде била је позната домаћим мајсторима⁵⁹.

Квалитетни црепови прављени су у Панчеву и Апатину и они су често примењивани на крововима зградама у Београду. Димензије равних црепова, као ни опеке, нису стандардизоване и варирају: дужина 350-400 mm, ширина 130-180 mm и дебљина 12-15 mm (Милутиновић, 1894). У Европи се у то време већ производе равни црепови са различитим обликовним завршецима; поред стандардног лучног, производе се угаони и равни, што и данас представља реткост у понуди домаћих произвођача.

Проналазак машине за пресовање глине омогућио је формирање сложеније профилације елемената и то је убрзо резултирало појавом жљебљених црепова. Према Лефевру (Lefevre, 1900) преломна година у производњи црепова је 1851. када су браћа Жилардони (Gilardoni) изумели нову врсту покривача која превазилази недостатке равног црепа. Жљебљени елемент је био једноставнији за постављање, лакши од равног, са спојевима отпорнијим на атмосферске утицаје. Различите варијанте овог покривача убрзо су се појавиле и у другим земљама које су предњачиле у производњи глинених елемената. Међутим, у Србији до краја 19. века нису прављени жљебљени црепови.

⁵⁹ По речима Драгутина Милутиновића, ћерамида је одомаћена у свим крајевима Србије, али је све више потискује из употребе раван цреп. Њене димензије се разликују у зависности од краја где се производи, али им је заједничко то да „*свуда је праве тако гломазну и неправилнога облика, да се она може сматрати као најнесавршенији фабрикат керамичке индустрије*” (Милутиновић, 1894:355).

Приликом постављања прозора поштују се правила симетрије тако да:

прозори сваког горњег боја треба да се налазе управо над прозорима долњег боја, среда над средом; никад дакле не сме доћи над прозором долњег боја у горњему зид (Јосимовић, 1860: 65).

Исти аутор наводи правило да се прозори никада не постављају на растојању мањем од једне ширине и да њихов број треба да буде такав, да обезбеди осветљење и проветравање, али да их не буде превише, јер се тада простор лети прегрева, зими тешко загрева, слабе се зидови, а не може се ни *покућство удобно наместити*. У погледу примене двоструких прозора наводи се њихов значај у зимском периоду, као уштеда при грејању и наглашава, да спољни оквири морају бити од квалитетног материјала и са највећом брижљивошћу израђени. Њихова улога је да: *спољни студени воздух, с оним који међу собом закључују, одлуче од собнога воздуха, како се овај не би брзо изладио* (Јосимовић, 1860: 81).

Материјал за израду степеница је: дрво, камен или гвожђе. Као предности за примену камена и гвожђа наводе се: већа постојаност у пожару, већа носивост и то што се пењући се по њима, не причињава толика лупа као по дрвеним. Облици степеништа су различити: прави, *сломљени и савијени или спужни*. Најудобније су праве степенице, али најлепши су *пак свагда савијени басамци у већем простору* (Јосимовић, 1860: 83).

Препознат је значај односа ширине и висине базишта, потреба да сви степеници буду истих димензија, као и да степениште треба да буде у простору које је зидовима одвојено од других простора, никако у непосредној вези са кухињом, или простором за ложење.

Подови у стамбеним просторијама облажу се најчешће дрвеним облогама: даскама од јеле или смрче, или, у богатијим кућама, паркетом, преко подлоге од неоструганих дасака. Подне облоге од камена и опеке примењују се у просторима који морају да буду безбедни од пожара, или у којима се користи вода.

Куће грађене у овом периоду најчешће су приземне или са једним спратом. Какво је владало мишљење о зидању високих објеката најсликовитије описује Емилијан Јосимовић:

Виши зданија од три боја неисплаћују се, а за здравље су обитатеља виши бојеви врло штетни, због чега се по многим местима у Европи полицијно забрањују (Јосимовић, 1860: 63).

III.1.2 Појава армираног бетона и промене у конструкцији које су из тога произашле

У другој половини 19. века појавио се нови материјал, армирани бетон, који ће у потпуности променити дотадашњи развој конструкција⁶⁰. Захваљујући новом материјалу развиће се нови начин фундација, формирања зидова, нови начин конструисања међуспратних конструкција.

Упознавање српских грађевинара са новим материјалом покренуто је крајем 19. и почетком 20. века, кроз чланке у стручним часописима. Почетак примене армираног бетона у грађењу београдских зграда не може се сасвим прецизно одредити. Архитекта Никола Несторовић, савременик тог доба, у својој књизи *Грађевине и архитекти у Београду прошлог столећа* (1972), наводи да је претеча примене армираног бетона код нас била таваница Управе фондова (данашњи Народни музеј). Зграда је изграђена 1903. године, по пројекту архитеката Николе Несторовића и Андре Стевановића и на њој је први пут примењен *штрек-метал*, метална мрежа постављена између гвоздених греда у слоју бетона дебљине 10 cm (слика 18 у прилогу)⁶¹. Према истом аутору, прва зграда у Београду на којој је примењена армирано-бетонска таваница био је Гранд

⁶⁰ Први патентирани елемент од армираног бетона биле су саксије Жозефа Монијеа из 1867. године. Идеја о спреси ова два материјала старија је од Монијеовог патента и приписује се Французу Ламбоу, који је 1855. године на париској изложби презентовао чамац направљен од жичане мреже и цементног малтера.

⁶¹ Архитекта Никола Несторовић, на чијим јавним објектима је први пут примењен армирани бетон, описује нови материјал на следећи начин:

Бетон је грађевински материјал који врло добро противстаје притиску а врло слабо затезању. Гвожђе је пак грађевински материјал који врло добро противстаје и притиску и затезању, али због велике цене, тешке обраде и ограничености примене, његова употреба за извесне конструкције показала нерационална. С тога је било потребно наћи нов грађевински материјал који ће противстати и притиску и затезању и бити у преимућству над гвожђем. Тај грађевински материјал јесте армирани бетон, у коме бетон поглавито прима притисак, док ће гвожђе-арматура-примати поглавито затезање (Несторовић, 1927)

хотел, архитекте Милана Антоновића, саграђена 1904. године, а срушена средином шездесетих година (Несторовић, 1972).

Почетак примене армираног бетона у Србији изазвао је потресе у стручној јавности, пошто је Трговачки суд у Београду одобрио концесију фирми Штајнлехнер за право на израду армираног бетона. Уследила је тужба Милана Антоновића на овакву одлуку, а затим и протест Удружења инжењера и архитеката, па је концесија повучена (Несторовић, 2006).

Примена новог материјала у првој деценији 20. века повезује се са радом архитекте Матије Шнајдера. Сматра се да је разлог његовог доласка из родне Баварске било увођење армираног бетона у грађевинску делатност Београда и Србије (Стојановић, 1912). Његов најзначајнији објекат, који је пројектовао и извео, била је Панђелина кућа, на углу Булевара револуције и Влајковићеве улице, саграђена 1909. године, а срушена 1955. приликом формирања трга Маркса и Енгелса. Зграда је имала приземље и три спрата, а на плановима за овај објекат уцртана је ситноробраста армирано-бетонска међуспратна конструкција (Замоло, 1980). Поред овог објекта извео је армирано-бетонске радове на најзначајним београдским грађевинама тог доба: хотел Москва, хотел Бристол, палата Викторовића на Теразијама, темељи на Београдској задрузи, фабрика Косте Илића и синова, таваница биоскопа Колосеум (касније Звезда) и други (слика 19 у прилогу).

Грађење зграде Београдске задруге на подводном и слабо носивом терену у Карађорђевој улици, наметнуло је потребу израде темеља од армираног бетона. Зграда је грађена од 1905. до 1907. године и аутор објекта Никола Несторовић наводи да је тада први пут у Београду примењен армирани бетон у већем обиму⁶².

Почетком 20. века појављују се хидроизолациони премази на бази битумена, који су најчешће коришћени за изоловање подрумских просторија јавних објеката грађених на подручју Савамале, где је земљиште подводно и мале

⁶² За израду темеља коришћено је плоче гвожђе, зато што код нас, у то време, није било арматуре кружног пресека (Несторовић, 1972).

носивости. Они су рекламирани у домаћим стручним часописима још крајем 19. века, али је њихова примена у то време била ретка⁶³.

Судећи по годинама почетка примене армираног бетона, Београд није заостајао за европским престоницама и нови материјал је релативно брзо усвојен. Међутим, његова примена била је ограничена на комплексне, јавне објекте, сложене конструкције, где је примена армираног бетона била неопходна. Са друге стране, велики број стамбених објеката и даље је грађен применом традиционалних материјала и техника грађења. Опека је и даље најзаступљенији материјал за израду зидова, а међуспратне конструкције су дрвене, или ређе од металних профила. Већа примена армираног бетона карактеристична је за међуратни период, а о масовној примени овог материјала може се говорити тек од шездесетих година двадесетог века.

III.1.3 Развој грађевинске регулативе

Грађевинско законодавство јавља се у Европи у другој половини 19. века. Референтни законски прописи, који су регулисали проблеме противпожарне заштите и хигијенске услова становања, били су немачки и по узору на њихово законодавство настали су и наши први грађевински прописи (Недић, 1976).

Закон грађевински за варош Београд усвојен је 11.12.1896. године и његове одредбе су у највећој мери садржале опште прописе за подизање грађевина, док су технички подаци о начину грађења требали, у већој мери, да буду дефинисани предстојећим правилником. Оно што је у закону дефинисано, а тиче се конкретног грађења, је да се зграде од бондрука, ћерпича, набоја, или плетера не могу подизати са лица улице, а да је њихово грађење забрањено у главним

⁶³ Грађење хотела Бристол од 1910. до 1912. године пратили су проблеми са подводним тереном, мале носивости. Зграда је фундирана на 900 бетонских шипова (система Штерн) и преко њих је изливена бетонска плоча. Хидроизолација подова и зидова извршена је битуменским премазима, са унутрашње стране. У литератури се помиње под називом *цезезит* (који и данас постоји) и сматрала се најквалитетнијом изолацијом тог доба. Аутор зграде Никола Несторовић тврди да се успешно одржала све до Првог светског рата када је зграда претрпела оштећења услед бомбардовања (Несторовић, 1972).

трговачким улицама и по унутрашњости дворишта. На овај начин, старе технике грађења су потискиване из градских средина и постепено напуштане.

Значајну одредбу закона представља члан 21, којим су стандардизоване димензије опеке и на тај начин уведена правила у цигларску производњу. Овим чланом закона, одређено је да нормална опека мора имати дужину 29 cm, ширину 14 cm и дебљину 6,5 cm. Угледање на аустријски формат опеке, логична је последица увоза и познавања овог материјала и његове примене на многим грађевинама Србије. Аустрија је имала дугу традицију у производњи цигле и квалитет њихових производа био је познат широм Европе.

Убрзо по доношењу Закона, прописан је и *Грађевински правилник за варош Београд*, 1.3.1897. године, који је детаљније објашњавао одредбе грађења. Правилник је, у првом поглављу, под *Општим прописима*, садржао: опис техничке документације која је неопходна за пријаву градње, права и обавезе општинских инжењера који врше надзор, постављање објеката у односу на регулациону линију. У овом делу, прописано је, да сваки објекат са уличне стране мора имати на стрехи положен, или висећи олук од метала, или неког другог несагоривог и од воде непробојног материјала.

У другом делу, под називом *Прописи за сталност грађевина*, описани су технички поступци, којих се градитељ мора придржавати приликом изградње објеката. Прописане су дебљине зидова од опеке у зависности од њиховог положаја и функције у објекту: да ли су спољашњи или унутрашњи, конструктивни или преградни.

У трећем поглављу дефинисани су услови за грађење зграда од плетера (чатме) и у бондручном систему. Наведено је да се овако грађени објекти морају подзидати печеном опеком, или каменом, минимум 30 cm од коте терена. Огњишта и димњаци, као и зидови ка њима, морају бити изведени од тврдог материјала и омалтерисани.

Највећи део Правилника посвећен је противпожарним прописима, што говори о потреби и значају ове проблематике при грађењу објеката. У четвртом поглављу прописане су дебљине зидова, према захтевима противпожарне заштите и то: у таванском простору, око огњишта, ка суседном објекту, забатних и

калканских зидова. Једна од значајних одредби је и да се сутерени и подруми морају *засводити*, а да се дрвена међуспратна конструкција, која је у то време најзаступљенија, може користити само у приземљу и на вишим етажама. Дефинисани су степенишни простори као издвојене целине и одређене су димензије степенишних елемената. Димњаци су такође детаљно прописани: пресек димњачких цеви, висина димњака изнад крова, њихова позиција у односу на дрвене греде, максималан број ложишних места и друго.

Правилником су одређене и димензије прозорских отвора и то тако, да је њихова минимална површина у собама за боравак, где се простор непосредно осветљава, минимум $1/10$ подне површине, а код посредног осветљавања, најмање $1/5$ подне површине. У просторијама за боравак морају постојати макар једна врата ширине један метар, а висине 2,2 m. Прописане су и димензије прозора са дворишне стране, преко којих се осветљавају унутрашњи простори. На овај начин, омогућено је и пројектовање светларника, што је за последицу имало већу изграђеност парцела и дозволило много гушћу изградњу (Ротер-Благојевић, 1998).

Пето поглавље названо је *Прописи у погледу улепшавања и хигијене* и у њему су одређени естетски и санитарни критеријуми који се морају поштовати при пројектовању зграда. Како би се забранила градња ниских учерица, прописана је минимална висина објекта, од коте тротоара до нивоа стрехе, од 3,85 m. Сутерени се могу користити за становање, уколико је ниво пода максимално 1,5 m испод околног терена, а теме свода минимум 1,5 m изнад. Тавански простор се такође може користити за становање, али мора постојати степениште од несагоривог материјала које води до њега, околни зидови морају бити масивни и одвојени од дрвене конструкције крова. Таванице изнад последњег спрата морају бити толико јаке, да могу издржати терет крова, уколико се сруши у случају пожара.

У овом поглављу прописане су и мере заштите од влаге и наведено је да под приземне етаже мора бити минимум 50 cm подигнут од коте терена. Хигијена зграда дефинисана је и прописивањем положаја и димензија нужника, нужничких јама, помијара и сметлишта.

Закон грађевински за варош Београд, а касније и Правилник, представљали су прекретницу у даљој изградњи главног града. Најважнија промена је била та, што се за грађење објеката морала добити грађевинска дозвола, која се издавала на основу прописане техничке документације, а коју је одобравао Грађевински одбор. Зграде су морале бити грађене на прописаној регулационој линији и морале су испуњавати одредбе у погледу противпожарне заштите, санитарне и естетске услове.

Нова законска акта указују и на грађевинске прилике и проблеме са којима су се суочавали градитељи и корисници објеката, а који су требали да буду регулисани овим прописима. Дивља градња у градском ткиву је један од проблема, који је требало да буде спречен, доношењем нових прописа. Иако градња бондручних кућа овим актом није забрањена, регулисани су услови под којим се може градити у овом систему, а прописивањем минималне висине кућа спречено је прављење ниских објеката, који су нарушавали изглед престонице.

Велика пажња посвећена је противпожарним условима где су прецизно дефинисани сви елементи грађевине, који су у контакту са ложећим местима, који имају лоше противпожарне карактеристике, преко којих се пожар може даље преносити, или који су значајни за евакуацију.

Правилником је предвиђено да се детаљи и статички прорачун раде за важније делове грађевине, али је зато стабилност зграде прецизно дефинисана кроз прописане дебљине зидова. На тај начин, спречено је произвољно усвајање димензија од стране приучених извођача. *Архив Грађевинског одбора* (Ђурић-Замоло, 1980) ,у коме је прикупљена техничка документација из периода 1898-1914. године, показује да је статички прорачун рађен само за челичне греде, што значи да су остали конструктивни елементи усвајани на основу Правилника (зидови), или искуствено (елементи од дрвета у таваници и крову).

Крајем 1900. године донесен је *Указ о подизању зграда у појединим улицама града Београда по закону грађевинском за варош Београд* (Зборник закона и уредаба у Краљевини Србији издатих од 1.јануара 1900. до краја исте године, 1903). Овим указом дефинисана је минимална спратност у појединим градским улицама, као и начин формирања уличног фронта. Улице у којима

зграде морају формирати низ, тако да затварају улични фронт и морају имати један или више спратова биле су: Краља Александра, улица Краља Милана, Кнез Михаилова, Вука Караџића, Поп Лукина, Коларчева, Савска и др. Указом су дефинисане улице, у ужем градском ткиву, где се не мора формирати улични фронт, али зграде морају бити минимално са једним спратом, као и улице у којима је предвиђена изградња стамбених вила.

III.2 Период између 1919. и 1945. године

Међуратни период карактерише убрзана урбанизација града и велики обим стамбене изградње, који није могао да одговори на високу потражњу. Грађени су луксузни велики станови, у зградама од чврстог материјала и мали дворишни станови у трошним кућама, са заједничким мокрим чворовима и кујнама за нижи сталез. У овом периоду унапређује се техничка регулатива, доминантна је масивна градња у опеци, а поступно и дефинитивно се уводи армирани бетон, као обавезни елемент конструкције свих стамбених зграда.

III.2.1 Развој конструктивних система и техника грађења: масивна градња опеком и увођење армираног бетона

Период између два светска рата, са становишта развоја конструкција, представља наставак примене масивних конструктивних склопова, са опеком као доминантним материјалом за израду зидова. Новину у грађењу представља већа примена армираног бетона, који се до 1919. године спорадично користио, најчешће код великих јавних објеката, који су имали веће распоне и сложенију конструкцију.

Коришћење новог материјала, армираног бетона, у међуратној стамбеној изградњи, превасходно је усмерено на израду међуспратних конструкција и темеља, док опека и даље остаје једини материјал за израду зидова. Архитекта Богдан Несторовић наводи, да је примена армираног бетона изостала само у периоду непосредно после Првог светског рата, а узрок томе није било

непознавање технике грађења овим материјалом, већ оскудица у цементу и бетонском гвожђу (Несторовић, 1973).

Архитекта Никола Несторовић, који је у међуратном периоду био изузетно плононосан градитељ, објавио је 1927. године књигу *Грађевинске конструкције, ручна књига за техничаре и грађевинаре*. Она нам пружа значајан увид у конструктивне домете домаћег грађевинарства у овом периоду, из пера врсног архитекта, који је извео многе значајне грађевине тог доба.

Темељење објеката дели се на две основне групације: прву чине темељи који се *извршују оздо на више*: темељне траке, плоче, самци, роштиљи, обрнути сводови, а другу, темељи који се *извршују озго на ниже*: шипови од дрвета, бетона или гвожђа, бунари, сандуци (Несторовић, 1927). Темељи се обично израђују од опеке или природног камена. Опека се примењује код израде темеља мањих објеката и у ту сврху користи се најквалитетнија, тврдо печена, клинкер опека. Аутор наводи, да се у *новије* време, темељење врши коришћењем армираног бетона, тако што се формирају темељне траке, темељне плоче испод читавог објекта, или *квадратне плоче испод слободних стубова* (Несторовић, 1927).

Зидови се најчешће израђују од опеке, која је у то време имала прописане димензије: 14/29/6,5 cm (ш/д/в). У Немачкој се већ користио мањи формат опеке 12/25/6,5 cm (ш/д/в), који ће код нас бити усвојен 1932. године.⁶⁴

Поред пуних једнослојних зидова, позната су била својства вишеслојних конструкција, са ваздушним слојем у средишњем делу, као заштита од преношења звука и топлоте, а код подрумских етажа, кроз међупросторе је циркулисао ваздух, који је исушивао влажне зидове.⁶⁵ Од опеке се зидају и стубови различитог попречног пресека и димњаци. Камен се користи у ломљеном, или

⁶⁴ Никола Несторовић истиче недостатке овог формата, због димензионалне неусклађености, зато што се двострука висина са малтером, не уклапа у ширину опеке. Он наводи и да је поред целих опека, неопходна примена тричетвртача, полутача и четвртача, које су се добијале ручним ломљењем целе опеке и препоручује производњу оваквих комада, како се не би губило на материјалу (Несторовић, 1927).

⁶⁵ Никола Несторовић наводи, да је формирање оваквих зидова: *врло тешко и приметно и не заслужује ону препоруку која му се обично даје* (Несторовић, 1927:94).

тесаном облику, за израду зиданих зидова најчешће подрумских етажа. Поред тога, често се примењује као материјал за облагање зидова.

У зидове од набоја убрајају се сви ливени зидови, а основни материјал за израду може бити: иловача, мешавина креча и песка, креча и шљаке, цемента и шљаке, бетон или армирани бетон.⁶⁶

Преградни зидови најчешће се зидају од опеке, али су домаћим градитељима биле познате и конструкције од малтера и гвожђа (Монијеови зидови, рабиц зидови) и зидови од армиране опеке (систем Прус и Бегер).⁶⁷

Зидани зидови учвршћивани су стегама и затегама у нивоу међуспратне конструкције, како би се спречило померање, или одвајање појединих делова. Постављају се дужином свих зидова (изузев преградних), а користе се и код повезивања стубова, учвршћивања венаца, атика, балустрада, фигура, калкана и димњака. Стеге су израђиване од гвожђа (пљоште гвожђе или гвоздени профили), или у комбинацији гвожђа и дрвета. Учвршћивање и повезивање зиданих зидова армирано бетонским серклажима, још увек није почело да се примењује.

Важан детаљ у архитектури овог периода представљали су венци, који су прављени од различитих материјала: камена, опеке, набијеног, или армираног бетона и посебна пажња посвећена је њиховом конструисању и утврђивању за фасадни зид.

Хидроизоловање подрумских просторија вршено је, превасходно, применом одговарајућих материјала за израду зидова, а изолациони материјали, који су у то време постојали, примењивани су за спречавање подизања влаге до зидова приземља (хоризонтално пресецање зидова). У погодне материјале за израду подрумских зидова убрајали су се: *цементни бетон* (набијени бетон), клинкери, кварцити, базалт и гранит, али су трошкови њихове израде били високи. Приступачни и најчешће примењивани материјали били су: јаче печена

⁶⁶ Као недостатке бетонских зидова аутор наводи:

то што су просторије њима ограничене сувише хладне преко зиме и што се у такве дуварове не може укуцати ексер (Несторовић, 1927: 74).

⁶⁷ Зидови у комбинацији арматуре и опеке прављени су тако, што се формира вертикални арматурни растер, са величином поља 60/60 см у која се узиђује насатице постављена опека (Несторовић, 1927).

опека, ломљени камен, или тесаници. За хоризонтална пресецања зидова коришћени су изолациони материјали: ливени асфалт, асфалтне филц плоче, или кровна хартија, али и други непробојни материјали: оловне плоче, стакло, клинкер или шкриљац у два реда, малтер од портланд цемента, или *емолит*- пластична маса, која се наноси у хладном слоју.

Вертикална хидроизолација рађена је само када је подрумски простор предвиђен за дуже задржавање људи, а земљиште у које је постављен објект влажно. У ту сврху користили су се различити изолациони материјали и поступци: премазивање врелим гудроном, или катраном, премазивање зида асфалтом, цементним премазом, облагање клинкер опеком умоченом у асфалт, или постављањем стаклених плоча у цементном малтеру.

У међуратном периоду започињу истраживања на различитим пољима развоја конструкција, која су резултовала значајним иновативним решењима и унапредила тадашње грађевинарство. Разматрају се проблеми термичке, звучне противпожарне заштите и предлажу решења за њихово унапређење.

У домену термичке заштите разматрају се својства појединих материјала која дефинише, већ тада познат, *кофицијент спровођења топлоте*.⁶⁸ Као *рђаве топлоноше* апострофирани су: азбест, плута, миран слој ваздуха, струготине дрвета и ситан тресет (табели III.2). Иновацију у погледу побољшања термичке изолације зграде представљале су плоче од пресоване сламе (*karphit*) и опеке које су са доње стране имале удубљење, тако да формирају слој заробљеног ваздуха, који је препознат као добар термички изолатор.

У Југославији се тридесетих година двадесетог века, као топлотна изолација и противпожарна заштита, рекламирају и примењују хераклит плоче 2,5 cm дебљине.⁶⁹ Хераклит је рекламиран у домаћим техничким часописима као

⁶⁸ Вредности у табели означавају количину топлоте која пролази за 1 сат кроз плочу од $1m^2$ површине, 1cm дебљине, кад се обе површине разликују у температури за $1^\circ C$ (Несторовић, Н, 1927: 102-103).

⁶⁹ Лаки, противпожарни, порозни панели од дрвене вуне патентирани су још 1908. године у Бечу (проналазач Роберт Шерер), а индустријска производња овог материјала започиње двадесетих година прошлог века. Добре термичке карактеристике новог материјала допринеле су да се његова примена врло брзо прошири ван граница Аустрије.

лака грађевинска плоча, која пружа потпуну заштиту од ватре (слика 20 у прилогу). У исто време, у стручним публикацијама, пише се о предностима *Алфол* изолације, која је примењивана на појединим објектима у земљи (слика 21 у прилогу). Она се састоји од танких алуминијумских листића који су постављени на малом размаку (2-10 cm), тако да формирају коморе заробљеног ваздуха као термоизолациону заштиту (Томљеновић, 1938).

Чињенице показују, да су двадесетих година прошлог века биле познате термичке карактеристике појединих материјала, да је та проблематика у извесној мери окупирали истраживаче, да су постојала савремена решења која су побољшавала термичка својства, али су она примењивана селективно, у специфичним ситуацијама, а не као системско решење.

Табела III.2 Коефицијент пролаза топлоте (Несторовић, 1927: 102-103)

материјал	коефицијент	материјал	коефицијент
стакло	0,75	струготина дрвета	0,065
печена иловача	0,63	пепео од дрвета	0,06
обичан гипс	0,33	ваздух	0,02
плута	0,14	ломљени камен	1,5

Иновативни приступ јавља се и у решавању проблема звучне заштите, а као ефикасни звучно изолациони материјали препоручују се разни фабрици од плуте, плоче од пресоване сламе и сл. Конструирају се двоструки зидови од опеке са ваздушним међупростором, као преграде према суседним становима, али се препоручује испуњавање шупљине финим песком или пепелом⁷⁰.

Противпожарна заштита, такође добија значајно место у истраживачкој делатности. Гвоздени конструктивни елементи заштићују се слојем набијеног

⁷⁰ Архитекта Никола Несторовић у својој књизи Грађевинске конструкције из 1927. године наводи: *Кад је у зиду ваздушни међупростор, постиже се прекид звучних таласа, али ваздух служи као спроводилац за таласе звука. Због тога се препоручује испунити ваздушни међупростор градивом које звук спроводи рђаво. Такво је: фини песак, пепео од кокса и т.д.* (Несторовић, 1927: 104).

бетона, облагањем рабиц плетивом или Монијеовом решетком и слојем малтера, опекама од плуте и др.⁷¹

Решавање отвора у зиду и формирање надпрозорника и надвратника рађено је постављањем камених греда, постепеним препуштањем опеке изнад отвора, или формирањем лукова. Највећа пажња поклањана је зиданим луковима: облицима лучних линија, начину конструисања и начину извођења. Најчешће су примењивани зидани луци од опеке и неоспорно је да су тадашњи градитељи до детаља познавали њихову конструкцију.

Највише промена и иновативних решења, од почетка 20. века, манифестовало се код међуспратних конструкција и њихов развој представљао је прогресивни искорак у развоју конструктивних елемената, коришћених код стамбених зграда. Нове таванице имаће највећу примену у међуратном периоду и постепено ће потиснути из употребе системе који су до тада најчешће коришћени. Карактеристичне међуспратне конструкције у периоду непосредно после Првог светског рата наслеђене су из предратног периода и њихова примена обележила је прву послератну деценију. У том периоду за таваницу изнад подрумске етаже најчешће је примењиван сегментни, плитки *пруски* свод, зидан обичном опеком и ослоњен на гвоздене греде. Таваницама у облику сводова поклања се велика пажња, иако је њихова примена, код стамбених објеката, ограничена на израду противпожарних међуспратних конструкција изнад подрумских простора. Остале међуспратне таванице рађене су од дрвених греда, што такође представља наслеђе предратног периода и оне ће двадесетих година прошлог века бити потиснуте новим конструкцијама, које користе савременије материјале и решења.

Карактеристика грађења у међуратном периоду је велики број таваница које су користиле гвоздене носаче као основну конструкцију, а примењиване су у комбинацији са другим материјалима: опеком или опекарским елементима (посебно профилисаним), армираним или неармираним бетоном, таласастим

⁷¹ Иновативно решење, које спаја повољне карактеристике глинених материјала и флексибилно постављање, представљала је *теракота на жици*, комбинација жичаног плетива са квадратним пољима на чијим угловима су упресовани глинени елементи у облику крста. Овако формирана мрежа је затим печена и добијане су табле величине 5x1m, којима су облагани гвоздени елементи, а затим малтерисани (Несторовић, 1927).

лимом, дрвеним тавањачама. Гвоздени носачи ослањани су на носеће зидове, а простор између њих, формиран је у облику плитких сводова, или равне, хоризонталне конструкције. Таванице од гвоздених греда, у комбинацији са опеком, могу се развратати на таванице без арматуре. Хурдис, Секура, Шнајдер, Лудвиг, Ферстер и таванице са арматуром: Клајн, Ферстер, Шутман, Викторија и др (Крстић, 1982). Таванице код којих је испуна између гвоздених греда: бетон, армирани бетон, или гвоздени лим, формирале су у пољима плитке сводове, или хоризонталне плоче, ослоњене на горњу или доњу ножицу носача. Комбинација гвоздених греда и дрвених тавањача често је коришћена у изградњи београдских стамбених објеката, где су распони прелазили 6 m. Метални носачи, у том случају, преузимали су савладавање великих распона, а дрвене греде формирале су секундарну конструкцију.

На домаћем тржишту, двадесетих година прошлог века, појављује се полупрефабрикована, међуспратна, бетонска таваница *Хербст*, која је први пут примењена на згради индустријалца Милоша Савчића 1921. године у Београду.⁷² Он је уједно био и иницијатор серијске производње ове таванице, која започиње 1924. године. Хербст постепено замењује пруски свод, који се користио изнад подрумске етаже и дрвену конструкцију која је примењивана код виших етажа и, у међуратном периоду, постаје најчешће коришћена таваница (слике 22 и 23 у прилогу).⁷³

Степеништа у објектима грађена су од камена, бетона, дрвета или гвожђа, али је бетон, у међуратном периоду, постао материјал који се најчешће примењивао. У Београду су, двадесетих година, постојале радионице за производњу монтажних степени од армираног бетона, који су облагани углачаним вештачким каменом (Несторовић, 1973). Код стамбених зграда, где је ширина

⁷² Таваницу су патентирали 1908. године Вилхелм Хербст и Емил Дикмен. Њену примену пратила су оспоравања и седмогодишњи судски процеси које је проналазач Хербст водио са великим бројем плагијатора свог система; сматра се да их је било 42 (Ацовић, 1926).

⁷³ Примењена је на згради Извозне банке на Теразијама, згради Министарства финансија, палати Руски цар, палати Касина на Теразијама, згради задужбини Луке Ђеловића у Карађорђевој улици и многим другим значајним објектима тог доба. Извозна банка на Теразијама завршена је шест месеци раније, захваљујући примени ове међуспратне конструкције. Постављање и бетонирање 1.400 m² површине етаже на овом објекту трајало је седам дана, што је неубичајено кратко време за тадашње прилике (Ацовић, 1926).

крака до 1,5 m они су узиђивани само са једне стране и овакав начин конструисања степеништа представљао је најчешће примењивано решење. Степени су били троугластог попречног пресека, са жљебом на доњој страни, тако да читавом дужином налажу на претходни степен, што је спречавало обртање појединачних елемената и стабилност система.

Кровови стамбених зграда грађени су искључиво од дрвене грађе, а примењивани су конструктивни системи: простог крова, крова са распињачом, кровних столица, или кровних вешалки, што је зависило од величине самог објекта и распореда носећих зидова. Конструктивни системи стандардних дрвених кровова били су у потпуности познати и њихова примена задржала се кроз дужи временски период.

Најчешће примењивани кровни покривач је цреп, који се израђује као раван или жљебљен. Код равног црепа примењује се: просто, густо и двоструко покривање, а за слемена и грбине, користи се ћерамида. Поред глинених покривача, често су у употреби и метални: бакарни лим, цинкани, гвоздени или оловни. Бакарни лим има најбоље карактеристике, али се због високе цене користио најчешће код монументалних зграда. Оловни лим се ретко користио због велике сопствене тежине, високе цене и подложности оксидацији, тако да су код стамбених објеката, од металних покривача, најчешће примењивани гвоздени лимови, цинкани, или поцинковани.

Благо нагнути кровови (1:18-1:25) решавани су применом *дрвеног цемента*⁷⁴, еластичног, битуменозног премаза, који се састојао од дестилисаног катрана каменог угља, коме се додаје 10% уља за мазање и 10% *американске* смоле (Несторовић, 1927). Смеса се загревала и наносила на четири слоја хартије, која је била жилава и наликовала хартији за паковање. Преко хидроизолационих слојева посипан је слој песка дебљине 5cm, па затим шљунка у истој дебљини (слика 24 у прилогу). Изолациони премаз је био жилав, растегљив, а водонепропусан.

⁷⁴ Дрвени цемент је пронашао Семјуел Хауслер 1839. године и користио га за китовање дрвета, па отуда потиче назив овог материјала.

Примена равних кровова изазвала је бурне полемике у стручној јавности и заговорници једног, или другог начина покривања зграда, износили су бројне аргументе, којима су оправдавали своје ставове и уводили нова правила, која опредељују примену једне, или друге врсте крова. У загребачком листу *Технички вјесник*, током 1934. године, публикована је серија текстова под називом *Коси или равни кров*, у коме су стручњаци дебатовали на ову тему.⁷⁵

На стамбеним објектима међуратног периода уграђују се дрвени прозори и врата, изузев на улазу у зграду, где се често постављају метални застакљени елементи. Унутрашња врата у стану имају крила са видним оквирима и испуном од дрвета или стакла, у зависности од намене простора који одвајају. Прозори су дрвени, двоструки са широком кутијом и то тако, да се оба крила отварају на унутрашњу страну (слика 25 у прилогу). Тадашњи градитељи препознали су неопходност усклађивања са климатским приликама и двоструки прозори представљали су стандард, од кога се није одступало⁷⁶. У недостатке једноструких прозора наведена је немогућност доброг заптивања споја допрозорника и крила и знојење стакла. Већ тада је постојала идеја о двоструком застакљивању једноструког крила на размаку 1,5-2,5 cm, што би отклонило знојење и побољшало изолациону моћ једноструких прозора. Проблем који се у том поступку јављао, представљало је постављање стакла уз помоћ стакларског кита у неконтролисаним условима, па се препоручује застакљивање само када је ваздух *потпуно сув*. Иако овакви прозори нису примењивани у домаћим условима, значајни су као претеча данашњих једноструких прозора са термоизолационим стаклом, који су осамдесетих година у потпуности потиснули двоструке прозоре из употребе. Важно је напоменути да су конструкције прозора, које су током

⁷⁵ Један од аутора текста био је и познати београдски архитекта и професор Бранислав Којић. Његов одговор на постављену тему је негирање било каквог ривалитета између једног и другог решења и усвајање оба као равноправна: коси и равни кров (Којић, 1934). У истом часопису загребачки архитекта З.Ј. износи став, да је за мање објекте примеренија примена косог крова, а за веће је економски и естетски оправдана примена равног крова, пошто кос кров код високих објеката не долази до изражаја (З.Ј, 1934).

⁷⁶ *Спољна и унутарња крила затварају ваздушни слој, дакле, рђавог топлоношу, те због тога овакви прозори боље противстају утицају спољне температуре* (Несторовић, 1927: 371).

друге половине 20. века масовно примењиване, имала своја упоришта у патентима и истраживањима, која датирају из друге половине 19. века.⁷⁷

Најчешће примењиване подне облоге у собама су израђене од дрвета: у скромнијим становима од дасака јеле, или смрче, а у луксузнијим од храстовог, или буковог паркета.⁷⁸ Подови у ходницима, кухињама и мокрим чворовима израђују се од тераца, или керамичких плочица. За терацо у луксузнијим становима користе се ситни комади мермера: беле, црне, сиве, или црвене боје, док се у скромнијим условима користи туцаник од стакла, отпаци алуминијума, серпентина, порцелана. Керамичке плочице увожене су из иностранства, а на домаћем тржишту су најчешће коришћене чешке плочице.

Фасадна обрада од вештачког камена пре Првог светског рата је ретко коришћена (Београдска задруга), а *теранова* је била позната само по немачким и италијанским мустрама, али у међуратном периоду они постепено освајају домаће тржиште и постају материјали спољне обраде београдских зграда (Несторовић, 2006).

⁷⁷ Претечу прозора крило на крило патентирао је Фердинанд Сиеринг 1873. године тако што је на крило, које је било већег попречног пресека, поставио мање крило са својим застакљењем и тако добио двоструки прозор са спојеним крилима. Проблеми продувавања између крила и допрозорника решени су постављањем филцаних заптивки на месту њиховог споја.

⁷⁸ Паркет са пером и жљобом, постављен укосом, под углом од 45°, на потплатоснице од летава, називао се *Американер*. *Француски* паркет представљао је начин постављања паркетних дашчица где је за подлогу коришћен грејани асфалт, а најчешће је примењиван преко бетонске међуспратне конструкције.

III.2.2 Развој грађевинске регулативе

Усклађивање и унификација грађевинских прописа, после Првог светског рата, новоформиране државе Краљевине Југославије била је неопходан корак у формирању јединственог грађевинско правног основа. Усаглашавање прописа је започето објављивањем *Југославенске техничке терминологије* 1920. године и настављено објављивањем садржаја будућег закона 1925. године. *Грађевински закон*⁷⁹ је ступио на снагу 16. јуна 1931. године, 35 година после *Закона грађевинског за варош Београд*. Обједињавао је области планирања, уређења и грађења објеката и као такав био је садржајнији, свеобухватнији и прецизнији од претходног. Непромењен, био је у употреби до завршетка Другог светског рата, када добија нове одредбе и допуне и као такав се примењује до 1965. године. Нови Грађевински закон из 1931. године био је подељен на четири дела: 1. градови и варошице, 2. села, 3. индустријска и рударска насеља, бање и лечилишта, климатска и туристичка места, 4. прелазна и завршна наређења. Први део подељен је на: опште одредбе, уређајне основе, уређајне прописе, хигијенске прописе, техничке прописе, уређај градилишта, парцелацију, комасацију и грађевине.

Са становишта истраживања стамбеног фонда, значајни су делови закона у којима су одређени хигијенски и технички прописи. Новим законом одређене су минималне висине просторија у зависности од функције објекта. Стамбене просторије у сутерену и на мансарди морају имати минималну висину од 2,5 m, у приземљу 3,0 m, на спратовима 2,8 m, а за домаћинске сврхе 2,25 m. У закону је најављено прописивање норми и допуштених напрезања грађевинских материјала, као и оптерећења грађевинских конструкција.

Прописани су материјали за израду зидова за становање: природан или вештачки камен, бетон, или ојачани бетон и опека. Бондрук није у потпуности избачен из употребе, законом је остављена могућност његове примене само у насељима мале изграђености, али тако да сви унутрашњи дрвени делови буду омалтерисани читавом површином. Дрвене зграде и зграде од ћерпича, непечене

⁷⁹ Службене новине бр. 133-ХЛП од 16. јуна 1931. године

опеке, или набоја, дозволиће се *изузетно према месним приликама* (члан 37). Нови закон први пут је уврстио бетон и армирани бетон као материјал за израду конструкције, али уз обавезу израде статичког прорачуна.

Таванице изнад и испод перионица, купатила, радионица, дућана, магацина морају бити израђене у масивној конструкцији. Дрвене таванице у зградама за становање морају бити двоструке и испуњене чистим и несагоривим материјалом, а плафон код овакве конструкције, у стамбеним просторима, мора бити омалтерисан.

Кровови морају бити покривени несагоривим материјалом. Дрвени покривач дозвољен је само у изузетним случајевима.

Степенице морају бити направљене од несагоривог материјала, добро осветљене, озидане масивним зидовима, са таваницом сигурном од пожара и могу служити за највише четири стана на једном спрату. Минимална ширина крака је 110 cm, а у сваком нижем спрату њихова ширина се повећава за 10 cm.

Тридесете године 20. века биле су значајне за развој грађевинске регулативе, не само због усвајања *Грађевинског закона*, већ и због низа грађевинских норми, које су следиле у наступајућем периоду. У децембру 1931. године објављене су норме за портланд цемент, а у јануару 1932. године норме за опеку од глине, и опеку од креча и песка. Велику новину у нормама за опеку представља нови формат, по угледу на немачки, који је и данас актуелан (25/12/6,5 cm)⁸⁰. Поред димензија опеке, прописана је чврстоћа на притисак и одређене су пробне коцке на којима се поред чврстоће мора проверавати и упијање воде, постојаност на мразу, прскање услед садржине креча. Стари формат може се користити током 1932. и 1933. године, али мора задовољавати новоуспостављене норме. По истеку овог рока, може се користити само нови формат опеке.

Током 1932. године усвојене су норме за различите материјале који се примењују у грађењу: за опеку, трску, ломљени камен, плоче од гипса, армирани бетон, за округло гвожђе и др. Поред норми које се односе на материјале, прописи

⁸⁰ Норме за опеку. Бр. 44309-31 од 13. јануара 1932. године

су обухватали и оптерећење у зградарству: дефинисање сопствене тежине, покретно оптерећење, притисак ветра, оптерећење снегом.

У јуну 1932. године објављена су *Општа упутства за израду уредбе о извођењу регулационог плана и грађевинског правилника*.⁸¹ Други део овог документа, који се односи на *Грађевински правилник*, подељен је на: прописе о градилишту, прописе о извођењу грађевине и завршне одредбе. Прописи о извођењу грађевине садрже: техничке прописе, хигијенске прописе, естетске прописе, безбедносне прописе, заштиту суседних односа и остале прописе.

Иако се новим законом ограничава градња зидова од набоја, у правилнику је одређена минимална дебљина оваквих зидова: 0,6 m, уколико су носећи и 0,45 m, уколико су преградни. Бондручна конструкција је новом уредбом детаљно описана и елементи конструкције су димензионисани, иако се не препоручује и ограничава израда оваквих кућа.

Правилником су одређене врсте таваница које се могу применити на зградама: од балвана, дрвених греда тавањача, дрвених тавањача између челичних носача, дрвених двоструких таваница. У масивне таванице убрајају се: таванице од опеке између гвоздених носача, таванице у облику сводова израђених од опеке, таванице од армираног бетона или *од које друге савремене конструкције, која је опробана и даје сигурно јемство за сталност* (Општа упутства, 1932: чл.15). Тенденција напуштања дрвених међуспратних таваница сагледава се кроз одређивање грађевинских зона у којима се могу постављати овакве конструкције. За армирано-бетонску таваницу морао је постојати статички прорачун и њена примена је била обавезна према таванском простору, код објеката који имају три и више спратова и код великих јавних објеката. На овај начин армирани бетон је постепено уведен у грађевинску делатност и временом је у потпуности потиснуо дрвене међуспратне конструкције из употребе.

Новину у формирању међуспратних конструкција, која је Правилником дефинисана, представља увођење хоризонталних серклажа у главним зидовима, за

⁸¹ Општа упутства за израду уредбе о извођењу регулационог плана и грађевинског правилника. Службене новине бр. 166-LXXIII од 27. јула 1932. године. У даљем тексту: Општа упутства.

укрућење конструкције. Препоручује се израда од армираног бетона, а само у случајевима лоших економских прилика, дозвољава употреба гвоздене стеге од кованог гвожђа, а забрањује употреба дрвених котви. Увођење обавезе формирања хоризонталних серклажа представљало је значајну новину, чиме је сигурност грађевине подигнута на виши ниво.

Кровови морају бити покривени покривачем од несагоривог материјала, а само изузетно, дозвољавају се лако запаљиви материјали, попут дрвета и сламе: у *крајњој оскудици другог материјала и под нарочитим условима* (Општа упутства, 1932: чл.16). Из Норми за оптерећење у зградарству сагледавају се врсте покривача које су примењиване у то време: раван и жљебљен цреп, шкриљац, етернит, који је назван и вештачки шкриљац, катранисана кровна хартија, раван и таласести лим, стаклени кров са гвозденим *ћерчивом*⁸² и армираним стаклом. Новитет представља примена равног крова, који се у нормама за оптерећење помиње као кров од *дрвеног цемента*.⁸³

Степеништа у зградама су кроз Правилник детаљније описана; одређен је поступак димензионисања степена (према формули $2h+b=61-65$ cm), што представља још једну новину у домаћем законодавству. У зависности од положаја у згради, прописане су граничне димензије: главне степенице максимално $h/b=16/29$ cm, споредне степенице $18/26$ cm, подрумске и таванске $20/25$ cm.

У делу Правилника који се односи на техничке прописе, описани су и темељи, подруми зграда, димњаци, ложишта, громобрани, ходници, ризалити и подножја зграда, балкони и галерије, дућански портали и ормани за излоге, окна за убацивање дрва, прозори, улазна врата, дократи и веранде.

Хигијенски прописи зграда за становање, садрже податке о минималној величини стана, услове које морају задовољити станови у подруму и на тавану, осигурање од влаге, прозори, перионице и глачаонице за рубље, нужник, нужничке јаме, помијаре, ђубришта, бунари. Дефинисане су просторије минималног и оптималног стана и постављени стандарди за пројектовање зграда.

⁸² оквир

⁸³ термин је објашњен у претходном поглављу

III.3 Период од 1946. до 1960. године

Проблема огромног стамбеног дефицита, у послератном периоду, држава, као носилац највећег дела стамбене изградње, покушава да пронађе у новим ефикаснијим технологијама. Од наслеђеног традиционалног начина грађења, ослоњеног у целости на занатску привреду, до краја овог периода, развиће се постепено први системи монтажне, префабриковане градње.

III.3.1 Развој конструктивних система и техника грађења: нове технологије за масовну стамбену изградњу

Послератни период, до шездесетих година, није изнедрио значајне промене у техникама градње и као такав представљао је континуитет предратних градитељских усвојених система, али оно што је издвојило овај период у односу на претходни, јесу предуслови који су тада створени, а који су омогућили, да се у наступајућим годинама одиграју значајне промене на пољу грађења.

У првим послератним годинама настављене су традиције грађења из предратног периода, што је значило континуитет у примени масивних зиданих конструкција, са пуном опеком као основним материјалом (слика 26 у прилогу). Иако су се одмах по ослобођењу препознале потребе за променама, које би убрзале и модернизовале грађење, а што су друге европске земље већ примењивале, оне су у домаћем грађевинарству изостале у првој послератној деценији, преваходно због тешке економске ситуације и ратом уништеног грађевинског сектора.

У овом периоду, масивни зидани склоп зграда формиран је применом пуне опеке, са уобичајеном дебљином зидова од 38cm и 25 cm. Несташица опеке и креча, непосредно после рата, проузроковала је да се 1949. године изда упутство о штедњи ових материјала и уведу ограничења у дебљинама зидова.⁸⁴

⁸⁴ У Службеним вестима у часопису Изградња (бр.3,1949) назначено је да се дебљина зида од 38cm може користити само у *крајње оправданим случајевима*.

Стручна јавност је током педесетих година била упозната са термичким предностима шупље опеке и блокова, али њихова примена у овом периоду није заживела, иако су се у техничким часописима појављивали текстови о квалитетима ових производа. Неповерења јавности изазвана су неправилним уграђивањем елемената, тако што су формиране отворене шупљине по ширини преграде, па су овакви зидови критиковани и оспоравани у дневној штампи. Оно што је требало да буду преимућства ошупљених елемената (заробљени ваздух као термоизолациони слој) постали су недостаци, услед погрешног уграђивања.

Међуспратна конструкција код зиданих зграда најчешће је ситноребраста, полумонтажна, или ситноребраста ливена на лицу места (Павиљони на Тошином бунару, зграде у Цвијићевој). Таваница Хербст, која је у међуратном периоду најчешће примењивана, у послератном периоду је оспоравана и коначно замењена таваницом Авраменко, која суштински представља само корекцију овог система. Плагијаторство које је пратило Хербст таваницу од самог настанка, 1908. године, настављено је и у овом периоду. Замерка Хербсту, између осталог, била је и та, што не дозвољава несолидан рад у производњи гредица (Грађевинско предузеће Београд, 1948). Таваница Авраменко, аутора Андрије Авраменка, препоручена је решењем Министарства грађевина од 22.12.1948. године за првенствену употребу (слика 27 у прилогу). Друге полумонтажне ребрасте таванице, које су поред Авраменка често коришћене, биле су: Хурдис, Рапид, Стандард, Кат.⁸⁵

Изградња објеката на Новом Београду започела је непосредно после Другог светског рата, али проблеми са којима су се суочили градитељи, превазилазила је техничку опремљеност, којом је располагало домаће грађевинарство. Нестабилан, подводни терен Новог Београда захтевао је сложеније системе фундаирања и механизацију која није постојала у послератном домаћем градитељству. Постојеће машине за побијање шипова биле су недовољне за обимније грађевинске радове, а није било довољно средстава за набавку нових. Патенти за Френки и Штерн шипове и машине које су при том коришћене,

⁸⁵ Стандардбетон, комбинат за производњу и монтажу грађевинских елемената, је у 1957. години производио шест типова полумонтажних и монтажних међуспратних конструкција, које су у свом склопу имале шљако или бетонске блокове.

превазилазиле су економске могућности осиромашене државе, која је преузела на себе колективну стамбену изградњу.⁸⁶ У тражењу нових, јефтинијих решења, посегло се за искуствима грађења у Алжиру, где су подизани објекти на песковитом тлу, без коришћења шипова, темељењем на бетонској плочи.⁸⁷

Кровови код стамбених објеката, који су грађени непосредно после рата формирану су као четвороводни са дрвеном конструкцијом. Сложенија израда равних кровова захтевала је професионалну уградњу, која је у овом периоду изостала, због организовања извођачког посла кроз радне акције. Најчешће примењивани материјали за покривање косих кровова су: цреп, етернит, салонит и раван лим.

Актуелне мере штедне у свим сегментима грађења, допринеле су да Министарство грађевина ФНРЈ донесе, 1947. године, прве нормативе (привремене прописе) којима су регулисани одређени сегменти масовне стамбене изградње. На основу испитивања које је извршио Институт министарства грађевина публиковани су типски пројекти за мале, средње и велике станове.

Савезна планска комисија 1947. године, у циљу рационалнијег грађења, доноси решење о обавезној типизацији прозора крило на крило, према којој су установљене две димензије крила, које су се могле комбиновати (64x128 и 64x64 cm). Одредбе овог документа морале су се поштовати на читавој територији ФНРЈ (Станковић, 1994).⁸⁸

⁸⁶ После ослобођења располагало са само две макаре, које су биле недовољне за обимније грађевинске радове. Према речима Љубе Илића, тадашњег помоћника министра грађевина који је био задужен за изградњу Новог Београда, прве машине за побијање шипова биле су ратни плен одузет од Немаца. Касније се испоставило да су оне украдене у Данској и Белгији и да се за њих мора плаћати најамнина, 36 белгијских франака по метру дужном шипа. Према речима Љубе Илића, Борис Кидрич је лично забранио даљу употребу шипова, после израде темеља зграде Председништва, због високих дажбина које су пратиле њихову примену. (Илић, 1983).

⁸⁷ Овакав начин финансирања примењен је на згради државног хотела (касније хотел Југославија), започетој 1948. године, која је изграђена као касетирани пловни објекат, финансиран на армирано-бетонској плочи и положен у нанос муља (Ристановић, 2009).

⁸⁸ Две године касније усвојени су привремени стандарди типова прозора и врата према обрасцима ГИС-1 и ГИС-2 који су пружали већу могућност комбиновања прозорских крила (Станковић, 1994).

Године 1958. донесена је *Одлука о рационалном пројектовању и економичној изградњи стамбених зграда и станова*, и овим документом извршена је категоризација станова и дефинисан ниво њихове опремљености.⁸⁹ Станови су подељени у четири категорије: прву су представљали најбоље опремљени станови, а четврту најлошије. Према овом документу, може се сагледати материјализација стамбених јединица и финализација многих елемената склопа зграде.

Предвиђени покривач зграде са становима који припадају првој и другој категорији, био је ливени асфалт, трећој цреп, или салонит, а четвртој искључиво цреп. Дозвољава се примена и других материјала, али њихова цена не сме бити већа од наведених. На овај начин, сугерисана је и форма крова, где се код прве две категорије прописује могућност примене равног крова, а у трећој и четвртој само косог крова.

Истим документом, прописана је примена мањег броја различитих прозора по стану, уз обавезу усаглашавања мера стакала код свих типова, тако да им ширине буду исте, а дозвољава се коришћење само две различите мере за висину. Прописане су и врсте дрвета које се могу користити за спољашња и унутрашња крила, као и застори који се могу применити, у зависности од категорије станова. Еслингер ролетна могла се поставити само на прозорима соба које су на сунчаној страни, или на главној фасади за прву категорију станова, а на остале прозоре соба уграђивала се платнена ролетна. Услови за постављање застора су поштравани, како се повећавала категорија станова, да би у четвртој категорији била дозвољена примена платнених ролетни само на прозорима соба, који су постављени на главној фасади. Према истој одлуци, прописана су врата на улазу у стан и у унутрашњости стана, као једнокрилна дуплошперована, са разликама у окову и финализацији у односу на категорију стана.

У настојању да се пређе на индустријску производњу столарије, Савет за грађевинарство Народног одбора града Београда поверио је Институту за испитивање материјала НРС израду Упутства за типизацију прозора, које је

⁸⁹ Службени гласник НРС, бр.21/58. Збирка одлука Народног одбора града Београда о стамбеној изградњи, Збирка прописа НР Србије бр.11, Народни одбор 1958, Београд.

усвојено крајем 1959. године.⁹⁰ Упутство је рађено за двоструке прозоре са узаним размаком крила. Предвиђене модуларне ширине прозора су биле: 8, 14, 18, 21 и 27 М, а висине 9,12,15 и 16 М. Предвиђена је примена платнене ролетне, као најјефтиније решење заштите од сунца, а друге могућности заштите се не помињу.

Подне облоге у становима, који су финансирани из државног сектора, такође су прописане према категорији стана. Храстов паркет друге класе, као највиши дозвољени ниво облоге, могао се применити на собама и у претсобљима прве категорије станова и постављао се најчешће на слепом поду. У мокрим чворовима и кухињама дозвољавала се уградња керамичких плочица друге класе, за прву категорију станова. Градација подова у четвртој, најнижој категорији, завршавала се лађарским, небојеним подом, постављеним на потпатоснице у сувом шуту и цементном кошуљицом у мокрим чворовима и кухињи.

До 1955. године, производио се искључиво храстов паркет, а тада почиње производња и буковог. Три године касније (1958) започиње производња ламелног паркета, али његова примена није прописана наведеном одлуком (Стефановић, 1967).

Обрада фасаде, према истом документу, разврстана је по категоријама станова и као највиши ниво финализације, усвојена је примена *теранове* на главној фасади, а на споредним, продужни малтер прскан мешавином камена, цемента, креча и боје. Сокла се израђује од вештачког камена. Градација фасадне обраде, завршава се зградама са четвртом категоријом станова, где се све фасаде раде као споредне у првој категорији и сокла израђује од цементне кошуљице.

Осавремењавање грађења на традиционални начин, започело је применом клизне оплате 1958. године, префабриковане челичне конструкције, која је заменила дотадашњи систем дрвених оплата (слика 28 у прилогу). Израда једне спратне висине зидова трајала је један дан, што је представљало значајну уштеду

⁹⁰ Упутство о типизацији прозора, Београдске новине, службени орган града: година V број 10, 12.11. 1959. Београд

времена, у односу на систем старих оплата.⁹¹ Још једну новину у изградњи стамбених објеката, представљало је коришћење преносних оплата, којима се ефикасно решавао проблем грађења у старом делу града.⁹²

Преломни тренутак за прелазак на монтажно грађење, било је патентирање домаћег преднапрегнутог скелетног монтажног система ИМС, 1957. године, од стране инжењера Бранка Жежеља и Института за испитивање материјала (слика 29 у прилогу).⁹³ Бранко Жежељ је имао преко 30 одобрених патената код нас и у иностранству, у периоду од 1951 до 1994. године. Он је преднапрезање примењивао у изградњи великих индустријских објеката, у мостоградњи, у изради решеткастих кровних конструкција, у крову Хале један Београдског сајма, али је највећу славу стекао проналаском монтажног скелетног система ИМС, који је примењиван у станоградњи од 1957. године. Значај његовог истраживачког рада није само у домену проналаска новог конструктивног система, већ и у патентирању опреме за преднапрезање, пошто плаћање лиценцираних уређаја, због тешке економске ситуације није било могуће (Петровић, 2010).

Индустријализација грађења пропагирана је и препоручивана већ Првим петогодишњим планом, али прихватање новог система пратило је неповерење и оспоравање стручне јавности. Аутор Жежељ наводи да је систем усвојен тек на иницијативу градоначелника Београда Милоша Минића, који је донео одлуку да се примени као екперимент у градњи 2.000 станова на Новом Београду (Жежељ, 1984).

Иако је патентиран крајем педесетих година, своју пуну примену систем је достигао тек почетком шездесетих година, што се узима као почетак увођења

⁹¹ Помоћу овог система, међу првима, су изграђени солитери у Булевару Револуције, пројектанта Иве Антића. Извођење објеката радило је грађевинско предузеће Рад у периоду 1958-1960.

⁹² Први пут су примењене у изградњи четири солитера у Рузвелтовој улици 1958. године, а концепцију система оплата и извођење објеката је реализовало грађевинско предузеће Трудбеник. Оплата је подизана уз помоћ покретних кранова који су монтирани у лифтовском окну и подизани свака три спрата (клетер кранови), зато што предузеће није располагало торањским дизалицама, који би били постављени поред објекта (Јевђовић, 1973).

⁹³ Преднапрегнути бетон се појавио у Француској непосредно пред Други светски рат, али код нас није изучаван нити примењиван све до увођења овог начина грађења у домаћу праксу иновацијама овог конструктора.

монтажног грађења у стамбену изградњу. Подаци из 1962. године показују да је процентуално учешће традиционалног начина грађења и даље било на највишем нивоу (78,3% изграђених станова), примена полумонтажног система присутна је била код 15,5%, а монтажног код 6,2% станова (Јарић, 1963).

Период после Другог светског рата са становишта грађења представљао је у стамбеној изградњи континуитет старих традиционалних техника грађења, али уједно, то је време рађања напредних техничких идеја, које су реализоване у наредном периоду, а које су у потпуности промениле домаће грађевинарство.

III.3.2 Развој грађевинске регулативе

Грађевински закон Краљевине Југославије из 1931. године формално је суспендован 1946. године *Законом о неважности правних прописа донетих пре 6. априла 1941. године и за време непријатељске окупације*. Међутим, у недостатку нових прописа, а с обзиром на карактер закона, који је у основи градитељски и није био у супротности са Уставом нове Југославије, примењивао се у пракси и у наредном периоду и служио је као основа за израду нових прописа. Квалитет старог Грађевинског закона није оспораван и требало је да послужи као полазиште за израду новог закона, допуњеног новим захтевима.

Иако је препозната важност конституисања новог закона и начелно постављена временска одредница његовог доношења (1946. година), конкретна реализација је изостала, што је за последицу имало неуређеност у процесу урбанизације градова, а нарочито села, у периоду послератне обнове.

Министарство грађевина коначно прекида период законски нерегулисаног грађења и предлаже, а Влада ФНРЈ усваја 1948. године: *Основне уредбе о грађењу, Уредбу о грађевинској инспекцији и Основне уредбе о пројектовању*. Годину дана касније, усвојена је и *Основна уредба о генералном урбанистичком плану*.

Уместо целовитог закона, на савезном нивоу, који би поставио општа правила грађевинске струке, што је садржао стари Грађевински закон из 1931. године, усвојени су парцијални прописи *без концепта о цјелини материје и осјећаја за континуитет струке* (Крстић, 1987: 23). Донесене уредбе нису

садржале општа правила за изградњу зграда, што је стари закон такође садржао, што је довело до тога да се ингеренције са државног нивоа, оличене у законским одредбама, спуштају на ниво техничких мера и стандарда, који су доношени на основу Закона о стандардизацији (Крстић, 1987: 286). Законским актима није регулисана суштина архитектуре- архитектонско дело: објекат, зграда, већ поступци- радње и односи актера изградње.

У периоду после Другог светског рата, у циљу регулисања техничких поступака изградње, донесени су Привремени технички прописи (ПТП) којима је обухваћена проблематика: фундација, оптерећења зграда, грађење путева, техничка документација и материјали: бетон и армирани бетон, зидови од опеке, дрвене конструкције, и др. Они су, у овом периоду, представљали главну смерницу у процесу материјализације објеката и њихове изградње.

III.4 Период од 1961. до 1975. године

Одступање од традиционалних техника грађења и прихватање принципа индустријске производње станова, који су већ примењивани широм света, обележје је шездесетих година у домаћем грађевинарству. Императив масовне изградње, наметнут потребама новоформираног градског становништва, проузроковао је драстичне промене у грађевинарству, које су биле нужне да би се реализовале новонастале стамбене потребе. У току овог периода, постигнута је најинтензивнија изградња, што указује, да је целокупан систем стамбене продукције, од планирања, финансирања, организације, закључно са примењеном технологијом, био врло ефикасан.

III.4.1 Развој конструктивних система и техника грађења: нови концепт грађења - индустријализација и префабрикација

Предности индустријског начина грађења, остварене кроз смањење ручног рада, бржу и ефикаснију изградњу, бољи квалитет уграђених елемената произведених у квалитетнијим условима, захтевале су виши степен механизације, обучену радну снагу, већа инвестициона улагања у производне програме и опрему. Предуслов новог система грађења била је стандардизација елемената и модуларна координација. Прихватање новог концепта изградње наступило је одмах после Другог светског рата, а петнаестогодишњи послератни период представљао је изградњу предуслова за остварење те идеје.

Током шездесетих и седамдесетих година, на територији Југославије, реализовано је неколико монтажних, или полумонтажних система, који су са већим, или мањим успехом примењивани у стамбеној изградњи. Императив индустријализоване градње наметнуо је грађевинским предузећима потребу за стварањем сопствених, аутентичних система грађења, којим ће се наметнути грађевинском тржишту. Свака већа грађевинска радна организација, која је имала научни сектор и стекла углед у производњи станова, покушавала је да осмисли свој полупрефабриковани или префабриковани систем који ће примењивати у изградњи зграда. Они су обично имали упориште у већ познатим концепцијама иностраних система, који су прилагођавани домаћим условима и могућностима. Настајали су за релативно кратко време, врло брзо су примењивани у пракси и обично су временом мењани и иновирани, када се у изградњи показивала мањкавост система. Једини систем који је настао научно-истраживачким радом и иновацијама домаћих конструктора и који је масовно примењиван у пракси од стране свих значајних грађевинских предузећа и који је опстао на тржишту стамбене изградње кроз дужи временски период, био је систем ИМС.

Републичка привредна комора- Савет за грађевинарство је крајем 1963. године организовала прикупљање података о домаћим монтажним системима који се примењују у стамбеној изградњи Србије и образовала стручну комисију, која је требала да анализира и оцени њихов квалитет, предложи могућа унапређења и

усмери њихов даљи развој, а све у циљу стимулесања оних система, који одговарају домаћим условима. Резултати овог истраживања публиковани су 1967. године у књизи *Домаћи монтажни системи стамбене изградње* (1967) и на основу њих, може се сагледати степен индустријализације грађења, средином шездесетих година.

Констатовано је да се у Србији примењује 13 различитих, у највећем броју оригиналних монтажних система, од којих су само четири имала већу практичну примену, док су остали били у експерименталној, или почетној фази развоја. Они се могу систематизовати према усвојеном конструктивном склопу и примењеним материјалима на: армирано бетонске скелетне системе, панелне армирано бетонске и панелне системе од ошупљених опекарских елемената. Највећу примену имали су: скелетни систем ИМС, панелни системи Трудбеник, Неимар Београд и ЈУ 61 Чачак.⁹⁴ Системи ИМС и ЈУ-61 показали су квалитативни искорак у односу на остале, зато што су имали стационаране фабрике-бетоњерке за производњу елемената и ливење су вршили у металним калупима.

Димензије и тежина монтажних елемената обично су биле условљене расположивом механизацијом за подизање терета, коју имају грађевинска предузећа. Фасадни панели се, код скоро свих система, раде као парпетни, вишеслојни елементи, са термоизолацијом у средишњем делу. Преградни зидови се код већине система израђују на традиционалан начин, изузев код система Трудбеник, Неимар и ЈУ-61. Уграђивање фасадне столарије пре монтаже елемената примењивано је код неких система, али се од тога одустало због проблема који су настајали у том процесу. Закључено је, да је опште обележје свих система усвојена монтажна конструкција зграде, са већим или мањим степеном финализације. Међутим, по завршеној монтажи, спроводи се читав низ завршних грађевинско-занатских и инсталатерских радова на традиционалан начин, што девастира основну идеју префабрикације и неповољно утиче на број ангажоване радне снаге и временски ток изградње.

⁹⁴ По систему ИМС изграђено је 16.000 станова на територији Србије (за период од десет година), 4.000 станова у панелним монтажним системима (за период од пет година) и 1.000 станова у панелним опекарским системима (*Домаћи монтажни системи стамбене изградње*, 1967)

Шездесетих година, постојале су идеје о рејонизацији производње монтажних елемената на територији Србије, тако што би се оформило седам центара уз веће градове, који би покривали подручје у кругу од 100 km пречника, како би се постигла равномернија имплементација индустријских система грађења на читавој територији републике и избегли трошкови и компликације транспорта елемената на даљину.

Сумирајући искуства стамбене изградње у овом периоду, а изузимајући мањи број изграђених насеља и објеката, намеће се закључак да је примена индустријске префабрикације у домаћим условима изостала. Шездесете године и почетак седамдесетих, обележила је масовна примена монтажних система, међутим, у највећој мери, она је подразумевала претходну производњу конструктивних елемената, а у ретким случајевима и осталих елемената материјализације. Њихова производња најчешће није вршена у фабричким условима, већ на самом градилишту, што је у супротности са основним поставкама ефикасног префабрикованог грађења.⁹⁵ Конструктивни склоп зграде најчешће је формиран комбинацијом монтажног и традиционалног грађења, тако што је примена префабрикованих елемената рађена од нивоа приземља, док су подрумски делови ливени на лицу места. Илустративан је пример једне зграде у блоку 23, код које је подрум ливен на лицу места, приземље је комбиновано, типски спратови су монтажни (рађени у ИМС систему), а поткровне етаже ливене на лицу места. Фасада у лођама је зидана фасадном опеком, а главне фасаде су биле монтажне (Радовић и Милојев, 1978).⁹⁶

Неоспорни недостаци, који су пратили имплементацију монтажног грађења, не могу умањити значај који је она имала на општи развој грађевинарства у то време. Напредак технологије грађења обележио је све сегменте грађевинарства и може се пратити кроз различите показатеље: развој

⁹⁵ Сама по себи, префабрикација не дефинише организацију производње, она може бити и занатска и индустријска. Међутим, ефикасна је само ако је индустријска, а то значи да цео рад од програма преко пројекта до готовог објекта треба да тече у складу са захтевима које намеће индустријска организација рада (Трбојевић, 1982:78).

⁹⁶ Извођач наводи да су били принуђени да на изградњи ламеле активирају шест кранова како би постигли динамику изградње (Радовић и Милојев, 1978).

технологије грађевинских материјала, унапређење средстава за рад, развој технолошких поступака изградње, организације рада и сл.⁹⁷.

III.4.2 Системи префабриковане градње

III.4.2.1 Систем ИМС

Патентирање система ИМС представљало је коначно остварење идеје о индустријализованој монтажној изградњи, која је пропагирана одмах после рата, а своју реализацију доживела крајем педесетих година. Прва стамбена зграда пројектована у овом систему реализована је током 1957-1958. године у блоку 1 на Новом Београду и била је експериментални објекат новог, монтажног система⁹⁸.

Систем ИМС је монтажна, скелетна, армиранобетонска, преднапрегнута конструкција, коју чине стубови висине до три етажe, касетиране армирано бетонске таванице и конзолне плоче. Распон таванице, ослоњене у два правца, у почетку је био 4,20/4,20 m, а касније се мењао, прилагођавао новим потребама и другим функционалним наменама објеката (слике 30 и 31 у прилогу). Спајање елемената вршило се преднапрезањем каблова, који су се постављали у простор између таваница и кроз стубове, у оба ортогонална правца. Поред основних елемената, систем чине и зидови за укрућење, степенишне плоче и ивичне греде.

После земљотреса у Бања Луци 1969. године јачине осам степени Меркалијеве скале, вршена су истраживања на 17 зграда грађених у ИМС-у и искуства са тих објеката послужила су као полазиште за отклањање недостатака у

⁹⁷ Актери и одлични познаваоци развоја грађевинарства тог времена проф. Момир Краставчевић и проф. Александар Флашар (1984) приказали су унапређење технологија грађења кроз развој технологије бетонских радова (припреме, обраде и преноса бетона), тесарских радова (места израде оплате, материјала оплате, развоја оплате за монтажне елементе), развој средстава преноса и дизања терета на градилишту и др. Дефинисали су кључне догађаје и показали развојне фазе у сваком наведеном сегменту грађења, до половине седамдесетих година, пружајући јасан преглед еволуције домаће грађевинске технологије. Сажимајући појединачне показатеље развоја сагледава се реалност шездесетих година када су се стекли услови за промене у сфери грађевинарства.

⁹⁸ По истом пројекту изведено је више објеката у блоковима 1 и 2 на Новом Београду. Следећа значајне реализације у ИМС систему биле су две стамбене зграде у блоку 21 на Новом Београду. Први објекат је био спратности П+10, са 620 станова, а други је спратности П+4, са јако издуженим, меандрираним габаритом (око 1.000m) и 895 станова.

систему. Снимања на терену су показала да је скелетна конструкција само код једног објекта оштећена, где је дошло до лакшег прскања три приземна стуба.

Систем је базично био заснован на монтажи конструкције, а фасада је могла бити грађена у традиционалном систему, префабрикованом, или делимично префабрикованом. Код првих изведених објеката фасада се састојала од монтажних парпетних елемената, који су формирали хоризонталне траке и прозорских елемената, који су се пружали читавом дужином фасаде.

Новину у изради фасадних елемената представљало је решење на зградама у блоку 28 (популарно назван *телевизорке*), где је формиран спратни монтажни панел са истакнутим прозорским оквирима, израђен од керамзит бетона (слике 32 и 33 у прилогу). На овом објекту први пут је примењен префабриковани панел са отворима, пошто су до тада примењивани само пуни панели спратне висине, или парпетни елементи.⁹⁹

Унутрашње преграде постављају се независно од саме конструкције према функционалним потребама, а њихова материјализација је била различита, неусловљена конструктивним системом. Материјали који су се користили у изради преграда су: стандардна опека, различити ошупљени глинени елементи, гипсане плоче, пенобетони, а примењиване су и монтажано-демонтажне преграде.

Плафони су, од почетка примене система, били повезани са технологијом израде саме међуспратне конструкције и временом су се мењали и прилагођавали новим решењима. Прве таванице биле су затворени касетирани елементи са шупљинама, које су формиране од картонских касета, као изгубљене оплате. Касније се прешло на израду таваница у металним калупима, где су ребра остајала видна, а постављање плафона је рађено преко конструкције од летава за коју су фиксиране гипс-картонске плоче (Кнингипс), или плоче од танког лесонита (Маглич, Фоча), (Копривица, 1984).

Производња елемената система на једном месту, у заједничком бетонском погону, није на почетку реализована због *уских интереса учесника у грађењу*, како

⁹⁹ Изградњом прве југословенске фабрике керамзита у Новом Бечеју 1967. године овај материјал је почео да се примењује у домаћем грађевинарству.

каже сам аутор система. Градилишна префабрикација је функционисала до 1968. године, када је изграђена прва фабрика за производњу бетонских елемената у Новом Београду и тиме реализована основна идеја индустријализоване градње-производња у фабричким условима.

Замерке систему заснивале су се на недоследном спровођењу принципа тоталне префабрикације и пружањем могућности да фасада буде грађена у традиционалном систему. Међутим, временом се показало, да су управо то биле његове предности, захваљујући којима је опстао кроз дужи временски период. Једноставност конструкције и мали број монтажних елемената допринели су формирању једног отвореног префабрикованог система, који је омогућио слободу у архитектонском изражавању и избегао униформисаност индустријализованог грађења.

Жежелев монтажни систем масовно је примењиван у домаћој стамбеној изградњи, током шездесетих и седамдесетих година. Мали је број стамбених објеката на Новом Београду који су изграђени у овом периоду, а који нису били грађени по систему ИМС.¹⁰⁰ Еминентна домаћа грађевинска предузећа градила су објекте применом овог система: Напред, Рад, Трудбеник, Ратко Митровић, Бетон из Новог Сада, Нови Београд, Неимар, 7 јули, Комграп, што је чињеница која довољно говори о масовности његове примене.¹⁰¹

На територији Југославије, до 1983. године применом система ИМС изграђено је око 65.000 станова, а од овог броја само у Београду је изграђено 22.500. Поред примене у југословенском грађевинарству, квалитети ИМС монтажног система доказани су и у Анголи, Грчкој, Египту, Етиопији, Филипинима, Италији, Куби, Мађарској, Русији и Кини. Његова примена није ограничена само на овај временски период, коришћен је и када су у домаћу праксу

¹⁰⁰ Према подацима Института за испитивање материјала у првој деценији примене система (1957-1967) на подручју Новог Београда изграђено је 36 зграда са 8.676 станова, а до 1983. године, према подацима грађевинског инжењера Милана Ђоковића, изграђено је преко 15.000 станова. Сликвито описујући масовну примену овог система исти аутор наводи *да то практично значи да приближно сваки други становник Новог Београда станује у стану који је грађен по овом систему* (Ђоковић, 1985: 39-47). Ван граница ове општине систем ИМС је примењен у изградњи насеља Коњарник, Шумице, Церак-виногради.

¹⁰¹ Највише станова изградило је грађевинско предузеће Напред; за две деценије (1963-1983) изграђено је око 8.000 станова.

имплементирани и неки други монтажни системи, све до почетка економске и политичке кризе деведесетих година.

III.4.2.2 Монтажни систем Неимар 63

Систем је осмишљен током 1962. године од стране стручњака запослених у ГП Неимару, а први пут је примењен 1963. године у изградњи шест солитера на Бановом брду. Током 1964. и 1965. године коришћен је на изградњи дела насеља Браће Јерковић. Монтажни систем се састоји од попречних носећих панела од армираног бетона различитих дебљина, у зависности од спратности и висине 2,63 m. Ширина панела није била дефинисана и зависила је од носивости дизалица, којима располаже грађевинско предузеће које изводи радове. На лицу места изводе се хоризонтални и вертикални спојеви елемената. Међуспратна конструкција код првих изведених објеката грађена је као ошупљена монтажна таваница дебљине 17 cm, а касније је, због једноставности израде, промењена у пуну плочу дебљине 12 cm. Фасадни елементи су рађени као вишеслојни парпетни панели од бетона на спољној страни и сипорекса на унутрашњој страни (слике 34 и 35 у прилогу). Спољашња површина панела на првим објектима обложена је валовитим алуминијумом. Производња монтажних елемената вршила се на градилишту, на отвореном простору, пошто предузеће није имало средстава за изградњу фабричке хале.

III.4.2.3 Монтажни систем Трудбеник

Систем је осмишљен 1964. године, а први пут примењен 1965. у изградњи 16 објеката са укупно 1.000 станова у насељу Браће Јерковић. Конструктивни склоп чине попречни носећи зидови и подужни, који имају функцију укрућења објекта. Израђују се се као монтажни, армирано бетонски панели, дебљине 14 cm, максималних димензија 4,2/2,6 m, што зависи превасходно од расположивих уређаја за монтажу. Таванице су армирано-бетонске пуне плоче, исте дебљине. Спојеви између зидних панела и таваничних, са зидним панелима, остварују се ослањањем и преднапрезањем вертикалним кабловима. Преградни зидови су монтажни, дебљине 8 cm и постављају се пре монтирања таваница. Фасадни

елементи су парапетни бетонски панели, са термоизолациом од таролита укупне дебљине 17 cm (4 +5 + 8 cm). Монтажни елементи изводе се на бетонској писти, на самом градилишту.

III.4.2.4 Систем К-60 и систем КСБ Комграп

Систем је настао у предузећу Комграп 1962. године и састоји се од монтажних армирано-бетонских панела и пуне плоче ливене на лицу места. Традиционалан начин грађења међуспратне таванице усвојен је, да би се у конструкцију поставиле цеви за централно грејање и затим вршило изливање бетона. Фасадни панели су бетонски, монтажни са изолацијом од дурисола постављеном са спољне стране и фасадном обрадом од мозаик плочица, постављеним у процесу префабрикације. Водоводни и канализациони чворови су такође префабриковани.

Разрадом система К-60, настао је нови крупнопанелни систем КСБ 1970. године. Осмишљен је у сарадњи са совјетским стручњацима и не представља ново техничко решење, већ је настао синтезом различитих познатих решења прилагођених домаћим условима (Шелкен, 1973). Унутрашњи зидови су пуни једнослојни армирано-бетонски елементи дебљине 14cm, висине 264 cm, а дужина варира у складу са модулом од 60 cm. Таваница је такође пуна плоча дебљине 12 cm, а фасадни зидови су трослојни дебљине 25 cm (5+6+14), са термоизолацијом у средини (слике 38 и 39 у прилогу). Карактеристика система су зубчати завршеци свих панелних елемената. Спајање се врши варењем анкера суседних елемената и заливањем спојева. Систем је примењен први пут на објектима у Кумодрашкој улици, а затим на изградњи девет кула у блоку 70.

III.4.2.5 Монтажни системи од опекарских елемената

На подручју Војводине, која је богата квалитетном глином за израду опека и где постоји развијена опекарска индустрија, развијали су се монтажни системи, који су користили шупље опекарске блокове, као елементе од којих су формиран зидни и таванични панели. Такав је монтажни систем Монтастан ГП Први мај из

Бачке Тополе и систем Интеграл из Суботице. Код система Монтастан зидни панели су направљени од ошупљених глинених блокова, а таваница је од глинених елемената ТМ-5, који формирају ситноробрати међуспратни панел. Систем Интеграл из Суботице је осмишљен по сличном принципу: зидни панели су формирано од шупљих глинених блокова, а таванични панели од елемената ТМ-3.

III.4.3 Развој грађевинске регулативе

Напуштањем некадашње праксе, да се основне одредбе грађења регулишу највишим актом, у прошлости Грађевинским законом, грађевинска регулатива спушта се на ниво техничких мера и стандарда, које прописује Савезни завод за стандардизацију. Најважнији документ шездесетих година који се директно одразио на начин грађења стамбених објеката, био је *Правилник о минималним техничким условима за изградњу станова* објављен 1967. године (СФРЈ, 1967). Примењивао се за изградњу станова у градским подручјима и, иако скроман по обиму, представљао је заметак многих других прописа, који су из њега касније произашли. Правилник је садржао 21 ставку (на три стране) у којима су најкраће могуће дефинисани сви елементи стана: од просторија, величине стана, материјала и елемената конструкције, преко инсталација, до различитих видова заштите. Овде се први пут помињу нормативи топлотне и звучне заштите, из којих ће се касније развити посебни прописи.

Минимални услови, прописани правилником, значили су да соба најмањег стана не може имати површину испод 12m^2 , да је минимална светла висина стамбене просторије 2,4 m, а подрума 2,1 m, да је минимална трајност зграде 60 година. Овим је промењена *Одлука о рационалном пројектовању и економичној изградњи стамбених зграда и станова* из 1960. године где је прописана минимална светла висина стамбене просторије од 2,6 m, а подрума 2,2 m. Поред тога прописане су минималне висине парапета, ограда, степенишног крака, ширине врата и површине застакљеног дела прозора ($1/7$ подне површине). Укратко су одређени минимални услови заштите од: влаге, топлотне заштите, звучне, заштите од пожара и снега.

Непостојање прецизних законских оквира у пројектовању стамбених зграда, врло брзо је показало своје недостатке кроз реализоване објекте. Постојао је велики број привремених прописа и норматива са циљем да се уведе рационализација у грађењу, што је у пракси довело до униформности објеката, просторног и обликовног осиромашења. Потреба за законски дефинисаним условима и нормативима, који полазе од реалних стамбених потреба, реализована је крајем овог периода, 1973. године, а суштински је показала своје резултате тек у наредном периоду.

Скопски земљотрес 26. јула 1963. године показао је слабости у начину грађења објеката и указао на неопходност постојања законске регулативе у овој области, којом би се катастрофалне последице могле избећи.¹⁰² Истраживања, на лицу места, о понашању различитих врста грађевина омогућила су глобалну систематизацију и оцену појединих система грађења, који су примењивани кроз историју.¹⁰³ Искуства скопског земљотреса допринела су, да се већ следеће године, 1964. донесе *Правилник о привременим техничким прописима за грађење у сеизмичким подручјима* (СФРЈ, 39/1964), који ће важити све до доношења новог, 1981. године.

Неопходност модуларне координације, као предуслова типизираних, префабрикованих градње, наметнула је потребу за увођењем стандарда у овој области. У ту сврху формирана је радна група 1959. године која се бавила овом проблематиком и као резултат њиховог рада настала су 1961. године *Упутства за*

¹⁰² Истражујући последице скопског земљотреса на грађевине, инжењер Ратомир Радојковић наводи: *У ствари, скопска катастрофа представља лабораторијски опит широких размера југословенског грађевинарства у целини, јер су различити грађевински објекти, грађени у разним временским периодима, од различитог материјала, под различитим условима, били изложени дејству снажног земљотреса* (Радојковић, 1964: 1-8).

¹⁰³ Бондручне конструкције, правилно изведене, претрпеле су мања оштећења и то махом на елементима испуне. Старе масивне зграде, зидане опеком у кречном малтеру, са дрвеним таваницама, без серклажа и затега од пљоштег гвожђа, претрпела су знатна оштећења без могућности реконструкције. Новије масивне зграде, грађене после Другог светског рата, претрпеле су већа или мања оштећења, али нису у потпуности уништене. Најлошији пријем сеизмичких утицаја имале су зграде код којих је примењен мешовити конструктивни склоп и препорука је да се такве конструкције не примењују. Код новијих објеката који су грађени у скелетном систему, вршен је прорачун на хоризонтално дејство ветра, па су оштећења на њима била мања, него код осталих конструкција (Радојковић, 1964).

пројектовање станова у модуларној координацији.¹⁰⁴ Године 1969. издат је *Правилник о техничким мерама и условима за изградњу стамбених објеката по систему модуларне координације мера*, (СФРЈ, 26/1969) којим је одређена величина основног модула (1М=10cm), дефинисан положај модуларних равни у односу на зидове, одређени модуларни распони и модуларне конструктивне висине.

Правилници који су представљали почетак студиозног проучавања топлотне и звучне заштите у грађевинарству и који су имали велики значај на даљи развој грађевинарства били су: *Правилник о техничким мерама и условима за звучну заштиту зграда* (СФРЈ, 35/1970) и *Правилник о техничким мерама и условима за топлотну енергију у зградама* (СФРЈ, 28/1970). Проветравање стамбених просторија регулисано је посебним правилником: *Правилник о техничким нормативима и условима за проветравање у стамбеним зградама* (СФРЈ, 35/1970).

Шездесете и седамдесете године биле су изузетно значајне са становишта развоја техничке регулативе. Отворена су нова поглавља у сагледавању свеобухватније проблематике стамбених зграда, што се одразило на побољшање квалитета изграђених објеката, а самим тим и на побољшање сигурности и стамбеног комфора корисника простора. У овом периоду постављени су темељи техничке регулативе, која је временом мењана и иновирана новим нормативима и правилима, пратећи токове савременог грађевинарства.

¹⁰⁴ Радну групу су сачињавали: Мате Бајлон, Милан Злоковић, Бранислав Миленковић, Данило Фирст, Иво Бартолић, Тине Курент, Миладин Прљевић, Ђорђе Злоковић.

III.5 Период од 1976. до 1990. године

Стамбена изградња, поред промена у начину финансирања, доживљава промене и у архитектонском обликовању, што се неминовно рефлектовало и на актуелно префабриковано грађење. Дводеценијску примену монтажних система у домаћој пракси, обележила је једноставност у пројектовању објеката, што је омогућило ефикаснију имплементацију система. Једноставне, компактне, симетричне основе, наглашена хоризонталност фасаде, као карактеристика архитектуре шездесетих година, понављање истих пројеката, омогућили су примену великог броја истих елемената, што је био предуслов рентабилности монтажних система. Матрицу наглашених фасадних хоризонтала, кубичних форми и равних кровова, као обележје шездесетих година, сада замењује разиграна форма, фасадна опека и косе кровне равни.

III.5.1 Развој конструктивних система и техника грађења: префабрикација у условима промена

Половином седамдесетих година дешавају се суштинске промене у поимању изграђеног простора и његовог окружења, што је резултовало новим правцем у архитектури- постмодернизмом. Својим радикалним отклоном од модернизма, постмодернизам усложњава архитектонски израз уводећи елементе историјских стилова, орнамент, симболизам, што се директно рефлектовало на технологију грађења. Колико је модернизам у архитектури својим наглашеним минимализмом, чистим облицима и примарном геометријском формом, погодовао развоју индустријализоване градње, толико је постмодерна архитектура увођењем декоративних, стилских елемената, довела у питање њен даљи развој.

Новину у вишепородичној стамбеној изградњи Београда средином седамдесетих година представља поновна употреба косих кровова, који су у претходној дводеценијској изградњи били потиснути и запостављени.¹⁰⁵ Њихова

¹⁰⁵ Један од првих примера употребе косих кровова на већим стамбеним потезима, било је насеље Нова Галеника, где су архитекте поставиле косе кровне равни са идејом да *умање просторни неспоразум* између солитера и објеката ниже спратности (Бакић, 2011).

примена додатно је закомпликовала префабрикацију поткровних етажа, уводећи велики број различитих елемената, који су се ретко понављали.¹⁰⁶

Примена косих кровова у домаћој архитектури била је повод да Институт за испитивање материјала преиспита могућност системског решавања кровних конструкција у префабрикованом грађењу. Осмишљена су два решења поткровних конструкција, која су примењена у изградњи стамбених зграда у насељима Церак 1 и Церак 2.¹⁰⁷ Оба решења представљала су иновацију ИМС система, али је изостала њихова већа примена у стамбеној изградњи.

До промена долази и у употреби материјала; престаје доминација армираног бетона, који је обележио период модернизма, ревитализују се стари материјали и уводе нови. Постмодерна архитектура гради свој визуелни идентитет повратком на историју и градитељску традицију што враћа фокус на опеку и камен, материјале који својом бојом, текстуром и слогом, комуницирају са прошлошћу.

Актуелност опеке осамдесетих година у домаћој архитектури може се приписати и успешном остварењу насеља Церак-виногради, где је визуелни идентитет у великој мери остварен применом опеке, као фасадног материјала. Повратак традиционално уграђене опеке на фасаде стамбених објеката представљао је и повратак фасадних скела за зидање, што је девастирало основне принципе монтажног грађења.¹⁰⁸ Опадање степена монтажности објеката довело

¹⁰⁶ У изградњи насеља Бањица потешкоћу је представљао велики број монтажних фасадних елемената са 720 типова и 3.500 елемената. Појединачни елементи јављали су се најчешће на завршним етажама и крову, што је отежавало и успоравало серијску производњу и монтирање (Узелац и Кржић, 1978).

¹⁰⁷ Првобитно решење примењено је у насељу Церак 1, где је конструкција крова састављена од линијских носача: греда обрнутог *T* пресека на које се ослањају бетонске рожњаче. Преко њих постављена је дрвена секундарна конструкција (дрвени рогови) са термоизолацијом у међупростору. На Цераку 2 постављене су косе кровне ошупљене бетонске плоче.

¹⁰⁸ Конструкција насеља Церак је монтажна, рађена у ИМС систему, а фасада је зидана опеком у два слоја са термоизолацијом у средишњем делу. Зидање фасаде вршено је на традиционалан начин уз помоћ фасадне скеле. Милан Ђоковић, грађевински инжењер у предузећу Напред, наводи, да су после 1975. године скоро све фасаде на објектима са конструкцијом у ИМС систему биле на исти начин грађене (Ђоковић, 1985).

је до некоришћења постојећих производних капацитета, поскупљивања изградње и продужавања процеса грађења.

III.5.2 Нове генерације система префабриковане градње

Шездесете године карактеристичне су по патентирању великог броја монтажних система, којима су већа грађевинска предузећа репрезентовала своју стручност и иновативност у префабрикованом грађењу и конкуренцију на грађевинском тржишту. Међутим, иако су системи временом мењани и усавршавани они, у највећем броју случајева, нису опстали у пракси кроз дужи временски период и средином седамдесетих година међусобно надметање грађевинских организација кроз пласирање нових система престаје. У посматраном периоду, конкуренцију на тржишту издржали су системи чије су предности доказане у пракси кроз дужи временски период (систем ИМС као патент једне научне институције) и системи које су пласирала велика грађевинска предузећа са ауторитетом и богатим искуством у стамбеној изградњи (Трудбеник, Неимар, Комграп).

Референтна предузећа која нису патентирала своје монтажне системе шездесетих година била су: ГП Напред, који је користио лиценцу система ИМС као и ГП Рад, који је поред тога стамбену изградњу базирао на примени клизних и преносних оплата. Иако је њихов развојни процес током шездесетих година одударао од клишеа осталих великих преузећа, тежња за поседовањем аутентичног система, ни њих није мимоишла. Међутим, уместо развијања сопственог програма, што је било опредељење већине предузећа у претходном периоду, они се средином седамдесетих година одлучују за иностране монтажне системе, чије су патенте откупили и прилагодили домаћим условима. Рад је успешно пласирао на домаће грађевинско тржиште, монтажни систем Баланси, док је Напред покушао да прилагоди систем Дилон домаћим условима, али је изостала његова реализација у пракси.

III.5.2.1 Систем Рад-Баланси

Технологија грађења откупљена је од француске фирме Баланси (Balency) и прилагођена домаћим условима, превасходно са аспекта сеизмичности. Одлука о избору овог система донесена је после вишегодишњег проучавања низа европских индустријализованих програма и истраживања могућности примене у домаћем грађевинарству (Балгач, 1980). Систем је рекламиран као *фабрика за производњу станова* и његова реализација је отпочела 1977. године. То је крупнопанелни монтажни систем, који подразумева потпуну префабрикацију свих елемената зграде: конструктивних и преградних зидова, таваница, инсталационих блокова, степенишних кракова, балконских ограда, венаца, лифтовских кућица (слике 40 и 41 у прилогу). Израда монтажних елемената се обавља у производној хали, која је опремљена свом потребном механизацијом.

III.5.2.2 Систем Напред Дилон

Грађевинско предузеће Напред је дуги низ година успешно изводило објекте користећи и промовишући монтажни систем ИМС, али средином седамдесетих година, донета је одлука о преоријентисању на нови, увозни монтажни систем, непознат домаћој пракси, којим би предузеће било препознатљиво на грађевинском тржишту. Усвајању система претходио је истраживачки рад, стручне дискусије и студије, које су требале да резултују избором најповољнијег и домаћим условима најприхватљивијег решења. Усвојен је крупнопанелни амерички монтажни систем Форест Сити Дилон (Forest Sitty Dillon) који је постојао на тржишту већ 15 година, примењивао се на целој територији САД (њиме је изграђено око 11.000 станова) и извозио ван граница.¹⁰⁹ Састојао се од три подсистема: система конструкције, основног модула (који чини купатило са кухињом и инсталацијама) и лифтовског модула. Конструктивни склоп формирају попречни зидови, као ошупљени панели, на размаку 6 до 7,5 m и

¹⁰⁹ Рекламиран је као систем у коме 400 радника завршава годишње 2.200 станова. Као илустрација може послужити податак да је у то време у предузећу Напред на изградњи 1.600 станова било ангажовано 3.100 радника (Софронијевић, 1978).

преднапругнути међуспратни панели дебљине 10 или 20cm. Тањи панели наливају се бетоном до пуне висине и накнадно се заливају шупљине у зидним панелима.

Напред је купио лиценцу 1978. године, прилагодио систем домаћим условима и модификовао назив у Напред-Дилон. Међутим, примена овог монтажног система је изостала, због великих улагања која су била потребна у изградњу фабрика и опреме, као и због смањења инвестиција у грађевинарству.

III.5.2.3 Монтажни системи код објеката ниске спратности

Иницијатива за увођење монтажних система у индивидуалну стамбену изградњу настављена је и у периоду седамдесетих и осамдесетих година, али за разлику од претходног периода, када је процес остао у оквирима научних студија и појединачних изграђених објеката, реализација овога пута није изостала.

Покретач истраживања у овој области био је Институт ИМС, који је имао афирмисан конструктивни систем за средње и високе објекте и искусан научни кадар, који је читав процес реализовао. Као резултат њиховог истраживачког рада настали су системи: С-50, ГИМС и БИМС.

Систем С-50 био је намењен изградњи објеката спратности: П+1 до П+4 и настао је као надградња стандардног ИМС програма, од стране његовог аутора Бранка Жежеља. Специфичан је по томе, што јединицу система чине четири међуспратне префабриковане таванице димензија 3,60/3,60 m, са осам стубова постављених по обиму. На тај начин дуплиран је основни растер и формирана просторна јединица димензија 7,20/7,20 m, без стуба у средини. Површина оваквог функционалног модула одговарала је површини двособног стана од 50 m². Систем С-50 формирају префабриковани елементи: темељи, стубови, касетиране таванице, степеништа, ивични носачи, балконски елементи и инсталациони блокови.

Генеративни ИМС систем (ГИМС), био је намењен изградњи индивидуалних објеката и кућа у низу. Разрађен је у периоду 1982-1987, а аутори система су били Иван Петровић и Зоран Лазовић. Концепција решења је базирана на примени генеративног система, који укључује познате полазне матрице, чијим

се варијацијама склопова добијају различите финалне структуре, са циљем да се *варијететом понуђених решења одговори варијетету потреба различитих корисника* (Лазовић, 1987: 39). Систем је био усмерен ка унапређењу функционалних карактеристика објеката грађених у ИМС-у, умножавањем могућих решења, како би се задовољио шири спектар различитих стамбених потреба и превазилажењем условљености у пројектовању, коју намеће монтажни систем.

Конструктивни систем БИМС заснован је на принципима преднапрегнутог бетонског бондрука, а намењен је за коришћење у трусним и забаченим сеоским и брдским подручјима, где су смањене могућности коришћења тешке механизације. Састављен је од појединачних линијских елемената: стубова, греда и дијагонала, једноставних за производњу, транспорт и монтажу. Елементи се преднапрезањем спајају у конструктивну целину. Сви остали елементи материјализације објекта не подлежу посебним захтевима система. Међуспратна конструкција може бити формирана од различитих материјала: бетона, монта гредица, дрвених тавањача, дурисола.

III.5.3 Концепт отворене префабрикације и критичко преиспитивање монтажних система

Осамдесете године донеле су нова преиспитивања монтажног начина грађења, са захтевима за формирањем *отворених*, флексибилних система, који пружају веће слободе у пројектовању, грађењу и коришћењу простора. Већину система карактерисала је немогућност варирања елемената ни у оквиру сопствених програма, а могућност комбиновања са другим системима је била у потпуности искључена. Контрадикторност основних поставки префабрикације и новоуспостављених захтева за флексибилношћу система, довела је до преиспитивања приоритета и пољуљала уврежено мишљење да је само тотална префабрикација, одговор на потребе индустријализоване градње. Искуство је показало да што је систем *довршенији*, то је његова *затвореност* израженија. Виталност у домаћој пракси система ИМС између осталог произилази и из недоречености програма у делу фасадних преграда и омогућавање коришћења и

традиционалних и префабрикованих елемената, што се показало временом као позитиван приступ, који дозвољава већу слободу у пројектовању.

Архитекта Петар Адлер, који се бавио истраживањем префабриковане стамбене изградње у Шведској, Данској и Финској, наводи да су основни захтеви, окренути ка отвореној и индустријализованој градњи: *прилагодљиве методе градње и флексибилне методе производње* (Адлер, 2004: 15).

Систем Рад-Баланси критикован је у стручној јавности као затворен, зато што је могућност варирања организационе шеме станова сведена на мали број основа, које су у ствари представљале полазиште, на основу којих је систем и формиран (Чучаковић, 1984). Он је настао на матрици седам испројектованих станова, који међусобном комбинацијом око степенишног простора дају пет различитих ламела, што се сматрало довољном могућношћу избора за домаће потребе. Услед тога није вођено рачуна о димензионалној и модуларној координацији, унифицирању спојева елемената и начину вођења инсталација, што су предуслови увођења отворене префабрикације.

Рад на имплементацији нових захтева у префабриковано грађење у домаћој пракси сагледава се кроз развијање система ГИМС у оквиру Института за испитивање материјала, који је омогућавао квалитетна и разноврсна пројектантска решења варирањем основне понуде елемената, у складу са захтевима и потребама корисника. Овакво каталожко пројектовање развијено је за индивидуалне објекте и представљало је начин превазилажења крутих оквира префабрикованих система, комбиновањем компатибилних елемената у јединствену функционалну целину.

III.5.4 Развој грађевинске регулативе

Осамдесете године биле су кључне за развој техничке регулативе, јер су у том периоду усвојени значајни прописи, стандарди и одлуке у многим областима грађевинарства, који су представљали прекретницу за квалитативно унапређивање стамбене изградње. Године 1980. усвојен је систем стандарда из области термичке заштите објеката, значајан по комплексном сагледавању ове проблематике, а измена и допуна ових прописа наступила је 1987. године. Године 1982. усвојен је систем стандарда из области грађевинске акустике, а ревидиран је и унапређен 1989. године.

Године 1973. донесени су *Услови и технички нормативи за пројектовање стамбених зграда и станова* (Град Београд, 12/1973), у којима се свеобухватно анализира проблематика стамбених зграда и постављају функционални и димензионални услови који се морају поштовати при пројектовању. Документ је садржао шест тачака: опште одредбе, архитектонске услове, обраду и опрему стамбених зграда и станова, инсталације водовода и канализације, електроинсталације, инсталације грејања и проветравања. Архитектонски услови дефинисали су: заједничке просторије у згради, станове, гараже, остале нестамбене просторије, мере противпожарне заштите. Овим условима била је дефинисана структура станова, минималне и максималне површине стана и појединачних просторија као и минималне ширине сваке појединачне просторије, са одређеном одговарајућом опремом.

Ревизија норматива за изградњу станова извршена је 1983. године, доношењем нових *Улова и техничких норматива за пројектовање стамбених зграда и станова* (Град Београд, 32/IV/1983), који су представљали резултат вишегодишњег истраживања Центра за становање ИМС. Прописи су били намењени изградњи станова у условима друштвено усмерене стамбене изградње за територију Београда. Документ је свеобухватно анализирао стамбену проблематику и прецизно дефинисао све параметре стамбеног простора: од норматива за сваку појединачну просторију у стану и згради, организацију и флексибилност простора, спољашње утицаје, инсталације у зградама, опрему и обраду просторија, до економских параметара и техничке документације. Поред

оспоровања дела стручне јавности због крутих норматива које је пропис наметао и ограничавања стваралачке слободе, у наредној дводеценијској стамбеној изградњи они су представљали значајну смерницу ка стварању квалитетног стамбеног простора у Београду.

Године 1984. ступио је на снагу *Закон о надзиђивању зграда и претварању заједничких просторија у станове*, чиме је поступак надградње стамбених зграда у власништву државе *проглашен општим интересом којим се обезбеђује изградња станова под повољнијим условима, рационално коришћење простора и градског грађевинског земљишта и урбанизација градова* (СР Србија, 44/1984). Четири године касније (1988) извршена је ревизија закона, којим је избрисан члан о обавези тражења претходног мишљења станара зграде, на којој се врши надградња (СР Србија, 24/1988).

Ступањем на снагу ових правних докумената наступила је експанзија стамбене надградње, која је за последицу, у многим случајевима, имала нарушавање постојећих услова становања, угрожавање стабилности објеката и девастирање градских амбијената. Хаотично стање у стамбеној изградњи, које је наступило као последица легализације надзиђивања постојећих објеката, прекинуто је формално 1994. године доношењем *Закона о престанку важења Закона о надзиђивању зграда и претварању заједничких просторија у станове* (СР Србија, 46/1994).

Новине које су наступиле у области грађевинске регулативе у периоду 1975-1990. године, нису овим навођењем исцрпљене. Назначени су само они прописи који су утицали на структуру стамбених објеката грађених у Београду и манифестовали се на услове комфора у њима.

III.6 Период после 1990. године

Напуштање принципа друштвено усмерене стамбене изградње и препуштање условима тржишта, проузроковали су промене и у начину конструисања и грађења стамбених објеката. Уместо државе, као носиоца стамбене политике и регулатора тржишних услова, наступају приватни предузетници, који улажу средства у изградњу појединачних објеката остварујући капитал за следећи грађевински подухват. Са друге стране, велика грађевинска предузећа, као носиоци технолошког напретка, бивају препуштена условима суженог тржишта, на коме нема простора за пласирање индустријализованих система. Приватни инвеститори проналазе финансијски интерес у ангажовању мањих грађевинских фирми и у својству предузимача организују изградњу.

Политичке и економске прилике нису биле једини иницијатор промена у стамбеној изградњи. Деведесетих година постмодерна посустаје у свом развоју и архитекте се враћају изворним идејама модерне, али без утопистичких претензија да својим деловањем мењају друштвени поредак. Повратак изворним стилским обележјима модерне двадесетих година, која се у овом периоду имплементирају и у архитектуру Београда, није значило и повратак старих конструктивних концепција. Комплекснији захтеви, у спрези са новим технологијама, стварају другачији приступ решавању структурних проблема стамбених објеката, у односу на период стварања модерне.

III.6.1 Развој конструктивних система и техника грађења: повратак старим технологијама

Базичне идеје префабрикованог грађења засноване на великим серијама и захтевном технолошком поступку у овако постављеном систему појединачне изградње не доживљавају имплементацију и временом се у потпуности напуштају.

Анализирањем стамбене изградње после 1990. године издвајају се два карактеристична периода: током деведесетих година, када су још увек постојала на тржишту велика грађевинска предузећа, која су била носиоци дотадашње

изградње и период од почетка 21. века, када је суштински извршена промена у грађевинској оперативи, одласком многих фирми у стечај.

Почетком деведесетих година оснива се велики број нових грађевинских предузећа, са малим бројем запослених радника, а удео приватних предузећа крајем 1993. године у укупном броју је 78,4%, док је друштвених 8,2%, при чему само 5% запослених ради у приватним предузећима (Ђоковић, 1994).

Урушавање великих грађевинских предузећа трајало је скоро деценију и током деведесетих година донекле су функционисали префабриковани системи, као замајац из претходног периода. Тих година изграђено је насеље Доктор Иван Рибар на Новом Београду, где су радове изводила грађевинска предузећа Рад и Напред, која су имала своје, већ усвојене префабриковане системе и разрађену технологију, коју су и даље примењивала. Почетком новог века предузеће Рад одлази у стечај, а са њим, у историју одлази и систем Рад-Баланси.

Приватизација друштвених предузећа која се одиграла на преласку у нови век представљала је крај индустријског начина грађења и повратак традиционалних зиданих и ливених на лицу места конструкција, унапређених савременом механизацијом и новим материјалима. Конструктивни склоп новоизграђених објеката је комбинован скелетни и масивни систем, што произилази из комплексних сеизмичких захтева, за искључиво зидане зграде и потребе за формирањем гаражног простора у унутрашњости објекта, која намеће скелетну конструкцију. Карактеристично за актуелни начин инвестирања и грађења је смањен асортиман примењених материјала, који чине конструкцију објекта (шупљи блок, армирани бетон ливен на лицу места, лака монтажна таваница) и проширена понуда фасадних материјала, који репрезентују објекат и доприносе његовој атрактивности: облоге од опекарских материјала, фибер-цемента, дрвета, метала. Примена савремених фасадних облога ипак је карактеристична за ексклузивно становање и локације у уђем градском ткиву, док је најзаступљенији финални слој, код већине изграђених објеката, малтер постављен директно преко термоизолације.

III.6.2 Развој грађевинске регулативе

Развој грађевинске регулативе у овом периоду може се посматрати кроз две временске одреднице: почетни период, у коме су ревидирани многи постојећи прописи и стандарди из различитих области грађевинарства и у мањем броју усвојени нови, и период који је наступио у првој деценији 21. века, када је започела синхронизација српских техничких прописа и стандарда, са хармонизованим европским стандардима (ЕН).

Током деведесетих година, извршена је ревизија стандарда из области термичке заштите (у периоду 1990-1998), а крајем осамдесетих година и из области акустичке заштите (1989), што се рефлектовало на овај посматрани период.¹¹⁰ Године 1990. усвојен је *Правилник о техничким нормативима за пројектовање и извођење завршних радова у грађевинарству* (СФРЈ, 21/1990), којим је, кроз осовне дефиниције и смернице, обухваћено 18 различитих група радова. Поред тога указано је на остале правилнике и стандарде који се могу користити у овим областима. У делу *Општи технички услови* ближе су дефинисани завршни радови за: кровове, фасаде и обимне зидове, прозоре и врата, лаке преградне зидове, уградни намештај, под и завршне обраде. Долази и до димензионалних промена у висинама парапета, заштитних ограда, нагиба кровних равни, што се директно рефлектовало на стамбену изградњу.¹¹¹

Потписивањем *Споразума о стабилизацији и придруживању* (ССП) са Европском унијом, 2008. године, наступа период интензивног усаглашавања српских техничких прописа, са хармонизованим европским (ЕН). Према *Закону о стандардизацији* из 2009. године, као основа за доношење српских стандарда користе се, по правилу, међународни стандарди и други сродни документи (РС, 36/2009: члан 12). Према истом Закону, примена српских стандарда и сродних

¹¹⁰ Детаљнији подаци о променама прописа из области термичке и акустичке заштите приказани су у поглављима: Топлотни комфор и Акустички комфор.

¹¹¹ Прапети прозора не смеју бити нижи од 100 см, ограде на терасама, балконима, степеништима не смеју бити ниже од 110 см, а на равном крову, од 120 см. У делу кровова одређени су нагиби кровних равни за појединачне врсте покривача и наглашено да се за другу климатску зону могу користити величине из друге и треће трећине задатог распона. Овим су значајно повећани нагиби кровних равни, који се у пракси нису у потпуности примењивали.

докумената је добровољна, изузев уколико се њихова примена не регулише неким подзаконским актом (правилником, актом, уредбом..). У том случају стандард има статус техничког прописа и као такав има обавезну примену.

У наредном периоду, после потписивања Споразума о стабилизацији и придруживању, усвојен је велики број иностраних стандарда, који немају обавезну примену, или су кроз домаће законске акте стекли статус техничког прописа. Усвајањем *Правилника о енергетској ефикасности зграда* (РС, 61/2011), велики број иностраних стандарда постао је обавезујући, а сам Правилник представља значајан документ, који квалитативно унапређује стамбену изградњу. У исто време ступио је на снагу и *Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда* (РС, 61/2011), којим је проблематика енергетске ефикасности постала незаобилазна у изградњи нових објеката и реконструкцији старих.

Домаћа грађевинска регулатива проширена је и доношењем *Правилника о условима и нормативима за пројектовање стамбених зграда и станова* (РС, 58/2012), првим прописом из ове области, после усвајања *Одлуке о условима и техничким нормативима за пројектовање стамбених зграда и станова*, из 1983. године, која су важила само за град Београд (Град Београд, 32/IV/1983).¹¹²

Имплементација европских прописа, довела је до великих промена у грађевинској регулативи, изменила начине прорачуна звучне и акустичке заштите, поштрила критеријуме у односу на некадашње усвојене стандарде, што је, целовито гледано, имало директне последице на структуру стамбених зграда. Процес који предстоји у будућности, јесте даљи рад на усаглашавању и имплементацији европских стандарда, што ће, с обзиром на оштрије критеријуме у свим областима грађевинарства, утицати на постизање бољих перформанси стамбених објеката.

¹¹² Критику на рачун нових прописа упутио је један од пређашњих аутора норматива (из 1983), Михајло Чанак, наводећи да доношењу правилника нису претходила никаква истраживања већ да су *све одредбе искусно/паушалне* (Чанак, 2012).

IV. ПАРАМЕТРИ СТАМБЕНОГ КОМФОРА И ДЕФИНИСАЊЕ КРИТЕРИЈУМА ЗА ВАЛОРИЗАЦИЈУ СТАМБЕНОГ ФОНДА БЕОГРАДА

Истраживање у овом раду фокусирано је, са једне стране, на изграђену стамбену средину, која је реализована у дугом временском периоду, што само по себи доноси различитости у материјализацији, конструкцији, примењеним материјалима и производима, а са друге стране на савремене услове комфора који су предуслов здравог становања. Стамбени комфор обухвата више облика него што је обухваћено овим радом

У актуелној техничкој регулативи значајно место заузима *Правилник о енергетској ефикасности зграда* (РС, 61/2011)¹¹³, који између осталог, дефинише шта је комфор и који су услови за његово постизање и избор облика стамбеног комфора, који су у раду истраживани, усклађен је са одредбама овог документа.¹¹⁴

Услови комфора су сви они услови у згради (термички, ваздушни, визуелни и звучни) у којима се нека особа осећа угодно (РС, 61/2011).

Анализа стамбеног фонда Београда са становишта савремених захтева за обезбеђењем стамбеног комфора, комплексан је задатак који захтева мултидисциплинарност у истраживачком поступку. Узимајући у обзир да се сваким појединачним комфором баве посебне специјализације, или чак посебне инжењерске струке, комплексност материје која је анализирана утолико је била сложенија и захтевала различите методолошке поступке.

Истраживање сваког појединачног комфора започиње уводним разматрањем у коме се дефинишу услови који га формирају и законодавни оквир који га је одређивао у прошлости и садашњости. Историјски преглед развоја техничке регулативе, у области сваког издвојеног комфора, неопходан је за разумевање утицајних фактора, који су уобличавали структуру стамбених зграда.

¹¹³ У даљем тексту назив овог правилника биће писан у краћој форми: Правилник о ЕЕЗ

¹¹⁴ Под стамбеним комфором подразумева се и просторни, визуелни, естетски..

После уводних разматрања, дефинисани су критеријуми, параметри и установљени поступци, на основу којих ће се вршити анализа сваког појединачног модела. Неопходно је нагласити да су параметри комфора и аналитички поступак по коме је извршено вредновање, формулисани у складу са важећом регулативом, како би добијени резултати показали квалитет стамбеног фонда Београда са становишта савремених, актуелних услова.

Критеријуми вредновања су одабрани тако, да свака категорија захтева даје мерљиве резултате, чиме је омогућено објективно вредновање. Коришћењем рачунарских алата, који су специјализовани за појединачне категорије комфора (термички, звучни и светлосни), истражени су репрезентативни модели и добијени резултати, на основу којих се могу извести закључци о квалитету стамбених зграда Београда. Резултати су прво структурирани по категоријама комфора, а затим сумирани по појединачним моделима, како би се објединиле карактеристике сваког појединачног узорка, извела синтезна валоризација, и формулисали закључци о установљеним хронолошким целинама.

IV.1 Топлотни комфор

У Правилнику о ЕЕЗ из 2011. године, топлотни комфор је дефинисан као *психолошко стање које одговара угодном осећају топлотних услова у простору, односно којима је постигнута топлотна равнотежа организма* (РС, 61/2011).

Субјективни, индивидуални параметри топлотног комфора везани су за стање, понашање и начин живота сваког појединца и условљени су: здравственим стањем организма, годинама старости и полом, телесним склопом, физичком активношћу, могућношћу аклиматизације организма, нивоом утопљености (Јовановић Поповић, 1991). Истраживање у овом раду биће фокусирано на објективне параметре топлотне угодности у које се убрајају: температура, влажност и кретање ваздуха у просторији и зрачење околних површина. Њихово деловање је истовремено и између њих постоји карактеристична повезаност, што је допринело, да многи истраживачи у овој области кроз графиконе или биоклиматске шеме приказују те сложене међусобне односе.

Изграђени објекти својом структуром, волуметријом и обликовањем стварају најважније предуслове за остваривање топлотног комфора. Структура и димензионисање термичког омотача, коришћење термичке масе, заштита од прекомерног сунчевог зрачења, природно ноћно хлађење, топлотно зонирање зграде, представљају пасивне мере за постизање термичке угодности и на њима је базирана енергетски ефикасна архитектура. По исцрпљивању свих архитектонско-грађевинских могућности за постизање топлотног комфора, приступа се пројектовању активних система грејања, хлађења и вентилације. Овакав концепт енергетске рационализације: максималан комфор уз минимално трошење енергије, у циљу постизања енергетски ефикасне архитектуре, уграђен је и у домаћи Правилник о ЕЕЗ (РС, 61/2011).

Мере за постизање топлотног комфора разликују се у зависности од климатских (сезонских) услова: зими се јавља проблем хлађења и приорит је спречавање топлотних губитака, док летње прегревање фокусира истраживање на спречавање топлотних добитака. У оба топлотна режима пресудан значај, у домену пасивних система, има структура термичког омотача (спољашњих зидова, прозора, кровова), а у летњем, додатне заштите на нивоу прозора и омогућавање природног проветравања. Испитивање термичких карактеристика одабраних модела, који репрезентују одређене градитељске традиције, има за циљ сагледавање квалитета стамбеног фонда Београда са становишта постигнутог топлотног комфора, и његовог потенцијала за евентуална енергетска унапређења.

Истраживање историјског развоја конструкција стамбених зграда Београда са становишта топлотног комфора неопходно је посматрати паралелно са развојем техничке регулативе, која је постављала законске одреднице и представљала пресудан фактор унапређења термичких карактеристика¹¹⁵. Иако су се конкретни нормативи у овој области појавили тек 1967. године стручњаци у области пројектовања и грађења користили су инострана искуства и побољшавали топлотне перформансе објеката угледајући се углавном на немачке стандарде

¹¹⁵ У оквиру објављених резултата рада на пројекту *Енергетска оптимизација зграда у контексту одрживе архитектуре*, Ана Радивојевић даје детаљан преглед развоја домаће термичке регулативе и наводи актуелне правце развоја иностраних прописа (Радивојевић, 2003).

(DIN 4108 из 1952. године). То се пре свега односи на употребу армираног-бетона, који је од почетка примене на фасадама стамбених објеката коришћен у комбинацији са термоизолационим материјалима.

Како је у претходном тексту наведено, топлотна заштита зграда први пут се помиње у домаћој техничкој регулативи у оквиру *Правилника о минималним техничким условима за изградњу станова* (СФРЈ, 45/1967). Правилник је садржао различите одредбе из области грађевинарства, а топлотна заштита дефинисана је једним чланом, у коме су одређене максималне вредности коефицијената топлотног пролаза за обимне зидове зграда, за међуспратне конструкције и равне кровове, с том разликом што је код зидова извршена диференцијација у зависности од климатских зона. Поред тога, наглашено је, да се при одређивању коефицијента топлотног пролаза мора водити рачуна о летњој и зимској акумулацији топлоте, дифузији паре и о отпорности конструкције и спојева конструкције према продирању ваздуха, али конкретне методе самог прорачуна ни на који начин нису биле дефинисане. Преглед развоја термичке регулативе, од њеног настанка до данашњих дана, и промене у коефицијенту пролаза топлоте за различите конструкције, приказани су у табели IV.1.

Први нормативни акт који је у потпуности био посвећен проблему топлотне заштите и који је представљао основу за даљи развој техничке регулативе у овој области био је *Правилник о техничким мерама и условима за топлотну заштиту зграда* из 1970. године (СФРЈ, 35/1970). Овим документом одређене су највише вредности коефицијента пролаза топлоте (k) и прецизиран је поступак његовог прорачуна са свим неопходним подацима (табела IV.1). Конструктивни склоп је систематизован на масивни и лаки и према томе је извршена даља диференцијација коефицијената, а новину је представљало и увођење граничних вредности коефицијента k за прозоре и спољна врата, који су разврстани по материјалу израде, склопу и застакљењу (табела IV.2).

Прекретницу у развоју топлотне регулативе представља систем стандарда објављених 1980. године којима је целовито и комплексно сагледана ова проблематика. Састојали су се од стандарда:

- Топлотна техника у грађевинарству. Технички услови за пројектовање и грађење зграда ЈУС У.Ј5.600. Овим стандардом одређене су нове, строже граничне вредности коефицијената пролаза топлоте k , дефинисани су захтеви у погледу дифузије водене паре и захтеви у погледу стабилности спољашњих грађевинских конструкција за летње раздобље, што је представљало велики помак у односу на претходне прописе.
- Топлотна техника у грађевинарству. Методе прорачуна дифузије водене паре у зградама ЈУС У.Ј5.520. Њиме је била утврђена метода прорачуна густине дифузног тока водене паре кроз грађевински склоп, прорачун количине кондензата и исушења грађевинске конструкције, што је представљало новину у односу на претходне прописе.
- Топлотна техника у грађевинарству. Методе прорачуна коефицијената пролаза топлоте у зградама ЈУС У.Ј5.510.
- Топлотна техника у грађевинарству. Методе прорачуна карактеристика топлотне стабилности спољашњих грађевинских конструкција зграда за летње раздобље ЈУС У.Ј5.530, којим је по први пут разматран проблем топлотне заштите у летњем периоду.

Ревизија стандарда објављених 1980. године догодила се 1987. године када су поједини прописи претрпели корените измене (ЈУС У.Ј5.510 и ЈУС У.Ј5.600). Уведен је обрачун укупних топлотних губитака: трансмисионих и вентилационих, што је изискивало и да методе прорачуна коефицијента пролаза топлоте буду детаљније. Поред тога прецизније су разврстане вентилисане конструкције (према нивоима вентилисаности), као и начин прорачунавања њихових термичких карактеристика. Коефицијенти топлотног пролаза претрпели су мање измене-минимално су услови поштрени и више се нису разврставале вредности коефицијената у зависности од начина грејања, већ је постојала само једна величина,, која је важила за све грејне системе.

У наредном периоду од 1990. до 1998. године долазило је до мањих промена и допуна постојећих стандарда: ЈУС У.Ј5.600 коригован је 1989. године, ЈУС У.Ј5.530 измењен је 1990. па затим 1997. године када је коригован и стандард ЈУС У.Ј5.520. Најзначајније измене догодиле су се 1998. године са стандардом ЈУС У.Ј5.600, које услед нелогичности у прорачуну топлотних губитака никада

нису у потпуности заживеле у пракси. Уместо обрачуна на нивоу читавог објекта, што је до тада било правило, уведен је међукорак који је подразумевао и сагледавање губитака на нивоу појединих просторија. Поред тога режим прорачуна наметао је употребу само једног програмског пакета што је додатно допринело да стручњаци из ове области затраже ревизију стандарда, уз напомену да се до усвајања нове верзије користи техника прорачуна која је раније била на снази (Радивојевић, 2003).

Неопходност усклађивања домаће регулативе са европским стандардима наметала се као потреба годинама уназад и значајан искорак у том правцу извршен је 2011. године са усвајањем *Правилника о енергетској ефикасности зграда* (РС, 61/2011). Према овом документу, услови енергетске ефикасности су остварени уколико су обезбеђени минимални услови комфора и уколико укупан енергетски биланс објекта не прелази дозвољене просечне вредности по квадратном метру. Енергетске перформансе објеката сачињавају поред топлотних губитака и топлотни добици, што је новина у односу на претходне стандарде. Правилник прописује нове дозвољене вредности коефицијента пролаза топлоте, које су преполовљене у односу на претходне, чиме су постављени значајно строжији стандарди топлотне заштите. Новину представља и дефинисање коефицијената пролаза топлоте за постојеће зграде које се реконструишу, са вредностима које су минимално блаже од оних које важе за нове зграде.

Упоредо са Правилником о ЕЕЗ усвојен је и *Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда, 2011. године* (РС, 61/2011). Увођење обавезног енергетског пасоша за све нове зграде и постојеће које се реконструишу или санирају, представља конкретизовање начела енергетске ефикасности и стварање обавезујућих, законских услова, који ће у будућности доприносити рационалнијем односу према потрошњи енергије. На дијаграму (слика IV.1) сагледава се процентуални однос стамбеног фонда Београда, према периодима изградње, у односу на годину доношења првих значајних прописа из области термичке заштите, 1970. године. Број изграђених станова пре њиховог доношења чини 40% од укупног броја, што је податак који говори о потреби интервенисања у домену енергетске ефикасности на становима ових годишта.

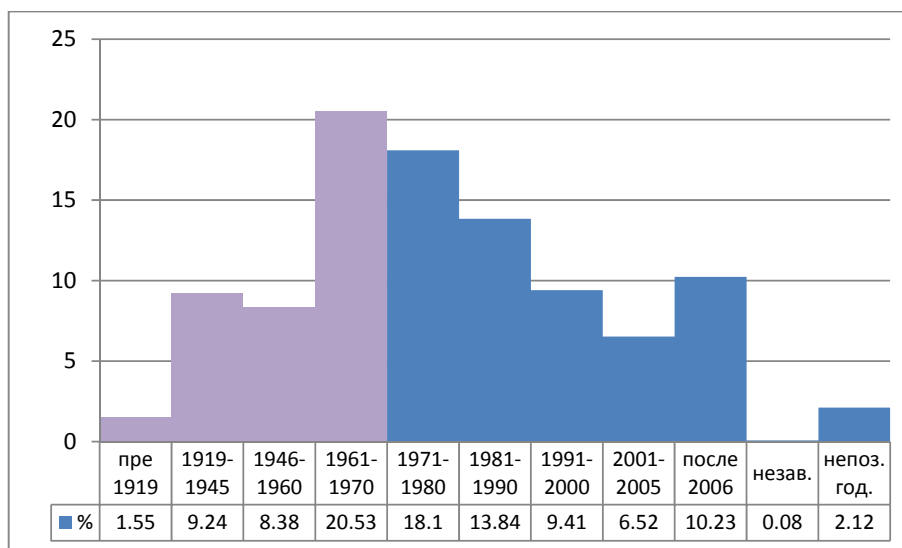
Табела IV.1. Преглед коефицијената пролаза топлоте у референтној термичкој регулативи за другу климатску зону

Елемент склопа зграде	DIN 4108 1952.	Правилник 1967.	Правилник 1970.			JUS U.J5.600 1980.			JUS U.J5.600 1987.	JUS U.J5.600 1998.	Правилник о ЕЕ зграда 2011.	
	коэф. пролаза топлоте $k[W/m^2K]$	коэф. пролаза топлоте $k[W/m^2K]$	врста грејања	коэф. пролаза топлоте $k[W/m^2K]$	примена	врста грејања	коэф. пролаза топлоте $k[W/m^2K]$	примена	коэф. пролаза топлоте $k[W/m^2K]$	коэф. пролаза топлоте $k[W/m^2K]$	постојећа зграда $U [W/m^2K]$	нова зграда $U [W/m^2K]$
Спољни зид	1,56	1,14		1,07	с		0,93	с	0,90	0,90	0,40	0,30
Преградни зидови између станова			лг	1,37	с	лг,рцг	1,85	с	1,85		0,90	0,90
						кцг	2,82					
Преградни зидови према негрејаном степеништу			лг	1,37	с	лг,рцг	1,85	с	0,90	0,8	0,55	0,40
						кцг	2,82					
Преградни зидови према грејаном степеништу			цг >10 °C	2,14	с	лг,рцг	1,85	с	1,85	1,85	0,90	0,90
						кцг	2,82					
Спољни зидови у тлу									0,90	0,90	0,50	0,35
Зид на дилатацији (између зграда)										1,00		
Међуспратна конструк. између станова			лг	1,03	с	лг,рцг	1,38	с	1,35		0,90	0,90
			цг	1,72		кцг	2,22					
Под на тлу				0,69	с		0,76		0,75	0,90	0,40	0,30
Међуспратна конст. према тавану (испод негрејаног простора)	0,80			0,86	св		0,69	св	0,80	0,80	0,40	0,30
				1,12	тм		0,94	тм				
Међуспратна конструк. изнад подрума (изнад негрејаног простора)	1,01			0,77	св		0,63	св	0,60	0,60	0,40	0,30
				1,03	тм		0,87	тм				
Међуспратна конструк. изнад отворених пролаза				0,43	св		0,46	св	0,45	0,45	0,30	0,20
				0,56	тм		0,59	тм				
Међуспратна конструкција у тлу										0,95	0,50	0,40
Раван кров изнад грејаног простора		0,96		0,69	св		0,65	св	0,65	0,45	0,20	0,15
				1,12	тм		0,83	тм				
Раван кров изнад негрејаног простора										0,60	0,40	0,30
Кос кров изнад грејаног простора	1,46			0,69	св		0,65	св		0,45	0,20	0,15
				1,12	тм		0,83	тм				
Кос кров изнад негрејаног простора										0,60	0,40	0,30

лг-локално грејање; рцг-регулисано централно грејање; кцг-континуирано централно грејање; с-свако место; св-средња вредност; тм-топлотни мост

Табела IV.2. Преглед коефицијената пролаза топлоте за поједине типове прозора и балконских врата у домаћој техничкој регулативи

Тип прозора и врста застакљења	коефицијент пролаза топлоте U[W/m ² K]					
	Правилник 1967.	Правилник 1970.	JUS U.Ј.5.600 1980.	JUS U.Ј.5.600 1987.	JUS U.Ј.5.600 1998.	Правилник о ЕЕ зграда 2011.
Дрвени прозор са једноструким застакљењем		3,87			максимално 3,1	максимално 1,5
Дрвени двоструки прозор са размакнутим крилима		1,72	2,6	2,4		
Дрвени прозор крило на крило		2,15	2,8	2,7		
Једноструки дрвени прозор са двоструким изолирајућим стаклом (12 mm међу слој ваздуха)		2,41	3,0	2,9		
Једноструки пластични прозор са двоструким изолирајућим стаклом (12 mm међу слој ваздуха)			3,0	2,9		
Једноструки алуминијумски прозор са термичким прекидом и двоструким изолирајућим стаклом (12 mm међу слој ваздуха)			3,3	3,1		
Једноструки дрвени прозор са троструким изолирајућим стаклом (2x12 mm међу слој ваздуха)			1,9	2,0		
Једноструки пластични прозор са двоструким изолирајућим стаклом (2x12 mm међу слој ваздуха)			1,9	2,0		
Једноструки алуминијум. прозор са термичким прекидом и двоструким изолирајућим стаклом (2x12 mm међу слој ваздуха)			2,1	2,4		



Слика IV.1 Процентуални однос стамбеног фонда по годинама изградње, пре и после доношења прописа о термичкој заштити¹¹⁶

¹¹⁶ Подаци су изведени на основу Пописа из 2011. године

Методолошки поступак у домену топлотног комфора, у овом раду, обухвата:

I. утврђивање критеријума за проверу термичких карактеристика на нивоу појединачних грађевинских конструкција провером параметара:

- коефицијента пролаза топлоте (U) за карактеристичне конструкције у склопу термичког омотача објекта
- провером дифузије водене паре кроз дату конструкцију одређивањем параметара:
 - дозвољена температура унутрашње површине (t)
- провером летње стабилности
 - фактор пригушења осцилације температуре (η)
 - кашњење осцилације температуре (v)

II. утврђивање критеријума за проверу термичких карактеристика на нивоу модела као целине провером енергетског биланса:

- укупна потребна енергија за надокнађивање трансмисионих губитака топлоте (Q_t)
- укупна потребна енергија за надокнађивање вентилационих губитака (Q_v)
- укупни соларни добици за грејну сезону (Q_{sol})
- енергија настала од интерних добитака људи (Q_p)
- енергија настала од интерних добитака електричних уређаја (Q_{el})
- укупна потребна енергија за грејање ($Q_{h,nd}$)
- енергија потребна за грејање по квадратном метру ($Q_{h,an}$)

Први корак у дефинисању топлотних карактеристика представља истраживање појединачних грађевинских склопова провером параметара: коефицијента пролаза топлоте термичког омотача, температуре унутрашње површине, провером дифузије водене паре кроз посматрану конструкцију и летње стабилности конструкције. Други корак представља сагледавање укупних енергетских перформанси анализираних модела кроз вредности потребне енергије за надокнађивање трансмисионих и вентилационих губитака, енергије остварене соларним и интерним добицима. Разлика између топлотних губитака и добитака резултује укупном потребном енергијом за грејање која је показатељ енергетске

ефикасности модела. За израчунавање наведених параметара коришћен је програм *Knauf-Term2 Pro*, аутора др Александра Рајчића. Софтвер је формиран у складу са важећим Правилником о ЕЕЗ из 2011. године и стандардима на које се он позива. У наредном тексту биће образложени параметри који су коришћени у процени испуњености услова топлотног комфора.

Коефицијент пролаза топлоте U [Wm^2K] за склопове који су део термичког омотача треба да испуни услов $U < U_{doz}$ према Правилнику о ЕЕЗ за постојеће објекте. У раду су анализирани конструкције: спољашњи зид, зид ка суседном стану и таваница ка суседном стану. За прорачун коефицијента U спољашњег зида релевантна је спољна пројектована температура за грејање: $T_e = -12,1^\circ C$, а за преграде ка суседном стану (зид и међуспратна конструкција) температура $T_e = -5,7^\circ C$. Унутрашња пројектна температура је: $T_i = 20^\circ C$.

Параметри дифузије водене паре показују да ли ће доћи до кондензације у појединачном склопу и на ком месту ће се појавити. Правилник о ЕЕЗ прописује да зграда мора бити пројектована и изграђена тако да се, код наменског коришћења, водена пара која због дифузије продире у грађевинску конструкцију не кондезује. Услов да не дође до кондензације је да дозвољена температура унутрашње површине спољне грађевинске конструкције на било ком месту, не прелази температуру тачке росе Θ_s , која за унутрашњу пројектовану температуру $T_i = 20^\circ C$ и унутрашњу влажност ваздуха 55% има вредност $\Theta_s = 10,7^\circ C$.

У случају да дође до кондезације водене паре у конструкцији, она се након рачунског периода исушивања мора сасвим ослободити из грађевинске конструкције. Влага која се кондезује у конструкцији не сме довести до оштећења грађевинских материјала (корозија, буђ...). Кондензација у унутрашњости конструкције је дозвољена под условом да је: време потребно за њено исушење мање од допуштеног времена потребног за исушење конструкције (према табели у стандарду); укупна масена влажност мања од највеће дозвољене влажности за материјал у коме је настала кондензација.

Провера летње стабилности конструкције изражена је преко фактора пригушења амплитуде осцилације температуре унутар грађевинске конструкције (v) и фактора кашњења осцилације температуре (η). Уколико спољашњи елементи

конструкције немају довољну топлотну стабилност – температура ваздуха унутар објекта ће знатно варирати, зависно од промене температуре спољашњег простора. Прорачун ових параметра врши се у складу са стандардом SRPS U.J5.530. У циљу постизања топлотног комфора повољно је, да су оба фактора што већа, како би се осигурала уједначеност температуре унутрашње површине конструкције. Најповољније, за вишеслојне конструкције је, да се термоизолација налази са спољашње стране, чиме се спречава загревање масивних елемената.

Минимални услови који треба да буду задовољени у погледу летње стабилности прописани су Правилником о ЕЕЗ и за спољашње зидове (осим северно оријентисаних) фактор пригушења осцилације температуре мора да буде: $v_{\min} \geq 15$. Фактор кашњења осцилације температуре за спољашње зидове мора бити: $\eta_{\min} \geq 6$ (за источне, североисточне и северозападне оријентације), $\eta_{\min} \geq 7$ (за јужне, југоисточне оријентације) и $\eta_{\min} \geq 8$ (за западне, југозападне оријентације).

Трансмисиони губици кроз омотач. Прорачун термичких карактеристика истраживаних модела конципиран је тако да термички омотач чини само фасадни зид, како би се сагледали трансмисиони губици кроз фасаду и утицаји који се јављају услед различитих површинских односа транспарентних и нетранспарентних делова, као и различитих склопова фасадних елемената (прозора и спољног зида). С обзиром на усвојени принцип да су прозорски елементи по свом облику, склопу и димензијама репрезенти периода коме модел припада (као и склоп фасадног зида), оваквом концепцијом јасно ће се раздвојити појединачни удео сваког елемента у укупним трансмисионим губицима.

Енергетски биланс усвојених модела представља показатељ укупних енергетских перформанси анализираних модела, кроз вредности потребне енергије за надокнађивање трансмисионих и вентилационих губитака, енергије остварене соларним и интерним добицима. Сумирањем губитака и одбијањем добитака добија се укупна потребна енергија за грејање посматраног модела. Правилником о ЕЕЗ прописане су максималне дозвољене вредности годишње потрошње енергије за грејање по квадратном метру. За постојеће стамбене зграде са два или више станова усвојена је максимална вредност $70\text{kWh/m}^2\text{a}$. С обзиром да се у раду истражује само један сегмент стана, а не читав објекат (за који је

прописана наведена вредност), овај податак добијен прорачуном модела, може послужити само као смерница за међусобно поређење и оквирно сагледавање енергетске потрошње.

IV.2 Ваздушни комфор

Према Правилнику о ЕЕЗ из 2011. године *ваздушни комфор представља услове којима се обезбеђује потребна количина свежег ваздуха у згради, односно којима се обезбеђује квалитет ваздуха који је без ризика по здравље корисника* (РС, 61/2011).

Квалитет ваздуха у стамбеним зградама постиже се вентилацијом, која обезбеђује доток спољног (чистог) и избацивање загађеног (нечистог) ваздуха из просторије. Природна вентилација настаје услед разлике у температури спољног и унутрашњег ваздуха и услед дејства ветра и обавља се на три начина: кроз отворене прозоре и спољна врата, инфилтрацијом кроз фасадне елементе и путем вентилационих канала. Најефикасније проветравање врши се кроз фасадне отворе, а брзина измена ваздуха у зависности је од димензија и облика отвора, њихове диспозиције у склопу стана, али и од начина отварања прозорског елемента (да ли је одшкринут, полуотворен или отворен, табела IV.3). За разлику од оваквог система вентилације, који подлеже вољи корисника, инфилтрација је константан и неконтролисан начин измене ваздуха, који се врши и када су прозори и врата затворени. Обавља се кроз поре и шупљине у фасадним зидовима, међуспојнице елемената прозора и врата и њиховог контакта са зидом.

Табела IV.3 Број измена ваздуха при вентилацији кроз прозоре и врата (Загорец и Доњерковић, 2006: 391)

положај крила спољних прозора и врата	број измена ваздуха на сат [h ⁻¹]
прозор затворен, врата затворена	0-0,5
прозор одшкринут, дрвене ролетне спуштене	0,3-1,5
прозор одшкринут, без ролетне	0,8 - 4
прозор полуотворен	5 - 10
прозор потпуно отворен	9 - 15
прозор потпуно отворен, попречно проветравање	приближно 40

Светска енергетска криза 1973. године изазвала је глобалне промене у поимању исцрпивости енергетских потенцијала и ресурса и показала нужност

рационалног коришћења енергије. Са развојем техничке регулативе у области топлотне заштите, смањење топлотних губитака зграде и постизање енергетских уштеда добија приоритетан значај. Минимизирањем неконтролисаних инфилтрације, заптивањем процепа и спојница, постижу се велике уштеде енергије за грејање и хлађење, али и стварају простори у којима квалитет ваздуха није на задовољавајућем нивоу. Синдром болесних зграда препознат је као проблем који утиче на здравље људи крајем седамдесетих година и установљена је директна корелација са квалитетом унутрашњег ваздуха. У исто време, технологија израде прозора и формирања заптивки доживљава квалитативни помак, што се доводи у непосредну везу са погоршањем ваздушног комфора.

Успостављање баланса између оптималне вентилације, којом се ефикасно одстрањују штетне материје из ваздуха и топлотних губитака изазваних претераним проветравањем, постаје предмет стандарда који се баве ваздушним комфором. У домаћим условима, иницијатива у овој области резултирала је ступањем на снагу *Правилника о техничким мерама и условима за проветравање у стамбеним зградама* 1970. године (СФРЈ, 35/70). Овим документом одређен је потребан број измена ваздуха на час у зависности од намене просторије и њене чисте висине (табела IV.4). Правилником је прописано и да проветравање кроз процепе при брзини ветра од 2m/s не сме прећи 1/10 укупне количине ваздуха која је потребна за проветравање просторије, које имају прозоре или балконска врата. Њиме је прописана максимална допуштена концентрација (МДК) штетних материја у атмосфери стамбеног насеља, али квалитет ваздуха у стамбеним објектима није уопште разматран.

Табела IV.4 Број потребних измена ваздуха на час (СФРЈ, 35/70)

намена просторије	висина просторије у m			
	3,0	2,8	2,6	2,4
кухиње (за време кувања)	15	25	30	30
купатила	4	7	8	8
оставе за намирнице	10	20	25	30
собе за рад и боравак	3	4	4	5
спаваће собе	3	4	5	6
степеништа	4	6	7	8
клозети	4	5	7	9

Рационализација употребе енергије променила је фокус истраживања и прорачуна вентилационих губитака уводећи минималан број измена ваздуха, уместо оптималног. Стандард SRPS EN ISO 13789 *Топлотне перформансе зграда- трансмисиони и вентилациони коефицијенти пролаза топлоте*, прописује број измена ваздуха на час, у зависности од заклоњености и класе заптивености зграде за стамбене зграде са више станова и природном вентилацијом у распону 0,5-1,2 h⁻¹ (табела IV.5), што је знатно мањи број од оптималних потреба (табела IV.4). Стандард SRPS EN ISO 13789, уграђен је у домаћи *Правилник о енергетској ефикасности зграда* из 2011. Градација квалитета заптивености није прецизније дефинисана и препуштена је процени оног ко врши прорачун.

Табела IV.5 Број измена ваздуха на час (SRPS EN ISO 13789, 2013)

изложеност фасаде ветру	Број измена ваздуха n [h ⁻¹]			Број измена ваздуха n [h ⁻¹]		
	Више од једне фасаде			Само једна фасада		
заптивеност	лоша	средња	добра	лоша	средња	добра
отворен положај зграде	1,2	0,7	0,5	1,0	0,6	0,5
умерено заклоњен положај	0,9	0,6	0,5	0,7	0,5	0,5
веома заклоњен положај	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Домаћа регулатива у овој области употпуњена је 2012. године стандардом SRPS EN 12831: *Системи грејања у зградама- метода прорачуна пројектног топлотног оптерећења*. У њему је предложен минималан број измена ваздуха у зависности од намене просторије (табела IV.6), уз напомену да овај податак треба да буде предмет националног анекса. Поступак добијања коефицијента вентилационих топлотних губитака ($H_{v,i}$) подразумева претходно израчунавање протока спољашњег ваздуха услед инфилтрације ($V'_{inf,i}$), минималног хигијенског протока ($V'_{min,i}$) и усвајање веће вредности за даљи ток прорачуна.

Табела IV.6 Минимални број измена ваздуха на час- n_{min} (SRPS EN 12831, 2012)

намена просторије	n_{min}, h^{-1}
Собе за становање	0,5
Кухиња или купатило са прозором	1,5
Канцеларија	1,0
Соба за састанке, учионица	2,0

Степен ваздушне непропусности зграде, према истом стандарду, одређен је бројем измена ваздуха, при разлици притиска од 50 Pa, а дефинисан је квалитетом заптивености прозора. Рангирање овог параметра извршено је кроз три нивоа: висок, средњи и низак и дате су оквирне смернице шта таква квалификација подразумева (табела IV.7).

Табела IV.7 Степен ваздушне непропусности омотача зграде (SRPS EN 12831, 2012)

тип објекта	n_{50}, h^{-1}		
	степен ваздушне непропусности омотача зграде (квалитет заптивености прозора)		
	висок (висок квалитет заптивености прозора и врата)	средњи (двоструко застакљени прозори нормална заптивеност)	низак (једноструко застакљени прозори, нема заптивача)
једнопородична стамбена кућа	< 4	4-10	>10
друге куће или зграде	< 2	2-5	>5

За анализу структурних елемената постојећег стамбеног фонда са становишта ваздушног комфора значајна је вентилација инфилтрацијом, која је условљена примењеним фасадним материјалима, врстом и квалитетом столарије и начином на који је уграђена. Пропусност ваздуха кроз фасадни зид, поред услова спољне и унутрашње средине (разлици притисака), пропорционална је пермеабилности уграђеног зидног материјала, а обрнуто пропорционална дебљини склопа. У табели IV.8 приказани су подаци о пермеабилности појединих грађевинских материјала и фасадне столарије. Инфилтрација ваздуха кроз фасадни зид је ниског интензитета и у већини случајева не може обезбедити минималан број измена ваздуха, којим се постиже хигијенски минимум.

Као илустрација може послужити пример израчунавања протока ваздуха кроз фасадни зид од опеке, дебљине 45cm, који је типичан за период стамбене изградње до Првог светског рата. При разлици притисака од 50Pa добија се вредност $0,0252 \text{ m}^3/\text{h}$, што поређем са вредностима инфилтрације кроз прозор, представља занемариво малу величину.

Инфилтрација ваздуха кроз спојнице фасадне столарије вишеструко је интензивнија, од протока кроз фасадне зидове, што је допринело, да фокус анализе ваздушног комфора постојећих стамбених зграда Београда буде на овом

параметру који, са једне стране, доприноси квалитету унутрашњег ваздуха, а са друге, повећава вентилационе губитке и потребну енергију за грејање.

Табела IV.8 Пермеабилност грађевинских материјала и фасадне столарије (Медвед, 2011: 108)

пермеабилност грађевинских материјала		пермеабилност прозора и спољних врата	
грађевински материјал	пермеабилност $k [m^2]$	спојница код прозора или врата	пермеабилност $a [m^3/h \cdot m \cdot Pa^{2/3}]$
опека	$6,8 \cdot 10^{-14}$	без заптивки	0,4-0,6
бетон	$1,4 \cdot 10^{-12}$	са једним заптивачем	0,3
кречни малтер	$2,8 \cdot 10^{-14}$	са више заптивача	0,2
vlakнасте топлотне	$1,3 \cdot 10^{-10}$	најбоља могућа	0,01-0,05

Усвајањем европског стандарда SRPS EN 12207, 2008. године, који је базиран на британском стандарду: *Прозори и врата-пропустљивост ваздуха-класификација*, извршена је категоризација заптивености грађевинске столарије кроз четири класе. Одређује се експериментално у лабораторији испитивањем фасадних елемената, при различитим разликама притисака (од 150 до 600Pa). Категорија пермеабилности одређује се при референтној разлици притисака од 100 Pa, према количини ваздуха која пролази кроз спојнице, изражено по m^2 површине елемента или по m^1 дужине преклопа. Прозори и врата морају имати ваздушну пермеабилност у категорији 2, за објекте са једном или две етажe, а у категорији 3 за вишеспратне зграде.

Параметри на основу којих ће бити анализиран ваздушни комфор у постојећим становима у Београду су: количина ваздуха која се инфилтрира кроз спојнице прозора, пројектовани коефицијент вентилационих топлотних губитака и годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака.

Први параметар је проток ваздуха кроз незаптивене преклопе који ће бити израчунат према општој формули, која укључује дужину спојнице, пермеабилност спојева и разлику притисака:

$$V = \sum a_i \cdot l_i \cdot \Delta p_{e-i}^n, \text{ где је:} \quad [1]$$

a_i -пермеабилност прозора (усвојено према табели IV.8)

l_i -дужина спојнице

Δp_{e-i}^n -разлика притисака пондерисана експонентом n (усвојено $n=2/3$ као средња вредност)

Заптивеност појединих типова прозора, на споју крила и допрозорника, изражена је фактором пропустљивости a (пермеабилност) који је био дефинисан *Правилником о техничким мерама и условима за проветравање у стамбеним зградама*, из 1970. године (СФРЈ, 35/70). У време када је усвојен *Правилник* нису уграђиване никакве заптивке, већ су спојеви пројектовани са преклопима, како би се умањило продувавање.

Други параметар је коефицијент вентилационих топлотних губитака $H_{v,i}$ и он је израчунат према стандарду SRPS EN 12831 и SRPS EN ISO 13789 како би се уочиле разлике у прорачуну.

Према првом стандарду (SRPS EN 12831), запремински проток ваздуха одређује се упоређивањем минималног ваздушног протока (хигијенски минимум) и ваздушног протока услед инфилтрације и усвајањем веће вредности (табела IV.6). За прорачун протока спољашњег ваздуха услед инфилтрације релевантна је вредност броја измене ваздуха при разлици притиска од 50 Pa (n_{50}) која се усваја према табели IV.7.

Код другог стандарда (SRPS EN ISO 13789), запремина ваздуха у просторији множи се са усвојеним бројем измене ваздуха на час, који је у зависности од заклоњености и класе заптивености, а усвојена је вредност за стамбене зграде са више станова и природном вентилацијом (табела IV.7).

Прорачун је, у оба случаја, рађен за најнеповољније ситуације: незаклоњене зграде у ветровитим подручјима, а фактори заптивености усвајани су на основу типова уграђених прозора и њиховог степена пропусности на спојевима. Код прорачуна према стандарду SRPS EN ISO 13789, више од једне фасаде је изложено ветру, а градација заптивености (лоша, средња, добра) усвајана је у зависности од типа примењеног прозора.

Трећи параметар је годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака (Q_v). Прорачун је рађен по методи степен-дана одређеног *Правилником о ЕЕЗ* и финални је показатељ енергетске ефикасности зграде у домену надокнаде вентилационих губитака.

IV.3 Акустички комфор

Према Правилнику о ЕЕЗ из 2011. године акустички, или звучни комфор представља *услове у којима је ниво буке у просторији такав да не изазива осећај непријатности* (РС: 61/2011).

Стандардом SRPS ISO 6242-3, објављеним 1997. године, дефинисани су предуслови за постизање акустичког комфора и они подразумевају задовољење три захтева чула слуха: да су нежељени звукови неприметни (заштита од буке), да сопствене активности не могу чути други (заштита приватности) и да су жељени звукови адекватног нивоа и квалитета.¹¹⁷ У стамбеним зградама, због специфичности намене, референтни су захтеви звучне заштите, што подразумева прва два критеријума.

Међународно прихваћена дефиниција буке, која се најчешће помиње у стручној литератури, је нежељени звук. С обзиром на чињеницу, да бука није прецизно мерљива категорија, оценити да ли је неки звук бука, или није, субјективна је процена. Прецизна граница преласка из категорије звука, у категорију буке не зависи само од звучног нивоа (као мерљиве категорије) већ од субјективне сензибилности на звучне утицаје.

Граничне вредности индикатора буке законски су регулисане и условљене наменом простора и просторија, са циљем да се успостави акустичко зонирање на нивоу урбанистичког плана, али и на нивоу појединачног објекта. Прописане су *Уредбом о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини* (РС, 75/2010). Овим документом одређене су граничне вредности индикатора буке на отвореном простору и у затвореним просторијама, за одређене временске интервале у току 24 часа (дан: 6-18, вече: 18-22, ноћ:22-6). Дозвољени ниво буке на отвореном простору приказан је у табели IV.9.

¹¹⁷ Високоградња. Изражавање захтева корисника. Део 3: Акустички захтеви (SRPS ISO 6242-3, 1997).

Табела IV.9. Граничне вредности индикатора буке на отвореном простору (РС, 75/2010)

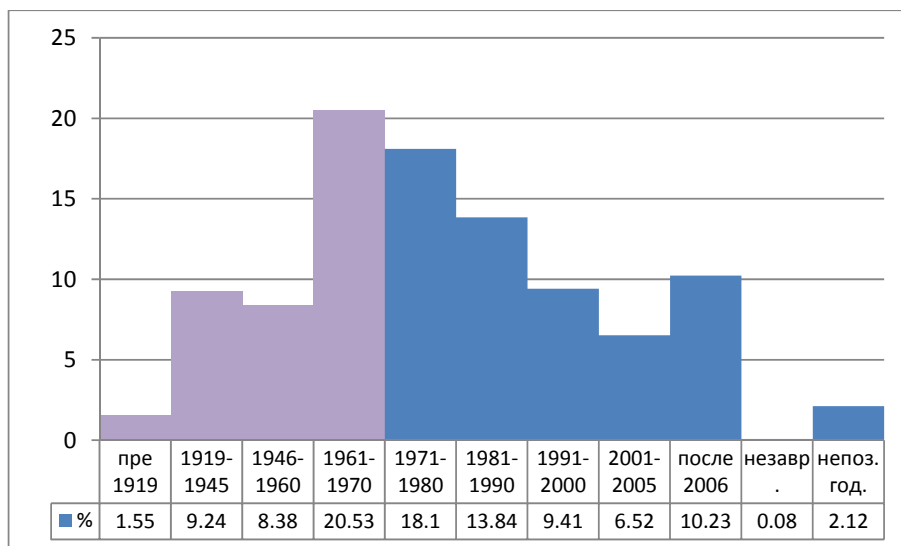
	намена простора	ниво буке у dB (A)	
		за дан и вече	за ноћ
1	Подручја за одмор и рекреацију, болничке зоне и опоравилишта, културно-историјски локалитети, велики паркови	50	40
2	Туристичка подручја, кампови и школске зоне	50	45
3	Чисто стамбена подручја	55	45
4	Пословно-стамбена подручја, трговачко стамбена подручја и дечија игралишта	60	50
5	Градски центар, занатска, трговачка, административно-управна зона са становима, зона дуж аутопутева, магистралних и градских саобраћајница	65	55
6	Индустријска, складишна и сервисна подручја и транспортни терминали без стамбених зграда	На граници ове зоне бука не сме прелазити граничну вредност у зони са којом се граничи	

Граничне вредности индикатора буке у боравишним просторијама (спаваћа и дневна соба) у стамбеној згради, при затвореним прозорима могу бити: 35dB у дневном и вечерњем интервалу и 30 dB у ноћном. Под појмом боравишна просторија подразумева се простор где је предвиђено дуже задржавање људи, или обављање неких активности.

Сагледавање развоја конструкција са становишта звучне заштите значајно је пратити и кроз промене у техничкој регулативи које су, као и код осталих врста комфора, обично биле иницијатор напреднијих решења. Узимајући у обзир да су се први прописи из области звучне заштите појавили 1970. године, а да је до тада изграђено 40% станова, који данас представљају стамбени фонд Београда, јасно је да постоји велики број објеката који не испуњавају актуелне захтеве акустичког комфора (дијаграм, слика IV.2).

Звучна заштита зграда, као и термичка, први пут се помиње у техничкој регулативи у оквиру *Правилника о минималним техничким условима за изградњу станова* (СФРЈ 45/1967). Правилник је садржао различите одредбе, од којих је свака појединачно захтевала обимније истраживање и специфичан приступ, а овде је обрађена кроз један пасус и најосновније одреднице (просторне карактеристике стана, трајност конструкције, обраде површина, врата и прозори топлотна заштита, заштита од буке и пожара, кућне инсталације). Заштити од буке такође је посвећен само један члан и ту су дате основне смернице, које ће важити до доношења техничких прописа о звучној изолацији зграда.

Правилник је дефинисао да међуспратне конструкције и зидови између два стана морају бити изграђени тако, да обезбеде минималну звучну изолације од 45 dB, за звук који се преноси ваздухом у подручју средњих фреквенција (500-1000 Hz). Еквивалент томе су бетонска међуспратна конструкција и зид од пуне опеке обострано малтерисан, минималне тежине 300 kg/m².



Слика IV.2 Процентуални однос стамбеног фонда по годинама изградње, пре и после доношења прописа о акустичкој заштити¹¹⁸

Године 1970. донесен је *Правилник о техничким мерама и условима за звучну заштиту зграда* (СФРЈ, 35/70) и то је први пропис посвећен овој проблематици.¹¹⁹ Развој техничке регулативе из области термичког и звучног комфора развијао се донекле паралелно. Ове области први пут су поменуте у Правилнику из 1967. године, а први издвојени правилници објављени су 1970.

¹¹⁸ Подаци су изведени на основу Пописа из 2011. године.

¹¹⁹ Израда овог прописа поверена је Југословенском друштву за истраживање и испитивање материјала и конструкција (ЈУДИМК) који оснива радне групе које су окупљале стручњаке из свих југословенских центара. Израда нових прописа из звучне и термичке заштите поверена је групи из Института за испитивање материјала Социјалистичке Републике Србије из Београда, Института грађевинарства Хрватске и Института за електропривреду из Загреба и Завода за ризикаво материјала ин конструкциј из Љубљане. Прописи су дати у облику Правилника, а не југословенских стандарда пошто Савезни завод за стандардизацију није учествовао у његовој изради. Правилник је укључивао *ISO* препоруке које су се у то време појавиле, као и иностране норме: немачки *DIN* и америчке *ASA* стандарде (Калић, 1982).

године. Од тада се развијају независно, кроз одвојени систем стандарда (Радивојевић и Јовановић Поповић, 2013).

Правилник из 1970. године подељен је на три карактеристична дела: у првом делу дефинисане су опште одредбе, у другом минимална својства конструкција у погледу звучне заштите и у трећем испитивања звучне изолације и звучне пропустљивости. Из појединачних сегмената овог Правилника касније су се развили посебни стандарди. У првом делу формулисани су термини, дефиниције и мерне јединице. Бука је описана као „*нежељени звук*“ што је дефиниција која се и данас користи и најпрецизније је описује. У другом делу правилника наведено је, које су то конструкције које обезбеђују звучну заштиту у објектима различите намене: стамбеним зградама, хотелима, мотелима, школама и болничким установама. За стамбене зграде и зграде са стамбеним и пословним просторијама дефинисано је осам карактеристичних грађевинских склопова, битних за прорачун звучне изолованости.

Поред тога, за сваки од наведених склопова дефинисани су минимални захтеви звучне изолације, према установљеним референтним кривама. Звучна изолација је изражена у функцији фреквенције и то за фреквентни опсег од 100 до 3150 Hz. Крива R представља звучну изолацију зидова и таваница мерена у лабораторији, без бочног провођења, а крива R` представља звучну изолацију зидова и таваница мерена у згради или лабораторији са бочним провођењем. Обе криве имају исти облик, али је крива R транслаторно померена за 2 dB од криве R`. Максималне вредности звучне пропустљивости таваница одређене су стандардном кривом Ln и то за фреквентни опсег од 100 до 3150 Hz.

У правилнику је дефинисана звучна изолација прозора (30 dB) и врата (унутрашња: 25 dB и улазна врата у стан: 30 dB), за стамбене, пословне и јавне објекте.

У трећем делу документа из 1970. године одређени су поступци испитивања звучне изолације и звучне пропустљивости конструкција зграда. Испитивање зидова и таваница може се вршити у лабораторији и на градилишту, а прозора и врата само у лабораторији. Оно што представља новину у овом правилнику јесте обавеза добијања атеста о звучној изолованости зграде, у складу

са важећим нормама, као услова за добијање употребне дозволе. Издавања атеста могуће је само од стране стручне радне организације, која је регистрована за испитивање звучних особина елемената и конструкција зграде.

Године 1982. усвојен је систем стандарда из области грађевинске акустике, који се задржао до данашњих дана и међу којима је најзначајнији за практичну примену при пројектовању и грађењу стандард JUS U.J6.201: *Технички услови за пројектовање и грађење зграда* (СФРЈ 14/82).¹²⁰ Стандардом су биле утврђене минималне вредности звучне изолације изражене кроз индекс звучне изолације (термин који је заменио одступање од стандардне криве), као и максималне вредности звучне пропустљивости међуспратних конструкција и склопова за објекте различитих намена.¹²¹

Предмет стандарда су технички услови који се морају задовољити при пројектовању, грађењу и реконструкцији зграда намењених боравку људи. Новина, у односу на претходни стандард, је детаљније разврставање конструктивних склопова зграде које обезбеђују звучну заштиту. За стамбене зграде и стамбено-пословне, списак карактеристичних конструкција је проширен на 16 склопова. Поред тога, новину представља и класификовање прозора и врата према звучно-изолационим карактеристикама. Према новом стандарду прозори су сврстани у пет класа, а врата у четири. Која ће класа ових елемената бити предвиђена пројектом, одлука је пројектанта, у зависности од нивоа очекиване буке. Дозвољава се уградња врата друге класе у зградама у којима постоји лифт, на етажама изнад приземља и када на спрату има највише четири стана. У осталим случајевима, улазна врата у стан, морају задовољити звучну изолацију прве класе.

Значајну новину у прописима представља одређивање максималног дозвољеног нивоа буке у стамбеним боравишним просторијама. Прописано је, да највиши ниво буке, која потиче из погонских просторија, коришћењем кућних

¹²⁰ Преименован у SRPS U.J6.201

¹²¹ Рад на изради стандарда започео је 1976. године на иницијативу Југословенског завода за стандардизацију. Комисије су више пута мењане, као и надлежности републичких центара, али задржан је основни принцип, а то је прилагођавање *ISO* стандарда и *IEC* препорука домаћим могућностима и потребама (Калић, 1982).

инсталација, или је узрочник буке неки стационарни извор изван стамбене зграде, не прелази 30 dB ноћу и 40 dB дању. Уколико бука потиче из нестационарног извора, изван стамбене зграде (саобраћај на пр.) максимална дозвољена вредност је 35 dB ноћу и 45 dB дању. Овако прописани критеријуми захтевали су познавање спољне буке, постојеће и очекиване, као и познавање нивоа звучне снаге свих инсталационих уређаја (хидрофори, пумпе, компресори) како би били уврштени у прорачун, што до тада није био случај.

Године 1989. наведени стандард је ревидиран и унапређен. Проширена је табела у којој су дефинисани типови склопова који су предмет стандарда, али су уведене једнобројне вредности којима се изражавају њихова изолациона својства. Уместо индекса звучне заштите, уводи се минимална вредност звучне изолације R_w , у случају ваздушне буке, и максимална вредност нивоа звука удара L_w . Ове измене нису поостриле критеријуме који одређују изолациону моћ преграда, али донекле отежавају упоређивање података, рађених по различитим стандардима.

Унапређени стандард из 1989. године детаљније дефинише највиши дозвољени ниво буке у боравишним просторијама у дневним и ноћним условима. Новину представља и услов да фасадни елемент, као потенцијално акустички слабије место у односу на класичан зид, мора да задовољи захтеве у односу на дозвољени ниво буке. Устаљена је била пракса да се звучно изолациона својства фасадног зида разматрају кроз карактеристике усвојених прозора и врата, који представљају потенцијално најслабија места у склопу фасадне конструкције. Усвајањем одговарајуће класе прозора и врата завршавала се анализа изолационих својстава фасаде.

Поред актуелног стандарда SRPS U.J6.201 у употреби су и стандарди из серије ISO 717, који дефинишу релевантне параметре звучне изолованости и у потпуности су усклађени са савременом међународном регулативом (Мијић, 2012). Стандард ISO 717-2 прописао је нову референтну криву изолације од ударног звука, која је спуштена за 8 dB у односу на стару верзију (према Правилнику из 1970. године), али усаглашавање националне регулативе са новоуспостављеним, строжим захтевима још увек није спроведено.

Поступак за прорачун звучне изолације дефинисан је стандардом SRPS EN 12354 из 2008. године: *Акустика у грађевинарству-оцена звучне заштите зграда на основу акустичких перформанси грађевинских елемената*. Стандард се састоји из три дела: 1. Звучна изолација између просторија, 2. Изолација од звука удара између просторија и 3. Звучна изолација од спољашњег звука. Нови систем стандарда увео је значајне промене у односу на претходни начин прорачунавања, где су преграде посматране као појединачни, издвојени елементи. Актуелни начин рачунања подразумева комплексно сагледавање свих околних склопова и њихових међусобних спојева, који непосредно утичу на изолациону моћ посматране преграде. Овде се може повући паралела са прописима из области термичке заштите, где се препознају сличне тенденције и правци развоја. Наиме, актуелни Правилник о ЕЕЗ, поред провере на нивоу појединачних конструкција, прописао је стандарде прорачуна на нивоу објекта као целине. Сертификација зграда према енергетским својствима, уведена је у области топлотне заштите 2011. године, а сличан систем прописивања категорија према оствареном квалитету звучне изолованости постоји у европској регулативи и у домену акустичке заштите, али није верификован кроз домаће прописе.

За прорачун акустичке заштите, према новим стандардима, неопходни су основни подаци о изолационим карактеристикама појединачних склопова, који се добијају искључиво лабораторијским мерењем, што је такође новина у односу на претходне поступке. Софтвери који су некада примењивани, вршили су симулацију звучне изолованости у односу на примењене слојеве у склопу посматране преграде, међутим, новим системом прорачуна, овакви поступци су превазиђени, јер не сагледавају сву сложеност преноса звука кроз конструкцију.

Са друге стране, проблем који се јавља усвајањем нових стандарда за прорачун је непостојање одговарајуће базе података о разноврним склоповима и конструкцијама које су се јављале током изградње постојећег стамбеног фонда. Актуелни софтвери за прорачун звучне изолације фокусирани су на конструкције које су данас у употреби (опека, гитер-блок, армирано-бетонски зид и пуна плоча), док конструкције које су некада биле коришћене, а значајне су за анализу постојећих стамбених зграда и њиховог акустичког квалитета, не постоје у библиотеци података. Проналажење измерених вредности, за склопове који данас

припадају историјским конструкцијама, базирано је на истраживању старих књига из области акустичке заштите, где су често приказана мерења, за које се не може са сигурношћу тврдити да су обављена у лабораторијским условима. Непоузданост изворних података релативизује прорачун и резултати се морају тумачити са извесном резервом.

У Правилнику о ЕЕЗ наведене су мере за постизање звучног комфора које у домену грађевинских склопова подразумевају: адекватну изолацију од ваздушног звука унутрашњих грађевинских елемената (зидова, таваница, врата) и спољашњих (фасадни зидови, отвори, кровни омотач) и изолацију подова и зидова од ударног звука. У складу са тим, али и са важећом регулативом из области звучне заштите, успостављени су параметри за оцену акустичког комфора на одабраним моделима.

Параметар који дефинише изолацију од ваздушног звука између просторија је **грађевинска изолациона моћ преграде (R'_w)**- својство преграде да задржи звук. Изолациона моћ сваке преграде расте са фреквенцијом, а директно је сразмерна својој површинској маси. Стандардом SRPS U.J6.201 прописане су минималне вредности овог параметра, које за зид и таваницу између два стана треба да буду минимално 52 dB.

Сложеност математичког прорачуна наметнула је сценарио у коме се анализирају само две суседне просторије (пријемна и предајна) и заједничка преграда која их раздваја. На тај начин разматра се вертикална преграда (зид) између суседних просторија, које су једна поред друге и хоризонтална преграда (таваница) између суседних просторија, које су једна изнад друге.

Звучна изолованост ($D_{2m,nT}$) фасадног зида. Дефинише се као разлика у нивоима звука између два простора која одељује фасадна преграда и као таква одређена је граничним вредностима буке на отвореном простору и у затвореним просторијама (табела IV.10). Овакав акустички дескриптор примењује се у случајевима када постоји сложенији пут проласка звука и када нема јасно детерминисаних грађевинских елемената преко којих се преноси.

У зависности од локације објекта, у односу на акустичке зоне, одређене су меродавне вредности звучне изолованости, а за потребе овог истраживања усвојена је минимална вредност $D_{2m,nT}=20$ dB.

Табела IV.10 Разлика између нивоа буке у спољашњем и унутрашњем простору

Унутрашњи ниво буке у стамбеним просторијама	Спољашњи ниво буке				
	40	45	50	55	60
30dB (ноћни)	10	15	20	25	30
35dB (дневни)	5	10	15	20	25

Параметар којим се одређује звучна изолованост грађевинске конструкције од ударног звука: $L'_{n,w}$ - **меродавни нормализован ниво ударног звука грађевинске конструкције**. Одређивање карактеристика грађевинских конструкција при преносу ударног звука врши се мерењем нивоа звучног притиска у пријемној просторији, при деловању стандардизованог извора звука удара (*тапкалица*). Максимална вредност овог параметра прописана је стандардом SRPS U.J6.201 и за таваницу између станова износи 68 dB, међутим усаглашавањем са стандардом ISO 717-2 референтна крива спуштена је за 8 dB и тиме је максимална вредност нивоа звука удара за ову позицију у склопу- 60 dB.

Израчунавање звучне изолованости према наведеним параметрима извршено је уз помоћ програма *Ursa Fragmat Akustika RS*. Програм користи базу података измерених лабораторијских вредности која није обухватала све неопходне позиције примењене на моделима и за потребе овог истраживања проширене су склоповима који данас припадају историјским конструкцијама, али су значајне за разматрање постојећег стамбеног фонда. Софтвер је рађен према европским стандардима SRPS EN 12354 усвојених код нас 2008. године, који утврђују алгоритме за прорачун звучне изолације у зградама.

IV.4 Светлосни комфор

Светлосни комфор према Правилнику о ЕЕЗ из 2011. године *представља услове који омогућавају добро виђање, тачно и брзо опажање уз минимално напрезање очију* (РС, 61/2011). Постизање задатих услова, коришћењем дневне светлости, остварују се незаменљиве здравствене погодности корисника простора и уједно доприноси рационалном коришћењу енергије и побољшању укупне енергетске ефикасности зграде. Максимално коришћење природног, уз смањење употребе вештачког осветљења, у циљу постизања оптималних услова светлосног комфора, препорука је свих стандарда који се баве овом проблематиком.

Истраживање светлосног комфора стамбеног фонда Београда рађено је за услове коришћења дневног светла. Полазиште за анализу представља структура зграде- материјализовани стамбени објекат и специфичности и могућности за природним осветљењем које произилазе из простора, већ дефинисаног актуелним архитектонским стиловима, техникама грађења, важећим нормама, или искуствено усвојеним правилима. Формирањем транспарентних делова омотача зграде уводи се светлост у објекат, па су њихове димензије, облик, положај у односу на просторију, материјал од кога су направљени, склоп, подела, врста застакљења, од пресудног значаја за постизање светлосног комфора. Неопходно је напоменути и значај визуелног контакта са спољним окружењем (визуелни комфор), који се постиже одговарајућим положајем застакљених делова у односу на унутрашњи простор.

Величина и облик прозорских отвора мењали су се кроз историју стамбене изградње и кроз одабране моделе издвојени су типични примери који илуструју карактеристичне начине формирања транспарентних делова омотача у стамбеним зградама у Београду. Њихове димензије директно утичу на ниво осветљености простора и оне су дефинисане домаћим нормативима за стамбену изградњу још од 1897. године (однос површине застакљених делова и подне површине просторије која се осветљава).

Поред димензија прозорског отвора параметри који су део структуре омотача, а утичу на ниво осветљености просторије су: висина парапета, димензије просторије која се осветљава (ширина, дубина и чиста висина) као и постојање

тераса, или лођа и њихова дубина. Неке од ових величина, дефинисане су правилницима и нормативима за стамбену изградњу, што је олакшавало поступак избора типичних решења (табела IV.11).

Оријентациона правила грађења којима се постиже довољан ниво осветљености, а која су дефинисана и кроз различите стандарде су: да дубина просторије не буде већа од 2,5 пута увећане чисте висине и да радне површине које се налазе у висини парапетног зида не буду удаљене од отвора више од 2-2,5 висине прозора.

Табела IV.11 Димензије прозорских отвора дефинисане домаћом регулативом

прописи	чиста висина	површина прозора	висина парапета
1897. Грађ.правилник за варош Београд		1/10 подне површине	
1931. Грађевински закон	300 cm приз. 280 cm спрат		
1932. Општа упутства за израду уредбе о извођењу рег, плана и грађ. правилника.		1/10 подне површине	
1967. Правилник о минималним техничким условима за изградњу станова	240 cm	1/7 подне површине	90 cm
1973. Услови и технички нормативи за пројектовање стамбених зграда и станова	250 cm		90 cm
1983. Услови и технички нормативи за пројектовање стамбених зграда и станова	250 cm	1/7±10% подне површине	90 cm
1990. Правилник о техничким нормативима за пројектовање и извођење завршних радова у грађевинарству			100 cm
2012. Правилник о условима и нормативима за пројектовање стамбених зграда и станова	260 cm	min 15% подне површине	90 cm

Осветљење изграђеног простора у домаћој регулативи је обрађено кроз стандард SRPS U.C9.100 из 1962. године: *Дневно и електрично осветљење просторија у зградама* и кроз *Препоруке за осветљењем* које је 1974. године издао Југословенски комитет за осветљење (ЈКО, 1974). У стандарду, који је и данас на снази, извршена је категоризација стамбених просторија према захтевима за осветљењем, као и референтне вредности осветљаја и фактора дневне осветљености, који ће бити меродавни за прорачун (табела IV.12). Анализа светлосног комфора рађена је за просторије дневног боравка у којима се одвија

мноштво различитих активности, а за које важећи домаћи стандард прописује средњи општи ниво осветљености. Уколико се дневна соба користи и за читање и учење, прописан је велики ниво осветљености.

Табела IV.12 Захтеви за осветљењем у стамбеним зградама (SRPS U.C9.100,1962)

захтеви	просторије у стамбеним зградама	осветљеност lx	фактор дневне осветљености %
веома мали	споредне и подрумске просторије, просторије без посебне намене, спремништа и складишта, ходници и споредни пролази, спаваће собе, купатила	30-50	0,6-1,0
мали	главни пролази и ходници, степеништа, гараже, теретни и особни лифтови, котларнице, опште осветљење спаваћих соба и купатила	50-80	1,0-1,6
средњи	опште осветљење дневне и дечије собе, радне површине у кухињи	80-150	1,6-3,0
велики	изнад огледала у купатилу и соби за спавање, изнад постеље у соби за спавање, изнад постеље у соби за спавање, места за читање и учење у дневној и дечијој соби	150-300	3,0-6,0
веома велики	библиотеке, атељеи, собе за ручни рад, шивење и сл.	300-600	6,0-12,0

У циљу испитивања постојећег стамбеног фонда Београда на услове светлосног комфора, са становишта грађевинске структуре објеката, постављени су идентични услови средине (локација, оријентација, услови неба), што омогућава компарацију резултата и дефинисање закључака. Параметри на основу којих ће се вршити оцена квалитета осветљења стамбених зграда су: количник дневне светлости, осветљеност и бљесак. Одабрана је јужна оријентација која се препоручује за просторе дневног боравка, а у летњим месецима може бити неповољна због појаве бљештања. У средини дневног боравка постављен је сто како би се пратила осветљеност и бљесак у зони радног простора.

Анализа светлосне удобности усвојених типичних модела рађена је уз помоћ рачунарског алата *Velux Daylight Visualizer 2*, који омогућава једноставно, просторно сагледавање параметара светлосног комфора. Програм моделује просторију и визуелизује добијене резултате кроз основу, пресек или изглед (у перспективи из одабране тачке), изузев код количника дневне светлости, који се може приказати само у основи. Сагледавање параметара могуће је кроз: симулацију реалистичног модела, линијским приказивањем контуре референтних

података, или колористичним валером који дефинише зоне заступљености појединих бројчаних вредности. Резултати анализе стамбеног фонда Београда на услове светлосног комфора приказани су на последња два начина, зато што омогућавају прецизније просторно сагледавање добијених нумеричких показатеља.

Количник дневне светлости КДС (енглески: Daylight factor – DF) је показатељ квалитета дневног осветљења и представља у процентима изражен однос између осветљености изабране тачке у просторији и осветљености спољашње хоризонталне незаклоњене површине за услове облачног неба. Код просечног количника дневне светлости између 2 и 5%, просторију опажамо као одговарајуће осветљену, само повремено треба природно осветљење допуњавати електричним (Медвед, 2011). Стандардом SRPS U.C9.100 из 1962. за сваку категорију захтева одређене су референтне вредности фактора дневне светлости (изражено у процентима) и приказане у табели IV.12. За просторије дневног боравка, код средњег нивоа захтева, вредност фактора дневне светлости је 1,6-3%, а код великог нивоа 3-6%.

Осветљеност (енглески: *illuminance*), је однос светлосног флукса и површине коју осветљава и јединица мере је лукс (lx). Она је показатељ светлосне удобности при обављању визуелно захтевних активности. Домаћим стандардом SRPS U.C9.100 (табела IV.12) одређене су вредности нивоа осветљености за просторије дневног боравка, кроз захтеве средњег (80-150lx) или великог нивоа осветљености (150-300lx). Анализа одабраних модела рађена је за услове јужне оријентације, 21. марта у 12h, када је небо облачно.

Бљесак (енглески: *luminance*) је проузрокован високим степеном сјајности осветљене површине и представља однос јачине светлости и површине светлосног извора. Важан је параметар светлосног комфора и најчешћи узрок светлосне неудобности. Изражава се изведеном јединицом cd/m^2 . Сјајност површине која још увек не производи осећај бљештања је између 1.000 и 2.000 cd/m^2 . Препоручена сјајност зидова је 50-100 cd/m^2 (са фактором рефлексије најмање 0,5), плафона 100-300 cd/m^2 (са фактором рефлексије између 0,6 и 0,8), а 100-500 cd/m^2 видног задатка (Ђокић, 2007). Препоручени однос сјајности радног поља

и његовог непосредног окружења је 3:1 до 5:1, а однос сјајности радног поља и даље околине је 10:1 до 20:1, што прописује наведени домаћи стандард. Анализа просторија дневног боравка рађена је за услове јужне оријентације, 21. јула у 12h, када је небо ведро, како би се сагледала најнеповољнија ситуација, у којој може доћи до појаве бљештања.

IV.5 Резиме поглавља- усвојени критеријуми и параметри комфора

Са циљем да се прегледније сагледају усвојени критеријуми и параметри, који су објашњени у претходним поглављима о комфорима, у наредном тексту је извршена њихова систематизација кроз табеларне приказе (табеле IV.13, IV.14, IV.15 и IV.16).

Табела IV.13 Критеријуми и параметри за оцену термичког комфора

	критеријуми на нивоу појединачних грађевинских конструкција	ознака	јединица	реф.вредност
	коэффициент пролаза топлоте	U	W/m ² K	U > U _{max}
	спољашњи зид			U _{max} =0,4 W/m ² K
	прозор			U _{max} =1,5 W/m ² K
	зид ка суседу			U _{max} =0,9 W/m ² K
	таваница ка суседу			U _{max} =0,9 W/m ² K
	провера дифузије водене паре	Θ _s	°C	Θ _{is} > Θ _s
	дозвољена температура унутрашње површине	Θ _{is}	°C	Θ _{is} > 10,7°C
	провером летње стабилности			
	фактор пригушења осцилације температуре	η	/	η > η.min= 7
	кашњење осцилације температуре	v	/	v > v.min= 15
	критеријуми на нивоу модела као целине	ознака	јединица	
губици	укупна потребна енергија за надокнађивање трансмисионих губитака топлоте	Q _t	kWh	
	укупна потребна енергија за надокнађивање вентилационих губитака	Q _v	kWh	
добити	укупни соларни добити за грејну сезону	Q _{sol}	kWh	
	енергија од интерних добитака људи	Q _p	kWh	
	енергија од интерних добитака електричних уређаја	Q _{el}	kWh	
биланс	укупна потребна енергија за грејање	Q _{h,nd}	kWh	
	енергија потребна за грејање по квадратном метру	Q _{h,an}	kWh/m ² a	

Табела IV.14 Критеријуми за оцену ваздушног комфора

критеријум	ознака	јединица
Проток ваздуха кроз незаптивене преклопе $V = \sum a_i \cdot l_i \cdot \Delta p_{e-i}^n$	V	m ³ /h
прорачун вентилационих губитака према SRPS EN 12831		
Пројектовани коефицијент вентилационих топлотних губитака $H_{vi} = V'_i \cdot \rho_a \cdot c_p$	H _{v,i}	W/K
прорачун вентилационих губитака према SRPS EN ISO 13789		
Коефицијент вентилационих топлотних губитака $H_v = \rho_a \cdot c_p \cdot V \cdot n$	H _v	W/K
Годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака	Q _v	kWh

Табела IV.15 Критеријуми за оцену акустичког комфора

критеријуми	ознака	јединица	реф. вредност
Звучна изолованост фасадног зида	D _{2m,nT}	dB	D _{2m,nT} ≥ 20 dB
Грађевинска изолациона моћ преграде	R' _w	dB	R' _w ≥ 52 dB
зид ка суседу			R' _w ≥ 52 dB
таваница ка суседу			R' _w ≥ 52 dB
Ниво ударног звука међусpratне конструкције	L' _{n,w}	dB	L' _{n,w} ≤ 60 dB

Табела IV.16 Критеријуми за оцену светлосног комфора

критеријуми	јединица	референтне вредности		
		средњи ниво		велики ниво
Количник дневне светлости	%	1,6-3,0		3,0-6,0
Осветљеност површина	lx	80-150		150-300
		зидови	плафон	видни задатак
Бљештање	cd/m ²	50-100	100-300	100-500

V. АНАЛИЗА СТАМБЕНИХ ЗГРАДА БЕОГРАДА СА СТАНОВИШТА КОМФОРА

Истраживање развоја техника грађења, кроз карактеристичне временске периоде, урађено је са циљем да се формирају модели - веродостојни репрезенти грађевинских достигнућа, на којима ће се спровести анализа. Историјски преглед развоја техника грађења и утврђивање параметара стамбеног комфора, представљају полазну основу за формирање репрезентативних модела, на којима ће бити спроведено истраживање према захтевима топлотног, акустичког, ваздушног и светлосног комфора.

Овакав методолошки поступак спроведен је да би се извршило структурирање обимне стручне грађе и типолошко издвајање онога што чини репрезентативни узорак. У оквиру посматраних периода, уочене су карактеристике у грађењу и истражена грађевинска регулатива, што је послужило као основа за формирање структуре репрезентативних модела. Са друге стране, параметри комфора одредили су избор појединих склопова, и окружење у коме је модел анализиран.

V.1 Формирање истраживачких модела

Дефинисање модела који су репрезенти усвојене периодизације стамбеног фонда Београда, представља полазиште за анализу стамбеног комфора. С обзиром на сложеност и специфичност истраживања сваког појединачног комфора, а са циљем да се избегне велики број варијабилних параметара, поступак избора модела сужен је на један сегмент стана, пројектантски и конструктивни растер - дневну собу, која заузима централну позицију у организационој шеми. Уједно, то је простор у коме се одвијају дневне активности и који се може сматрати релевантном мером оствареног стамбеног комфора.

Издвојена просторна јединица посматрана је у окружењу које, са једне стране, детерминише параметре стамбеног комфора, а са друге, представља реалну ситуацију, типичну позицију са којом се сусрећемо на сваком кораку. У ту

сврху, један зид просторије је структуриран као фасадни, други је преграда ка суседном стану, а остала два се граниче са осталим просторијама стана. Посматрано по вертикали, просторна јединица је уграђена у средишњи део стамбене зграде, тако да, са доње и горње стране, постоји стамбени простор, што је најзаступљенији положај код вишепородичних стамбених зграда. Усвојена је јужна оријентација просторије, што представља пожељну позицију за овакву просторну намену. Посматрано у оквирима појединих параметара, оваква оријентација има својих предности, али и недостатака, (осветљеност и бљесак код светлосног комфора) и њен утицај се може релативизовати, из разлога што је установљена за све моделе и као таква има једнаког утицаја на сваки појединачно.

Димензионални параметри: дужина и ширина просторије су одређени као константне величине, које важе за све моделе, а чиста висина је варијабилна и подлеже условима важећих стандарда, или искуствено усвојених правила (односи се на стамбене објекте из првог периода). Установљена дужина просторије је 5 m, а ширина 4 m, што су величине које се понављају у свим периодима изградње, одговарају конструктивном и функционалном растеру, срећу се и код масивних и код скелетних система. Усвајање непроменљивог габарита у основи, једнаког код свих модела, урађено је са намером, да се избегне велики број варијабилних величина, како би се вредности добијене анализом параметара комфора могле међусобно упоређивати.

Усвајању појединачних модела претходи типолошка анализа и систематизација карактеристичних конструктивних склопова, који су примењивани у сваком периоду, а на основу којих, су усвојени елементи који граде његову структуру. У циљу једноставнијег праћења типичних структурних елемената, извршено је означавање сваког појединачног склопа шифром, која се састоји од словних ознака и редног броја. Слова у називу означавају скраћеницу елемента конструкције и приказана су у табели V.1.

Типологија склопова урађена је са циљем да се установе типичне конструкције, а затим, према заступљености, избор ограничи на један карактеристични склоп, за сваки структурни елемент, на основу кога је материјализован модел. Одабрани су примери склопова који репрезентују

заступљене технике грађења и који су масовно примењивани на објектима грађеним у посматраном периоду.

Табела V.1 Словне ознаке у шифрама које означавају склопове

словна ознака	елемент склопа зграде	словна ознака	елемент склопа зграде
СЗ	спољашњи зид	МК	међуспратна таваница
ЗН	зид ка негрејаном простору	МК_т	међуспратна таваница ка тавану
ЗС	зид ка суседном стану	МК_п	међуспратна таваница ка подруму
ПК	подна конструкција	К	кос кров
РК	раван кров	П	прозор

Модел је формиран тако да репрезентује и преовлађујући конструктивни склоп (масивни или скелетни) и у складу са тим су материјализовани сви његови сегменти. Детаљна образложења избора појединачних модела приказана су у даљем тексту.

Следећи променљиви параметар је прозор: његове димензије, положај, број, висина парапета, примењени материјал оквира, застакљења, конструктивни склоп, као и врста застора. Његов утицај се сагледава у свим облицима стамбеног комфора, а у појединим има одлучујућу улогу (светлосном), тако да је одабир варијабилних параметара који га чине, од пресудног значаја на укупне резултате.

V.1.1 Модел 1 – репрезент стамбене изградње у Београду у периоду до 1918. године

Стамбени фонд Београда изграђен до краја Првог светског рата, који репрезентује модел 1, у највећем броју чине објекти грађени од краја 19. века, када је масивни зидани склоп већ био доминантан начин грађења, са опеком стандардизованих димензија, која чини структуру свих зидова.

V.1.1.1 Типологија карактеристичних структурних склопова

Законом грађевинским за варош Београд из 1896. године нормиране су димензије опеке и одређене дебљине зидова које из тога произилазе¹²². *Грађевинским правилником за варош Београд* из 1897. године детаљније је објашњено усвајање дебљина зидова, у зависности од њиховог положаја у објекту и функције коју имају. *Главни зидови* највише етажне, морају имати дебљину минимум 45 cm, а у сваком нижем спрату зидови се подебљавају за половину дужине опеке (15 cm)¹²³. Њихова димензија може бити непромењена, кроз две етажне, уколико конструкција таванице то дозвољава. *Главни зидови* приземних зграда имали су дебљину 30 cm, уколико је дубина собе максимално 5 m, а висина до 3,5 m. Средњи зидови највиших етажа морају имати дебљину једне опеке, а уколико је дубина собе преко 6m, морају имати дебљину *главних* зидова. Њихова димензија такође се повећавала на нижим етажама. Преградни зидови могу се правити од половине опеке, уколико нису виши од 4,2 m ни дужи од 6 m.

Наведена законска акта определила су избор карактеристичних зидних склопова, који су примењивани у периоду до 1918. године (табела V.2) Фасадни зид дебљине једне опеке (30 cm), могао се користити само код приземних објеката, а то је преовлађујући зидни склоп код мањих, индивидуалних, породичних објеката, који су грађени у Београду у овом периоду (СЗ 1). Спољашњи зидови спратних објеката морали су имати дебљину 45 cm, на највишој етажи, а на нижим се она повећавала за пола опеке и према томе су усвојени карактеристични зидни склопови СЗ 2 (45 cm) и СЗ 3(60 cm). С обзиром на ниску спратност објеката грађених у овом периоду (преовлађују приземни или једносратни објекти) овакав одабир карактеристичних спољних зидова обухвата најчешће примењиване склопове.

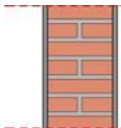
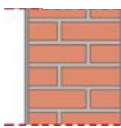
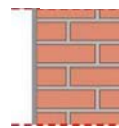
¹²² Референтна вредност за означавање дебљине зидова била је дужина опеке, па су према томе, постојали зидови: *од пола цигле* (15 cm), *једне цигле* (30 cm), *цигле и по* (45 cm), *две цигле* (60 cm), и тд.

¹²³ Под главним зидовима подразумевају се спољашњи зидови, средњи носећи зидови и они у којима се налазе димњаци (Јосимовић, 1860).

Зидови ка негрејаном степеништу зидани су опеком у дебелинама које су коришћене и за фасадне зидове (29 cm, 45 cm или 60 cm). Објекти су најчешће грађени у подужном конструктивном склопу, па су средњи зидови поред конструктивне функције имали улогу преграде ка негрејаном степеништу. Средњи зидови су према прописима морали имати минималну ширину једне цигле (29 cm), као и зидови у које су узиђивани степеници.

Зидови ка суседним становима рађени су на исти начин као и претходни, са минималном дебелином од 29 cm, а уколико су имали и конструктивну улогу, њихова дебелина је, у зависности од положаја у згради, могла бити и већа.

Табела V.2 Карактеристични склопови зидова

позиција	С31/ЗН1/ЗС1	С32/ЗН2/ЗС2	С33/ЗН3/ЗС3
СПОЉАШЊИ ЗИДОВИ (СЗ)			
ЗИДОВИ КА НЕГРЕЈАНОМ ПРОСТОРУ (ЗН)	<ul style="list-style-type: none"> • кречни малтер 2cm • опека 29cm • кречни малтер 2cm 	<ul style="list-style-type: none"> • кречни малтер 2cm • опека 45cm • кречни малтер 2cm 	<ul style="list-style-type: none"> • кречни малтер 2cm • опека 60 cm • кречни малтер 2cm
ЗИДОВИ КА СУСЕДУ (ЗС)	карактеристично за фасаде приземних објеката, за зидове ка негрејаном степеништу и ка суседном стану	карактеристично за вишеспратне објекте, примењено на вишим етажама	карактеристично за вишеспратне објекте, примењено у приземљу

Правилником из 1897. године дефинисано је да се подруми и сутерени морају *засводити*, а конструкција која је на тим местима најчешће примењивана била је плитки сегментни пруски свод (МК1- табела V.3). Стрела свода је 1/10-1/12 распона, а греде се постављају на размаку 1-1,5 m како би се штедело на скупом гвозденом материјалу. С обзиром на то, да су подруми најчешће коришћени као магацини за огрев и оставе за храну, ова међуспратна конструкција је представљала границу између грејаног простора приземља и негрејаног подрума.

Таванице између осталих етажа формиране су најчешће од дрвених гредатавањача, постављених на размаку 80-90 cm (МК2). У стамбеним просторијама подне облоге су дрвене: од дасака или паркета на слепом поду. Преко таванања

прикуцаване су даске и наношен је слој песка у коме су постављене потпатоснице, за које се прикуцава дрвени под. Плафон је формиран од тршчаног плетива причвршћеног за тавањаче, на који се наноси кречни малтер.

Међуспратна конструкција ка таванском простору је дрвена, формирана на исти начин као и претходни склоп, а разликује се једино у завршном слоју. Наиме, преко дасака прикуцаних за дрвене тавањаче поставља се слој блата, или песка минимум 8 cm дебљине (МКЗ). Тавански простор се није користио за боравак, па је ова таваница представљала границу између грејаног и негрејаног простора. Примери карактеристичних склопова међуспратних конструкција приказани су у табели V.3.

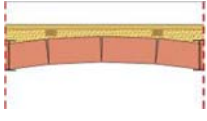
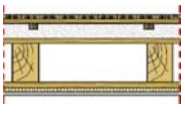
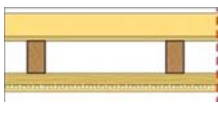

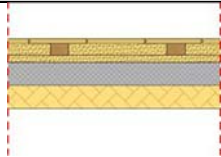

Изолација подова подрумских просторија у којима се борави, када је земљиште суво, рађена је постављањем слоја шљунка, песка или глине, као непробојног слоја, преко кога је полагаан дашчани под, преко потпатосница (ПК 1)¹²⁴. Овакве конструкције су, у највећем броју случајева, где је простор остао стамбени, временом реновиране и постављена је бетонска плоча (ПК 2).

На објектима грађеним од половине 19. века постављају се двоструки прозори са широком кутијом, са отварањем крила ка унутрашњем простору (табела V.3 - П1). Они су уграђивани у зид од опеке у коме је формиран испуст („зуб“), како би се постигло боље налегање и спречило продувавање. Спољашњи застори се ретко примењују, иако је од 1885. године постојала фабрика ролетни у Новом Саду са представништвом у Београду.¹²⁵ На појединим очуваним објектима грађеним пре Првог светског рата постављени су дрвени капци са помичним гриљама, али је њихова примена ипак била спорадична и не може се сматрати карактеристичном за овај период. Врата су пуна, дрвена, са видним оквиром и испунама.

¹²⁴ Објекти у градском ткиву, који су сачувани до данашњих дана, најчешће су имали подрум, који је коришћен за смештај огрева, тако да су конструкције пода на тлу у просторима у којима се борави, биле ретко примењиване и обично настајале као адаптација нестамбених простора у стамбене.

¹²⁵ Фабрика *Силвестер Бернолд* основана је 1895. године у Новом Саду и од оснивања бавила се производњом ролетни и разним баварским радовима (Кушевић, 1930).

Табела V.3 Карактеристични склопови међуспратних конструкција, подова и прозора

позиција	МК1	МК2	МК2т
МЕЂУСПРАТНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ (МК)			
	<ul style="list-style-type: none"> • паркет 2,2с т • даске 2,4 см • потпатоснице 3/5 см у песку 8 см • пруски свод (опека и челични I носачи) 	<ul style="list-style-type: none"> • паркет 2,2 см • даске 2,4 см • потпатоснице 3/5 см у песку 8 см • дрвене греде 14/20 см на 80 см • тршчани плафон преко летава 5 см • кречни малтер 2 см 	<ul style="list-style-type: none"> • набијена земља 10 см • даске 2,4 см • дрвене греде 14/20 см на 80 см • тршчани плафон преко летава 5 см • кречни малтер 2 см
	карактеристична међуспратна конструкција изнад подрумског простора	карактеристична међуспратна конструкција изнад приземља и виших етажа	карактеристична међуспратна конструкција испод таванског простора
позиција	ПК1	ПК2	П1
ПОДНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ (ПК) ПРОЗОРИ (П)			
	<ul style="list-style-type: none"> • паркет 2,2 см • потпатоснице 3/5 см у песку 8 см • набијена земља 	<ul style="list-style-type: none"> • паркет 2,2 см • даске 2,4 см • потпатоснице 3/5 см у песку 8 см • бетонска плоча 10 см • набијена земља 	<ul style="list-style-type: none"> • дрвени двоструки прозор са широком кутијом застакљен обичним стаклом
	карактеристично за под на тлу у објектима који немају подрум (у међувремену углавном промењено)	карактеристично за под на тлу у објектима који немају подрум	

V.1.1.2 Формирање истраживачког модела 1

Модел 1 репрезентује најстарије изграђене објекте у Београду, који су део ужег градског ткива и уграђени у градску матрицу, и за њих је карактеристичан подужни, двотрактни, конструктивни склоп, паралелан са уличном регулацијом. Појавни облици, структурне и димензионалне карактеристике модела 1 приказане су у табели V.4. У складу са карактеристикама подужног конструктивног склопа, усвојен је фасадни зид на моделу 1: С32, дебљине 45 см, што одговара спратним позицијама и најмањој дебљини спољашњег конструктивног елемента (табела

V.4). Зид насупрот фасадном, такође је конструктивни, и у складу са тим има дебљину унутрашњег конструктивног зида (29 cm), који поред те улоге често има функцију преграде ка негрејаном степеништу (табела V.2). Зидови ка суседним становима структурирани су на исти начин: ЗС1, дебљине 29 cm, а унутрашње преграде, у склопу стамбене јединице, зидане су половином опеке, што је према старом формату једнако дебљини зида од 15 cm.

Међуспратне конструкције изнад приземних и спратних етажа су најчешће формиране од дрвених греда, са слепим подом постављеним у слоју песка, тршчаним плафоном постављеним преко летава и паркетном подном облогом у стамбеним просторијама (табела V.3 - МК2).

Најранији период изградње обележила је примена двоструких дрвених прозора са размакнутих крилима, који су уграђивани у зид од опеке (П1). Облик прозора карактерише изражена висину у односу на ширину и однос њихових димензија је приближно 1:2 (ш/в). Просторија код модела 1 осветљена је са једним прозорским елементом димензија 120/220cm, у складу са стандардима осветљености које је прописао *Грађевински правилник за варош Београд* из 1897. године, и он је двоструки са широком кутијом, дводелни по ширини и висини.

Висина парапета није била прописима дефинисана, али су уобичајене димензије биле око 80 cm. Спољашњи застори на стамбеним зградама, грађеним у време пре Првог светског рата, су ретко постављани и њихова примена се везује за каснији период и појаве занатских радионица које су их производиле. На прозорима зграда, са унутрашње стране, постављане су тешке текстилне завесе, које су вршиле функцију застора.

С обзиром на усвојене константне вредности ширине и дубине просторије, потпуну димензионалну одређеност модела даје чиста висина, која је усвојена у димензији 3,5 m, што није прописима дефинисано, али је увидом у техничку документацију стамбених зграда из овог периода утврђена учесталост њене примене.

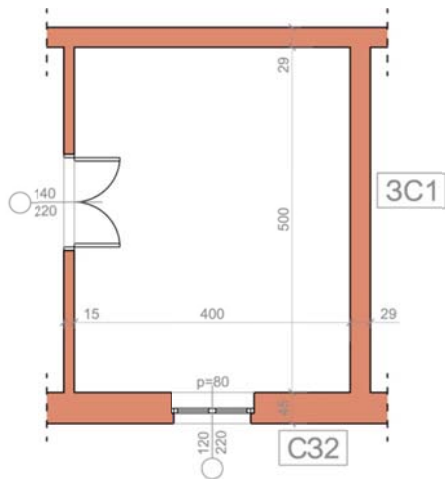
Табела V.4 Модел 1: појавне, структурне и димензионалне карактеристике

Период до 1918. године- МОДЕЛ 1

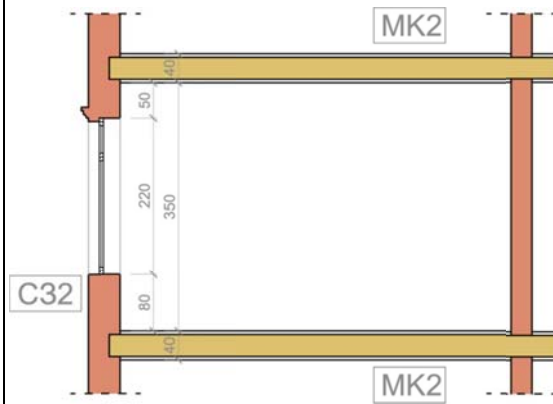
Појавни облици



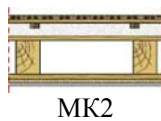
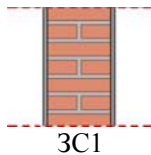
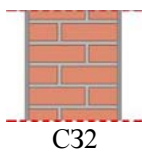
Основа просторије



Типичан пресек



Примењени склопови



Сегмент фасаде



V.1.2 Модел 2 – репрезент стамбене изградње у Београду у периоду 1919-1946. године

Међуратни период карактеристичан је по новинама у грађењу, које су наступиле почетком тридесетих година прошлог века, ступањем на снагу Грађевинског закона (1931) и афирмисањем модернистичког покрета у архитектури Београда. Стамбени објекти настали у време после Првог светског рата, до тридесетих година прошлог века, са становишта конструкције, своје упориште у великој мери имају у претходном периоду и правилима која су тада установљена. Од тридесетих година, са јачањем модерног правца у архитектури, започињу промене у структури грађевина, које нису биле радикалне, али су своја обележја пренеле и у наредни период (1945-1960).

V.1.2.1 Типологија карактеристичних структурних склопова

Усвајањем новог формата опеке, промењене су дебљине зидова и нове димензије прописане су у документу: *Опита упутства за израду уредбе о извођењу регулационог плана и грађевинског правилника*, 1932. године, у делу који се односи на грађевински правилник. Стари формат опеке могао је бити у употреби до краја 1933. године, а од тада нови постаје обавезујући и као такав користи се и данас. Зидни склопови који су коришћени до промене формата обухваћени су типологијом за претходни период (до 1918. године), а зидни склопови који су произашли из новог формата, биће образложени у овом делу (табела V.5).

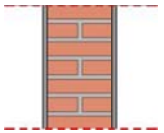
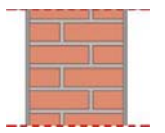
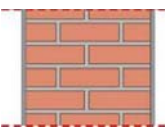
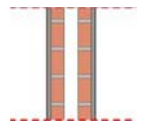
Дебљина зидова, према наведеном документу, условљена је дужином просторије, што је суштински подразумевало растојање између конструктивних зидова (распон).¹²⁶ Најмања дебљина конструктивног зида, или преградног ка суседном стану, је 25 cm, уколико дубина просторије не прелази 4 m, што је усвојено као типичан зидни склоп: СЗ4, ЗН4 и ЗС4. Дебљина зидова се

¹²⁶ Оваква терминологија произашла је из најчешће примењиваног подужног конструктивног склопа, где су просторије краћом димензијом биле постављене на фасадну раван, која је била конструктивна.

сукцесивно повећавала, на сваком нижем спрату (или на свака два), за ширину опеке и према томе усвојени су зидни склопови дебљине 38 cm (C35) и 51 cm (C36). Зид од опеке дебљине 64 cm примењује се код распона 8,5-10 m, или код зграда са више етажа, што није карактеристично за стамбене објекте грађене између два рата и због тога није усвојен као типичан пример зидног склопа.

Новине се јављају у структурирању преградних зидова ка суседним становима, где се уводе двослојне конструкције од опеке са међуслојем ваздуха, као изолацијом. Градитељи овог периода, поучени примерима из иностране праксе, сагледавају изолационе моћи ваздушног слоја и постепено оваква решења улазе у домаћу праксу (ЗС7).

Табела V.5 Карактеристични склопови зидова

позиција	C34/ЗН4/ЗС4	C35/ЗН5/ЗС5	C36/ЗН6/ЗС6	ЗС7
СПОЉАШЊИ ЗИДОВИ (СЗ)				
ЗИДОВИ КА НЕГРЕЈАНОМ ПРОСТОРУ (ЗН)	<ul style="list-style-type: none"> • кречни малтер 2 cm • опека 25 cm • кречни малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • кречни малтер 2 cm • опека 38 cm • кречни малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • кречни малтер 2 cm • опека 51 cm • кречни малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • кречни малтер 2 cm • опека 6,5 cm • ваздух 7 cm • опека 6,5 cm • кречни малтер 2 cm
ЗИДОВИ КА СУСЕДУ (ЗС)	карактеристично за фасаде приземних објеката, и вишеспратних на највишим етажама, за зидове ка негрејаном степеништу и ка суседном стану	карактеристично за приземне и вишеспратне објекте	карактеристично за вишеспратне објекте, примењено на нижим етажама	зид између станова, уколико није конструктивни

Карактеристично за међуратни период је постепено потискивање дрвених међуспратних конструкција и примена бетонских ситноребрастих таваница (табела V.6). Грађене су на лицу места: ливена ситноребраста таваница, или као полупрефабриковани елементи. Собзиром на одличне противпожарне карактеристике, бетонске таванице су потиснуле из употребе Пруски свод, који је примењиван изнад подрума и постају јединствено решење за читав објекат.

Примена ситноробрастих полупрефабрикованих таваница обележје је међуратног периода и велики број иностраних, патентираних конструкција настао је комбинацијом ливеног бетона и префабрикованих елемената од армираног-бетона, шупљих опекарских блокова, или челичних носача.

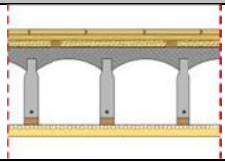
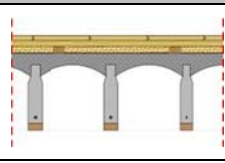
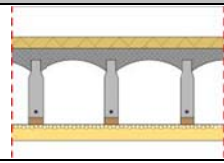
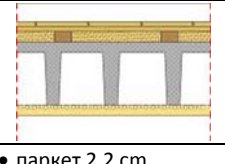
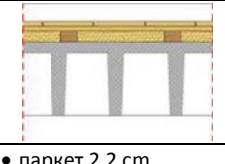

У домаћој стамбеној изградњи, најчешће је примењивана таваница Хербст, која се састоји од префабрикованих, армирано-бетонских ребара висине 25 cm и бетонске плоче, ливене на лицу места, по оплати од закривљеног гвозденог лима. На овај начин добијала се сегментна сводна конструкција, ослоњена на армирано-бетонске носаче, укупне дебљине обично 30 cm, која је могла да премости распоне до 8 m (МК3). Међуспратне, ситноробрасте конструкције, ливене на лицу места, имале су уобичајену висину 30-35cm, са размаком ребара око 50cm и тршчаним плафоном, постављеним преко летава ка стамбеним просторима (МК4).

Пливајући дрвени под са потпатосницама у песку и у овом периоду остаје најчешће примењиван подни склоп. Међуспратна конструкција ка таванском простору изводи се на два начина: као бетонска таваница, која је примењена и изнад осталих етажа, или као дрвена конструкција са тавањачама. Подни склоп у таванском простору формиран је, у оба случаја, најчешће од иловаче дебљине 10cm (МК3т, МК4т).

Подна конструкција на тлу, код стамбених просторија, у овом периоду остаје непромењена у односу на претходни период. У стручној литератури помиње се израда *шупљих подова*, вентилисане подне конструкције, формиране одизањем потпатосница на озидане стубиће и увођењем спољног ваздуха у такав међупростор, међутим, оваква решења су ретко примењивана (Несторовић, 1927). Постављање хидроизолационих слојева у поду, рађено је само уколико се подрум користио за боравак, што обично није био случај.

На објектима грађеним у периоду између два рата уграђују се двоструки прозори са широком кутијом, а започиње и интензивнија примена дрвених ролетни, као застора на прозорима богатијих кућа. У Београду су постојале радионице за израду ролетни и њихова примена све више добија на значају. Врата су пуна, дрвена, са видним оквиром и испунама.

Табела V.6 Карактеристични склопови међуспратних конструкција

позиција	МКЗ	МКЗп	МКЗт
ХЕРБСТ ТАВАНИЦА			
	<ul style="list-style-type: none"> • паркет 2,2 cm • даске 2,4 cm • потпатоснице 3/5 cm у песку 8 cm • Хербст таваница 30 cm • тршчани плафон преко летава 3/5 cm • кречни малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • паркет 2,2 cm • даске 2,4 cm • потпатоснице 3/5 cm у песку 8 cm • Хербст таваница 30 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • набијена земља 10 cm • Хербст таваница 30 cm • тршчани плафон преко летава 3/5 cm • кречни малтер 2 cm
	међуспратна конструкција између грејаних простора	међуспратна конструкција изнад подрумске етаже	међуспратна конструкција испод таванског простора
позиција	МК4	МК4п	МК4т
СИТНОРЕБРАСТА ТАВАНИЦА ливена на лицу места			
	<ul style="list-style-type: none"> • паркет 2,2 cm • даске 2,4 cm • потпатоснице 3/5 cm у песку 8 cm • ситноребраста таваница 35 cm • тршчани плафон преко летава 3/5 cm • кречни малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • паркет 2,2 cm • даске 2,4 cm • потпатоснице 3/5 cm у песку 8 cm • ситноребраста таваница 35 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • набијена земља 10 cm • ситноребраста таваница 35 cm • тршчани плафон преко летава 3/5 cm • кречни малтер 2 cm
	међуспратна конструкција између грејаних простора	међуспратна конструкција изнад подрумске етаже	међуспратна конструкција испод таванског простора

V.1.2.2 Формирање истраживачког модела 2

С обзиром да је начин грађења, карактеристичан за време непосредно после Првог светског рата, већ уграђен у претходни модел, избор структурних и димензионалних параметара модела 2, усаглашен је са новим тенденцијама, које су се јавиле тридесетих година прошлог века. Појавне, структурне и димензионалне карактеристике модела 2 приказане су у табели V.7.

У складу са новим форматом опеке усвојени су зидови код модела 2: фасадни је дебљине 38cm (С35), као и унутрашњи наспрамни, који код подужног

склопа (који је и надаље најчешће примењиван), има и конструктивну улогу (табела V.5). Преградни зид ка суседном стану зидан је опеком у два слоја, са ваздушним простором између, што су стандардна решења на местима где такав зид нема конструктивну функцију (ЗС7).




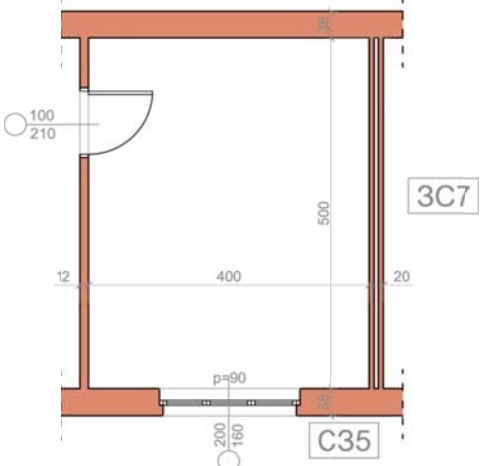
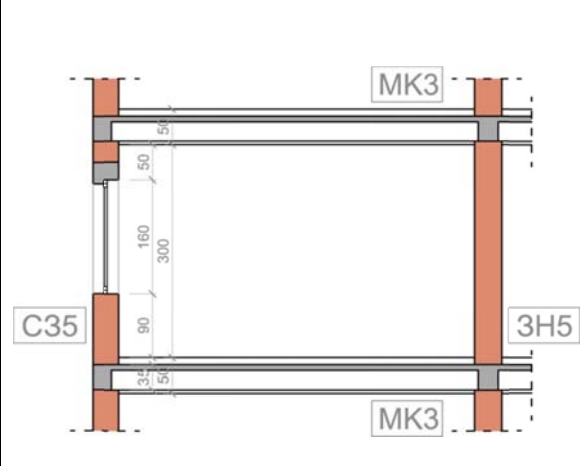
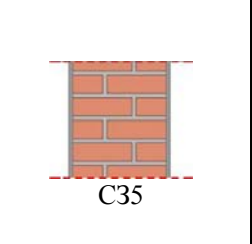
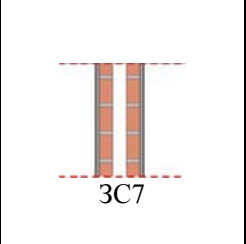

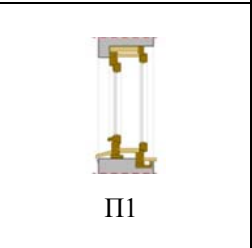
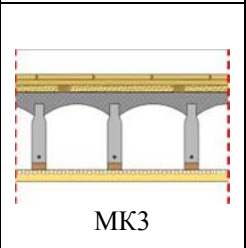
Репрезент типичних међуспратних конструкција у међуратном периоду је таваница Хербст, са подном конструкцијом, која је формирана на исти начин као у претходном периоду: у слоју песка полажу се дрвене летве, за које се прикивају даске, а за њих се прикуцава паркет (МК 3).

Изградња најамних станова, која преовлађује у периоду између два рата, утицала је на рационалнији приступ у изградњи стамбеног простора, што се одразило и на спратне висине. Велика запремина простора стварала је проблеме при загревању, што је такође утицало на смањење волуметрије простора. У складу са тим усвојена је и чиста висина просторије код модела 2: 300cm.

Непосредно после Првог светског рата задржавају се отвори који имају израженију висину него ширину, али се однос димензија временом мења: уместо 1:2 најчешће је 1:1,5 или блиско златном пресеку (Несторовић, 1927). Афирмацијом модерног покрета у стамбеној архитектури Београда мењају се и геометријске карактеристике фасадног отвора: повећава се ширина прозора, а смањује висина, тако да ширина постаје доминантнија величина. У *Општим упутствима* из 1932. омогућено је усклађивање димензија отвора са климатским условима локације, у границама 1/6-1/10 површине простора који се осветљава.

У складу са новим тенденцијама у обликовању отвора, усвојена је димензија прозорског елемента на моделу 2: 200/160cm (ш/в), који је троделни по ширини. Склоп прозора остаје непромењен: уграђују се двоструки прозори са широком кутијом, уграђени у зид од опеке, у који се формира испуст. Појављују се прве домаће ролетнарске занатске радње, што је допринело да се на прозорима све чешће уграђују спољашње дрвене ролетне, па је у складу са тим усвојен застор на моделу 2. Димензија парапета није прописана, али мања висина прозорског елемента, у односу на претходни период, утицала је да поставка отвора у односу на коту пода буде нешто виша. У складу са тим усвојена је висина парапета од 90 cm.

Табела V.7 Модел 2: појавне, структурне и димензионалне карактеристике

Период 1919-1945. године- МОДЕЛ 2		
Појавни облици		
		
Основа просторије		Типичан пресек
		
Примењени склопови		Сегмент фасаде
		
		

V.1.3 Модел 3 – репрезент стамбене изградње у Београду у периоду 1946-1960. године

Период после Другог светског рата, са становишта грађења, представља наставак усвојених градитељских традиција и припрему за радикалне промене које су уследиле шездесетих година прошлог века. Оно што разликује овај период од претходног је рационалнији однос према грађењу и скромнија улагања која су била последица тешке економске ситуације и ратом уништеног грађевинског сектора. Нарасле стамбене потребе, недостатак финансијских средстава и стручне радне снаге утицали су да поједини стандарди у грађењу, који су успостављени у међуратном периоду, у овом бивају напуштени.

V.1.3.1 Типологија карактеристичних структурних склопова

Период непосредно после Другог светског рата представљао је континуитет масивних зиданих склопова, као доминантних конструктивних система. Материјал за израду зидова је пуна опека, формата који је важио и у претходном периоду, тако да промена у дебљинама склопова није било (табела V.5: С34, С35, С36). Објекти грађени од опеке у масивној конструкцији карактеристични су по једнообразној примени овог материјала у свим зидним склоповима. Комбиновања са другим материјалима за зидање најчешће није било. Опека је била материјал конструкције, преграда између станова, преграда унутар станова и преграда ка негрејаном простору. У десетогодишњем послератном периоду, она је доминантан материјал који нема конкуренцију и подједнако се примењује у породичној и вишепородичној стамбеној изградњи.

Проширење асортимана зиданих производа наступило је крајем педесетих година, када започиње интензивнија примена дурисол блокова, као последица припајања 1958. године фабрике Кијево грађевинском преузећу Комграп. У то време започиње изградња насеља Карабурма, где је Комграп пројектант и извођач радова и конструкција објеката реализована је зидањем ошупљеним дурисол блоковима, са заливањем шупљина бетоном. На тај начин добијала се масивна бетонска конструкција, изолована са обе стране дурисолом, који је добар термоизолациони материјал. Дебљине спољашњих зидова од дурисола биле су 20-

30 cm у зависности од њиховог положаја у објекту (табела V.8: C3 7, C38 и C39). Обично се дебљина смањивала са повећањем броја етажа. Карактеристични зидни склопови приказани су у табели V.8.

Промене у структури зидова наступиле су крајем педесетих година, када започиње примена преносне и клизне оплате у изградњи високих објеката и примена монтажних, префабрикованих система. Употреба нових система оплата, одговарала је изградњи објеката у градском ткиву и у том периоду, употребом покретне оплате, изграђени су многи вишеспратни објекти у централној градској зони.¹²⁷ Фасадни зидови првих изграђених објеката имали су термоизолацију са унутрашње стране (солитери у Рузвелтовој, C310) да би касније, савладавањем технологије израде зидова, спољашње термоизоловање постало стандардно решење (табела V.8- C311). На солитерима у Булевару револуције (архитекте Иве Антића), фасадни зидови су облагани шупљом опеком димензија: 29/25/6,5 cm, на удаљењу 5cm од армирано-бетонског зида, тако да се формира ваздушни слој, као термичка изолација, што је за време када су објекти грађени, представљало искорак у односу на стандардна решења једнослојних зидних конструкција.

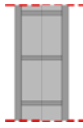


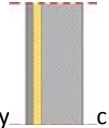
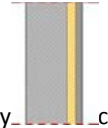
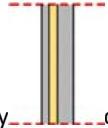

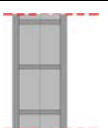
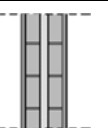
Парапети објеката изграђених системом преносних, или клизних оплата, најчешће су били монтажни, армирано бетонски елементи, са термоизолацијом постављеном са унутрашње стране (код најстаријих објеката- C312).

Крајем педесетих година, проширена је понуда и материјала за израду унутрашњих зидова, што се рефлектовало на појаву нових склопова који су преграђивали два стана. Поред дурисола, у ту сврху користе се шљако-бетонски блокови и гипсани зидови. Њихова структура је једнослојна, или вишеслојна, у зависности од примењеног материјала, положаја у објекту и функције коју обављају. Код масивних конструкција, зидови између два стана, или између ходника и стана, уколико имају и носећу улогу, најчешће се раде као једнослојни, према мерама које диктира њихова конструктивна функција (C38-C311). Овакви склопови примењивани су код зграда са конструктивним зидовима од опеке,

¹²⁷ Применом покретне оплате изграђена су четири солитера у Рузвелтовој улици, пет солитера у Булевару краља Александра код Липовог лада, а применом клизне оплате, шест солитера архитекте Иве Антића код Цветкове пијаче, три солитера у продужетку Булеvara краља Александра и други.

дурисола и армирано бетонским зидовима ливеним системом клизне, или преносне оплате. Уколико зид на овим позицијама има само улогу преграде, усвајали су се и вишеслојни склопови. У ту сврху користила се опека зидана на кант, танки дурисол, или шљако-бетонски блокови са међупростором испуњеним ваздухом (ЗС13), а касније термоизолационим материјалима.

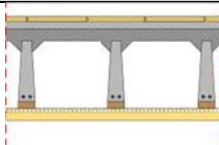
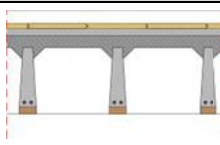
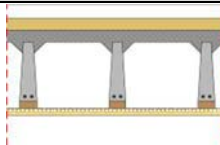
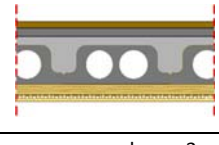
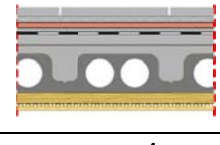
Табела V.8 Карактеристични склопови зидова

позиција	С37/ЗН7/ЗС8	С38/ЗН8/ЗС9	С39/ЗН9/ЗС10
СПОЉАШЊИ ЗИДОВИ (СЗ) ЗИДОВИ КА НЕГРЕЈАНОМ ПРОСТОРУ (ЗН) ЗИДОВИ КА СУСЕДУ (ЗС)			
	<ul style="list-style-type: none"> • кречни малтер 2 cm • дурисол блок 20 cm • племенити малтер 3 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • кречни малтер 2 cm • дурисол блок 25 cm • кречни малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • кречни малтер 2 cm • дурисол блок 30 cm • кречни малтер 2 cm
	карактеристично за вишеспратне објекте, примењено на вишим етажама	карактеристично за вишеспратне објекте примењивано на свим етажама	карактеристично за вишеспратне објекте, примењено на нижим етажама
позиција	С310	С311	С312
СПОЉАШЊИ ЗИДОВИ (СЗ)			
	<ul style="list-style-type: none"> • малтер на рабицу 2 cm • таролит 5 cm • армирани бетон 20 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • армирани бетон 20 cm • таролит 5 cm • цементни малтер 3 cm • керамичке или мозаик плочице, кулије, боја 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 3 cm • таролит 3 cm • армирани бетон 6 cm
	карактеристично за пуне армирано бетонске фасадне зидове ливене у покретној или клизној оплати	карактеристично за монтажне парапете	карактеристично за монтажне парапете
позиција	ЗН10/ЗС11	ЗН11/ЗС12	ЗН12/ЗС13
ЗИДОВИ КА НЕГРЕЈАНОМ ПРОСТОРУ (ЗН) ЗИДОВИ КА СУСЕДУ (ЗС)			
	<ul style="list-style-type: none"> • армирано бетонски зид 20 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • кречни малтер 2 cm • шљако блок 15 cm • кречни малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • кречни малтер 2 cm • шљако бетон. блок 7 cm • ваздух • шљако бетон. блок 7 cm • кречни малтер 2 cm
	карактеристично за објекте са унутрашњим конструктивним зидовима	примењено као неконструктивна преграда ка другом стану или ходнику	примењено као неконструктивна преграда ка другом стану или ходнику

У систематизацији позиција приказаних у табели V.8, које су карактеристичне за овај период грађења, нису приказани сви склопови, који су крајем педесетих година почели да се примењују у грађењу стамбених зграда. Велики део њих приказан је у наредном периоду, када њихова примена достиже свој максимум и постаје обележје градитељских подухвата тог времена.

Непосредно после Другог светског рата коришћене су међуспратне конструкције усвојене у претходном периоду: ситноробраста таваница ливена на лицу места и полупрефабрикована Хербст таваница, коју убрзо замењује домаћа међуспратна конструкција Авраменко. Карактеристични међуспратни склопови приказани су у табели V.9.

Табела V.9 Карактеристични склопови међуспратних конструкција

позиција	МК5	МК5п	МК5т
АВРАМЕНКО Међуспратна таваница			
	<ul style="list-style-type: none"> • паркет 2,2 cm • даске 2,4 cm • потпатоснице 3/5 cm у песку 8 cm • Авраменко тав. 30 cm • тршчани плафон преко летава 3/5 cm • кречни малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • паркет 2,2 cm • даске 2,4 cm • потпатоснице 3/5 cm у песку 8 cm • Авраменко таваница 30 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • набијена земља 10 cm • Авраменко таваница 30 cm • тршчани плафон преко летава 3/5 cm • кречни малтер 2 cm
позиција	међуспратна конструкција између грејаних простора	међуспратна конструкција изнад подрумске етаже	међуспратна конструкција испод таванског простора
позиција	МК6	РК1	
ХУДРИС Међуспратна таваница			
	<ul style="list-style-type: none"> • паркет на асфалу 3 cm • блиндит 4 cm • Худрис таваница 22 cm • тршчани плафон преко летава 3/5 cm • кречни малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • камене плоче 4 cm • песак 3 cm • гит-асфалт 2,5 cm • цем. кошуљица 1,5 cm • хидроизолација 1 cm • шљако бетон min 5 cm • Худрис таваница 22 cm • тршчани плафон преко летава 3/5 cm • кречни малтер 2 cm 	
	таваница између грејаних простора, или ка негрејаној подрумској етажи	раван кров	

Авраменко таваница (МК5), коришћена је подједнако и за изградњу индивидуалних и вишепородичних, стамбених објеката, а потиснута је из употребе половином шездесетих година, када све већу примену добијају глинени ошупљени елементи (Монта таванице).




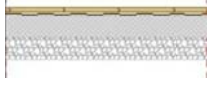


Примена производа од дрвених влакана, поред блокова за зидање и термоизолационих плоча, проширена је и на елементе, који у комбинацији са армираним бетоном, формирају полупрефабриковану ситноробрасту таваницу, под називом Дурисол-Худрис (МК6). Елементи испуне рађени су у шест различитих висина, који одговарају различитим распонима. Предузеће Комграп, као произвођач Дурисол елемената, примењивало је ову врсту таванице у изградњи насеља Карабурма, у комбинацији са блоковима за зидање од истог материјала.

Солитери грађени системима клизне, или преносне оплате, са конструктивним склопом формираним од попречних армирано-бетонских зидова, имали су међуспратну конструкцију решену као пуну армирано-бетонску плочу, ливену на лицу места (МК8). Оваква конструкција постављала се често и између приземља и подрума, код објеката који на вишим етажама имају полупрефабриковану ситноробрасту таваницу (МК7). Склопови армирано бетонских међуспратних конструкција приказани су у табели V.10.

Монтажни систем ИМС користи се у изградњи стамбених објеката од 1957. године, али је његова примена обележила време масовне стамбене изградње од почетка шездесетих година и карактеристични склопови, као обележје система, приказани су у оквиру тог периода.

Материјализација стамбених зграда, грађених до половине педесетих година, развијала се на исти начин у колективној и индивидуалној стамбеној изградњи. Увођење монтажног префабрикованог грађења јасно је издиференцирало њихов даљи развој, имплементирајући нове технологије у изградњу вишепородичних објеката, а остављајући породичне у оквирима традиционалне градње, уз прихватање минималних измена у наредном периоду.

Табела V.10 Карактеристични склопови међуспратних и подних конструкција и прозора

позиција	МК7/МК7п	МК8/МК8п	РК2
Међуспратна таваница АРМИРАНО БЕТОНСКА ПЛОЧА			
	<ul style="list-style-type: none"> • паркет на асфалу 3 cm • подлога од блиндита 4 cm • армирано бетонска плоча 20 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • паркет на асфалу 3 cm • подлога од блиндита 4 cm • армирано бетонска плоча 14 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • бетонске плоче у асфалу 3 cm • гит-асфалт 2,5 cm • хидроизолација 1 cm • цем. кошуљица 3 cm • набијена земља 3 cm • таролит 5 cm • аб плоча 14 cm • малтер 2cm
	међуспратна конструкција између грејаних простора, или ка негрејаној подрумској етажи		раван кров
позиција	ПК1	ПК2	П2
ПОДНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ПРОЗОРИ			
	<ul style="list-style-type: none"> • паркет 2,2 cm • асфалт • битуменска хидроизолација 1 cm • бетонска плоча 10 cm • шљунак 10 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • паркет 2,2 cm • асфалт • цем. кошуљица 3 cm • битуменска хидроизолација 1 cm • бетонска плоча 10 cm • шљунак 10 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • дрвени двоструки прозор са уском кутијом застакљени обичним стаклом
	Подна конструкција на најнижим етажама (у приземљима код објеката без подрума, или у подрумској етажи која се користила за боравак)		

Коси, четвороводни, плитки кровови са таванским простором, обележје су зграда грађених одмах после Другог светског рата. Крајем шездесетих година, започиње масовнија примена равних кровова на вишепородичним објектима, а коси кровови и даље остају обележје индивидуалних објеката. Термоизоловање равних кровова врши се најчешће постављањем таролит плоча, дебљине до 5cm, а ређе насипом од шљако-бетона, или слојем земље. Хидроизолација је битуменска, најчешће са два слоја изолационе хартије и три битуменска премаза (РК1 и РК2).

Преплитање традиционалних грађевинских техника, као тековина претходних периода, и нових у процесу настајања, обележила су послератно време у свим сегментима грађења. Подне конструкције у том периоду рађене су

по узору на предратне, са дрвеним подовима на потпатосницама у слоју песка. Овакав склоп задржао се код индивидуалних објеката током читавог периода, а нови материјали, који су коришћени у конструкцији пода, најчешће су примењивани у вишепородичној стамбеној изградњи, која је била носилац свеукупних грађевинских промена. Новитет у формирању подлоге пода била је употреба блиндита, који је ливен преко међуспратне конструкције, а састојао се од мешавине чамове струготине и Сореловог цемента. На овај начин добијала се подлога која је добар звучни и термички изолатор, а за коју су се могле укивати или лепити у асфалту паркетне дашчице. Ксилолит је по саставу исти као блиндит, само су честице струготине мање и користио се као завршна подна облога која је најчешће бојена. Подови у кухињама, ходницима и мокрим чворовима рађени су од најчешће од ливеног тераца.

Подна конструкција на тлу рађена је без термоизолације, са битуменском хидроизолацијом постављеном преко плоче од набијеног бетона. Подне облоге, које су лепљене у асфалту, често су постављане директно преко битуменске хидроизолације. Друго типично решење било је постављање слоја цементне кошуљице, као заштите хидроизолације и као подлоге за под (табела V.10).

Смањење дебљине фасадних зидова и економичније коришћење дрвене грађе утицало је да се на објектима грађеним после Другог светског рата све више уграђују двоструки прозори са уском кутијом, уместо до тада примењиване широке кутије. У употреби су и једноструки прозори са спојеним крилима, али је њихово коришћење, у већој мери, обележје наредног периода. Економске прилике утицале су и да се на прозорима у функцији застора најчешће постављају платнене ролетне, као рационалније решење, често само на стамбеним просторима, док су остале просторије биле без икаквих заштита. Врата су пуна, дрвена, са видним оквиром и испунама, а појављују се и дуплошперована, која постепено освајају грађевинско тржиште.

V.1.3.2 Формирање истраживачког модела 3

Структурирање модела 3 било је руковођено тенденцијама у грађењу које су преовлађивале у периоду непосредно после Другог светског рата, када је немаштина наметнула један рационалнији однос према грађењу, а скромнија улагања представљају обележје стамбене продукције. Иако је током посматраног периода дошло до неоспорног раста квалитета у грађењу, одређење за структурирање модела према карактеристикама које су биле заступљене на самом почетку, представља начин сагледавања колебања грађевинске криве и промена које су обележиле стамбену изградњу Београда. Појавне, структурне и димензионалне карактеристике модела 3 приказане су у табели V.11.

Послератно време карактерише наставак масивне зидане градње, са опеком као основним материјалом, али је дефицит основних материјала наметнуо смањивање дебљина зидова, где год је то било могуће, о чему је било речи у претходном тексту. Код вишепородичне стамбене изградње, на позицијама конструктивних зидова, није било могуће применити тање зидове од 38 cm, што је утицало да се код модела 3 усвоји овај склоп који је коришћен и у претходном периоду (табела V.5: C35). Унутрашње преграде у склопу станова остају непромењене: зидају се опеком у дебљини 12 cm. Поједностављивање грађења утицало је, да се између суседних јединица поново уведу једнослојне преграде, које су најчешће грађене од опеке у дебљини 25 cm (3C4).

Економисање у грађењу, нестручност у извођењу, недостатак механизације, одражавају се и на примену међуспратних конструкција, које остају ситноребрасте, али се непосредно после Другог светског рата чешће користи традиционалан начин уградње (ливење на лицу места), од полупрефабрикованог, који захтева бољу обученост и дизалице за подизање терета. Према томе је усвојен типичан међуспратни склоп ситноребрасте таванице, ливене на лицу места: МК4.

Услед опште рационализације која је била присутна у грађевинарству смањује се и чиста висина просторија у односу на претходни период, што је показао увид у техничку документацију, иако она још увек није била регулисана нормативима. У складу са тим усвојена је димензија на моделу 3: 270 cm.

Табела V.11 Модел 3: појавне, структурне и димензионалне карактеристике

Период 1946-1960. године- МОДЕЛ 3		
Појавни облици		
		
		
Основа просторије		Типичан пресек
		
Примењени склопови		Сегмент фасаде
 <p style="text-align: center;">C35</p>	 <p style="text-align: center;">3C4</p>	
 <p style="text-align: center;">П2</p>	 <p style="text-align: center;">МК4</p>	

Економске мере штедње, које су се одразиле на смањивање дебљина зидова, проузроковале су промене и структурирању прозорских елемената. Уместо двоструких прозора са широком кутијом, која подразумева размак између крила од 10-15 cm, примењује се уска кутија, са међуразмаком од 3 cm (усвојено код модела 3-П2). Димензије прозора прописане су *Привременим стандардима Планске комисије НР Србије*, из 1949. године и у складу са тим усвојена је величина прозора код модела 3: 190/150cm (ш/в) који је троделни по ширини. Уместо дрвених ролетни примењују се платнене, постављене у простор кутије, или са унутрашње стране прозора, што је такође резултат уведених мера штедње.

V.1.4 Модел 4 – репрезент стамбене изградње у Београду у периоду 1961-1975. године

Радикалне промене које су наступиле крајем педесетих година, увођењем монтажног грађења, достигле су су кулминацију током шездесетих и одразиле се на све сегменте склопа зграде. Нови префабриковани системи били су базирани на армираном бетону, чиме је у вишепородичној стамбеној изградњи потиснута из употребе опека, која је од почетка формирања стамбеног фонда Београда била неприкосновени структурни материјал.

V.1.4.1 Типологија карактеристичних структурних склопова

Фасаде вишепородичних стамбених објеката грађених у монтажним системима, током шездесетих година, имале су препознатљиву форму, са хоризонталним прозорским тракама и парапетним префабрикованим панелима (Браће Јерковић, Коњарник, блокови 1,3,21). Карактеристични склопови фасадних зидова приказани су у табели V.12.

Монтажни парапетни елементи имали су вишеслојну структуру, која је обавезно садржала армирани бетон као конститутивни материјал, термоизолацију у функцији топлотне заштите и финализирајући слој, који је рађен као армирано бетонски, или као слој малтера. Важно је напоменути, да без обзира на недостатак термичких прописа (први су се појавили у Правилнику из 1967. године), армирано

бетонски делови су увек рађени као изоловани, макар минималном термоизолацијом и ту сврху најчешће су коришћени таролит и стиропор. Спољашњи финализирајући слој на фасадама првих објеката грађених у ИМС систему биле су мозаик керамичке, или стаклене плочице(витраколор) и најбољи квалитет постизан је када је њихово постављање вршено у процесу израде панела. Преко њих наливан је слој бетона у дебљини 3-4 cm, затим су постављане термоизолационе таролит плоче дебљине 5-6 cm и други слој армираног бетона дебљине 7-8 cm (СЗ 13). Укупна дебљина овако структурираног панела била је 17-18 cm и он се, као ношени елемент, постављао на међуспратну конструкцију. Друга варијанта склопа парапетног панела била је комбинација армираног бетона, са мозаик плочицама на спољашњој страни и пено-бетон плоча, као изолационог материјала на унутрашњој (СЗ 14).

Поред армирано-бетонских парапета на појединим објектима грађеним почетком шездесетих година примењени су лаки, дрвени панели са завршном облогом од таласастог лима (солитери на Бановом брду, зграде у насељу Браће Јерковић) (СЗ15).

Остали фасадни панели на стамбеним објектима грађени су најчешће као пуни елементи, без прозорских отвора, што је у великој мери олакшавало префабрикацију. Склоп панела, који су у највећем броју случајева имали носећу или функцију укрућења, сачињавао је бетон дебљине 12 cm, таролит као термоизолациони слој дебљине 5 cm и заштитни слој бетона дебљине 4 cm (СЗ 16). Оваква структура фасадних елемената примењивана је и за префабриковане зидове и за ливене у клизној оплати. Карактеристична је и за панелни систем Неимар који је коришћен на солитерима на Бановом брду, зградама у насељу Браће Јерковић, али и за систем Трудбеник који је примењен у насељима Коњарник и Браће Јерковића. Уместо таролита као термоизолациони слој коришћен је и стиропор, али је његова дебљина у том случају била мања (2-3 cm) због бољих изолационих карактеристика.

Пуни монтажни зидни панели са видним канелурама на фасади (блокови на Новом Београду: 22, 23, 29) рађени су као једнослојни елементи због једноставније производње, а затим су накнадно термоизоловани са унутрашње

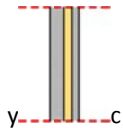
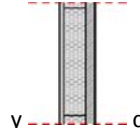
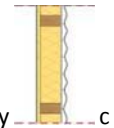
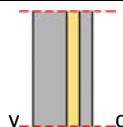
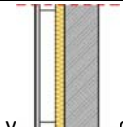
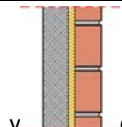
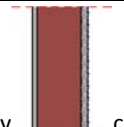
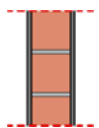
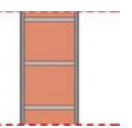
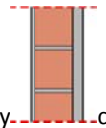
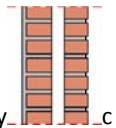
стране и финално обрађивани малтером или обзиђивани гипсаним елементима (С317).

На фасадама солитера у блоку 45 примењени су ошупљени гитер блокови као завршни слој дебљине 12 cm, стиропор дебљине 3 cm у функцији термоизолације и армирано-бетонски зид дебљине 12 cm (С3 18).

Нетипичан пример фасадног зидног склопа представљала је конструкција примењена на објектима у блоку 28 (*телевизорке*) грађеним крајем шездесетих година, где су зидни панели формирани од керамзит бетона, са завршном спољном обрадом од кулијеа, укупне дебљине 25,5 cm (С3 19). За разлику од стандардног модела тог доба: парпетних парцијалних елемената у комбинацији са пуним спратним панелима, овде су примењени фасадни панели са отворима за прозоре, који су представљали новину у поступку префабрикације и који ће тек десет година касније постати уобичајено решење.

Почетком шездесетих година започиње интензивнија производња и употреба ошупљених глинених елемената за зидање. Појаву шупљих блокова пратило је, у почетку, неповерење јавности, које је било последица неправилне уградње, којом су његове предности биле девастиране. Временом он ће у потпуности потиснути опеку из употребе и постати незаобилазни материјал за израду конструктивних и фасадних зидова стамбених објеката. Током шездесетих и седамдесетих година коришћен је без додатне термоизолације у фасадном склопу, обострано малтерисан, јер се сматрало да су његове термоизолационе карактеристике задовољавајуће (С320, С321). Карактеристична је и примена глинених елемената (опеке или блокова) у приземљима и поткровљима вишепородичних објеката, који су на типским етажама имали префабриковане парпетне, или пуне панеле. Коришћен је и код парпетних бетонских монтажних панела, накнадним обзиђивањем са унутрашње стране, како би се побољшале укупне термичке карактеристике склопа (С322). У Професорској колонији на Кошутњаку примењен је фасадни вишеслојни зидани зид састављен од два слоја опеке са ваздушним међупростором, а овакав склоп примењиван је и у приземљима вишепородичних зграда (С3 23).

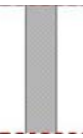
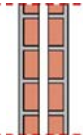
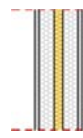
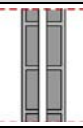
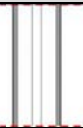
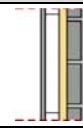
Табела V.12 Карактеристични склопови фасадних зидова

позиција	C313	C314	C315	
СПОЉАШЊИ ПАРАПЕТНИ ЗИДОВИ КОД ПРЕФАБ. ЗГРАДА (СЗ)				
	<ul style="list-style-type: none"> • бетон 8 cm • таролит 5 cm • бетон 4 cm • мозаик плочице 0,5 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • пено-бетон плоче 10 cm • бетон 4 cm • мозаик плочице 0,5 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • иверица 1,6 cm • алуминијумска фолија • гредице 5/10 на 60 cm са испуном од термоизолације • таласasti лим 	
Карактеристично за парапетне фасадне ношене елементе код вишепородичних објеката.				
позиција	C316	C317	C318	C319
СПОЉАШЊИ ЗИДОВИ КОД ПРЕФАБ. ЗГРАДА (СЗ)				
	<ul style="list-style-type: none"> • бетон 12 cm • таролит 5 cm • бетон 4 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • гипсани елементи 7 cm • стиропор 4 cm • бетон 15 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • армирани бетон 12 cm • стиропор 3 cm • фасадни гитер блок 12 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • цементни малтер 2 cm • керамзит бетон 20 cm • кулије 3 cm
Карактеристично за фасадне монтажне префабриковане панеле код вишепородичних објеката (најчешће рађени као пуни панели).				
позиција	C320/ЗН13/ЗС14	C321/ЗН14/ЗС15	C322	C323
СПОЉАШЊИ ЗИДОВИ (СЗ)				
	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • гитер блок 19 cm • малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • гитер блок 25 cm • малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • гитер блок 19 cm • армирани бетон 5 cm • мозаик плочице 0,5 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • опека 12 cm • ваздушни слој 6 cm • фасадна опека 12 cm
Карактеристично за фасадне зидове, ка суседу и ка негрејаним просторима.	Карактеристично за фасадне зидове, ка суседу и ка негрејаним просторима.	Карактеристично за префабриковане парапетне елементе са накнадним обзиђивањем	Карактеристично за фасадне зидове	

У изградњи зидова индивидуалних објеката током овог периода и даље се најчешће користи опека дебљине 38 cm или 25 cm, а интензивнија употреба шупљих блокова започиње тек седамдесетих година.

Производња глинених блокова проширила је понуду зидних склопова који су примењивани између два стана и између стана и негрејаног заједничког ходника (ЗН13, ЗН14, ЗС14, ЗС15). Карактеристични зидни склопови између станова и ка негрејаним просторима (степеништима) приказана су у табели V.13. Примена монтажних панелних система (Неимар, Трудбеник) увела је армирано-бетонске зидове дебљине 14cm, на ове позиције и они су најчешће примењивани без додатне термоизолације (ЗН15, ЗС16).

Табела V.13 Карактеристични склопови зидова ка негрејаном простору и између станова

позиција	ЗН15/ЗС16	ЗС17	ЗС18
ЗИДОВИ КА НЕГРЕЈАНОМ ПРОСТОРУ (ЗН) ЗИДОВИ КА СУСЕДУ (ЗС)			
	<ul style="list-style-type: none"> • армирани бетон 14 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • шупља опека 6,5 cm • ваздух 4 cm • шупља опека 6,5 cm • малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • гас бетон 7 cm • таролит 4 cm • гас бетон 7 cm • малтер 2 cm
	Крактеристично за зидове ка степенишном простору и за зидове између станова	Крактеристично за зидове између станова	
позиција	ЗС19	ЗС20	ЗС21
ЗИДОВИ КА СУСЕДУ (ЗС)			
	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • дурисол 7 cm • ваздух 4 cm • дурисол 7 cm • малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • гипсани зид 7 cm • ваздух 4 cm • гипсани зид 7 cm • малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • гипсани зид 7 cm • таролит 4 cm • бетонски блокови 7 cm • малтер 2 cm
	Крактеристично за зидове између станова		

Искуства су показала, да увећање дебљине једнослојних зидова у функцији звучне заштите, преко уобичајених које се користе у пројектовању, не доприноси значајно повећању изолационе моћи, а негативно се одражава на друге аспекте грађења. Примена вишеслојних зидних преграда између станова, као ефикаснијих решења у погледу звучне заштите у овом периоду долази до изражаја. Они су конципирани најчешће као (шупља опека, шљако-блок, гипсани елемент, дурисол) са међупростором испуњеним ваздухом, или термоизолационим

материјалима (стиропор, минерална вуна, дурисол, таропор). Неколико варијанти овако структурираних зидова приказани су у табели V.13 (ЗС17-ЗС 20).


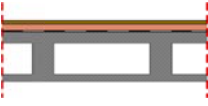


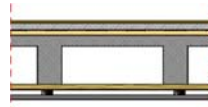
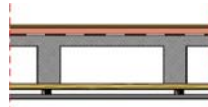
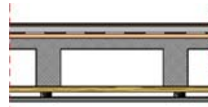
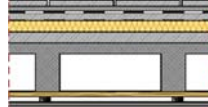
Усвајање двоструког зида од једног материјала било је економичније решење, али су практична мерења показала да на пр. склоп два зида од опеке на кант са међуразмаком, има лошију звучно изолациону моћ него што доказује прорачун, услед резонанције која је настала спрегом опекарских слојева. Комбиновањем различитих материјала (тврђих и меких) добијала су се повољнија решења у погледу звучне заштите. Пример таквог решења је преградни зид између станова у блоку 29 (ЗС16).

Развој међуспратних конструкција, у овом периоду, био је условљен са два значајна фактора, која су настала као последица технолошког унапређења: увођење монтажног начина грађења и развој технологије производње ошупљених глинених елемената. Најзаступљенији монтажни систем, који је обележио изградњу Новог Београда био је преднапрегнути систем ИМС, где је таваница конципирана као касетирана, ребраста конструкција ослоњена у два правца. На самом почетку примене система ИМС, таваница је рађена као затворена ошупљена конструкција са картонским касетама као изгубљеном оплатом укупне дебљине 25 см. Производња овако формираних међуспратних конструкција вршена је у периоду 1957-1967. године (Копривица, 1984). Увођењем металних калуца у производњу таваница ИМС настала је конструкција отворена са доње стране, дебљине 22 см, са плафоном који је накнадно постављан. У ту сврху најчешће су коришћене гипсане плоче постављене преко подконструкције од унакрсно постављених летава. Варијанте склопова ИМС таванице приказани су у табели V.14.

Најчешће примењивани подови у стамбеним вишепородичним зградама су дрвени ламел паркет, што је последица тадашњих актуелних прилика, које су наметале економичније грађење. Постављају се на цементну кошуљицу, или на подлогу која у свом саставу има дрвену струготину, а формирана је као ливени слој (ксилолит, блиндит, флорбит), или у облику плоча (иверица, хераклит). Материјали који су постављани преко међуспратне конструкције и имали улогу звучно изолационог слоја били су: тврдо пресована минерална вуна, песак или

грануле плуте. Карактеристика периода је и примењивање подних облога од пластичних маса: линолеума, виназ плоча, тепиха од синтетичких влакана. Примери карактеристичних склопова међуспратних таваница рађених по систему ИМС и подних конструкција приказани су у табели V.14.

Табела V.14 Варијанте решења међуспратне таванице ИМС

позиција	МК9/МК9п	МК9а/МК9ап	МК9б/МК9бп	РК3
ИМС таваница (првобитно решење) и варијанте различитих подних конструкција (МК)				
	<ul style="list-style-type: none"> • ламел паркет 1 см • цементна кошуљица 3 см • натрон папир • минерална вуна 2 см • ИМС таваница 25 см 	<ul style="list-style-type: none"> • ламел паркет • фазер плоча 3 см • натрон папир • ИМС таваница 25 см 	<ul style="list-style-type: none"> • ламел паркет • флорбит 3 см • натрон папир • грануле плуте 2 см • ИМС таваница 25 см 	<ul style="list-style-type: none"> • шљунак 5 см • хидроизолација 1 см • бетон за пад 5 см • тер папир • стиропор 2,5 см • врући премаз битумена 0,5 см • ИМС таваница 25 см
	међуспратна конструкција између грејаних простора и између грејаног приземља и негрејаног подрума			раван кров
позиција	МК10/ МК10п	МК10а/ МК10ап	МК10б/ МК10бп	РК 4
ИМС таваница (новије решење) и варијанте различитих подних конструкција (МК)				
	<ul style="list-style-type: none"> • ламел паркет 1 см • цементна кошуљица 3 см • натрон папир • минерална вуна 2 см • ИМС таваница 22 см • двоструки дрвени роштиљ од летава 2,4/4,8 см • гипскартонска плоча 2 см 	<ul style="list-style-type: none"> • ламел паркет 1 см • фазер плоча 3 см • натрон папир • ИМС таваница 22 см • двоструки дрвени роштиљ од летава 2,4/4,8 см • гипскартонска плоча 2 см 	<ul style="list-style-type: none"> • виназ плоче • флорбит 3 см • натрон папир • грануле плуте 2 см • ИМС таваница 22 см • двоструки дрвени роштиљ од летава 2,4/4,8 см • гипскартонска плоча 2 см 	<ul style="list-style-type: none"> • бетонске плоче 3 см • песак 2 см • хидроизолација 1 см • цементна кошуљица 3 см • тер папир • хераклит 5 см • бетон за пад мин. 5 см • ИМС таваница 25 см • двоструки дрвени роштиљ од летава 2,4/4,8 см • гипскартонска плоча 2 см
	међуспратна конструкција између грејаних простора и између грејаног приземља и негрејаног подрума			раван кров

Могућност примене ошупљених глинених елемената у формирању међуспратних таваница довела је до појаве нових конструкција. Фабрика Тоза Марковић из Кикинде патентира *ТМ таваницу*, која се састоји од ошупљених глинених блокова као изгубљене оплате за ситноребрасту таваницу (табела V.15). Ова међуспратна конструкција била је полумонтажна, али су поступци њене префабрикације могли бити различити.¹²⁸ Једноставност уградње ТМ конструкције, која није захтевала стручне извођаче, изостанак оплате, брзина постављања, допринели су њеној све већој примени у грађењу породичних кућа, што доводи до потискивања из употребе таванице Авраменко и временом постаје најзаступљенија таваница у грађењу мањих објеката.

Вишепородичну изградњу у овом периоду обележила је примена равних кровова, који постају незаобилазан начин решења кровне етажне. Термоизоловање међуспратне конструкције врши се различитим материјалима (стиропор, хераклит, перлит малтер, стаклена вуна), а оно што им је заједничко, јесу мале дебљине ових слојева (2-5cm), што говори о непрепознавању важности овог склопа у укупном термичком билансу. Пример карактеристичних склопова су равни кровови постављени на ИМС таваницу, као најзаступљенију у вишепородичној стамбеној изградњи. Предузеће Комграп, у систему КСБ, дало је једно иновативно решење равних кровова, формирањем двоструког крова са вентилисаним ваздушним међупростором од 40-48 cm (слика 39 у прилогу).¹²⁹

Склоп пода на тлу није промењен у односу на претходни период: термоизолација се најчешће не поставља, а примењује се битуменска хидроизолација.

Шездесетих година започиње масовнија примена двоструких прозора са спојеним крилима, који су одговарали смањеним дебљинама фасадних зидова, а


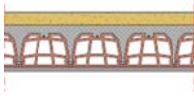

¹²⁸ Обично је грађена тако, што је формиран један низ глинених блокова у димензији распона, који је подизан на конструктивне зидове, а код већих објеката вршена је префабрикација више низова глинених блокова, који су затим постављани на конструктивне елементе. На овај начин примењена је код шест стамбених кула у блоку 21, али је изостала масовнија употреба ове таванице у вишепородичној изградњи.

¹²⁹ Термоизолација је постављена на прву плочу изнад последње етажне, а кровна плоча, која је одигнута на стубиће и постављена у паду од 2%, обложена је хидроизолационим слојевима (Станковић, 1973).

уједно су представљали решење за економичније коришћење дрвне грађе (табела V.15).¹³⁰ Типично за објекте грађене у овом периоду су хоризонталне прозорске траке, које су формиране слагањем појединачних прозорских елемената. Сучељавање прозорских трака са унутрашњим попречним зидовима решено је опшивањем споја дрвеним панелом и попуњавањем термоизолацијом.

Застори су, као и у претходном периоду, најчешће платнени, користе се и дрвене еслингер ролетне, али ређе на вишепородичним објектима, који су били у друштвеној својини и где су се поштовале норме у складу са категоризацијом. Унутрашња врата су дуплошперована и по свом склопу, начину уградње и стандардизованим мерама такође су се уклапала у актуелну политику рационалне градње.

Табела V.15 Међуспратна конструкција ТМ и карактеристични прозор

позиција	МК11/ МК11п	МК11т	ПЗ
ТМ таваница (МК)			
ПРОЗОР (П)	<ul style="list-style-type: none"> • паркет 2cm • флорбит 3cm • ТМ 3 20cm • прод. малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • блато са плевом 6cm • ТМ 3 20cm • прод. малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • двоструки прозор са спојеним крилима-застакљен обичним стаклом
	Карактеристична примена код индивидуалних и вишепородичних објеката		

V.1.4.2 Формирање истраживачког модела 4

Примена префабриковане градње представља карактеристику овог периода и у складу са тим структуриран је модел 4. Појавне, структурне и димензионалне карактеристике модела 4 приказане су у табели V.16. Формиран је према систему ИМС, који је преовлађивао у стамбеној изградњи Београда у то време, у скелетној конструкцији, са парпетним склопом у комбинацији обичног и пено бетона (С314). Зид насупрот фасадном, усвојен је као армирано-бетонски, који је имао

¹³⁰ У домаћој стручној литератури помињу се једноструки прозори, застакљени изолационим стаклом под називом *Атерфон* (Aterphone), али се наглашава да се они код нас не производе и да су скупи (Вуксан, 1962).

улогу укрућења скелетне конструкције, а често се налазио и на позицијама преграде ка негрејаном степеништу. Формирање вишеслојних преграда, ка суседном стану, карактеристично је за овај период грађења и појављују се различите комбинације материјала које се примењују у ту сврху. На моделу 4 усвојен је склоп од двослојног гас-бетона, са термоизолацијом од таропора, постављеном у међупростору (ЗС18), који је прављен као трослојни панел и тако уграђиван. Преградни зид унутар стана усвојен је као гипсани дебљине 7cm.

Међуспратна ИМС таваница, усвојена је према карактеристикама које је имала на самом почетку примене система, као затворена ошупљена касетирана конструкција, па је у складу са тим формиран склоп на моделу 4 (МК9).

Правилником о минималним техничким условима за изградњу станова из 1967. године уведене су нови димензионални параметри, који су променили дотадашњу волуметрију стамбених просторија. Минимална чиста висина просторија је смањена на 2,4 m, минимална висина парапета је 90cm, а укупна застакљена површина отвора мора бити минимално 1/7 површине пода просторије. На моделу 4 усвојена је прописана висина парапета, али чиста висина просторије није усвојена у минималној величини, већ 2,5 m, зато што је у пракси она ипак ређе примењивана, што је показала техничка документација многих београдских насеља.

Поред димензионалних новина у пројектовању стамбених зграда долази до промена и у обликовању фасадних отвора и у складу са тим усвојен је прозор на моделу 4 димензија 400/140 (ш/в) четвороделни по ширини. Оваква поставка прозорских отвора доприноси да њихова површина значајно премашује минималну прописану од 1/7 подне површине, што је показало потребу за уграђивањем застора.

Смањена дебљина парапетних зидова, али и пропагиране уштеде у грађењу, довеле су до масовније примене прозора са спојеним крилима, који потискују из употребе двоструке прозоре са широком и уском кутијом и овакав склоп са платненом ролетном усвојен је на моделу 4 (П3).

Табела V.16 Модел 4: појавне, структурне и димензионалне карактеристике

Период 1961-1975. године- МОДЕЛ 4		
Појавни облици		
		
Основа просторије		Типичан пресек
		
Примењени склопови		Сегмент фасаде
 <p style="text-align: center;">C314</p>	 <p style="text-align: center;">3C18</p>	
 <p style="text-align: center;">ПЗ</p>	 <p style="text-align: center;">МК9</p>	

V.1.5 Модел 5 – репрезент стамбене изградње у Београду у периоду 1976-1990. године

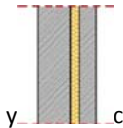
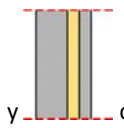
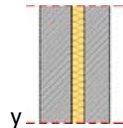
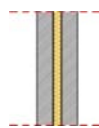
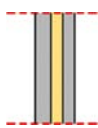
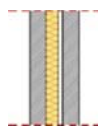
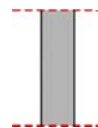
Префабрикација у овом периоду достиже своје максималне домете у домаћим условима, али и преиспитивања и оспоравања. Појављују се нови системи, који заступају принципе потпуне префабрикације и индустријског грађења, а напуштају стари, који нису опстали на тржишту у коме су инвестирања у стамбену изградњу значајно смањена.

V.1.5.1 Типологија карактеристичних структурних склопова

Период од половине седамдесетих година, до краја осамдесетих, обележила је интензивна примена префабрикованог панелног система Рад-Баланси (који се у највећој мери уклапао у модел тоталне префабрикације) и скелетног система ИМС, који је проширио свој програм рада и на кровне елементе.

У табели V.17 приказани су карактеристични фасадни зидни склопови код префабрикованих система који су примењивани у стамбеној изградњи Београда. У зависности од своје конструктивне улоге фасадни панели у систему Рад-Баланси израђивали су се као вишеслојни носећи, или ношени елементи од армираног бетона са термоизолационим слојем у средишњем делу дебљине 4 cm. Спољашњи слој бетона је дебљине 8 cm, унутрашњи код носећих панела је најчешће 16 cm (C324), а код ношених 8 cm (C327). Системом су предвиђене дебљине конструктивног дела панела од 16, 19 и 22 cm. Димензије слојева у склопу префабрикованих панела су се мењале, али заједничко је то, да је дебљина термоизолација варирала између 4 и 6 cm. У табели V.17 дати су примери склопова фасадних панела који су примењивани у изградњи већих стамбених насеља: Блок 64 (C325, C328), Бежанијска коса (C326), Блок 19а (C329).

Табела V.17 Карактеристични склопови зидова код префабрикованих система

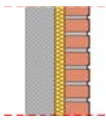
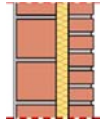
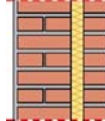
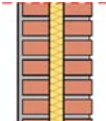
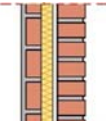
позиција	C324	C325	C326	
СПОЉАШЊИ ЗИДОВИ КОД ПРЕФАБ. ЗГРАДА (СЗ)				
	<ul style="list-style-type: none"> • бетон 16 cm • стиропор 4 cm • бетон 8 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • бетон 16 cm • стиропор 6 cm • бетон 6 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • бетон 15 cm • стиропор 6 cm • бетон 12 cm 	
	Карактеристично за фасадне носеће панеле код префабрикованих система			
позиција	C327	C328	C329	3C22/3H16
СПОЉАШЊИ ЗИДОВИ КОД ПРЕФАБ. ЗГРАДА (СЗ) ЗИД КА НЕГРЕЈАНОМ ПРОСТОРУ И СУСЕДУ (ЗН, ЗС)				
	<ul style="list-style-type: none"> • бетон 8 cm • стиропор 4 cm • бетон 8 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • бетон 8 cm • стиропор 6 cm • бетон 6 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • бетон 8 cm • стиропор 6 cm • ваздух 2 cm • бетон 8 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • армирани бетон 16 cm
	Карактеристично за фасадне носене панеле код префабрикованих система			Карактеристично за објекте грађене у панелном систему

Поред примене фасадних префабрикованих бетонских панела обележје периода је и интензивно коришћење фасадне опеке, које је започело изградњом насеља Церак виногради 1978. године. Карактеристични фасадни склопови, са завршним слојем у фасадној опеци приказани су у табели V.18. У склопу вишеслојног зида са фасадном опеком на спољашњој страни, мењала се конструкција унутрашњег слоја и дебљина термоизолације (између 4 и 6 cm). Унутрашњи слој је најчешће рађен од: армираног бетона дебљине 15-16 cm (код панелних носећих система- C330), шупљих блокова 19 cm (C331), пуне опеке 25 cm (C332), опеке 12 cm (насеље Миријево- C3 33), или опеке 6,5 (насеље Церак- C3 34).

Склопови зидова ка суседу и негрејаном степеништу у претходно анализираним периоду су унапређени и иновирани и њихова примена је настављена и током седамдесетих и осамдесетих година. Карактеристика овог периода, која није обухваћена претходним табелама, је примена армиранобетонског зида дебљине 16 cm, што је типична димензија панелног


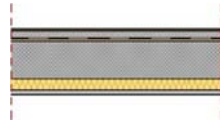
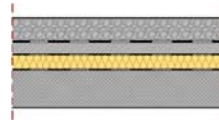
система Рад-Баланси. Додатног облагања зида ка негрејаном степеништу или између суседних станова најчешће није било.

Табела V.18 Спољашњи зидови са завршним слојем од фасадне опеке

позиција	C330	C331	C332
СПОЉАШЊИ ЗИДОВИ СА ЗАВРШНИМ СЛОЈЕМ У ФАСАДНОЈ ОПЕЦИ (СЗ)			
	<ul style="list-style-type: none"> • армирани бетон 16 cm • стиропор 4 cm • фасадна опека 12 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • гитер блок 19 cm • термоизолација 6 cm • фасадна опека 12 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • опека 25 cm • термоизолација 6 cm • фасадна опека 12 cm
	Карактеристично за фасадне зидове код којих је завршни слој рађен у фасадној опеци		
позиција	C333	C334	
СПОЉАШЊИ ЗИДОВИ СА ЗАВРШНИМ СЛОЈЕМ У ФАСАДНОЈ ОПЕЦИ (СЗ)			
	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • опека 12 cm • термоизолација 6 cm • фасадна опека 12 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • опека 6,5 cm • минерална вуна 5 cm • ваздушни слој 2 cm • фасадна опека 12 cm 	
	Карактеристично за фасадне зидове код којих је завршни слој рађен у фасадној опеци		

Међуспратне конструкције у овом периоду нису доживеле значајније промене. Интензивно се примењују пуне армирано-бетонске плоче и касетиране таванице ИМС. Пуне армирано бетонске плоче у дебелинама 14 и 20 cm евидентиране су кроз табеле у претходним периодима (МК 7 и МК8), а допуну би требало извршити са таваницом дебелине 16,5 cm, што је типична величина за систем Рад-Баланси (табела V.19). У склопу равног крова појављују се нови материјали у улози термоизолације, парне бране, слоја за одвајање, или завршног слоја. Најчешће примењиван термоизолациони материјал за равне кровове је стиропор у дебелинама 3-6 cm, али се користи и минерална вуна, стаклена вуна, перлит-бетон и фенолна пена (произвођачки назив Порофен који је производио загребачки Хромос).

Табела V.19 Карактеристични склопови међуспратних конструкција

позиција	МК12	МК12п	РК4
МЕЂУСПРАТНА КОНСТРУКЦИЈА пуна армирано бетонска плоча (МК)			
	<ul style="list-style-type: none"> • ламел паркет 1 cm • цементни естрих 3 cm • ПВЦ фолија • плутафон 1 cm • армирани бетон 16,5 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • ламел паркет 1 cm • цементни естрих 3 cm • ПВЦ фолија • плутафон 1 cm • армирани бетон 16,5 cm • термоизолација 5 cm • малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • гранулирани шљунак 10 cm • хидроизолација 1 cm • бетон за пад 5 cm • тер папир • термоизолација 6 cm • парна брана • армирани бетон 16,5 cm
карактеристични међуспратни склопови за префабриковани систем Рад-Баланси			

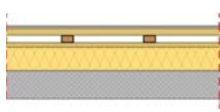
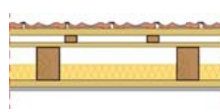

Крајем седамдесетих година у стамбену архитектуру Београда враћају се коси кровови, али за разлику од ранијих периода, у којима су испод кровне површине били нестамбени тавани, сада они постају функционални простори, намењени становању. *Одлука о условима и техничким нормативима за пројектовање стамбених зграда и станова* из 1983. године препоручује примену косих кровова на стамбеним зградама (Град Београд, 32/IV, 1983:235.5). Насеља Галеника, Церак-виногради и блок 19а, изграђена су у другој половини седамдесетих година и представљала су прве примере већих стамбених групација, на којима су примењени коси кровови. У материјализацији ових насеља промовисан је нови покривач- етернит, који постаје синоним савременог обликовања косих кровова. Поред етернита, у примени је и медитеран цреп, који је, финално сложен налик вао ћерамиди, а осмишљен је као двоструко жљебљени елемент и његово постављање је било једноставније, него традиционалног покривача.

Кровна конструкција је формирана од косих армирано-бетонских плоча (блок 44), дрвених рогова (Бежанијска коса, Миријево), или новоформиране конструкције у систему ИМС (Церак-виногради).

Термоизолациони материјали који су постављани у кровном склопу су: стиропор, порофен, стаклена и камена вуна, или комбинација ових материјала. Дебљина термоизолационог слоја је између 5 и 10 cm, што представља помак у

односу на претходни период и изоловање равних кровова. Новине се сагледавају и у склопу крова постављањем два слоја унакрсно постављених летава, чиме је омогућено ветрење покривача. Одабрани типични кровни склопови, који репрезентују посматрани период, формиран су изнад армирано бетонске плоче или изнад дрвене конструкције и приказани у табели V.20.

Табела V.20 Карактеристични склоп косих кровних конструкција и прозор

позиција	К1	К2	П4
КОС КРОВ (К) ПРОЗОР (П)			
	<ul style="list-style-type: none"> • етернит плоче • подужне летве 5/3 cm • попречне летве 5/3 cm • тер хартија • термоизолација 10 cm • армирани бетон 15 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • жљабљени цреп • подужне летве 5/3 cm • попречне летве 5/3 cm • тер хартија • дашчана подлога 2,5 cm • рог 10/14 cm на 100 cm / ваздух 4 cm+ тервол 10 cm • летве 5/3 cm • ПВЦ фолија • гипс-картон плоче 1 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • дрвени једноструки прозор са термоизолационим стаклом

Склопови подних конструкција постављених на тлу у овом периоду добијају термоизолациони слој и то постаје стандардно решење, које је задржано до данашњих дана. Изолације су најчешће постављене између два слоја од набијеног бетона са дебелином термоизолације 2-5 cm.

Крајем седамдесетих година, захваљујући примени термоизолационог стакла, мења се конструкција прозора и уместо двоструких склопова почињу да се израђују једноструки (табела V.20). Они током осамдесетих година постепено потискују из употребе двоструке прозоре са спојеним крилима, који су у претходном периоду најчешће примењивани. У изради једноструких дрвених прозора предњачили су произвођачи из Словеније: Јеловица и Лесна, а новину у финалној обради, представљало је коришћење лазурних премаза, којима се вршила заштита дрвета и наглашава његова структура.

У производњи прозора средином осамдесетих година појављују се нова решења која користе дрво и алуминијум за израду оквира. Комбинација је остварена решењем прозора типа *крило на крило*, тако што су унутрашњи елементи направљени од дрвета, а спољни од алуминијума, чиме су искоришћене предности ова два материјала.

Крајем седамдесетих година масовно се примењују пластичне еслингер ролетне, а потискују из употребе платнене и дрвене ролетне. Током осамдесетих година, са преласком на једноструке склопове, започиње примена дрвених капака, који се најчешће израђују у комбинацији са прозором.

V.1.5.2 Формирање истраживачког модела 5

Систем Рад-Баланси примењиван је у изградњи многих насеља у Београду, крајем седамдесетих и током осамдесетих година, и његове карактеристике, као представника развијене префабрикације, уграђене су у модел 5. Појавне, структурне и димензионалне карактеристике модела приказане су у табели V.21.

Конструкцију у систему Баланси чине армирано-бетонски панели који се код већих стамбених ламела постављају у попречном правцу, тако да је фасадни панел по дужој страни објекта конципиран као ношени елемент, најчешће спратне висине, који у себи има формиране отворе. С обзиром да су од 1970. године на снази били прописи о термичкој заштити зграда, који су у неколико наврата поштровани, фасадни панели су структурирани као вишеслојни армирано-бетонски елементи, са термоизолацијом у међупростору (С327). С обзиром да посматрана просторија у основи представља и један конструктивни растер, остали зидови: ка суседном стану и ка суседној просторијама унутар стана усвојени су као армирано-бетонски панели (ЗС22). Међуспратну конструкцију сачињавају префабриковани, монтажни панели дебљине 16 cm (МК12), са пливајућим подом и завршним слојем од ламел-паркета.

Године 1973. почели су да важе *Услови и технички нормативи за пројектовање стамбених зграда и станова* којим је минимална висина стамбених просторија повећана на 250 cm. Уведена је и обавеза уграђивања ефикасне спољне

заштите у виду застора од дрвета, метала или пластике, изузев отвора у лођама који су могли остати незаштићени.

Године 1983. донесена је *Одлука о условима и техничким нормативима за пројектовање стамбених зграда и станова* (Град Београд, 32/IV, 1983), која је свеобухватно анализирао нормативе квалитетног становања и, између осталог, поставила смернице оптималног осветљења. Површина прозорског отвора треба да буде једнака 1/7 подне површине, са толеранцијом 10%, при чему прозори који имају већу површину, морају имати појачану топлотну заштиту.

У складу са наведеним нормативима, усвојена је висина просторије на моделу 5 од 2,6m, која није била минимално прописана, али је прихваћена у стручним круговима као пожељна димензија за стамбене просторије, која обезбеђује потребан комфор у становању.

Овакви нормативи, али и нове тенденције у архитектури које су направиле отклон од визуелног идентитета изграђеног шездесетих година, утицали су на формирање прозорских отвора мањих димензија, који се уклапају у технологију производње спратних префабрикованих панела. Код објеката реализованих у овом периоду, често се среће модел фасадног панела у коме су уместо једног већег отвора, примењивана два мања, што је усвојено као пример за истраживање квалитета стамбеног комфора. Примењена су два прозора димензија 1/1,4m (ш/в) која се уклапају у прописане нормативе од 1/7 подне површине посматране просторије од 20 m².

Крајем седамдесетих година, захваљујући технологији производње термоизолационог стакла, појављују се једноструки дрвени прозори, који имају уграђене заптивке, боје се лазурним премазима и у наредној деценији потискују из употребе двоструке прозоре са спојеним крилима. У комбинацији са оваквим прозором често се користе дрвени капци, као спољашњи застори и произвођачи столарије испоручивали су их као јединствени елемент (П4).

Табела V.21 Модел 5: појавне, структурне и димензионалне карактеристике

Период 1976-1990. године- МОДЕЛ 5		
Појавни облици		
		
Основа просторије	Типичан пресек	
		
Примењени склопови	Сегмент фасаде	
 <p>C327</p>	 <p>3C22</p>	
 <p>П4</p>	 <p>MK12</p>	

V.1.6 Модел 6 – репрезент стамбене изградње у Београду у периоду после 1990. године

Напуштање префабрикованих армирано-бетонских система и повратак традиционалном начину грађења, представља обележје периода после 1990. године. Препуштање грађевинске делатности условима тржишта, распадање великих грађевинских предузећа, која су имала искуство и опрему за велике грађевинске послове, допринело је да новоформирани инвеститори и извођачи прибегавају једноставнијим и рационалнијим решењима у грађењу, користећи највеће могуће уштеде, што се одражава на квалитет становања.

V.1.6.1 Типологија карактеристичних структурних склопова

Повратак традиционалних система грађења поставља у први план глинене елементе за зидање, којима се формира конструкција индивидуалних и мањих вишепородичних објеката. Структуру носећих зидова најчешће чине ошупљени глинени блокови, који постају доминантан материјал у грађењу стамбених зграда, потискујући опеке са конструктивних позиција. Опека се користе за зидање преградних зидова, или као фасадна облога у вишеслојном склопу. Поред зиданих зидова од глинених блокова, примењују се и армирано-бетонски зидови ливени на лицу места, најчешће у попречном конструктивном систему. Карактеристични склопови зидова приказани су у табели V.22.

Конструктивни делови зидова, облажу се термоизолационим материјалима, дебљине 5-8 cm, а финални слој се најчешће израђује у фасадном малтеру, као танкослојна фасадна обрада (С335-С337).¹³¹ Оваква финализација зидова карактеристична је за инвестирање у стамбену изградњу са императивом економичног грађења и уштеда на свим сегментима објекта. Приказани склопови карактеристични су за период пре доношења *Правилника о енергетској ефикасности зграда* 2011. године (Република Србија, 61/2011), којим су значајно поштрени захтеви за термичком заштитом објеката.

¹³¹ Енергетска обнова фасада постојећих, или изградња нових породичних објеката, скоро по правилу, подразумева примену изолационог материјала дебљине 5cm.

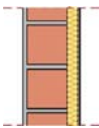
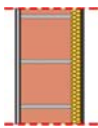
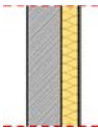
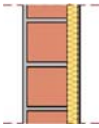
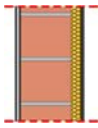
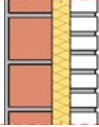
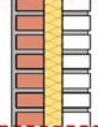
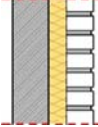
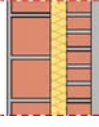
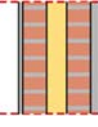
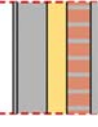
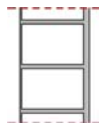
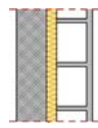

Продор, на домаће тржиште, иностраних производа, познатих грађевинских фирми, проширује понуду материјала за зидање. Блокови од гас бетона су деценијама уназад постојали у домаћој грађевинској пракси, али је њихова примена, у највећој мери, била усмерена на изградњу индустријских објеката, док је имплементација у стамбеној изградњи изостала. Куповином предузећа Гас-бетон у Вреоцима, немачка фирма *Ксела* (*Xella*) долази на домаће тржиште и њихов производ Итонг-блок (*Ytong*) почиње да се примењује и у стамбеној изградњи.

Грађење насеља у блоку 67 (Белвил) на Новом Београду 2009. године, је велики грађевински подухват (1.900 станова), какав дуго година није постојао у домаћој станоградњи, а на фасадама објеката у насељу су примењени гас-бетон блокови дебљине 33 см, код једнослојних конструкција и 15 см, када су предвиђени као фасадна облога у вишеслојном склопу (С345). У основној понуди Итонг блокова за спољашње зидове предвиђена је дебљина од 30 и 37,5 см, па је за приказ типичног склопа у табели V.22, изабрана мања димензија (С3 44).

Деведесете године, са становишта финалне фасадне обраде, обележила је примена силикатних производа, који постају често коришћен елемент архитектонског израза (стамбени објекти у блоковима 22, 25, 12 на Новом Београду, С338-С340). Карактеристична обрада фасада ексклузивнијих објеката, најчешће уграђених у градску матрицу, је вештачки камен, који се поставља преко пуне опеке (С341-С343). Иако је понуда фасадних материјала од почетка века била изузетно разноврсна (керамичке облоге, дрвене, металне), њихова примена је била спорадична и не може се сматрати обележјем периода.

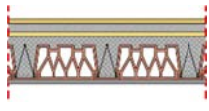
Зидови ка негрејаним просторима степеништа у већини случајева су додатно термички изоловани и дебљина термоизолационог материјала је 3-5 см (ЗН17-ЗН20).

Табела V.22 Карактеристични склопови зидова

позиција	C335/3Н17	C336/3Н 18	C337/3Н19
СПОЉАШЊИ ЗИДОВИ СА ТАНКΟΣЛОЈНОМ ФАСАДНОМ ОБРАДОМ (СЗ)			
	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • гитер блок 19 cm • стиропор 5 cm • малтер 1 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • гитер блок 25 cm • стиропор 5 cm • малтер 1 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • бетон 16 cm • стиропор 8 cm • малтер 1 cm
позиција	C338	C339	
СПОЉАШЊИ ЗИДОВИ СА ТАНКΟΣЛОЈНОМ ФАСАДНОМ ОБРАДОМ (СЗ)			
	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • гитер блок 19 cm • стиропор 8 cm • малтер 1 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • гитер блок 25 cm • стиропор 8 cm • малтер 1 cm 	
позиција	C340	C341	C342
СПОЉАШЊИ ЗИДОВИ СА СИЛИКАТНОМ ОПЕКОМ (СЗ)			
	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • гитер блок 19 cm • термоизолација 8 cm • силикатна опека 12 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • опека 12 cm • термоизолација 8 cm • силикатна опека 12 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • бетон 16 cm • термоизолација 8 cm • силикатна опека 12 cm
позиција	C343	C44	C345
СПОЉАШЊИ ЗИДОВИ СА ВЕШТАЧКИМ КАМЕНОМ (СЗ)			
	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • гитер блок 19 cm • термоизолација 8 cm • опека 12 cm • вештачки камен 5 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • опека 12 cm • термоизолација 8 cm • опека 12 cm • вештачки камен 5 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 2 cm • бетон 16 cm • термоизолација 8 cm • опека 12 cm • вештачки камен 5 cm
позиција	C346	C347	3Н20
СПОЉАШЊИ И УНУТРАШЊИ ЗИДОВИ ОД ГАС- БЕТОНСКИХ БЛОКОВА (СЗ И ЗН)			
	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 1 cm • гас-бетонски блок 30 cm • малтер 3 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • армирани-бетон 15 cm • минерална вуна 5 cm • гас-бетонски блок 15 cm • малтер 3 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • малтер 1 cm • гас-бетонски блок 25 cm • малтер 1 cm

У изградњи стамбених објеката, после 2000. године, користе се само две врсте међуспратних конструкција: пуне армирано бетонске плоче, ливене на лицу места, или полупрефабриковане лаке монтажне таванице (ЛМТ), које су потиснуле из употребе лаку монтажну ТМ таваницу. ЛМТ таваница се појавила на домаћем тржишту крајем осамдесетих година (производио је Трудбеник), али је потпуну афирмацију у примени имала у последњих двадесет година. Карактеристично за ову конструкцију је равноправна примена у изградњи индивидуалних и вишепородичних објеката (табела V.23).

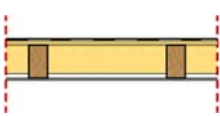
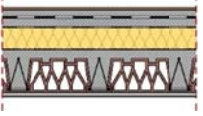

Табела V.23 Међуспратна ЛМТ-таваница

позиција	МК13	МК13п	МК13т
МЕЂУСПРАТНА КОНСТРУКЦИЈА ЛМТ (МК)			
	<ul style="list-style-type: none"> • паркет 2,2 cm • цементна кошуљица 3 cm • стиродур 2 cm • ЛМТ таваница 20 cm • продужни малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • паркет 2,2 cm • цементна кошуљица 3 cm • стиродур 2 cm • ЛМТ таваница 20cm • стиропор 5 cm • малтер 1 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • цементна кошуљица 3 cm • термоизолација 5 cm • ЛМТ таваница 20 cm • продужни малтер 2 cm
	међуспратна конструкција између грејаних простора	међуспратна конструкција изнад подрумске етаже	међуспратна конструкција испод таванског простора

Постмодерни стил током деведесетих година посустаје у свом развоју и уступа место поновном преиспитивању архитектуре модерне. Повратак једноставним, геометријским формама, пречишћеним детаљима без историјских цитата, враћа интересовање за равне кровове, који су обележили архитектуру модерне. Међутим, коси кровови остају актуелни до данашњих дана, али сада блажих нагиба и често сакривени иза кровне атике. Актуелизује се лим као кровни покривач, зато што се може постављати на малим нагибима и задовољава критеријуме економичног грађења (табела V.24). Уколико се поставља преко дрвене кровне конструкције, простор између рогова испуњава се термоизолацијом (дебљине 10-12 cm). Плафонска облога су гипс-картонске плоче, а подлога за покривач, даске. Равни кровови формирају се на проходним терасама и разлика у односу на претходни период је у дебљини термоизолације (8-10 cm)- PK5.

Током деведесетих година избор материјала за израду прозорских оквира се значајно проширује. Формирање стамбеног фонда Београда обележила је примена дрвених прозора, чији се конструктивни склоп мењао током година, са унапређивањем технологија израде, али је основни материјал увек остајао исти. Деведесете године обележила је примена једноструких дрвених прозора са термоизолационим стаклом и постепено увођење пластичних оквира, који данас представљају доминантан материјал за израду прозора.¹³² У исто време, започиње и производња алумијумских профила, са термичким прекидом, који су у почетку примењивани у изради стаклених фасада, а убрзо се њихова примена проширује и на прозорске елементе. Међутим, уградња пластичних прозорских оквира није овим била умањена, превасходно због ниске цене и добрих термичких карактеристика (табела V.24).

Табела V.24 Карактеристични склопови кровова и типичан прозор

позиција	КЗ	РК5	П5
КОСИ И РАВНИ КРОВОВИ (К, РК) ПРОЗОР (П)			
	<ul style="list-style-type: none"> • лим • тер хартија • дашчана оплата 2,4 cm • рог 10/14 cm на 80 cm/ваздух 2 cm + минерална вуна 12 cm • ПВЦ фолија • Гипс картонске плоче 1,25 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • керамичке плочице 1 cm • армирани цементни естрих 3 cm • хидроизолација 1 cm • армирани цементни естрих у паду 4 cm • ПВЦ фолија • тврде плоче минералне вуне 10 cm • ПЕ фолија • ЛМТ таваница 20 cm • малтер 2 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • трокоморни ПВЦ прозор са термоизолационим стаклом
	кос кров са дрвеном конструкцијом	равне терасе изнад грејаних простора	прозор

¹³² Серијска производња пластичних профила за прозоре започела је 1954. године у Немачкој, а први вишекоморни профили, какви се данас користе, направљени су 1967. године.

V.1.6.2 Формирање истраживачког модела 6

Конструктивни склоп објеката најчешће се формира комбинацијом зиданих зидова од глинених ошупљених блокова и ливених бетонских стубова у комбинованом систему, или серклажа у масивној конструкцији. Руководећи се тиме, формиран је модел 6, чије су појавне, структурне и димензионалне карактеристике приказане у табели V.25. Фасадни зидови се облажу термоизолационим материјалима (најчешће стиропором), преко којих се поставља фасадни малтер (С336). Зидови ка суседним стамбеним јединицама такође се изводе од глинених блокова, са звучно-изолационим слојем, или без њега (ЗС 15).

Полупрефабриковане лаке монтажне таванице од глинених елемената и армирано бетонских гредица изливених у глиненим каналицама (ЛМТ) постају незаобилазни стандард у извођењу међуспратних конструкција код породичне али и вишепородичне изградње (МК13).

Правилником о техничким нормативима за пројектовање и извођење завршних радова у грађевинарству (СФРЈ, 21/1990), прописана је минимална висина парапета у стамбеним зградама од 100cm, што је поштрен услов у односу на норматив из 1983. године.




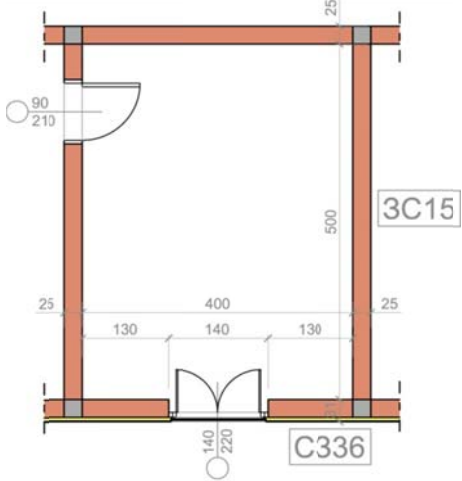
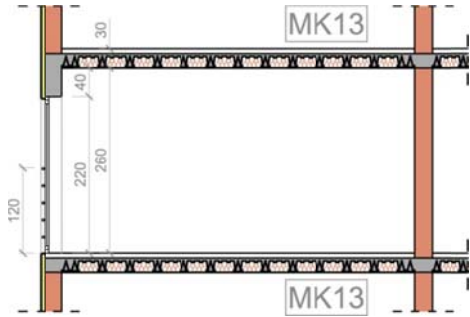
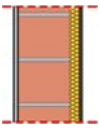
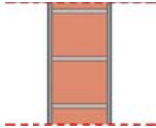



Године 2012. усвојен је нови *Правилник о условима и нормативима за пројектовање стамбених зграда и станова* (РС, 58/2012), који прописује да је непосредно осветљење постигнуто, ако укупна застакљена површина фасадних, односно кровних отвора, намењених осветљењу одређеног простора достиже најмање 15% његове нето површине у основи, што је незнатно више у односу на претодни пропис из 1983. године. Оно што је годинама примењивано у пракси, новим Правилником је такође прописано: да минимална чиста висина стамбених просторија мора бити 2,6m, што је уграђено у модел 6.

Напуштање постмодернистичких идеја и поновна актуелност модерне архитектуре рефлектовала се и на начин формирања прозорских отвора. Тежња архитеката за слободнијим формирањем фасаде, у односу на крута правила које норматив поставља у погледу висине парапета, увела су нови димензионални однос, где се недостатак зидног парапета надомешћује оградом са спољашње

стране, која има прописану висину. На овај начин задовољени су нормативни услови, а пружена већа слобода у формирању прозорских отвора. На фасадама новоизграђених стамбених зграда запажају се издужени прозорски отвори са ниским парапетом, или без њега или тзв *француски балкони*, са једноделним или дводелним вратима и спољашњом оградом одговарајуће висине.

Током деведесетих година започиње производња пластичних прозора, који временом потискују из употребе дрвене, превасходно због једноставног одржавања, добрих термичких карактеристика и ниске цене. Од истог материјала производе се и спољашњи застори, чиме је комплетна заштита прозора заокружена. У складу са претходним запажањима о начину формирања фасадног елемента и материјалима који се користе за његову израду, формиран је отвор на моделу 6, за оцену квалитета стамбеног комфора, са вратима димензија 140/220cm израђеним од пластичних профила са и спољашњим затвором од истог материјала.

Табела V.25 Модел 6: појавне, структурне и димензионалне карактеристике

Период после 1990. године- МОДЕЛ 6		
Појавни облици		
		
Основа просторије	Типичан пресек	
		
Примењени склопови	Сегмент фасаде	
 <p>C336</p>	 <p>3C15</p>	
 <p>П15</p>	 <p>MK13</p>	

V.2 Валоризација истраживачких модела према одабраним параметрима комфора

У претходним поглављима истражена је структура стамбених зграда Београда, што је резултирало усвајањем типичних модела стамбених јединица, репрезентата карактеристичних грађевинских периода, материјализованих и обликованих у складу са важећом техничком регулативом и актуелним правилима грађења. Са друге стране, анализа стамбеног комфора имала је за циљ усвајање одговарајућих критеријума, уз помоћ којих се може извршити вредновање квалитета усвојених облика комфора. Одабране методологије за топлотни, звучни, ваздушни и светлосни комфор примењене су на репрезентативне моделе, а резултати који из тога произилазе, треба да пруже релевантну процену квалитета стамбених зграда Београда.

V.2.1 Топлотни комфор

Прорачун термичких карактеристика усвојених шест модела рађен је у програму *Knauf-Term2 Pro*, који је усклађен са важећим стандардима из ове области. Анализирани модели припадају постојећем типу стамбене зграде са више станова и територијално припадају Београду. Задата је природна вентилација, отворен положај зграде и више од једне фасаде изложене ветру. Овакав избор, резултат је опредељења да се бирају неповољнији услови локације, како би се, на самом почетку, поставили оштрији захтеви. Спољашњи зид је окренут ка југу, што је резултат избора при формирању модела истраживања.

Коефицијент пролаза топлоте за све нетранспарентне склопове рађен је у оквиру програмског пакета и важећих стандарда, а за прозоре усвајани су према старом стандарду, JUS U.J5.600 из 1980. године, који врши градацију коефицијената према типовима прозорских склопова. Важећа регулатива прописује вредност дозвољеног коефицијента за прозоре на постојећим зградама: $U_{\max}=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, а за спољна врата $U_{\max}=1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, што подразумева новоуграђене елементе. Двоструки прозори са широком и уском кутијом и са спојеним крилима, који су коришћени до деведесетих годиа, више нису у

употреби и Правилник о ЕЕЗ их не разматра, већ је паушално наведено да се узима вредност од $U_w=3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ за прозоре без термоизолационог стакла. Оваквим приступим који Правилник прописује, сви прозори до примене ове врсте стакла имају исте термоизолационе карактеристике. Пошто је суштина овог рада сагледавање квалитета постојећих стамбених зграда, релевантне вредности узимане су према старим стандардима, који врше детаљнију градацију коефицијента U у зависности од склопа прозора и начина застакљења.

Потребно је нагласити да се код прорачуна енергетског биланса интерни добици, који настају одавањем топлоте корисника простора и електричних уређаја, прорачунавају према површини простора, која је у случају анализираних модела једнака. То значи да ће разлике у укупној потребној енергији за грејање, бити условљене односом топлотних губитака и соларних добитака, док су добици од корисника и електричних уређаја непроменљиви.

Табела енергетских својстава појединачних модела приказује и илуструје резултате добијене прорачуном и формирана је тако да прегледно и јасно прикаже енергетске параметре. Поред општих података о димензионалним карактеристикама модела (битне за прорачун), приказане су енергетске карактеристике појединачних грађевинских склопова, који су утврђени у претходном тексту (глава IV): коефицијент топлотног пролаза (U), температура унутрашње површине, фактор пригушења осцилације температуре и фактор кашњења осцилације температуре. Следећи ниво приказаних информација у табели представљају трансмисиони губици, који се односе само на фасадни зид, зато што је структура термичког омотача тако формирана. Овакав приступ, последица је начина формирања истраживачког модела, где су димензије прозора варијабилне и одражавају карактеристике периода. У том смислу, потребно је било издвојити фасадни зид (са прозором), као једини сегмент термичког омотача, како би се промене у димензијама прозора и спратним висинама сагледале независно од осталих утицаја. У табели се прати однос површина прозора и фасадног зида, а поред тих података приказан је однос трансмисионих губитака кроз прозор и фасадни зид. На овај начин илустративно је приказан однос површина ових елемената фасаде и њихових енергетских перформанси.

У доњем делу табеле приказан је енергетски биланс кроз вредности: укупне потребне енергије за надокнађивање трансмисионих губитака топлоте Q_t , укупне потребне енергије за надокнађивање вентилационих губитака Q_v , укупне соларне добитке за грејну сезону Q_{sol} , енергију насталу од интерних добитака људи Q_r , енергију насталу од интерних добитака електричних уређаја Q_{el} , укупну потребну енергију за грејање $Q_{h,nd}$ и енергију потребну за грејање по квадратном метру $Q_{h,an}$. Укупан енергетски биланс илустративно је приказан у графикону који прати описану табелу, где се јасно сагледава однос топлотних губитака и добитака.

V.2.1.1 Анализа топлотног комфора за модел 1 (до 1918)

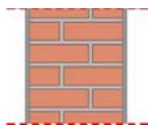

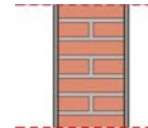
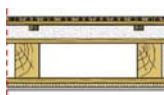
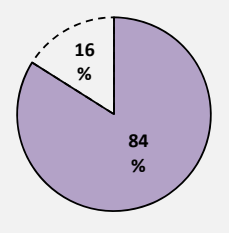
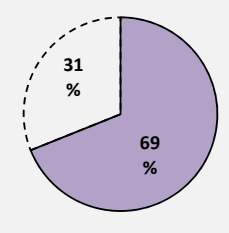
Енергетска својства модела 1 приказана су у табели V.26. Резултати термичког прорачуна показују да склопови зидова и прозор не задовољавају актуелне прописане вредности коефицијента пролаза топлоте, за разлику од дрвене таванице, која испуњава те услове, што се може објаснити ваздушним слојем у склопу конструкције, који представља довољну термичку баријеру¹³³. У склоповима нема појаве конденза, а спољашњи зид задовољава услове летње стабилности.

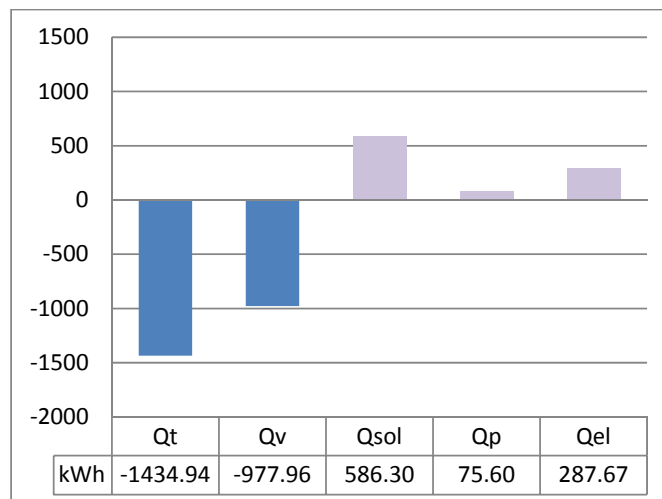
Графикон структуре омотача у табели показује преовлађујућу површину фасадног зида, у односу на прозорски елемент (однос 84% према 16%), али се прерасподела трансмисионих губитака кроз омотач мења, због опште познатих лошијих термичких карактеристика прозора у односу на зид.

Енергетски биланс модела 1 приказан у табели V.26 и на графикону (слика V.1) показује да су вентилациони губици пропорционални укупним добицима (они се међусобно потиру), а да је укупна потребна енергија за грејање приближно једнака трансмисионим губицима. Енергија потребна за грејање по јединици површине је $Q_{h,an} = 73,17 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, што је нешто више од прописаних вредности према Правилнику о ЕЕЗ за постојеће зграде.

¹³³ Термичке перформансе стамбеног фонда изграђеног пре Првог светског рата, детаљно су обрађене у раду *Potentials and Limitations for Energy Refurbishment of Multi-Family Residential Buildings Built In Belgrade before the World War One* (Ђукановић и др, 2015).

Табела V.26 Енергетска својства модела 1 (до 1918. године)

Основни подаци о моделу			
корисна грејана површина:	20 m ²	запремина грејаног вентилисаног простора:	70 m ³
површина омотача:	16,46 m ²	запремина омотача:	109,6 m ³
Карактеристични примењени склопови			
Спољашњи зид	Прозор	Зид ка суседу	Таваница ка суседу
С32	П1	ЗС1	МК2
			
<ul style="list-style-type: none"> зид од опеке 45cm обострано малтерисан 	<ul style="list-style-type: none"> дрвени, двоструки прозор са размакнутим крилима-широка кутија унутрашње завесе 	<ul style="list-style-type: none"> зид од опеке 29cm обострано малтерисан 	<ul style="list-style-type: none"> дрвена таваница са подом од паркета и тршчаним плафоном
U=1,1 W/m²K U > U _{max} =0,4 W/m ² K склоп не задовољава t= 15,4°C	U= 2,6 W/m²K, U > U _{max} =1,5 W/m ² K склоп не задовољава	U= 1,42 W/m²K, U > U _{max} =0,9 W/m ² K склоп не задовољава t= 15,3°C	U= 0,63 W/m²K, U < U _{max} =0,9 W/m ² K склоп задовољава t= 18,4°C
v=131,0 > v.min= 15			
η=16,8 > η.min= 7			
кондензације: нема		кондензације: нема	кондензације: нема
Трансмисиони губици кроз омотач			
Структура омотача		Губици кроз омотач:	
спољни зид: 13,82 m ²		спољни зид: 15,22 W/K	
прозор: 2,64 m ²		прозор: 6,86 W/K	
Енергетски биланс			
Трансмисиони губици:	Q _t = 1434,94 kWh	Енергија потребна за грејање	
Вентилациони губици:	Q _v = 977,96 kWh	Укупна потребна енергија за грејање:	Q_{h,nd} = 1463,33 kWh
Соларни добици:	Q _{sol} = 586,3 kWh		
Добици од људи:	Q _p = 75,60 kWh		
Добици од ел.уређаја:	Q _{el} = 287,67 kWh	Енергија потребна за грејање по m ² :	Q_{h,an} = 73,17 kWh/m²a



Слика V.1 Енергетски биланс модела 1, однос губитака и добитака

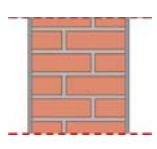

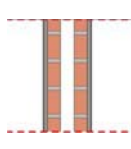
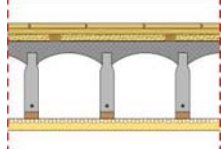
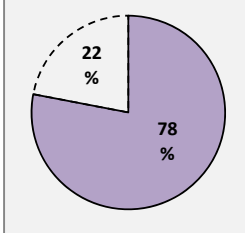
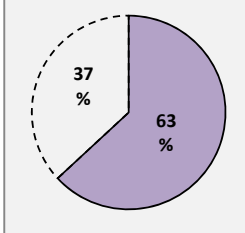
V.2.1.2 Анализа топлотног комфора за модел 2 (1919-1945)

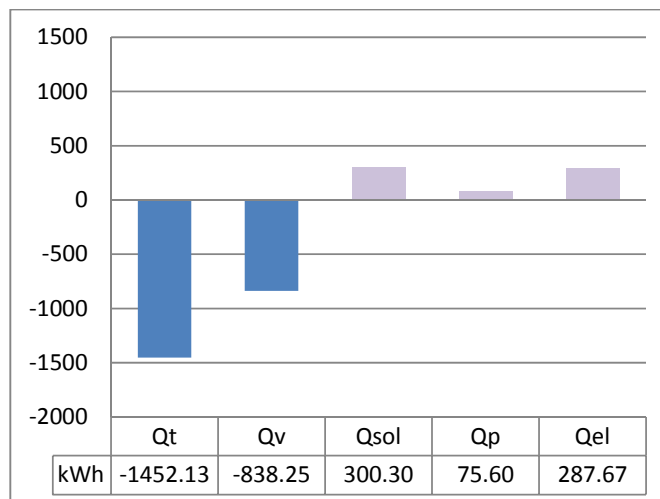
Енергетска својства модела 2 приказана су у табели V.27. Резултати термичког прорачуна модела 2 показују да коефицијент пролаза топлоте за зидове и прозор није у границама прописаних вредности, за разлику од међуспратне Хербст таванице, која испуњава те услове. У склоповима нема кондензације, а спољашњи зид задовољава услове летње стабилности.

Графикон структуре омотача у табели показује преовлађујућу површину фасадног зида у односу на прозорски елемент (однос 78% према 22%), али се прерасподела трансмисионих губитака кроз омотач мења и повећава удео прозора у укупним обрачунатим вредностима.

Енергетски биланс модела, приказан у табели V.27 и на графикону (слика V.2), показује да су трансмисиони губици скоро идентични вредностима за модел 1, али да су вентилациони губици мањи, што је последица мање запремине унутрашњег простора. Са друге стране, соларни добици су смањени, као последица уведених спољашњих застора (дрвена ролетна) и фактора умањења 0,3 због опреме за заштиту од сунца, који се у таквим случајевима усваја. Сумирањем свих релевантних чиниоца добија се енергија потребна за грејање по јединици површине већа него код модела 1: $Q_{h,an} = 81,34 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, која прекорачује прописане вредности према Правилнику о ЕЕЗ за постојеће зграде.

Табела V.27 Енергетска својства модела 2 (1919-1945)

Основни подаци о моделу			
корисна грејана површина:	20 m ²	запремина грејаног вентилисаног простора:	60 m ³
површина омотача:	14,56 m ²	запремина омотача:	99,53 m ³
Карактеристични примењени склопови			
Спољашњи зид	Прозор	Зид ка суседу	Таваница ка
С35	П1	ЗС7	МК3
			
<ul style="list-style-type: none"> зид од опеке 38cm обострано малтерисан 	<ul style="list-style-type: none"> дрвени, двоструки прозор са размакнути крилима-широка кутија дрвена ролетна 	<ul style="list-style-type: none"> двоструки зид од опеке 6,5cm обострано малтерисан 	<ul style="list-style-type: none"> Хербст таваница са подом од паркета и тршчаним плафоном
U=1,25 W/m²K U > U _{max} =0,4 W/m ² K склоп не задовољава t= 14,8°C	U= 2,6 W/m²K, U > U _{max} =1,5 W/m ² K склоп не задовољава	U= 1,61 W/m²K, U > U _{max} =0,9 W/m ² K склоп не задовољава t= 14,6°C	U= 0,78 W/m²K, U < U _{max} =0,9 W/m ² K склоп задовољава t= 18,0°C
v=69,0 > v.min= 15			
η=14,48 > η.min= 7			
кондензације: нема		кондензације: нема	кондензације: нема
Трансмисиони губици кроз омотач			
Структура омотача		Губици кроз омотач:	
спољни зид: 11,36 m ²		спољни зид: 14,23 W/K	
прозор: 3,2 m ²		прозор: 8,32 W/K	
Енергетски биланс			
Трансмисиони губици:	Q _t = 1452,13 kWh	Енергија потребна за грејање	
Вентилациони губици:	Q _v = 838,25 kWh	Укупна потребна енергија за грејање:	Q_{h,nd}= 1626,82 kWh
Соларни добици:	Q _{sol} = 300,3 kWh		
Добици од људи:	Q _p = 75,60 kWh	Енергија потребна за грејање по m ² :	Q_{h,an}= 81,34 kWh/m²a
Добици ел.уређаја:	Q _{el} = 287,67 kWh		



Слика V.2 Енергетски биланс модела 2, однос губитака и добитака

V.2.1.3 Анализа топлотног комфора за модел 3 (1946-1960)

Енергетска својства модела 3 приказана су у табели V.28. Приликом одређивања структуре појединачних модела уочене су сличности између модела 2 и 3, које произилазе из истих, актуелних техника грађења, истих или сличних склопова зидова, прозора и таваница и минималних димензионалних разлика (незнатно мања чиста висина просторије и висина прозора), па је интересно пратити, евентуалне разлике у добијеним вредностима у термичком прорачуну. Модели 2 и 3 имају исти склоп фасадног зида и међуспратне конструкције које се разликују по начину грађења, али не и по својој структури (обе су ситнорестрасте, приближних димензија), са различито усвојеним зидом ка суседном стану, али он није третиран као део термичког омотача и не учествује у обрачуну енергетских биланса. Код модела 3 усвојен је двоструки прозор са уском кутијом, што незнатно мења усвојени коефицијент топлотног пролаза на $2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (код прозора са широком кутијом усвојена је вредност $U=2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$) и усвојена је платнена ролетна (код модела 2 је дрвена). Овакав избор застора последица је економичног грађења, које је било пропагирано у послератном периоду и норматива који су одређивали категорије станова према њиховој опремљености.

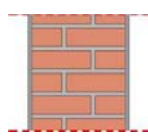

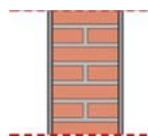
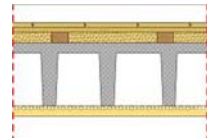
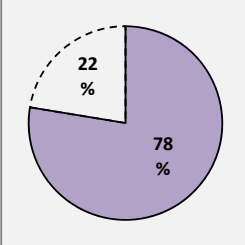
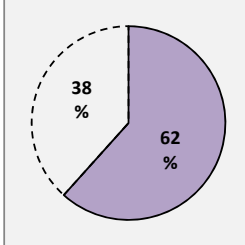
Фасадни зид, прозор и зид ка суседу не задовољавају актуелне прописане вредности коефицијента пролаза топлоте, за разлику од ситнорестрасте таванице

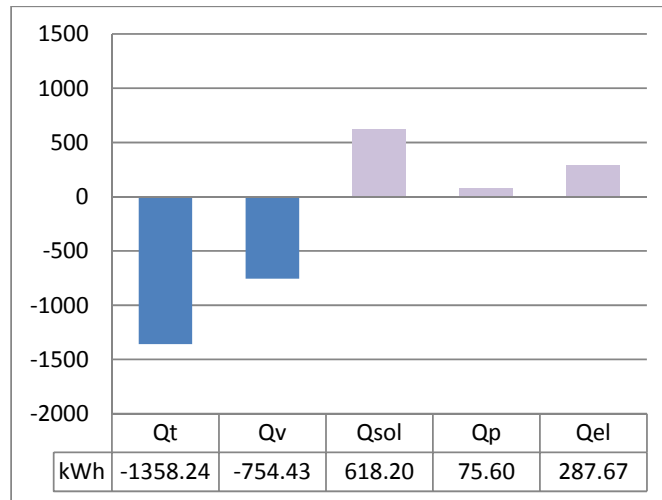
која испуњава те услове, што су поновљени резултати из претходне анализе за модел 2 (табела V.27). У склоповима нема појаве конденза, а спољашњи зид задовољава услове летње стабилности.

Графикон структуре омотача у табели показује преовлађујућу површину фасадног зида у односу на прозорски елемент (однос 78% према 22%), што су поновљени резултати из претходног примера, за модел 2. Добијени су идентични резултати, иако се променила висина прозора и чиста висина просторије (смањена је висина прозора за 10cm, а чиста висина просторије за 30 cm, али је процентуални однос површина остао исти. Прерасподела трансмисионих губитака се разликује за 1% у односу на модел 2, што су занемариво мале разлике.

Енергетски биланс модела 3 приказан у табели и на графикону (слика V.3) показује да је енергија потребна за надокнађивање вентилационих губитака мања за око 80 kWh у односу на модел 2, што је последица мање запремине простора (мања запремина модела 3 за 6 m³, у односу на модел 2). Енергија за надокнађивање трансмисионих губитака мања је за око 100 kWh, што је последица разлика у површинама које су настале смањењем чисте висине просторије. Међутим, оно што је у највећој мери определило коначни енергетски биланс, јесу соларни добици, који су дупло већи, него што је то случај код модела 2. Овакав резултат последица је усвојених застора (платнена ролетна код модела 3, дрвена код модела 2) и фактора умањења због опреме за заштиту од Сунца (0,9 код модела 3; 0,3 код модела 2), што је определило коначан енергетски биланс. Наиме енергија потребна за грејање по јединици површине за модел 3 је: $Q_{h,an} = 56,56 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, што је у границама прописаних вредности према Правилнику о ЕЕЗ за постојеће зграде, а што је за 30% мање него код модела 2.

Табела V.28 Енергетска својства модела 3 (1946-1960)

Основни подаци о моделу			
корисна грејана површина:	20 m ²	запремина грејаног вентилисаног простора:	54 m ³
површина омотача:	13,39 m ²	запремина омотача:	93,13 m ³
Карактеристични примењени склопови			
Спољашњи зид	Прозор	Зид ка суседу	Таваница ка суседу
С35	П2	ЗС4	МК4
			
<ul style="list-style-type: none"> зид од опеке 38cm обострано малтерисан 	<ul style="list-style-type: none"> дрвени, двоструки прозор са размакнутом крилима-уска кутија платнена ролетна 	<ul style="list-style-type: none"> зид од опеке 25cm обострано малтерисан 	<ul style="list-style-type: none"> ситноребраста тав. са подом од паркета и тршчаним плафоном
U=1,25 W/m²K U > U _{max} =0,4 W/m ² K склоп не задовољава	U= 2,7 W/m²K, U > U _{max} =1,5 W/m ² K склоп не задовољава	U= 1,56 W/m²K, U > U _{max} =0,9 W/m ² K склоп не задовољава	U= 0,77 W/m²K, U < U _{max} =0,9 W/m ² K склоп задовољава
t= 14,8°C		t= 14,8°C	t= 18,0°C
v=69,0 > v.min= 15			
η=14,48 > η.min= 7			
кондензације: нема		кондензације: нема	кондензације: нема
Трансмисиони губици кроз омотач			
Структура омотача		Губици кроз омотач:	
спољни зид: 10,39 m ²		спољни зид: 13,02 W/K	
прозор: 3,0 m ²		прозор: 8,1 W/K	
Енергетски биланс			
Трансмисиони губици:	Q _t = 1358,24kWh	Енергија потребна за грејање	
Вентилациони губици:	Q _v = 754,43 kWh	Укупна потребна енергија за грејање:	Q_{h,nd}= 1131,16 kWh
Соларни добици:	Q _{sol} = 618,2 kWh		
Добици од људи:	Q _p = 75,60 kWh	Енергија потребна за грејање по m ² :	Q_{h,an}= 56,56 kWh/m²a
Добици од ел.уређаја:	Q _{el} = 287,67 kWh		



Слика V.3 Енергетски биланс модела 3, однос губитака и добитака

V.2.1.4 Анализа топлотног комфора за модел 4 (1961-1975)

Енергетска својства модела 4 приказана су у табели V.29. Модел репрезентује прве монтажне системе у домаћој стамбеној изградњи и примену армираног бетона, као материјала који замењује опеку у структури зидова. Резултати термичког прорачуна показују да коефицијенти пролаза топлоте за спољашњи парапетни елемент (ЗС14) и прозор (ПЗ) нису у границама прописаних вредности за фасадне преграде, за разлику од међуспратне ИМС таванице (МК9) и зида од гас-бетона (ЗС18), који испуњавају услове за преграде ка просторима других корисника. У зидовима и таваници се јавља конденз, али је време исушења у границама које прописује Правилник о ЕЕЗ. Фасадни монтажни панел не задовољава услове летње стабилности.



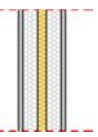
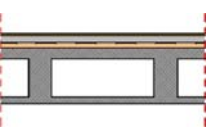
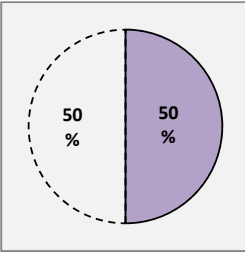
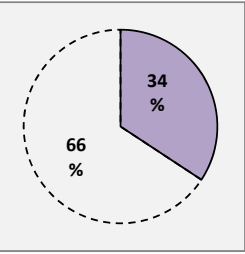
Специфичност овог модела, у односу на остале примере, јесте структура омотача, у којој је површина фасадног зида једнака површини прозора, што је последица обликовних карактеристика првих префабрикованих зграда у Београду. Хоризонталне прозорске траке које смењују бетонски парапетни елементи су обележје овог периода грађења, што показује одређене специфичности у резултатима термичког прорачуна. Висок коефицијент топлотне проводљивости усвојеног прозора са спојеним крилима (који има лошије термичке

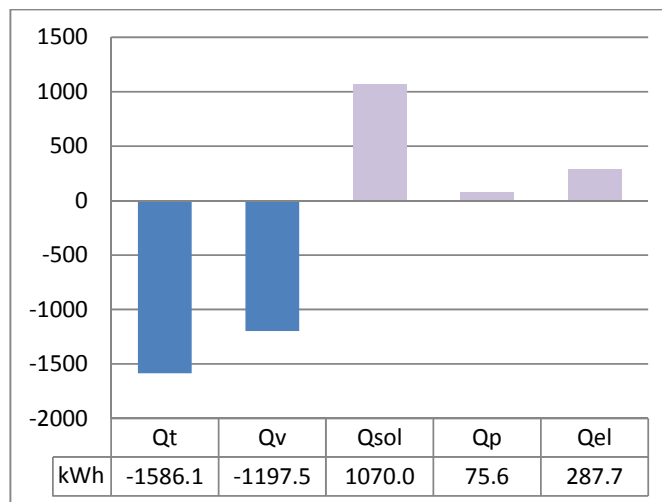
карактеристике од прозора са раздвојеним крилима), уз заступљеност у структури омотача од 50%, доприноси да губици топлоте кроз прозор, чине 66% од укупно остварених, што је највиши проценат остварен у истраживањима усвојених модела. Велика заступљеност транспарентних делова у укупној површини термичког омотача у комбинацији са фасадним парапетним елементом, који такође има неповољне термичке карактеристике, доприносе да трансмисиони губици код модела 4 имају највећу вредност.

Неповољност по испитивани случај чине и вентилациони губици, који показују такође највише вредности, услед лоше заптивености прозора, која је карактеристична за прозоре крило-на крило, што сумирано са трансмисионим губицима, даје највећу вредност укупне енергије која је потребна за њихово надокнађивање. Велики удео транспарентних делова у комбинацији са неодговарајућим системима заштите (усвојена платнена ролетна као типично решење у објектима грађеним у том периоду), условљава да соларни добитици показују екстремне вредности, што доприноси смањењу укупних топлотних губитака и повољнијем укупном енергетском билансу (табела V.29, графикон слика V.4).

Сумирањем свих наведених релевантних чиниоца, добија се енергија потребна за грејање по јединици површине: $Q_{h,an} = 67,52 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, која је у границама прописане вредности према Правилнику о ЕЕЗ за постојеће зграде. Изразите неповољности које су се показале у прорачуну топлотних губитака за модел 4, умањене су високим вредностима соларних добитака, што је допринело да укупни енергетски биланс буде повољнији него код модела 1 и 2.

Табела V.29 Енергетска својства модела 4 (1960-1975)

Основни подаци о моделу			
корисна грејана површина:	20 m ²	запремина грејаног вентилисаног простора:	50 m ³
површина омотача:	11,76 m ²	запремина омотача:	70,65 m ³
Карактеристични примењени склопови			
Спољашњи зид	Прозор	Зид ка суседу	Таваница ка суседу
С314	ПЗ	ЗС18	МК9
			
<ul style="list-style-type: none"> • парепетни елемент у комбинацији бетона и пено-бетона 	<ul style="list-style-type: none"> • дрвени, двоструки прозор са спојеним крилима • платнена ролетна 	<ul style="list-style-type: none"> • двоструки зид од гас-бетона са термоизолацијом 	<ul style="list-style-type: none"> • ИМС таваница са пливајућим подом од флорбита
U=1,46 W/m²K U > U _{max} =0,4 W/m ² K склоп не задовољава	U= 2,8 W/m²K, U > U _{max} =1,5 W/m ² K склоп не задовољава	U= 0,8 W/m²K, U < U _{max} =0,9 W/m ² K склоп задовољава	U= 0,81 W/m²K, U < U _{max} =0,9 W/m ² K склоп задовољава
t= 13,9°C		t= 17,3°C	t= 17,9°C
v=10,4 < v.min= 15 не			
η=5,9 < η.min= 7 не зад.			
кондензација: у слоју 2; 25,6 дана за исушење		кондензација: у слоју 4; 2 дана за исушење	кондензација: у слоју 4 и 6; 8,6 дана за исушење
Трансмисиони губици кроз омотач			
Структура омотача		Губици кроз омотач:	
спољни зид: 5,88 m ²		спољни зид: 8,58 W/K	
прозор: 5,88 m ²		прозор: 16,46 W/K	
Енергетски биланс			
Трансмисиони губици:	Qt= 1586,08 kWh	Енергија потребна за грејање	
Вентилациони губици:	Qv= 1197,50 kWh	Укупна потребна енергија за грејање:	Qh,nd= 1350,31 kWh
Соларни добици:	Qsol= 1070,0 kWh	Енергија потребна за грејање по m ² :	Qh,an= 67,52kWh/m²a
Добици од људи:	Qp= 75,60 kWh		
Добици од ел.уређаја:	Qel= 287,67 kWh		



Слика V.4 Енергетски биланс модела 4, однос губитака и добитака

V.2.1.5 Анализа топлотног комфора за модел 5 (1976-1990)

Енергетска својства модела 5 приказана су у табели V.30. Модел репрезентује префабриковани начин грађења, који у овом временском периоду преовлађује у изградњи вишепородичних зграда и употребу армираног бетона као доминантног материјала конструкције. Појава термичких прописа обележје је седамдесетих и осамдесетих година и њихова имплементација на конкретне грађевинске системе представља квалитативни помак у рационалном односу према енергетској потрошњи.

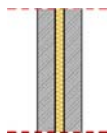

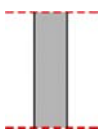

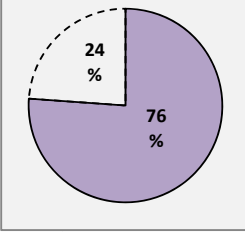
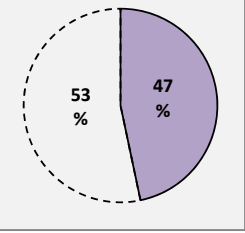
Резултати термичког прорачуна модела 5 показују да ни један примењени структурни елемент нема коефицијент пролаза топлоте у границама које прописује важећи Правилник о ЕЕЗ. Упоредујући са вредностима које су биле актуелне у време настанка оваквих грађевина, сагледава се усклађеност са тадашњим термичким прописима, изузев код преградног зида ка суседном стану који показује екстремне вредности коефицијента U (ЗС22). Оваква ситуација резултат је разлика у поставкама температурних услова између две стамбене јединице у старој и актуелној термичкој регулативи. Према новим стандардима прорачун унутрашњих преграда између стамбених јединица врши се за температуру суседног стана од $-5,7^{\circ}\text{C}$, што поставља изузетно високе критеријуме за ове врсте склопова. Као последица овако постављених рачунских услова

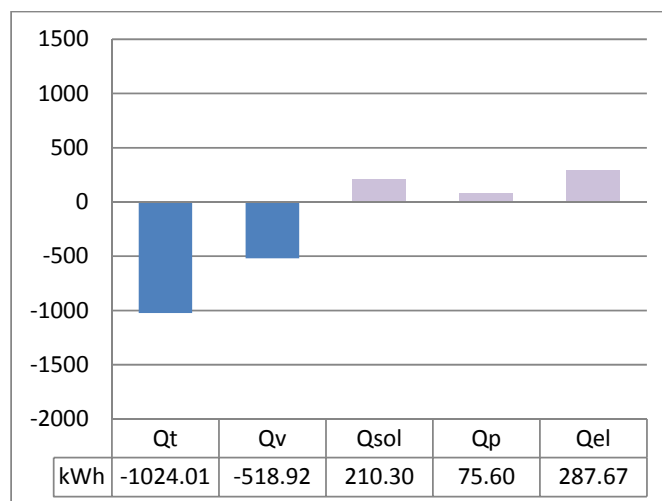
јављају се, и ниске температуре унутрашњих површина. Кондензација у конструкцијама се јавља код спољашњег зида и међуспратне таванице, али је исушење у границама прописаних дана. Услови летње стабилности за спољашње конструкције су у границама прописаних.

Графикон структуре омотача у табели показује преовлађујућу површину фасадног зида у односу на прозорски елемент (однос 76% према 24%), али се прерасподела трансмисионих губитака кроз омотач мења и повећава удео прозора у укупним обрачунатим вредностима, у значајно већој мери него што је то било код модела 2 и 3 који имају приближан однос површина. Оваква ситуација објашњава се великим разликама у вредностима коефицијената пролаза топлоте између спољашњег изолованог зида и једноструког прозора са термоизолационим стаклима (зид: $U=0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, прозор: $U=3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Енергетски биланс модела 5 приказан у табели и на графикону (слика V.5) показује да су вредности губитака и добитака најмање у односу претходно анализираних модела, што је последица бољих термичких карактеристика спољашњег зида и значајно мањих вентилационих губитака, услед процењене боље заптивености примењених прозора. Са друге стране, топлотни добитци условљени су, у одређеној мери, фактором умањења због опреме за заштиту од сунца ($F_z=0,3$), што сумирањем свих релевантних чиниоца за прорачун, резултује најнижим вредностима потребне енергије за грејање по јединици површине: $Q_{h,an}= 48,47 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, у односу на претходно анализираних модела.

Табела V.30 Енергетска својства модела 5 (1976-1990)

Основни подаци о моделу			
корисна грејана површина:	20 m ²	запремина грејаног вентилисаног простора:	52 m ³
површина омотача:	11,73 m ²	запремина омотача:	68,8 m ³
Карактеристични примењени склопови			
Спољашњи зид	Прозор	Зид ка суседу	Таваница ка суседу
C327	P4	3C22	MK12
			
<ul style="list-style-type: none"> • префабриковани бетонски ношени сендвич панел 20cm 	<ul style="list-style-type: none"> • дрвени, једноструки са термоизолационим стаклом • спољашњи капци 	<ul style="list-style-type: none"> • армирано-бетонски зид 16cm 	<ul style="list-style-type: none"> • армирано-бетонска плоча 16cm, пливајући под
U=0,82 W/m²K U > U _{max} =0,4 W/m ² K склоп не задовољава	U= 3,0 W/m²K, U > U _{max} =1,5 W/m ² K склоп не задовољава	U= 3,58 W/m²K, U > U _{max} =0,9 W/m ² K склоп не задовољава	U= 1,84 W/m²K, U > U _{max} =0,9 W/m ² K склоп не задовољава
t= 16,6°C		t= 8,0°C	t= 15,2°C
v=41,5 > v.min= 15			
η=5,1 < η.min= 7			
кондензација: у слоју 2; 34 дана исушења		кондензација: нема	кондензација: у слоју 4; 5,4 дана за исушење
Трансмисиони губици кроз омотач			
Структура омотача		Губици кроз омотач:	
спољни зид: 8,93 m ²		спољни зид: 7,36W/K	
прозор: 2,8 m ²		прозор: 8,4 W/K	
Енергетски биланс			
Трансмисиони губици:	Qt= 1024,01kWh	Енергија потребна за грејање	
Вентилациони губици:	Qv= 518,92 kWh	Укупна потребна енергија за грејање:	Qh,nd= 969,35kWh
Соларни добици:	Qsol= 210,3 kWh	Енергија потребна за грејање по m ² :	Qh,an= 48,47kWh/m²a
Добици од људи:	Qp= 75,60 kWh		
Добици од ел.уређаја:	Qel= 287,67 kWh		



Слика V.5 Енергетски биланс модела 5, однос губитака и добитака

V.2.1.6 Анализа топлотног комфора за модел 6 (после 1990)

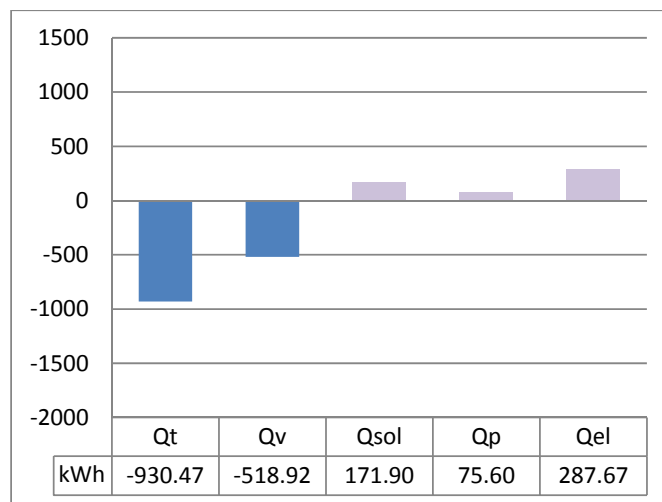
Енергетска својства модела 6 приказана су у табели V.31. Модел репрезентује преовлађујући тип изградње, карактеристичан за период после 1990. године, када долази до напуштања префабрикованог начина грађења и враћања традиционалним системима. Одабрани склопови коришћени су изградњи стамбених зграда пре усвајања Правилника о ЕЕЗ 2011. године.

Резултати термичког прорачуна модела 6 показују да анализирани појединачни склопови не задовољавају актуелне прописане вредности коефицијента пролаза топлоте, што је нарочито изражено код прозора и зида ка суседном стану. У фасадној и међуспратној конструкцији има кондензације, али је време исушења у границама прописаног броја дана. Спољашњи зид задовољава услове летње стабилности.

Графикон структуре омотача у табели показује сличну ситуацију, као код претходног модела, са преовлађујућим утицајима прозора на укупне топлотне губитке, услед великих разлика у коефицијентима пролаза топлоте између два заступљена елемента термичког омотача (зид: $U=0,53 \text{ W/m}^2\text{K}$, прозор: $U=3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$).

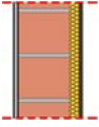

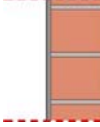
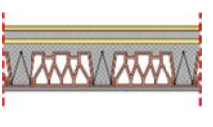
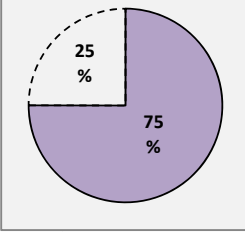
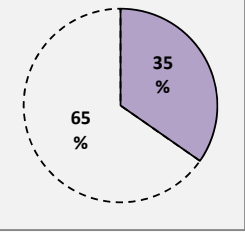
Енергетски биланс модела 6 (табела V.31 и графикон слика V.6), показује приближне вредности као код претходно анализираних примера. Вентилациони

губици су идентични, услед једнаке запремине простора и једнаких усвојених карактеристика заптивености прозора. Трансмисиони губици су незнатно мањи, него код претходног модела, али су мањи и соларни добици, што у коначном билансу резултује енергијом потребном за грејање по јединици површине: $Q_{h,an} = 45,71 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.



Слика V.6 Енергетски биланс модела 6, однос губитака и добитака

Табела V.31 Енергетска својства модела 6 (после 1990)

Основни подаци о моделу			
корисна грејана површина:	20 m ²	запремина грејаног вентилисаног простора:	52 m ³
површина омотача:	12,33 m ²	запремина омотача:	68,8 m ³
Карактеристични примењени склопови			
Спољашњи зид	Прозор	Зид ка суседу	Таваница ка суседу
C336	P5	3C15	MK13
			
<ul style="list-style-type: none"> зид од шупљег блока са термоизолацијом 33 cm 	<ul style="list-style-type: none"> пластични, трокоморни са термоизолационим стаклом спољашња ролетна 	<ul style="list-style-type: none"> зид од шупљег блока обострано малтерисан 25 cm 	<ul style="list-style-type: none"> лака монтажна таваница 20 cm, пливајући под
U=0,53 W/m²K U > U _{max} =0,4 W/m ² K склоп не задовољава	U= 3,0 W/m²K, U > U _{max} =1,5 W/m ² K склоп не задовољава	U= 1,39 W/m²K, U > U _{max} =0,9 W/m ² K склоп не задовољава	U= 0,93 W/m²K, U > U _{max} =0,9 W/m ² K склоп не задовољава
t= 17,8°C		t= 15,4°C	t= 17,6°C
v=109,7 > v.min= 15			
η=9,3 > η.min= 7			
кондензација: у слоју 3; 1,5 дана исушења		кондензација: нема	кондензација: у слоју 3 и 4; 16,3 дана за исушење
Трансмисиони губици кроз омотач			
Структура омотача		Губици кроз омотач:	
спољни зид: 9,25 m ²		спољни зид: 4,91W/K	
прозор: 3,08 m ²		прозор: 9,24 W/K	
Енергетски биланс			
Трансмисиони губици:	Qt= 930,47 kWh	Енергија потребна за грејање	
Вентилациони губици:	Qv= 518,92 kWh	Укупна потребна енергија за грејање:	Qh,nd= 914,2 kWh
Соларни добици:	Qsol= 171,9 kWh	Енергија потребна за грејање по m ² :	Qh,an= 45,71 kWh/m²a
Добици од људи:	Qp= 75,60 kWh		
Добици од ел.уређаја:	Qel= 287,67 kWh		

V.2.1.7 Дискусија добијених резултата

Коефицијент топлотне проводљивости. Истраживање термичких перформанси репрезентативних модела показало је да, појединачно посматрано, само неколико усвојених елемената склопа задовољава актуелне прописе о вредностима коефицијената топлотне проводљивости: међуспратне конструкције карактеристичне за старије периоде (дрвена таваница, ситноробраста ливена и полупрефабрикована Хербст конструкција, ИМС таваница) и један преградни зид ка суседном стану (код модела 4). Усвојени спољашњи зидови и прозори, као репрезенти градитељских периода не задовољавају минималне услове прописане Правилником о ЕЕЗ.

Коефицијент пролаза топлоте установљен је, као релевантан параметар топлотне заштите већ у *Правилнику минималним техничким условима за изградњу станова* из 1967. године. Смањење дозвољених вредности коефицијента показује како су поштровани захтеви топлотне заштите, што се директно одразило на структуру грађевинских склопова.

Еволуција од једнослојних зидних конструкција до вишеслојних фасада, представља директну последицу захтевнијих вредности коефицијента пролаза топлоте, када повећањем дебљине хомогеног склопа, више нису могли да се постихну захтевани услови које је наметала регулатива. Укрштањем развојних вредности коефицијента $k(U)^{134}$, склопова обухваћених типологијом (претходна глава IV) и вредностима коефицијената пролаза топлоте за сваки појединачно, добијен је дијаграм на слици V.7. Црвеним линијама означене су године доношења прописа и актуелне вредности дозвољених коефицијената, а зеленим линијама почетак примене појединих зидних склопова. Може се закључити да су се квалитативне промене у вредностима коефицијената пролаза топлоте показале код фасадних конструкција карактеристичних за период после 1975. године, када се значајно побољшавају њихове топлотне перформансе у односу на претходне периоде, што се поклапа са временом имплементације првих издвојених прописа

¹³⁴ Коефицијент пролаза топлоте означава се знаком k до усвајања Правилника о енергетској ефикасности зграда, када је усвојена нова ознака U , у складу са интернационалним стандардима

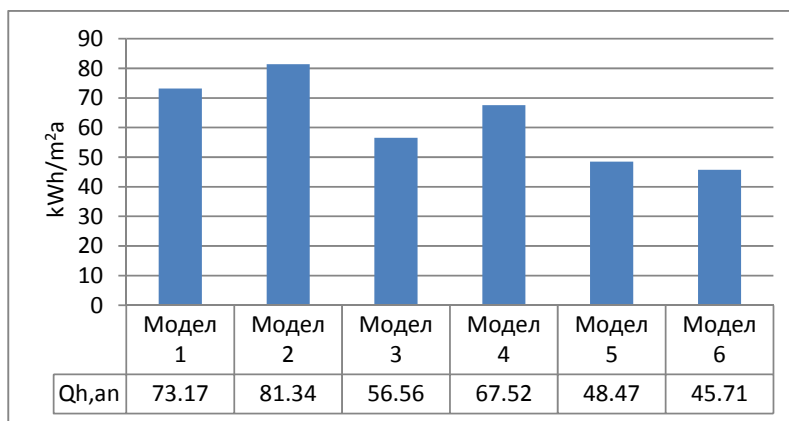
вредностима коефицијената пролаза топлоте између пуних и застакљених делова. Модел 4 специфичан је по једнакој површинској расподели прозора и зидова, што за последицу има велики утицај прозора у укупним топлотним губицима (66%). Карактеристично за спољни омотач код модела 4 је да и парапетни панел има изузетно висок коефицијент топлотне проводљивости. Слично учешће у топлотним губицима пуних и транспарентних делова запажа се код модела 6, иако је однос њихових површина у потпуности другачији, него код модела 4. Наиме, у овом случају прозори заузимају четвртину укупне површине омотача (25%), а у укупним топлотним губицима учествују са 65%, што је последица великих разлика у коефицијентима топлотне проводљивости између прозора и зида.

Упоредни преглед биланса енергије, по квадратном метру површине, за анализиране моделе, приказан је на графикону (слика V.8) и показује да је највећа потрошња присутна код модела 2, а најмања код модела 5 и 6. Последња два модела имају великих сличности у полазним рачунским параметрима, који су утицали на укупну добијену потрошњу енергије: исту запремину простора, исту вредност коефицијента пролаза топлоте за прозор, исти ниво заптивености, исти однос пуних и транспарентних делова и усвојене засторе у оба случаја који имају фактор умањења $F_z=0,3$. Код осталих модела (1,2,3 и 4) градацију резултата, у највећој мери, су одлучили соларни добици, који су у појединим случајевима умањили велике топлотне губитке (модел 4, изражени вентилациони губици), а случају модела 2 соларни добици смањени су као последица усвојених застора и фактора умањења $F_z=0,3$.

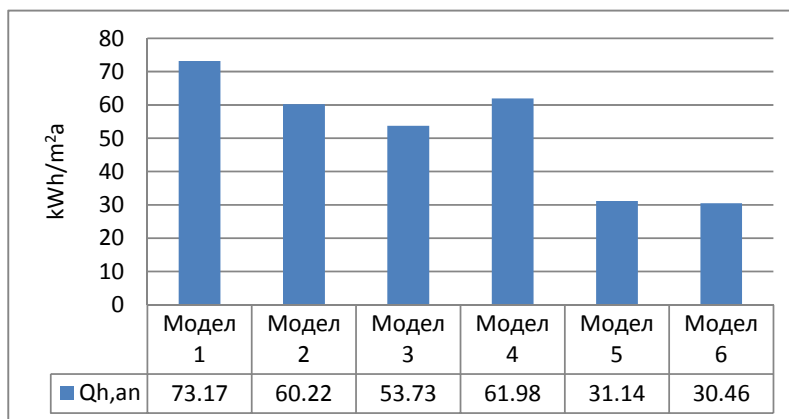
Уколико би се занемарио утицај застора и за све моделе усвојили исти полазни параметри ($F_z=1,0$), укупни енергетски биланс би се променио, као и укупно вредновање појединачних модела (графикон слика V.9). Највећу потрошњу енергије по квадратном метру показује модел 1 (што је последица највеће запреmine простора), а најмање модели 5 и 6 (што је логична последица укупних термичких карактеристика). До промена долази и у вредновању осталих модела: следећи највећи потрошач је модел 4, затим модел 2, па модел 3, и укупна потребна енергија по квадратном метру је смањена у односу на првобитни прорачун. Оваква анализа је показала, да појединачни параметри који улазе у термички прорачун (попут усвојених застора) могу значајно одредити коначну

калкулацију и утицати да коначни биланс енергије буде у потпуности другачији. У којој мери ће бенефити соларних добитака у зимском периоду бити искоришћени, у значајној мери је условљено и понашањем самих корисника простора и њиховим стамбеним навикама.

Спроведено истраживање термичких перформанси усвојених модела као репрезентата одређених градитељских периода показује њихове квалитете, или недостатке у погледу укупне енергетске потрошње и указује на могуће поступке енергетске санације, којима би њихове карактеристике биле побољшане.



Слика V.8 Укупан енергетски биланс за посматране моделе (са предвиђеним засторима)



Слика V.9 Укупан енергетски биланс модела, варијантно решење (без застора)

V.2.2 Ваздушни комфор

Истраживања услова ваздушног комфора постојећих стамбених зграда, у највећој мери, условљена су типом примењених прозора, волуменом просторије и условима спољашње средине.

За израчунавање протока ваздуха кроз незаптивене преклопе, према општој формули [1], потребни су подаци о пермеабилности прозора (a), дужина спојнице и разлика притиска. Градација пропусности прозора усвојена је у зависности од тога да ли је прозор једнострук (неповољније) или двострук (повољније), и да ли има постављене заптивке. Заптивке се у већој мери примењују тек са почетком примене дрвених прозора са термоизолационим стаклима, што је обележје осамдесетих година. На основу података приказаних у табели V.32 усвојен је фактор a (пермеабилност) код испитиваних модела, тако да најмању пропусност имају пластични прозори примењени на моделу 6, потом дрвени једноструки са термоизолационим стаклом (модел 5), следе дрвени двоструки са раздвојеним крилима (модели 1,2,3) и највећу пропусност имају прозори крило-на крило, који имају једноструки допрозорник и најчешће немају заптивке (модел 4). Други значајан податак за прорачун протока ваздуха, поред фактора пропусности, је дужина спојнице. Одабрани модели репрезентују и карактеристичне величине отвора и поделе прозорских елемената који се кроз дужине спојница рефлектују на коначну вредност параметра протока ваздуха.

Табела V.32 Пермеабилност прозора и врата

пермеабилност прозора и спољних врата	
спојница код прозора или врата	пермеабилност a [$m^3/h \cdot m \cdot Pa^{2/3}$]
без заптивки	0,4-0,6
са једним заптивачем	0,3
са више заптивача	0,2
најбоља могућа заптивеност	0,01-0,05

Израчунавање коефицијента вентилационих топлотних губитака $H_{v,i}$ према стандардима SRPS EN 12831 и SRPS EN ISO 13789. Поступак прорачуна је већ објашњен у претходној глави, а овде ће бити дефинисан начин усвајања параметара релевантних за прорачун.

За прорачун према стандарду SRPS EN 12831 одабране су вредности у категорији средњих захтева: двоструко застакљени прозори, нормална заптивеност, који одговарају свим типовима прозора у оквиру шест одабраних модела (табела IV.7, у претходној глави). Једноструки прозори нису примењивани на стамбеним зградама Београда (низак квалитет заптивености), а високе захтеве заптивености ретко испуњавају домаћи прозори, који су обележје актуелног начина грађења. Градација броја измене ваздуха (n_{50}) вршена је у распону 2-5, по истом моделу по коме је оцењивана пропусност спојница прозора a , код рачунања првог параметра ваздушног комфора.

Коефицијент заклоњености e усвојен је за најнеповољније услове (ветровити предели, незаклоњене зграде) и условљен је бројем изложених отвора на фасади. За један изложени отвор вредност је 0,03 (модел 1,2,3,4 и 6), за два отвора на фасади вредност је 0,05 (модел 5). Фактор корекције висине ε усвојен је за све моделе исти: 1,2 што одговара висини средишта собе од нивоа тла 10-30m.

Прорачун је, у оба случаја рађен, за најнеповољније ситуације: незаклоњене зграде у ветровитим подручјима, а фактори заптивености усвајани су на основу типова уграђених прозора и њиховог степена пропусности на спојевима (табела IV.6, у претходној глави). Код прорачуна према стандарду SRPS EN ISO 13789, више од једне фасаде је изложено ветру, а градација заптивености (лоша, средња, добра) усвајана је у зависности од типа примењеног прозора. Добра заптивеност је примењена код модела 5 и 6 (дрвени једноструки и пластични са термоизолационим стаклом), средња код модела 1,2 и 3 (дрвени, двоструки са размакнути крилима) и лоша- код модела 4 (дрвени једноструки са спојеним крилима).

Сви параметри релевантни за прорачун, формуле и поступак прорачуна, приказани су табеларно, за сваки модел. Прва табела увек приказује проток ваздуха кроз незаптивене спојнице, друга табела прорачун вентилационих губитака према SRPS EN 12831, а трећа прорачун вентилационих губитака према SRPS EN ISO 13789.

V.2.2.1 Анализа ваздушног комфора за модел 1 (до 1918)

Код модела 1 примењени су двоструки дрвени прозори са размакнутим крилима, код којих су елементи допрозорника и крила прављени са преклопима, без заптивних средстава. Уграђивана су у зид од опеке у коме је формиран испуст („зуб“), како би се постигло боље налегање прозора и спречило продувавање на споју допрозорника и зида. Удвојени допрозорници и крила, опшивна даска, испуст у опеци и тампон слој ваздуха између спољних и унутрашњих елемената доприносили су бољим изолационим својствима оваквог склопа. Прозори имају изражену висину у односу на ширину и формирану су као дводелни по ширини и висини, што повећава дужину спојница које су релевантне за прорачун протока ваздуха (табела V.33). Карактеристично за анализирани период је велика спратна висина (усвојено 3,5m за модел 1) што значајно утиче на прорачун вентилационих губитака.

У табели V.33 приказан је проток ваздуха инфилтрацијом кроз спојнице прозора и сагледава се да већ код разлике притиска од 25Pa, достиже се хигијенски минимум: проток у количини половине укупне запремине просторије остварене за један час, према стандарду SRPS EN 12831. Према истом стандарду проток спољашњег ваздуха услед инфилтрације при разлици притиска од 50 Pa је 20,2 m³/h (табела V.33) што је три пута мања вредност у односу на вредност приказану у табели V.34.

Коефицијент вентилационих топлотних губитака према стандарду SRPS EN 12831 је 11,6 W/K, а према стандарду SRPS EN ISO 13789 је 16,2 W/K (табела V.35). Годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака, рачуната према већој вредности, је 979,8 kWh.

Табела V.33 Модел 1, проток ваздуха кроз спојнице прозора

Модел 1 тип прозора	дужина преклопа [m]	пермеабилност a [m ³ /hmPa ^{2/3}]	Проток ваздуха [m ³ /h] $V = \sum a_i \cdot l_i \cdot \Delta p_{e-i}^n$									
			Δp_{e-i}									
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
дрвени двоструки са раздвојеним крилима	11,4	0,4	13	21	28	34	39	44	49	53	58	62

Табела V.34 Модел 1, прорачун вентилационих губитака према SRPS EN 12831

Модел 1	Подаци релевантни за прорачун	ознака	јединица а мере	Модел 1
Основни подаци	Запремина собе	V_i	m ³	70
	Спољашња температура	θ_e	°C	-12,1
	Унутрашња температура	$\theta_{int,i}$	°C	20
Минимални хигијенски захтеви	Мин хигијенски број измена ваздуха	$n_{min,i}$	h ⁻¹	0,5
	Мин хигијенски проток ваздуха	$V'_{min,i}$	m ³ /h	35
Проток ваздуха који продре инфилтрацијом	Изложени отвори			1
	Број измена ваздуха при разлици притиска од 50Pa	n_{50}	h ⁻¹	4
	Коефицијент заклоњености	e		0,03
	Висински корекциони фактор	ϵ		1,2
	Проток спољашњег ваздуха услед инфилтрације $V'_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$	$V'_{inf,i}$	m ³ /h	20,2
Прорачун вентилационих топлотних губитака	Изабрана вредност за прорачун $V'_i = \max(V'_{inf,i}, V'_{min,i})$	V'_i	m ³ /h	35
	Производ густине и специфичног топлотног капацитета ваздуха $\rho_a \cdot c_p$		J/(m ³ ·K)	0,33
	Пројектовани коефицијент вентилационих топлотних губитака $H_{vi} = V'_i \cdot \rho_a \cdot c_p$	H_{vi}	W/K	11,6
	Температурна разлика $\theta_{int,i} - \theta_e$		°C	32,1
	Пројектовани вентилациони топлотни губици $\Phi_{v,i} = H_{vi} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$	$\Phi_{v,i}$	W	372

Табела V.35 Модел 1, прорачун вентилационих губитака према SRPS EN ISO 13789

Модел 1 подаци релевантни за прорачун	ознака	јединица мере	Модел 1
Запремина грејаног простора	V	m ³	70
Број измена ваздуха на час	n	h ⁻¹	0,7
Производ густине и специфич. топлотног капацитета ваздуха	$\rho_a \cdot c_p$	J/(m ³ ·K)	0,33
Коефицијент вентилационих топлотних губитака $H_v = \rho_a \cdot c_p \cdot V \cdot n$	H_v	W/K	16,2
Годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака	Q_v	kWh	979,8

V.2.2.2 Анализа ваздушног комфора за модел 2 (1919-1945)

У међуратном периоду примењују се исти прозори као у претходном: дрвени двоструки са размакнатум крилима, који се уграђују у зид од опеке са формираним испустом. Мења се чиста висина просторије (усвојена висина 3,0m код модела 2) и у другој половини међуратног периода промењена је геометрија прозорских отвора. Наглашена је ширина у односу на висину и прозори су троделни или четвороделни по ширини, а једноделни по висини.

У табели V.36, приказан је проток ваздуха кроз спојнице прозора и већ код разлике притиска од 20Pa успоставља се минимална измена ваздуха. Према стандарду SRPS EN 12831 проток спољашњег ваздуха услед инфилтрације при разлици притиска од 50 Pa је 17,3 m³/h (табела V.37) што је вишеструко мања вредност у односу на вредност приказану у табели V.36.

Коефицијент вентилационих топлотних губитака према стандарду SRPS EN 12831 је 9,9 W/K (табела V.37), а према стандарду SRPS EN ISO 13789 је 13,9 W/K (табела V.38). Годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака, рачуната према већој вредности, је 840,7 kWh.

Табела V.36 Модел 2, проток ваздуха кроз спојнице прозора

Модел 2 тип прозора	Дужина преклопа [m]	пермеабилност а [m ² /hPa ^{2/3}]	Проток ваздуха [m ³ /h] $V = \sum a_i \cdot l_i \cdot \Delta p_{e-i}^n$									
			Δp_{e-i}									
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
дрвени двоструки са раздвојеним крилима	12,0	0,4	14	22	29	35	41	46	51	56	61	65

Табела V.37 Модел 2, прорачун вентилационих губитака према SRPS EN 12831

Модел 2	Подаци релевантни за прорачун	ознака	јединица мере	Модел 2
Основни подаци	Запремина собе	V_i	m^3	60
	Спољашња температура	θ_e	$^{\circ}C$	-12,1
	Унутрашња температура	$\theta_{int,i}$	$^{\circ}C$	20
Минимални хигијенски захтеви	Мин хигијенски број измена ваздуха	$n_{min,i}$	h^{-1}	0,5
	Мин хигијенски проток ваздуха	$V'_{min,i}$	m^3/h	30
Проток ваздуха који продире инфилтрацијом	Изложени отвори			1
	Број измена ваздуха при разлици притиска од 50Pa	n_{50}	h^{-1}	4
	Коефицијент заклоњености	e		0,03
	Висински корекциони фактор	ϵ		1,2
	Проток спољашњег ваздуха услед инфилтрације $V'_{inf,i}=2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$	$V'_{inf,i}$	m^3/h	17,3
Прорачун вентилационих топлотних губитака	Изабрана вредност за прорачун $V'_i = \max(V'_{inf,i}, V'_{min,i})$	V'_i	m^3/h	30
	Производ густине и специфичног топлотног капацитета ваздуха $\rho_a \cdot c_p$		$J/(m^3 \cdot K)$	0,33
	Пројектовани коефицијент вентилационих топлотних губитака $H_{vi} = V'_i \cdot \rho_a \cdot c_p$	$H_{v,i}$	W/K	9,9
	Температурна разлика $\theta_{int,i} - \theta_e$		$^{\circ}C$	32,1
	Пројектовани вентилациони топлотни губици $\Phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$	$\Phi_{v,i}$	W	318

Табела V.38 Модел 2, прорачун вентилационих губитака према SRPS EN ISO 13789

Модел 2	Подаци релевантни за прорачун	ознака	јединица мере	Модел 2
	Запремина грејаног простора	V	m^3	60
	Број измена ваздуха на час	n	h^{-1}	0,7
	Производ густине и специфич. топлотног капацитета ваздуха	$\rho_a \cdot c_p$	$J/(m^3 \cdot K)$	0,33
	Коефицијент вентилационих топлотних губитака $H_v = \rho_a \cdot c_p \cdot V \cdot n$	H_v	W/K	13,9
	Годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака	Q_v	kWh	840,7

V.2.2.3 Анализа ваздушног комфора за модел 3 (1946-1960)

У послератном периоду настављене су градитељске традиције из претходног периода и примењују се дрвени двоструки прозори, а као резултат смањене дебљине фасадног зида поред широке кутије примењује се и прозор са уском кутијом. Чиста висина просторије је смањена у односу на претходни период (усвојена висина 2,7 m код модела 3), што утиче на смањење запремине просторије. У табели V.39 приказан је проток ваздуха кроз спојнице прозора и код

разлике притиска од 15 Pa успоставља се минимална измена ваздуха (половина запремине ваздуха у просторији). Према стандарду SRPS EN 12831 проток спољашњег ваздуха услед инфилтрације при разлици притиска од 50 Pa је 15,6 m³/h (табела V.40) што је четири пута мања вредност у односу на вредност приказану у табели V.39.

Коефицијент вентилационих топлотних губитака према стандарду SRPS EN 12831 је 8,9 W/K (табела V.40), а према стандарду SRPS EN ISO 13789 је 12,5 W/K (табела V.41). Годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака, рачуната према већој вредности, је 756 kWh.

Табела V.39 Модел 3, проток ваздуха кроз спојнице прозора

Модел 3 тип прозора	Дужина преклопа [m]	пермеабилност a [m ³ /hmPa ^{2/3}]	Проток ваздуха [m ³ /h] $V = \sum a_i \cdot l_i \cdot \Delta p_{e-i}^n$									
			Δp_{e-i}									
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
дрвени двоструки са раздвојеним крилима	11,5	0,4	13	21	28	34	39	44	49	54	58	62

Табела V.40 Модел 3, прорачун вентилационих губитака према SRPS EN 12831

Модел 3	Подаци релевантни за прорачун	ознака	јединица а мере	Модел 3
Основни подаци	Запремина собе	V_i	m ³	54
	Спољашња температура	θ_e	°C	-12,1
	Унутрашња температура	$\theta_{int,i}$	°C	20
Минимални хигијенски захтеви	Мин хигијенски број измена ваздуха	$n_{min,i}$	h ⁻¹	0,5
	Мин хигијенски проток ваздуха	$V'_{min,i}$	m ³ /h	27
Проток ваздуха који продире инфилтрацијом	Изложени отвори			1
	Број измена ваздуха при разлици притиска од 50Pa	n_{50}	h ⁻¹	4
	Коефицијент заклоњености	e		0,03
	Висински корекциони фактор	ϵ		1,2
	Проток спољашњег ваздуха услед инфилтрације $V'_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$	$V'_{inf,i}$	m ³ /h	15,6
Прорачун вентилационих топлотних губитака	Изабрана вредност за прорачун $V'_i = \max(V'_{inf,i}, V'_{min,i})$	V'_i	m ³ /h	27
	Производ густине и специфичног топлотног капацитета ваздуха $\rho_a \cdot c_p$		J/ (m ³ ·K)	0,33
	Пројектовани коефицијент вентилационих топлотних губитака $H_{vi} = V'_i \cdot \rho_a \cdot c_p$	H_{vi}	W/K	8,9
	Температурна разлика $\theta_{int,i} - \theta_e$		°C	32,1
	Пројектовани вентилациони топлотни губици $\Phi_{v,i} = H_{vi} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$	$\Phi_{v,i}$	W	286

Табела V.41 Прорачун вентилационих губитака према SRPS EN ISO 13789

Модел 3 подаци релевантни за прорачун	ознака	јединица мере	Модел 3
Запремина грејаног простора	V	m ³	54
Број измена ваздуха на час	n	h ⁻¹	0,7
Производ густине и специфич. топлотног капацитета ваздуха	$\rho_a \cdot c_p$	J/(m ³ ·K)	0,33
Коефицијент вентилационих топлотних губитака $H_v = \rho_a \cdot c_p \cdot V \cdot n$	H_v	W/K	12,5
Годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака	Qv	kWh	756,0

V.2.2.4 Анализа ваздушног комфора за модел 4 (1961-1975)

Период интензивне стамбене изградње донео је промене у начину формирања прозорских отвора и примени новог типа конструкције прозора. Уместо двоструких прозора са размакнутиим крилима примењују се двоструки крило-на крило, који одговарају концепту тањих зидова са армираним бетоном као основним материјалом. Спојнице између прозорских елемената формиране су са преклопима, без заптивки и пошто је допрозорник једноструки, овакав склоп показује већу ваздушну пропусност од двоструког прозора са размакнутиим крилима. Прозори су континуални, формирају хоризонталне траке које се пружају читавом дужином фасаде, што значајно повећава дужине преклопа и додатно доприноси већем протоку ваздуха. Вредности овог параметра приказани у табели V.42 показују да при најмањој разлици притиска од 5 Pa долази до минималне измене ваздуха. Код разлике између спољног и унутрашњег притиска од 50 Pa изврше се скоро три измене ваздуха, без отварања прозора, само инфилтрацијом кроз спојеве.

Коефицијент вентилационих топлотних губитака према стандарду SRPS EN 12831 је 8,25 W/K (табела V.43), а према стандарду SRPS EN ISO 13789 је 19,8 W/K (табела V.44). Оваква диспропорција у прорачуну коефицијената јавља се услед разлика у усвајању броја измена ваздуха на час. Карактеристика периода је смањење чисте висине, а самим тим и запремине просторије, као резултат рационализације у грађењу. На моделу 4 усвојена је чиста висина од 2,5m (минимална дозвољена је била 2,4 m) што је допринело смањењу вредности коефицијента H_v код рачунања према стандарду SRPS EN 12831 у односу на

претходне периоде. Годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака, рачуната према већој вредности, је 1197,5kWh.

Табела V.42 Модел 4, проток ваздуха кроз спојнице прозора

Модел 4 тип прозора	Дужина преклопа [m]	пермеабилност а [$m^3/hmPa^{2/5}$]	Проток ваздуха [m^3/h] $V = \sum a_i \cdot l_i \cdot \Delta p_{e-i}^n$									
			Δp_{e-i}									
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
дрвени двоструки са спојеним крилима	16,4	0,6	29	46	60	73	84	95	105	115	125	134

Табела V.43 Модел 4, прорачун вентилационих губитака према SRPS EN 12831

Модел 4	Подаци релевантни за прорачун	ознака	јединица а мере	Модел 4
Основни подаци	Запремина собе	V_i	m^3	50
	Спољашња температура	θ_e	$^{\circ}C$	-12,1
	Унутрашња температура	$\theta_{int,i}$	$^{\circ}C$	20
Минимални хигијенски захтеви	Мин хигијенски број измена ваздуха	$n_{min,i}$	h^{-1}	0,5
	Мин хигијенски проток ваздуха	$V'_{min,i}$	m^3/h	25
Проток ваздуха који продире инфилтрацијом	Изложени отвори			1
	Број измена ваздуха при разлици притиска од 50Pa	n_{50}	h^{-1}	5
	Коефицијент заклоњености	e		0,03
	Висински корекциони фактор	ϵ		1,2
	Проток спољашњег ваздуха услед инфилтрације $V'_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$	$V'_{inf,i}$	m^3/h	18,0
Прорачун вентилационих топлотних губитака	Изабрана вредност за прорачун $V'_i = \max(V'_{inf,i}, V'_{min,i})$	V'_i	m^3/h	25
	Производ густине и специфичног топлотног капацитета ваздуха $\rho_a \cdot c_p$		J/ ($m^3 \cdot K$)	0,33
	Пројектовани коефицијент вентилационих топлотних губитака $H_{v,i} = V'_i \cdot \rho_a \cdot c_p$	$H_{v,i}$	W/K	8,25
	Температурна разлика $\theta_{int,i} - \theta_e$		$^{\circ}C$	32,1
	Пројектовани вентилациони топлотни губици $\Phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$	$\Phi_{v,i}$	W	265

Табела V.44 Модел 4, прорачун вентилационих губитака према SRPS EN ISO 13789

Модел 4 подаци релевантни за прорачун	ознака	јединица мере	Модел 4
Запремина грејаног простора	V	m^3	50
Број измена ваздуха на час	n	h^{-1}	1,2
Производ густине и специфич. топлотног капацитета ваздуха	$\rho_a \cdot c_p$	J/($m^3 \cdot K$)	0,33
Коефицијент вентилационих топлотних губитака $H_{v,i} = \rho_a \cdot c_p \cdot V \cdot n$	H_v	W/K	19,8
Годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака	Qv	kWh	1197,5

V.2.2.5 Анализа ваздушног комфора за модел 5 (1976-1990)

Примена једноструких дрвених прозора са термоизолационим стаклом започела је крајем седамдесетих година и од самог почетка њихове производње уграђиване су заптивке од пластике или гуме на спојевима допрозорника и крила. На тај начин, они су, иако једноструки по склопу, испуњавали тадашње захтеве о херметичности спојева. Новину код једноструких прозора представља и уградња термоизолационог стакла помоћу дрвених летвица, што је допринело да стакларски кит престаје да се користи као заптивно средство. Сагледавање значаја енергетских уштеда допринело је да се заптивке уводе и код прозора са спојеним крилима који су, поред једноструких, примењивани у овом периоду.

У Институту за испитивање материјала СР Србије у периоду 1975-1980 вршена су испитивања квалитета 730 комада фасадне столарије коју је производило око 30 домаћих произвођача. Установљено је да су најбољу херметичност спојева показали дрвени прозори са спојеним крилима и уграђеном заптивком и једноструки прозори са термоизолационим стаклом и заптивком на споју дрвених елемената. Прозори са размакнутих крилима у око 30% испитаних случајева нису задовољили тадашње актуелне стандарде о заптивености спојева (Станковић, 1988).

Карактеристично за посматрани период изградње је повећање чисте висине просторије и коришћење прозора једноделних по ширини и висини, што је доводило до примене удвојених фасадних отвора како би се постигла потребна осветљеност унутрашњег простора.

Минимални проток ваздуха инфилтрацијом кроз спојнице прозора остварује се при разлици притисака од 30Pa (табела V.45). Прорачуни коефицијента вентилационих топлотних губитака рађени према стандардима SRPS EN 12831 и SRPS EN ISO 13789 код модела 5 дају исту вредност: 8,58 W/K (табела V.46 и табела V.47), што је резултат истих улазних података о броју измена ваздуха. Годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака је 518,9kWh.

Табела V.45 Модел 5, проток ваздуха кроз спојнице прозора

Модел 5 тип прозора	дужина преклопа [m]	пермеабилност a [m ³ /hmPa ^{2/s}]	Проток ваздуха [m ³ /h] $V = \sum a_i \cdot l_i \cdot \Delta p_{e-i}^n$									
			Δp_{e-i}									
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
дрвени једноструки термоизолац. стакло	9,6	0,3	8	13	18	21	25	28	31	34	36	39

Табела V.46 Модел 5, прорачун вентилационих губитака према SRPS EN 12831

Модел 5	Подаци релевантни за прорачун	ознака	јединица а мере	Модел 5
Основни подаци	Запремина собе	V_i	m ³	52
	Спољашња температура	θ_e	°C	-12,1
	Унутрашња температура	$\theta_{int,i}$	°C	20
Минимални хигијенски захтеви	Мин хигијенски број измена ваздуха	$n_{min,i}$	h ⁻¹	0,5
	Мин хигијенски проток ваздуха	$V'_{min,i}$	m ³ /h	26
Проток ваздуха који продире инфилтрацијом	Изложени отвори			2
	Број измена ваздуха при разлици притиска од 50Pa	n_{50}	h ⁻¹	3
	Коефицијент заклоњености	e		0,05
	Висински корекциони фактор	ϵ		1,2
	Проток спољашњег ваздуха услед инфилтрације $V'_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$	$V'_{inf,i}$	m ³ /h	18,7
Прорачун вентилационих топлотних губитака	Изабрана вредност за прорачун $V'_i = \max(V'_{inf,i}, V'_{min,i})$	V'_i	m ³ /h	26
	Производ густине и специфичног топлотног капацитета ваздуха $\rho_a \cdot c_p$		J/(m ³ ·K)	0,33
	Пројектовани коефицијент вентилационих топлотних губитака $N_{v,i} = V'_i \cdot \rho_a \cdot c_p$	$N_{v,i}$	W/K	8,58
	Температурна разлика $\theta_{int,i} - \theta_e$		°C	32,1
	Пројектовани вентилациони топлотни губици $\Phi_{v,i} = N_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$	$\Phi_{v,i}$	W	275

Табела V.47 Модел 5, прорачун вентилационих губитака према SRPS EN ISO 13789

Модел 5 подаци релевантни за прорачун	ознака	јединица мере	Модел 5
Запремина грејаног простора	V	m ³	52
Број измена ваздуха на час	n	h ⁻¹	0,5
Производ густине и специфич. топлотног капацитета ваздуха	$\rho_a \cdot c_p$	J/(m ³ ·K)	0,33
Коефицијент вентилационих топлотних губитака $N_v = \rho_a \cdot c_p \cdot V \cdot n$	N_v	W/K	8,58
Годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака	Qv	kWh	518,9

V.2.2.6 Анализа ваздушног комфора за модел 6 (после 1990)

У стамбеној изградњи Београда до деведесетих година неприкосновена је била примена дрвених прозора, који су еволуирали од двоструких са широком кутијом, преко двоструких са уском, двоструких са спојеним крилима до једноструких са термоизолационим стаклом. Током деведесетих година долази до промена у употреби основног материјала за допрозорнике и крила, преласком на алуминијумске и пластичне профиле. Повољне термичке и звучне перформансе, приступачна цена, једноставно одржавање, допринели су да пластични прозори постану најчешће примењивани у домаћој стамбеној изградњи (усвојено код модела 6). С обзиром да су спојеви допрозорника и крила код пластичних профила снабдевени са минимум две заптивке по обиму, оваквим прозорима у прорачуну додељена је најмања измена ваздуха у категорији средњих захтева (SRPS EN 12831). Лабораторијска испитивања домаћих прозора и врата показала су да мали број испитиваних елемената може да задовољи високе захтеве заптивености, па су у складу са тим и усвојене вредности за фасадни елемент на моделу 6, који репрезентује изградњу после 1990. године.

Минимални проток ваздуха инфилтрацијом кроз спојнице прозора остварује се при разлици притисака од 40 Pa (табела V.48). Прорачуни коефицијента вентилационих топлотних губитака рађени према стандардима SRPS EN 12831 и SRPS EN ISO 13789 код модела 5 дају исту вредност: 8,58 W/K (табела V.49 и табела V.50), што је резултат истих улазних података о броју измена ваздуха. Годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака је 518,9kWh.

Табела V.48 Модел 6, проток ваздуха кроз спојнице прозора

Модел 6 тип прозора	дужина преклопа [m]	пермеабилност a [m ² /hPa ^{2/3}]	Проток ваздуха [m ³ /h] $V = \sum a_i \cdot l_i \cdot \Delta p_{e-i}^n$									
			Δp_{e-i}									
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
PVC једноструки термоизолац, стакло	11,2	0,2	7	10	14	17	19	22	24	26	28	30

Табела V.49 Модел 6, прорачун вентилационих губитака према SRPS EN 12831

Модел 6	Подаци релевантни за прорачун	ознака	јединица мере	Модел 6
Основни подаци	Запремина собе	V_i	m^3	52
	Спољашња температура	θ_e	$^{\circ}C$	-12,1
	Унутрашња температура	$\theta_{int,i}$	$^{\circ}C$	20
Минимални хигијенски захтеви	Мин хигијенски број измена ваздуха	$n_{min,i}$	h^{-1}	0,5
	Мин хигијенски проток ваздуха	$V'_{min,i}$	m^3/h	26
Проток ваздуха који продире инфилтрацијом	Изложени отвори			1
	Број измена ваздуха при разлици притиска од 50Pa	n_{50}	h^{-1}	2
	Коефицијент заклоњености	e		0,03
	Висински корекциони фактор	ϵ		1,2
	Проток спољашњег ваздуха услед инфилтрације $V'_{inf,i}=2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$	$V'_{inf,i}$	m^3/h	7,5
Прорачун вентилационих топлотних губитака	Изабрана вредност за прорачун $V'_i = \max(V'_{inf,i}, V'_{min,i})$	V'_i	m^3/h	26
	Производ густине и специфичног топлотног капацитета ваздуха $\rho_a \cdot c_p$		$J/(m^3 \cdot K)$	0,33
	Пројектовани коефицијент вентилационих топлотних губитака $H_{vi} = V'_i \cdot \rho_a \cdot c_p$	$H_{v,i}$	W/K	8,58
	Температурна разлика $\theta_{int,i} - \theta_e$		$^{\circ}C$	32,1
	Пројектовани вентилациони топлотни губици $\Phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$	$\Phi_{v,i}$	W	275

Табела V.50 Прорачун вентилационих губитака према SRPS EN ISO 13789

Модел 6 подаци релевантни за прорачун	ознака	јединица мере	Модел 6
Запремина грејаног простора	V	m^3	52
Број измена ваздуха на час	n	h^{-1}	0,5
Производ густине и специфич. топлотног капацитета ваздуха	$\rho_a \cdot c_p$	$J/(m^3 \cdot K)$	0,33
Коефицијент вентилационих топлотних губитака $H_{v} = \rho_a \cdot c_p \cdot V \cdot n$	H_v	W/K	8,58
Годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака	Q_v	kWh	518,9

V.2.2.7 Дискусија добијених резултата

Збирни резултати измене ваздуха, у функцији дужине спојнице и пермеабилности склопа усвојених модела, приказани су у табели V.51 и графикону (слика V.10). Највећи проток остварен је код модела 4, где је најдужа спојница и највиши коефицијент пропусности (а). Следе модели 2,3 и 1 код којих је иста пермеабилност, а незнатно се разликују дужине спојница. Прозори код

модела 5 показују мањи проток ваздуха (најмања дужина спојнице), него претходни примери, а најбоља заптивеност остварена је код модела 6, код кога је најнижи коефицијент пропусности. Сивом бојом означене су ситуације када долази до остваривања хигијенског минимума измене ваздуха (половина запремине просторије).

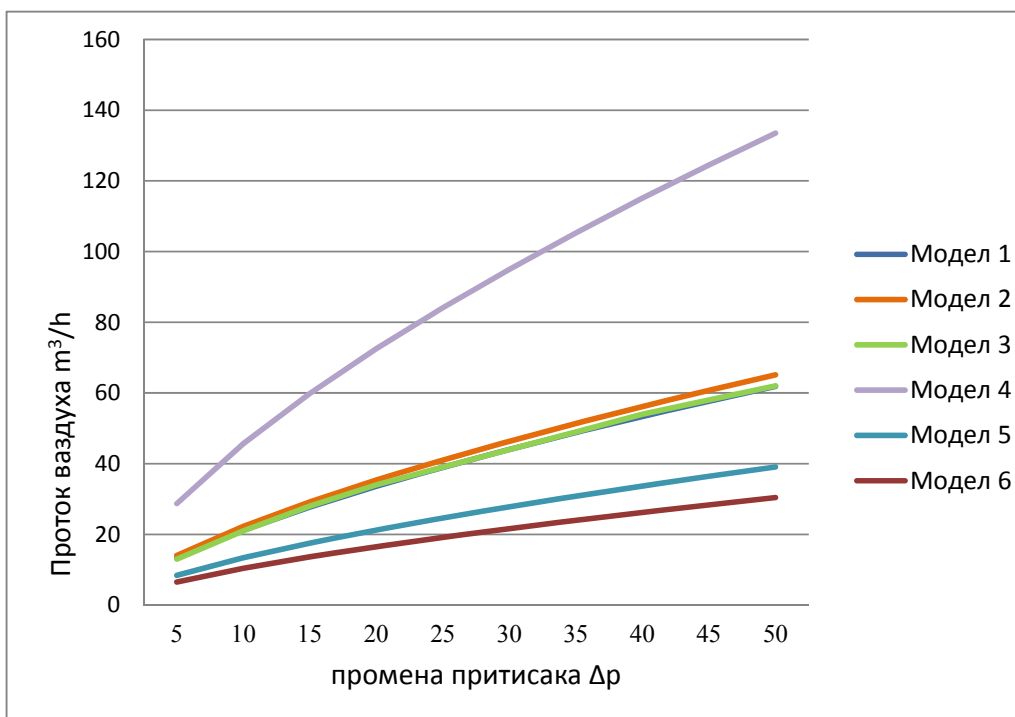
Табела V.51 Проток ваздуха кроз спојнице прозора на анализирама моделима

	тип прозора	дужина преклопа l [m]	пермеабилност a [m ³ /hmPa ^{2/3}]	Проток ваздуха [m ³ /h] $V = \sum a_i \cdot l_i \cdot \Delta p_{e-i}^n$									
				Δp_{e-i}									
				5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Модел 1	дрвени двоструки са раздвојеним крилима	11,4	0,4	13	21	28	34	39	44	49	53	58	62
Модел 2	дрвени двоструки са раздвојеним крилима	12,0	0,4	14	22	29	35	41	46	51	56	61	65
Модел 3	дрвени двоструки са раздвојеним крилима	11,5	0,4	13	21	28	34	39	44	49	54	58	62
Модел 4	дрвени двоструки са спојеним крилима	16,4	0,6	29	46	60	73	84	95	105	115	125	134
Модел 5	дрвени једноструки термоизолац, стакло	9,6	0,3	8	13	18	21	25	28	31	34	36	39
Модел 6	PVC једноструки термоизолац, стакло	11,2	0,2	7	10	14	17	19	22	24	26	28	30

Графикон на слици V.10 код модела 4 показује нагло повећање вредности протока ваздуха са повећањем разлике између спољашњег и унутрашњег притиска. Криве код модела 1,2 и 3 су скоро преклопљене, а код модела 5 и 6 издвојене су од осталих по најнижим вредностима.

Вредности коефицијената вентилационих топлотних губитака разликују се у зависности од усвојеног стандарда, према коме је вршен прорачун. Према стандарду SRPS EN 12831 први корак у прорачуну представља израчунавање протока ваздуха инфилтрацијом и та вредност упређује се са минималним ваздушним протоком, који је једнак половини запремине просторије. Добијене вредности протока ваздуха кроз спојнице, ни у једном случају нису премашиле минималне вредности, тако да нису биле релевантне за даљи прорачун. Ако се упореде резултати протока ваздуха инфилтрацијом, приказани у табели V.51 са резултатима добијеним прорачуном према SRPS EN 12831, уочавају се велике

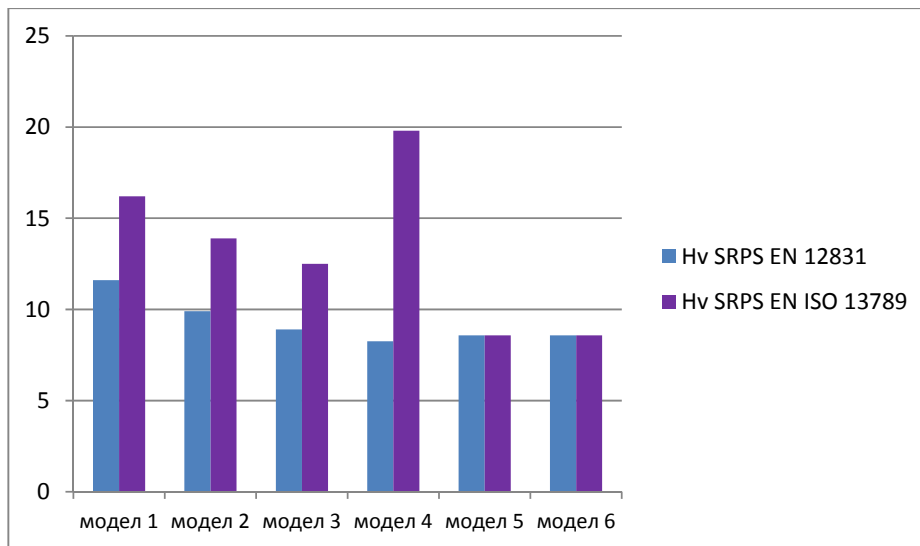
разлике у добијеним вредностима. Даљи ток прорачуна базиран је на минималним вредностима протока ваздуха и утицај реалне инфилтрације се не узима у обзир. Коefицијенти који су релевантни за прорачун, конципирани су тако, да премашивање минималних вредности протока ваздуха је могуће само код једнопородичних стамбених објеката, или код прозора који имају најнижи ниво непропусности (код једноструког застакљења), где су вредности n_{50} значајно повећане. Са друге стране, даљи ток прорачуна, уколико је усвојен минимални ваздушни проток, директно је пропорционалан запремини просторије и не узима у обзир никакве показатеље заптивености.



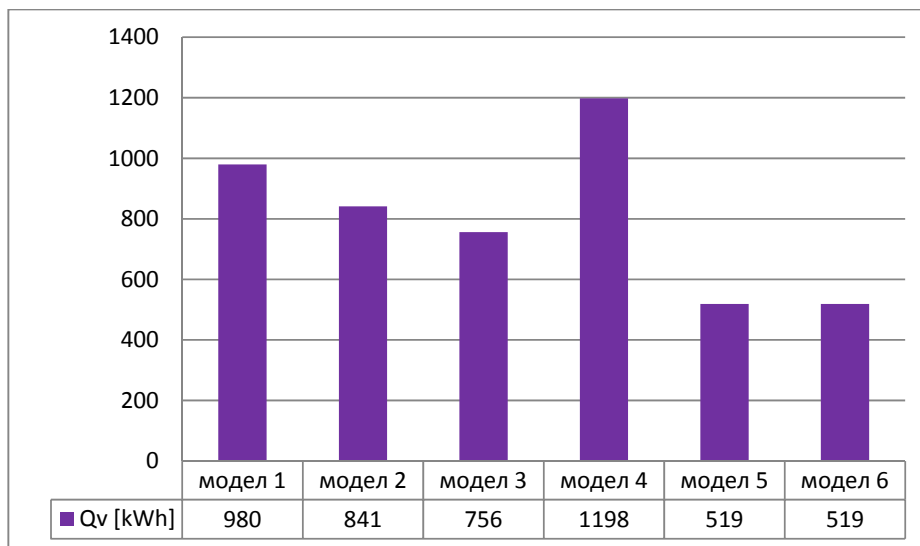
Слика V.10 Графикон ваздушног протока у зависности од промене притиска

Прорачун коefицијената вентилационих топлотних губитака, према стандарду SRPS EN ISO 13789, узима у обзир укупну запремину просторије, број измена ваздуха на час (усваја се према заптивености и заклоњености зграде) и производ густине и специфичног топлотног капацитета ваздуха, који је константан. На овај начин добијају се веће вредности коefицијента вентилационих топлотних губитака, него што је то био случај код претходног начина обрачуна и узимају у обзир показатељи заптивености (слика V.11). Недостатак представља недовољно објашњен поступак усвајања броја измене

ваздуха и не узимање у обзир дужине спојница прозорских делова кроз које се врши инфилтрација, што доводи до тога да у оквирима једног габарита просторије и за усвојену јединствену вредност броја измене ваздуха (n_{50}) нема утицаја величина прозорског отвора, што нема логично утемељење.



Слика V.11 Вредности коефицијента вентилационих топлотних губитака добијених према стандарду SRPS EN 12831 и SRPS EN ISO 13789



Слика V.12 Годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака (Q_v)

Годишња потребна топлота за надокнађивање вентилационих губитака (Q_v) рачуната је за вредности коефицијента добијених према стандарду SRPS EN

ISO 13789. Највећа количина топлоте потребна је за надокнаду вентилационих губитака код модела 4, затим код модела 1 (највећа запремина просторије), следе модели 2 и 3 и најмање вредности обрачунате енергије приказане су код модела 5 и 6 (слика V.12). Показатељ да је овакав поступак рачунања и избор коефицијента заптивености усклађен са реалним стањем, јесте прорачун протока ваздуха приказан у табели 19 који показује приближно исту градијацију резултата.

V.2.3 Акустички комфор

Анализа акустичког комфора за шест одабраних, типичних модела, који репрезентују карактеристичне периоде грађења урађена је према претходно установљеним параметрима: звучна изолација од ваздушног звука (вредност звучне изолационе моћи зидова и таваница), звучна изолација од звука удара (таванице) и звучна изолованост спољашњег зида.

Разматрање фасадне преграде у највећој мери је условљено прозорским отвором, који представља најслабији сегмент у укупном склопу зида и потенцијално место на коме долази до преноса звучних импулса. Пошто се у раду анализира већина прозорских склопова који су примењивани на фасадама стамбених зграда Београда, важно је нагласити њихова изолациона својства која представљају опредељујући сегмент укупне изолованости преграде. У табели V.52 приказана су звучно изолациона својства прозора, који су примењени на истраживаним моделима.

Табела V.52 Звучно изолационе карактеристике примењених прозора¹³⁵

врста прозора	примењено на моделу	изолациона моћ
дрвени, двоструки са раздвојеним крилима- широка кутија (размак стакала 12cm)	модел 1 модел 2	39 dB
дрвени, двоструки са раздвојеним крилима- уска кутија (размак стакала 7,5cm)	модел 3	36 dB
дрвени, двоструки са спојеним крилима- крило на крило	модел 4	31 dB
дрвени, једноструки са термоизолационим стаклом	модел 5	28 dB
пластични са термоизолационим стаклом	модел 6	31 dB

¹³⁵ Извори података: дрвени прозори (Fasold, Sonntag, 1971) и пластични прозор (база података у програму Ursa Fragmat Akustika RS)

За сваки појединачни модел издвојени су елементи конструкције који су релевантни за прорачун: зидови ка суседним становима, таванице ка суседним становима и фасадни зид. Таванице се прорачунавају на изолацију од ваздушног звука и звука удара. Прорачун је рађен према актуелним стандардима из области звучне заштите, наведеним у поглављу Акустички комфор.

У стандарду SRPS U.J6.201 извршена је класификација изолационих својстава елемената склопа и укупне изолованости зграде, у зависности од задовољеног нивоа звучне заштите. Уколико преграде задовољавају прописане минималне вредности R_w или су веће за 3 dB сврставају се у класу минималне звучне заштите. Уколико пребацују граничне вредности за 4 dB и више, оцењују се да припадају класи побољшане звучне заштите.

Таванице чији измерени ниво звука удара има вредност која је прописана стандардом, или је нижа за 7 dB, сврставају се у класу минималне звучне заштите. Уколико је измерени ниво звука удара нижи за 8 dB или више, оцењују се да припадају класи побољшане звучне заштите. С обзиром да су у стандарду узете у обзир вредности прописане према некадашњем положају референтне криве (68 dB на 500Hz), а прорачун усвојених модела је рађен за минималне захтеве, који су већ нижи за 8 dB (60 dB), категорија побољшане звучне изолације биће разматрана за 8 dB ниже вредности од актуелних (52 dB). Класификација укупних изолационих карактеристика зграде врши се према оцењеним изолационим својствима појединачних преграда. Уколико се све позиције налазе у групацији минималне, односно побољшане звучне заштите, читава зграда припада тој класи.

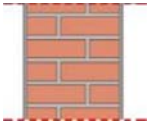

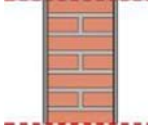
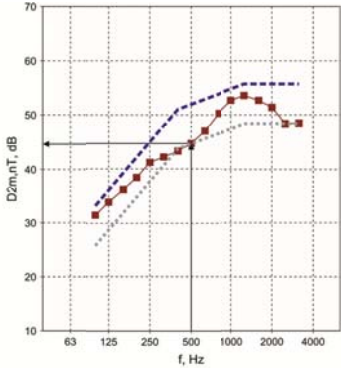
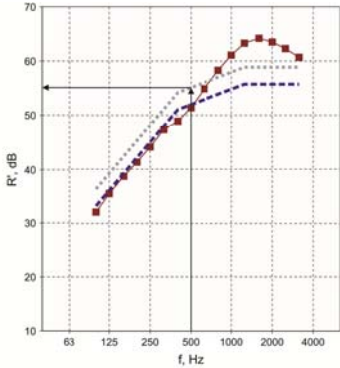

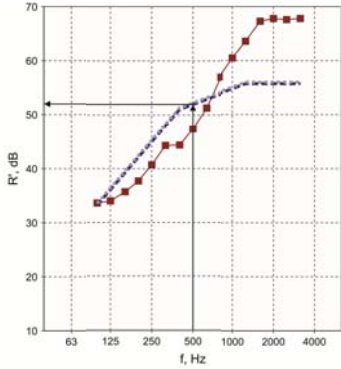
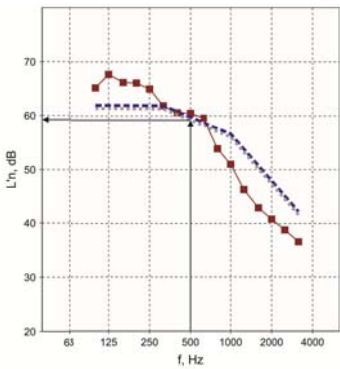
Предуслови за постизање добре звучне изолованости су: преграде које имају високу изолациону моћ (R), формирање вишеслојних структура (како би се постигли дисконтинуитети у провођењу звука), заптивање фуга и отвора и исправно решавање детаља. Приликом одређивања врсте споја преграда које су предмет истраживања, усвајане су круте везе, што је неповољан, али најчешће примењиван начин формирања веза у домаћој стамбеној изградњи. Програм *Ursa fragmat Akustika RS* предвиђа увођење маргине сигурности (што за потребе рада није урађано), чиме би добијене вредности (уколико су на граници дозвољених, или близу ње), прешле у категорију која не захтева прописане услове.

V.2.3.1 Анализа акустичког комфора за модел 1 (до 1918)

Зграде изграђене у периоду до 1918. године карактерише масивна зидана конструкција са примењеном опеком старог формата, која је условила и веће дебљине зидова. С обзиром на познату чињеницу, да је звучна изолација преграде у директној сразмери са њеном површинском масом, овакав склоп фасадних зидова и преграда између станова, доприноси задовољењу захтева акустичког комфора. Са друге стране, примена прозора са широком кутијом, који имају висок ниво изолационих својстава у односу на остале типове примењених прозора, утиче, да изолованост фасаде буде далеко изнад прописаних минималних вредности. У табели V.53 приказана су акустичка својства модел 1. Зид између два стана направљен је од пуне опеке дебљине 29 cm и задовољава минималне прописане захтеве звучне заштите (пребацује минималну вредност за 3dB).

Дрвена таваница због своје мале масе (20 kg/m^2) може представљати лошу звучну баријеру, али у комбинацији са одговарајућим слојевима пода и плафона недостаци саме конструкције могу бити значајно побољшани. Код оваквог типа међуспратне таванице дрвени под је најчешће постављен преко *слепог пода* од дасака, које су прикуцане за потплатоснице. Слој песка у коме лежи подна подконструкција значајно повећава укупну масу хоризонталне преграде и тиме побољшава њена звучно-изолациона својства (маса оваквог пода је 173 kg/m^2). Резултати прорачуна показују да оваква таваница задовољава минималне услове звучне заштите: изолациона моћ преграде је изједначена са прописаном, а изолација од ударног звука је за 1 dB нижа од максималне вредности.

Табела V.53 Акустичка својства модела 1

Модел 1- период до 1918. године		
Спољашњи зид са прозором		Зид између два стана
С32	П1	ЗС1
		
		
Израчуната вредност: $D_{2m,nT,Atr} = 45$ dB ЗАДОВОЉАВА		Израчуната вредност: $R'_w = 55$ dB ЗАДОВОЉАВА
Прописана вредност min: $D_{2m,nT,Atr} = 20$ dB		Прописана вредност min: $R'_w = 52$ dB
Међуспратна таваница МК2		
		
		
Израчуната вредност: $R'_w = 52$ dB ЗАДОВОЉАВА		Израчуната вредност: $L'_{n,w} = 59$ dB ЗАДОВОЉАВА
Прописана вредност min: $R'_w = 52$ dB		Прописана вредност max: $L'_{n,w} = 60$ dB

V.2.3.2 Анализа акустичког комфора за модел 2 (1919-1945)

У међуратном периоду нема промена у формирању конструктивног склопа зграде; примењују се и даље масивни зидани зидови, али је усвојен мањи формат опеке, што смањује укупну дебљину зидова. Фасадни зид од опеке дебљине 38 cm, у комбинацији са двоструким прозором са широком кутијом, далеко премашује прописане минималне вредности звучне изолованости и тиме испуњава потребне предуслове. Акустичка својства модела 2 приказана су у табели V.54.

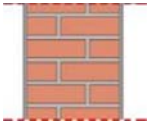


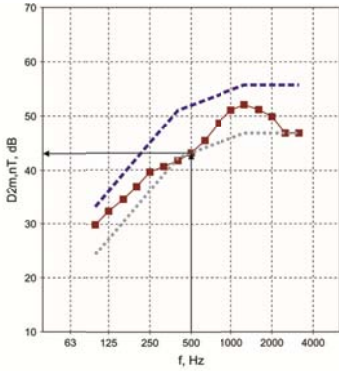
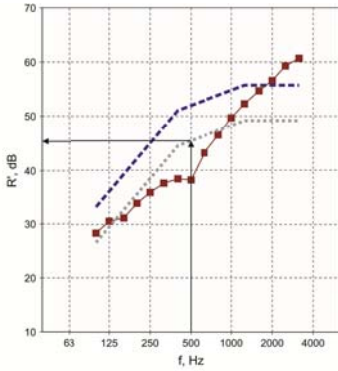

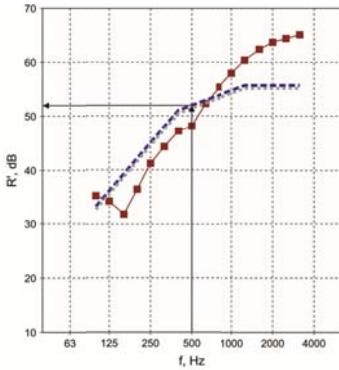
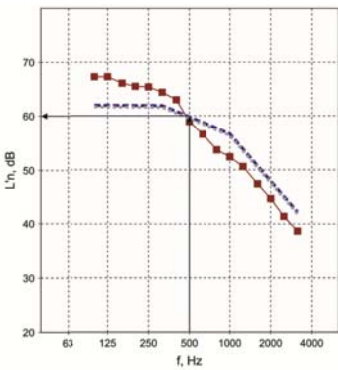
У овом периоду започињу истраживања на пољу конструкција, која резултују променама у односу на дотадашње устаљене, махом искуствено усвојене склопове. Употреба дебљих зидова, веће масе, у функцији боље звучне изолованости, показала је своја ограничења, превасходно у повећању оптерећења на међуспратну конструкцију.¹³⁶ Унапређења на пољу звучне заштите сагледавају се у примени вишеслојних преграда, које су у међуратном периоду најчешће формиране удвајањем зида од опеке, са ваздушним слојем у међупростору. Међутим, пракса је показала, да овакве преграде имају изразито лоше звучно-изолационе карактеристике, које се тумаче појавом резонанце танких зидова, где је ваздушни међупростор послужио као преносник звучних таласа. Додатни проблем чиниле су и међусобне опекарске везе између два танка зида, којима се повећавала конструктивна стабилност преграде, али које су уједно представљале и путању преношења звука. Прорачун вишеслојног зида од опеке ка суседном стану, код модела 2, показује ниску изолациону моћ, што се може објаснити претходно наведеним недостацима.

Међуспратна Хербст таваница задовољава стандардима прописане услове, по оба критеријума (ваздушног и ударног звука), али су добијене вредности на граници дозвољених, што значи, да увођењем минималне границе сигурности (која није уведена), ова конструкција не би задовољила захтеване услове. Овде се

¹³⁶ Истраживања показују да удвостручавање дебљине зида у функцији повећања његове површинске масе, доприноси звучној изолованости за око 6dB (Мијић, 2000).

сагледава утицај лоших акустичких својстава преграде ка суседу (ЗС 7), која се рефлектује и на међуспратну таваницу.

Табела V.54 Акустичка својства модела 2

Модел 2- период 1919-1945. године			
Спољашњи зид са прозором		Зид између два стана	
С35	П1	ЗС7	
			
			
Израчуната вредност: $D_{2m,nT,Atr} = 43$ dB ЗАДОВОЉАВА		Израчуната вредност: $R'_w = 46$ dB НЕ ЗАДОВОЉАВА	
Прописана вредност min: $D_{2m,nT,Atr} = 20$ dB		Прописана вредност min: $R'_w = 52$ dB	
Међуспратна таваница МКЗ			
			
			
Израчуната вредност: $R'_w = 52$ dB ЗАДОВОЉАВА		Израчуната вредност: $L'_{n,w} = 60$ dB ЗАДОВОЉАВА	
Прописана вредност min: $R'_w = 52$ dB		Прописана вредност max: $L'_{n,w} = 60$ dB	

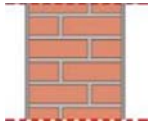

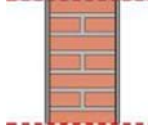
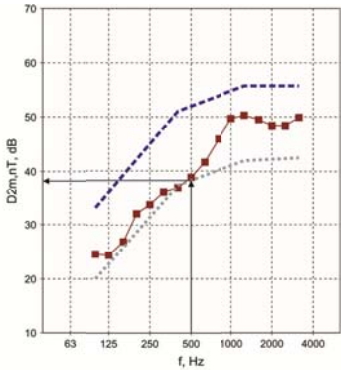
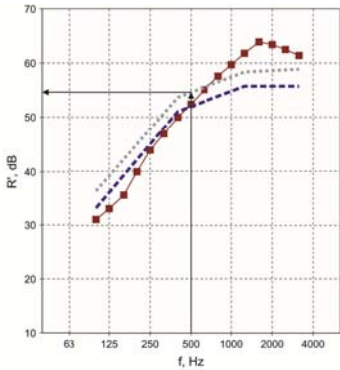
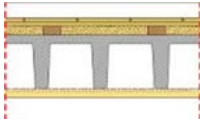
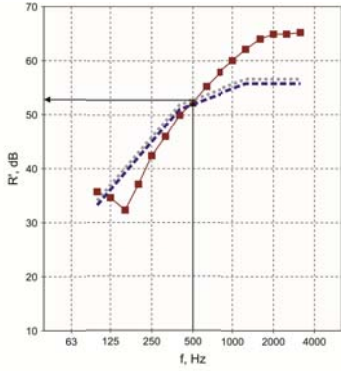
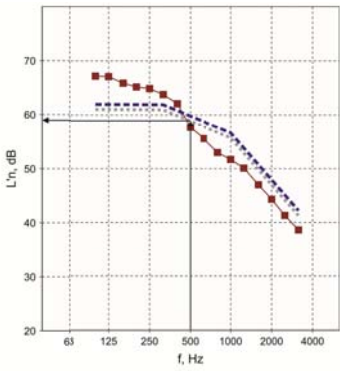
V.2.3.3 Анализа акустичког комфора за модел 3 (1946-1960)

Послератна стамбена изградња наставља традицију у примени масивног зиданог склопа са опеком као основним материјалом конструкције. Разлике у усвојеној фасадној прегради, у односу на претходни период, огледају се у примени прозора са уском кутијом, док су дебљине зидова остале исте. Звучна изолованост (D) овако конституисаног зида значајно премашује минималне прописане услове звучне заштите и тиме задовољава постављене услове. С обзиром на сличности са претходним моделом (зидови су исти, а промењена је ширина прозорске кутије), сагледава се разлика у изолационим карактеристикама примењених прозора, која је код модела 3 мања за 5 dB. Акустичка својства модела 2, приказана су у табели V.54.

Зид ка суседу усвојен је као једноструки од опеке, дебљине 25 cm, што је последица послератних грађевинских прилика, у којима се прибегавало једноставнијим решењима, него у претходном периоду, која нису захтевала обучену радну снагу и већи утрошак времена при грађењу. Овакав зид задовољава минималне прописане мере звучне заштите (његова изолациона моћ премашује за 2dB постављене услове).

Ситноробраста конструкција задовољава постављене услове ваздушног и ударног преноса звука, али су добијене вредности на самој граници минимално прописаних. Може се констатовати, да би и у овом случају (као и код Хербст таванице), увођење најмање маргине сигурности, довело до не задовољавајућих резултата.

Табела V.55 Акустичка својства модела 3

Модел 3- период 1946-1960. године			
Спољашњи зид са прозором		Зид између два стана	
C35	П2	ЗC4	
			
			
Израчуната вредност: $D_{2m,nT,Atr} = 38$ dB ЗАДОВОЉАВА		Израчуната вредност: $R'_w = 54$ dB ЗАДОВОЉАВА	
Прописана вредност min: $D_{2m,nT,Atr} = 20$ dB		Прописана вредност min: $R'_w = 52$ dB	
Међуспратна таваница МК4			
			
			
Израчуната вредност: $R'_w = 53$ dB ЗАДОВОЉАВА		Израчуната вредност: $L'_{n,w} = 59$ dB ЗАДОВОЉАВА	
Прописана вредност min: $R'_w = 52$ dB		Прописана вредност max: $L'_{n,w} = 60$ dB	

V.2.3.4 Анализа акустичког комфора за модел 4 (1961-1975)

Почетком шездесетих година, усвајањем монтажног начина грађења у изградњи вишепородичних објеката, престаје доминација опеке, као материјала конструкције и њену улогу преузима армирани бетон. Асортиман материјала и производа који се користе у изградњи у овом периоду је значајно проширен, што је за последицу имало промене у свим сегментима склопа зграде.

Акустичка својства модела 4 приказана су у табели V.56. Фасада код модела 4 структурирана је у виду хоризонталних трака, где се смењују пуни парапетни делови и прозорске траке. Парапетни делови су вишеслојни, монтажни, префабриковани елементи који су често коришћени код система ИМС. Фасадна преграда задовољава прописане услове минималне звучне изолованости (табела V.56), али је добијена вредност (D) значајно нижа од вредности које су добијене код претходних модела (за 14dB у односу на фасаду код модела 1). Примењени прозор са спојеним крилима, показује лошије звучно-изолационе карактеристике у односу на прозоре са раздвојеним крилима (табела V.52), што је поред склопа монтажног парапета, допринело да укупна изолованост преграде буде мања.

Преградни зид ка суседном стану усвојен је као вишеслојни од гас-бетона са таропором у међупростору и не задовољава услове минималне звучне заштите, што је очигледна последица мале масе (170 kg/m^2).

На моделу 4 усвојена је таваница ИМС са бетонском плочом у горњој и доњој зони, каква је рађена на самом почетку производње ове монтажне међуспратне конструкције. Испитивања су показала, да су звучно-изолациона својства ове таванице изразито неповољна и не задовољавају ни по захтевима заштите од ваздушног ни ударног звука. Додатни проблем представља постављање преградних зидова између станова, или ка степеништу ван позиције ребара, тако да се звук преноси преко армирано бетонске плоче, која је у горњој зони дебљине 5 cm, а у доњој 3 cm. Проблем звучне заштите ИМС таваница разматран је у стручној литератури и предлози за решење овог проблема пронађени су у повећању површинске масе слојева пода, који би требало да надоместе малу масу саме међуспратне конструкције и прорачуната је потребна вредност која би морала да буде 148 kg/m^2 (Калић, 1994).

Табела V.56 Акустичка својства модела 4

Модел 4- период 1961-1975. године			
Спољашњи зид са прозором		Зид између два стана	
С314	ПЗ	ЗС18	
Израчуната вредност: $D_{2m,nT,Atr} = 31$ dB ЗАДОВОЉАВА		Израчуната вредност: $R'_w = 45$ dB НЕ ЗАДОВОЉАВА	
Прописана вредност min: $D_{2m,nT,Atr} = 20$ dB		Прописана вредност min: $R'_w = 52$ dB	
Међуспратна таваница МК9			
Израчуната вредност: $R'_w = 44$ dB НЕ ЗАДОВОЉАВА		Израчуната вредност: $L'_{n,w} = 62$ dB НЕ ЗАДОВОЉАВА	
Прописана вредност min: $R'_w = 52$ dB		Прописана вредност max: $L'_{n,w} = 60$ dB	

V.2.3.5 Анализа акустичког комфора за модел 5 (1976-1990)

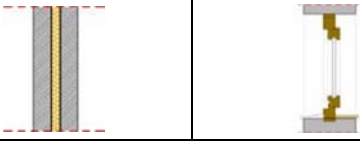
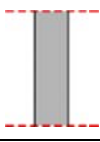
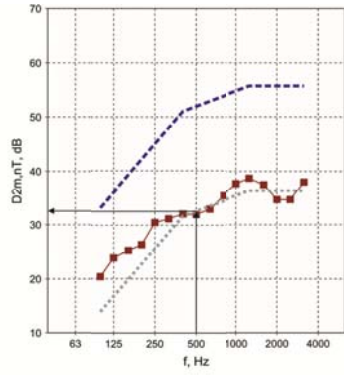
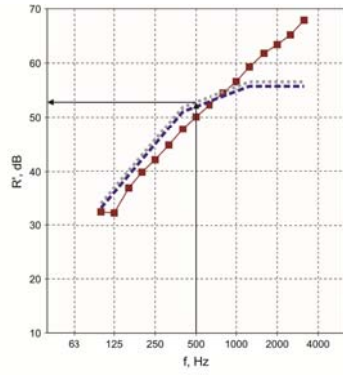

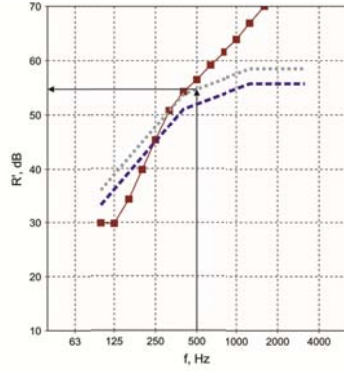
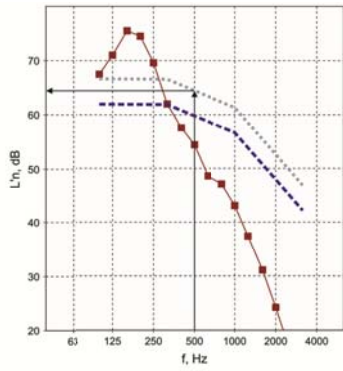
Примена индустријализованог начина грађења у овом периоду достиже свој максимум и модел који га репрезентује, структуриран је по узору на панелни префабриковани армирано-бетонски систем Рад-Баланси, који је у то време примењиван у стамбеној изградњи Београда.

Акустичка својства модела 5 приказана су у табели V.57. Вишеслојна фасадна ношена преграда, састављена од два слоја бетона са термоизолацијом у међупростору, у комбинацији са једноструким дрвеним прозором са термоизолационим стаклом, задовољава прописане захтеве звучне изолованости (D). Добијена вредност, виша је за 2 dB од вредности код модела 4, а значајно нижа од претходних модела, код којих је примењена опека у изради фасаде.

Армирано-бетонски зид, као преграда између суседних станова, задовољава само минималне услове заштите од ваздушног преноса звука, тако што добијена вредност прекорачују прописане за 1dB. Иако је реч о прегради велике површинске масе, непостојање дисконтинуитета у структури ливеног бетона доприноси лакој простирању звучних таласа који се могу преносити кроз више етажа и до удаљених места. Са друге стране, спојеви префабрикованих армирано-бетонских панела, у домаћој стамбеној изградњи, рађени су са монолитизацијом елемената, без еластичних материјала на местима контакта, који би обезбедили дисконтинуитет преноса звука, тако да су проблеми ливеног бетона, у суштини, транспоновани и на монтажни начин грађења.

Армирано-бетонска међуспратна конструкција задовољава услове прописане нормативима за ваздушни звук за 3 dB. Поређењем са зидом ка суседу (који је исте дебљине као и таваница), сагледава се утицај пливајућег пода који доприноси бољим изолационим својствима у односу на ваздушни пренос звука. Префабриковани конструктивни систем, примењен на моделу 5, коришћен је у стамбеној изградњи Београда у периоду када је постојала законска регулатива у области звучне заштите и када је примена пливајућих подова била устаљена пракса, међутим прорачун показује да овакав склоп конструкције има изразито неповољна својства на ударни звук.

Табела V.57 Акустичка својства модела 5

Модел 5- период 1976-1990. године			
Спољашњи зид са прозором		Зид између два стана	
С327	П4	ЗС22	
			
			
Израчуната вредност: $D_{2m,nT,Atr} = 33$ dB ЗАДОВОЉАВА		Израчуната вредност: $R'_w = 53$ dB ЗАДОВОЉАВА	
Прописана вредност min: $D_{2m,nT,Atr} = 20$ dB		Прописана вредност min: $R'_w = 52$ dB	
Међуспратна таваница МК12			
			
			
Израчуната вредност: $R'_w = 55$ dB ЗАДОВОЉАВА		Израчуната вредност: $L'_{n,w} = 64$ dB НЕ ЗАДОВОЉАВА	
Прописана вредност min: $R'_w = 52$ dB		Прописана вредност max: $L'_{n,w} = 60$ dB	

V.2.3.6 Анализа акустичког комфора за модел 6 (после 1990)

Напуштање префабрикованих монтажних система и повратак традиционалног грађења, са доминантном применом зидова од ошупљених глинених блокова, обележје је периода од деведесетих година прошлог века. Поред глинених производа који чине структуру зидова, користе се и таваничне ошупљене испуне и носачи, као изгубљена оплата међуспратних ситноробрастих таваница. Карактеристично за актуелни период је да се на овај начин граде и индивидуални и вишепородични објекти.

Акустичка својства модела 6 приказана су у табели V.58. Фасада од глинених блокова са термоизолацијом од стиропора и примењеним пластичним прозором, задовољава прописане услове звучне изолованости (D) и поредећи са претходним примерима, налази се у групацији средњих добијених вредности (показује повољније резултате у односу на зид код модела 4 и 6, а лошије у односу на зид код модела 1,2 и 3).

Преградни зид ка суседном стану формиран је од ошупљених блокова ширине 25 cm и као такав не задовољава прописане услове звучне заштите. Зид од пуне опеке, истих димензија примењен код модела 3, показује боље изолационе карактеристике за 4 dB и задовољава тражене критеријуме (табела V.55). Разлика у маси између ова два зида је око 100 kg/m^2 , што је очигледан узрок разлика у изолационој моћи.

Лака монтажна међуспратна таваница (ЛМТ), рађена у комбинацији армираног бетона и глинених испуна, задовољава прописане услове звучне заштите и по критеријумима ваздушног и ударног звука. Поредећи са вредностима добијеним код претходних модела, може се закључити да је ова таваница показала најбоље резултате према захтевима заштите од ударног звука и једина задовољава услове побољшане звучне заштите (ниже за 8 dB од прописаних).

Табела V.58 Акустичка својства модела 6

Модел 6- период после 1990. године			
Спољашњи зид са прозором		Зид између два стана	
C336	П5	ЗС15	
Израчуната вредност: $D_{2m,nT,Atr} = 34$ dB ЗАДОВОЉАВА		Израчуната вредност: $R'_w = 50$ dB НЕ ЗАДОВОЉАВА	
Прописана вредност min: $D_{2m,nT,Atr} = 20$ dB		Прописана вредност min: $R'_w = 52$ dB	
Међуспратна таваница МК13			
Израчуната вредност: $R'_w = 55$ dB ЗАДОВОЉАВА		Израчуната вредност: $L'_{n,w} = 53$ dB ЗАДОВОЉАВА	
Прописана вредност min: $R'_w = 52$ dB		Прописана вредност max: $L'_{n,w} = 60$ dB	

V.2.3.7 Дискусија добијених резултата

На основу добијених резултата акустичких својстава модела може се закључити, да су све постављене критеријуме акустичког комфора испунили модели 1 и 3, код којих је примењена масивна зидана градња са пуном опеком као основним материјалом зидова (табела V.59). Следећи по рангу су модели 2, 5 и 6, код којих по један параметар није задовољио прописане услове. Реч је о зидовима ка суседном стану: од двоструко зидане опеке (модел 2) и гитер блока (модел 6) и међуспратној армирано-бетонској таваници на ударни звук (модел 5).

Најлошије резултате показао је модел 4, који не задовољава по три постављена критеријума: зид ка суседном стану и међуспратној таваници (на ваздушни и ударни звук).

Табела V.59 Збирни резултати акустичких својстава модела

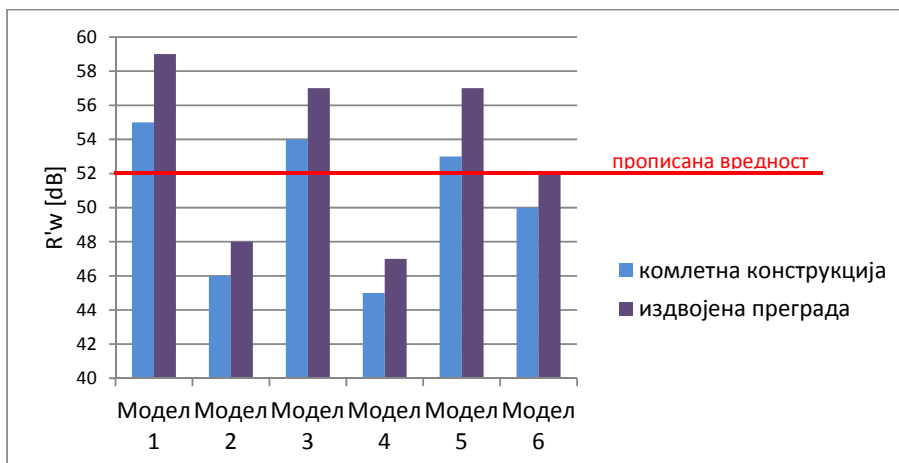
	спољашњи зид са прозором	зид између два стана	међуспратна конструкција (ваздушни)	међуспратна конструкција (ударни)
Модел 1 до 1918.	задовољава (побољшана з.з)	задовољава (побољшана з.з)	задовољава (гранична-минимална)	задовољава (минимална з.з)
Модел 2 1919-1945.	задовољава (побољшана з.з)	не задовољава	задовољава (гранична-минимална)	задовољава (гранична-минимална)
Модел 3 1946-1960.	задовољава (побољшана з.з)	задовољава (минимална з.з)	задовољава (минимална з.з)	задовољава (минимална з.з)
Модел 4 1961-1975	задовољава (побољшана з.з)	не задовољава	не задовољава	не задовољава
Модел 5 1976-1990	задовољава (побољшана з.з)	задовољава (минимална з.з)	задовољава (минимална з.з)	не задовољава
Модел 6 после 1990.	задовољава (побољшана з.з)	не задовољава	задовољава (минимална з.з)	задовољава (гранична-минимална)

Неопходно је нагласити, да добијени резултати акустичких перформанси свих спољашњих зидова, задовољавају побољшане услове звучне заштите, према стандарду SRPS U.J6.201, док остали склопови, чије су акустичке перформансе у границама прописаних, задовољавају само минималне услове заштите, изузев код модела 1, зид ка суседном стану (опека 29 cm). Поједине вредности акустичких својстава конструкција изједначене су са прописаним вредностима. С обзиром на чињеницу, да је преношење звучних таласа кроз објекат условљено, између осталог, многим детаљима у току пројектовања и извођења конструкције, многе

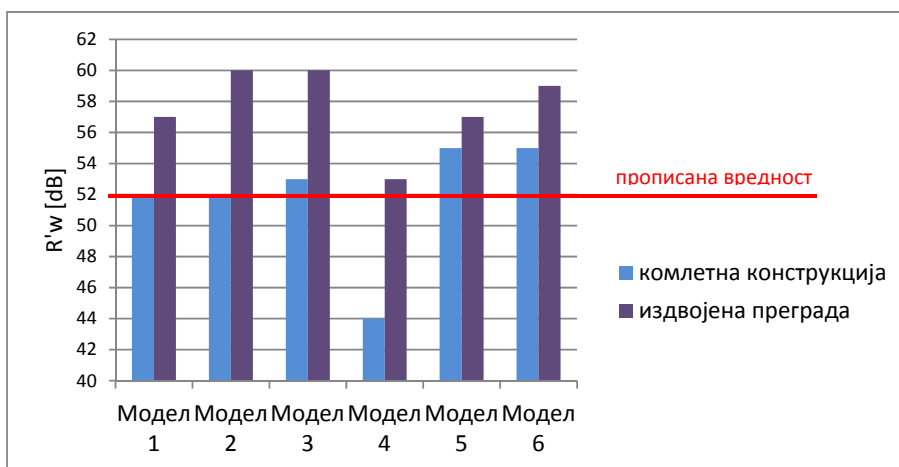
од прорачуном добијених минималних вредности прешле би у категорију незадовољавајућих. Увођење маргине сигурности, у том случају би поставило оштрије стандарде, али би и утицало да већина конструкција не задовољи ни минималне услове звучне заштите.

Сумирајући укупне резултате, сагледавају се боље звучно-изолационе карактеристике репрезентата стамбене изградње из времена када нису постојали прописи о акустичкој заштити и када су правила грађења усвајана у већој мери искуствено, него што је то наметала техничка регулатива. Разлог томе, у великој мери, сагледава се у примени масивних конструкција од опеке, које су показале своје добре изолационе карактеристике. Насупрот томе, највећи број изграђених станова настао је у периоду који репрезентује модел 4, чије су акустичке перформансе најнеповољније, што значи да велики број објеката у Београду не задовољава елементарне услове звучне заштите и неопходна им је реконструкција.

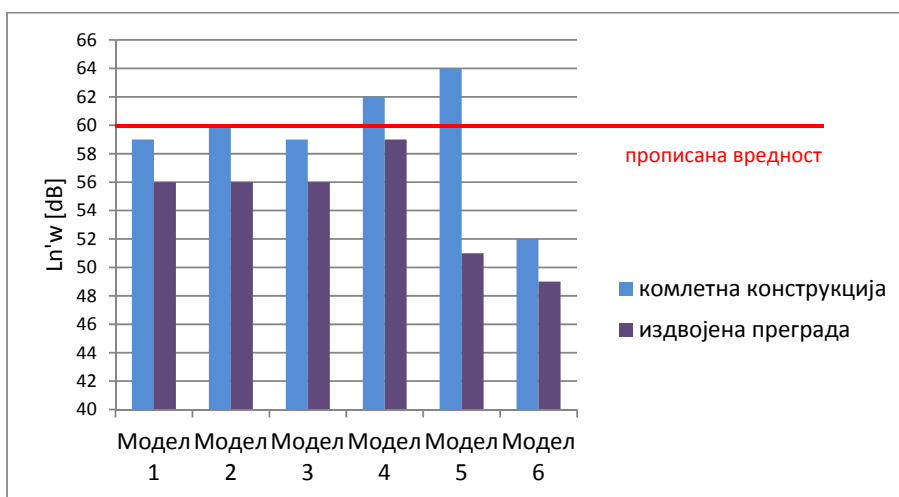
Акустичка својстава зграде, са становишта нових прописа, одређују се анализом елемената конструкције у контексту окружења, а не појединачних издвојених склопова, о чему је било речи у претходном тексту. Интересантно за истраживање показало се поређење добијених резултата према новом и старом начину сагледавања акустичких перформанси, и међусобних утицаја склопова који из тога произилазе. На графиконима (слика V.13, слика V.14, слика V.15) приказане су вредности звучних изолованости склопова посматраних у контексту других конструкција (плаво) и као појединачних преграда (љубичасто). Сагледава се велики утицај међусобних односа склопова, као последица бочног провођења, што поједине конструкције, које издвојено гледано имају добра акустичка својства, у контексту окружења не задовољавају минималне прописане вредности. Оваква појава је нарочито изражена код таваница, у прорачуну на ударни звук, где су разлике између номиналних изолационих вредности саме преграде и њених својстава у контексту окружења, драстично погоршане (модел 5, армирано бетонска плоча, као међуспратна конструкција).



Слика V.13 Зид ка суседу, акустичка својства, различити приступи прорачуну



Слика V.14 Таваница, акустичка својства (ваздушни звук) различити приступи прорачуну



Слика V.15 Таваница, акустичка својства на ударни звук, различити приступи прорачуну

V.2.4 Светлосни комфор

Анализа светлосног комфора на одабраних типичних шест модела, урађена је за утврђене параметре: количник дневне осветљености, осветљеност простора и сјајност површина. Вредновање резултата спроведено је у складу са категоријама захтева прописаних стандардом SRPS U.C9.100.

V.2.4.1 Анализа светлосног комфора за модел 1 (до 1918)

Стамбене објекте изграђене до краја Првог светског рата карактерише примена прозора који имају изражену висину у односу на ширину и однос њихових димензија је приближно 1:2 (ш/в). Анализирана просторија код модела 1 осветљена је прозором димензија 120/220см, дводелним по ширини и висини, са парпетним зидом висине 80см и чистом висином просторије 350 см. Величина отвора испуњава тада важеће стандарде осветљености од 1/10 подне површине.

Вредности параметара светлосног комфора код модела 1 приказане су у табели V.60. Просечни количник дневне осветљености модела 1 је 1,89 % што се уклапа у *средње*¹³⁷ захтеве који су прописани за просторије дневног боравка, али је блиско доњој граници (1,6-3%). Минимална вредност овог параметра је 0,74%, а максимална 9,01% (табела V.60). У средишњем делу просторије, где се најчешће обављају дневне активности, количник дневне осветљености је око 1,5%, што је на граници између *средњих* и *малих* захтева према важећој домаћој регулативи.

Просечна осветљеност просторије је 118,86 lx, а на централно постављеном радном стилу 107 lx што је у границама *средњег* захтеваног нивоа, према прописаним вредностима у домаћој регулативи (80-150lx). *Виши* ниво осветљености заступљен је само у првој трећини дубине просторије, непосредно уз прозорски отвор, са радијусом који обухвата средњу трећину ширине просторије.

¹³⁷ Ради лакшег разумевања текста, категорије захтева, које су прописане стандардом SRPS U.C9.100 писане су закошеним словима (Italic).

Табела V.60. Модел 1: вредности параметара светлног комфора

Период до 1918. године				
Модел 1: прозор 120/220см				
	линијски приказ-изолуксе		приказ зона	
Количник дневне светлости [%]				
	просечна вредност	минимална вредност	максимална вредност	униформност мин/макс
	1,89	0.74	9,01	1:12,12
Осветљеност површина [lx]				
	просечна вредност	минимална вредност	максимална вредност	униформност мин/макс
	118,86	46,09	573,41	1:12,44
Бљештање [cd/m ²]				
	просечна вредност	минимална вредност	максимална вредност	униформност мин/макс
	118,86	46,09	573,41	1:12,44

Зидови просторије са сјајношћу површина у границама до 100 cd/m^2 заузимају око 80% укупне површине и није регистрована појава бљештања. Сјајност површине плафона је, највећим делом, у границама препоручених ($100\text{-}300 \text{ cd/m}^2$). Појава бљештања региструје се само у подручју пода, или радних површина, постављених непосредно уз прозорски отвор. Сјајност на површини радног стола је 100 cd/m^2 .

Изражена висина прозорског отвора омогућава дубок продор светлости у просторију, али његова недовољна ширина проузрокује стварање слабије осветљених делова у угловима собе уз фасадни зид, што за последицу има неравномерно осветљен простор. То показује положај изолукси, које у згуснутим концентричним круговима, брзо прелазе из нивоа веће осветљености, у ниво мање осветљености. Бљештање се појављује на малој површини, непосредно уз фасадни зид, сјајност зидних и плафонских површина је, са мањим одступањима, у оптималним границама, али је сјајност видног задатка на постављеном радном столу на доњој скали препоручених вредности ($100\text{-}300 \text{ cd/m}^2$).

V.2.4.2 Анализа светлосног комфора за модел 2 (1919-1945)

Модел 2 за анализу светлосног комфора је простор дневог боравка осветљен једним прозором димензија $200/160 \text{ cm}$, што се уклапа у прописане мере од $1/6\text{-}1/10$ подне површине.¹³⁸ Прозор је двоструки са широком кутијом, троделни по ширини и једноделни по висини са парапетним зидом висине 90 cm и чистом висином просторије од 300 cm .

Вредности параметара светлосног комфора код модела 2 приказане су у табели V.61. Просечни количник дневне осветљености модела 2 је $2,76\%$, што се уклапа у категорију *средњих захтева*, са распоном између минималне и максималне вредности $0,95\text{-}12,2\%$. У средишњем делу просторије, где се најчешће

¹³⁸ У јуну 1932. године објављена су *Опита упутства за израду уредбе о извођењу регулационог плана и грађевинског правилника* у којима се јавља новина у одређивању мера прозорског отвора. Наведено је да површина прозорског отвора треба да буде у границама $1/6\text{-}1/10$ површине простора који се осветљава и да се треба усклађивати са географском ширином и климатским условима појединих локација.

обављају дневне активности, количник дневне осветљености је око 1,5% што је гранична вредност између *средњих* и *малих* захтева.

Просечна осветљеност просторије је 177 lx, што припада категорији *великих захтева* и омогућава реализацију визуелно сложенијих послова, без допунског вештачког осветљења. Половина дубине просторије (посматрајући од фасадног зида) испуњава ове захтеве, што омогућава формирање радног простора, ван непосредне зоне прозора (на радном столу, у средишту просторије, осветљеност је 152 lx).

Зидови просторије са сјајношћу површина у границама до 100cd/m^2 заузимају око 30% укупне површине, а сјајност површине плафона је највећим делом у границама препоручених ($100\text{-}300\text{ cd/m}^2$). Појава бљештања региструје се само у зони прозора, пода или радних површина постављених непосредно уз прозорски отвор.

На моделу 2 установљена је добра дистрибуција светлости и само у угловима просторије заступљена је осветљеност испод 60 lx. Иако је горња ивица прозорског отвора значајно нижа у односу на претходни пример, нема разлике у осветљености по дубини просторије. Оваква ситуација објашњава се повољнијим односом ширине и висине прозора, што је за последицу имало равномернију расподелу осветљења.

Табела V.61 Модел 2: вредности параметара светлног комфора

Период 1919-1945. године				
Модел 2: прозор 200/160cm				
	линијски приказ-изолуксе		приказ зона	
Количник дневне светлости [%]				
	просечна вредност	минимална вредност	максимална вредност	униформност мин/макс
	2,76	0,95	12,2	1:12,79
Осветљеност површина [lx]				
	просечна вредност	минимална вредност	максимална вредност	униформност мин/макс
	176,68	61,38	777,22	1:12,66
Бљештање [cd/m ²]				
	просечна вредност	минимална вредност	максимална вредност	униформност мин/макс
	176,68	61,38	777,22	1:12,66

V.2.4.3 Анализа светлосног комфора за модел 3 (1946-1960)

Модел 3 на коме се истражује квалитет светлосног комфора је просторија осветљена прозорским елементом димензија 190/150cm (прозор је троделни по ширини) са парпетним зидом висине 90 cm и чистом висином просторије од 270 cm, што је у складу са пропагираним економичнијим грађењем, актуелним у послератној изградњи.

Вредности параметара светлосног комфора код модела 3 приказане су у табели V.62. Просечни количник дневне осветљености модела 3, је 2,62% и ова вредност налази се у категорији *средњих* захтева, прописаних за просторије дневног боравка (1,6-3%). Граница испод 1% просечног количника дневне осветљености присутна је у последњој четвртини дубине просторије и у угловима уз фасадни зид. У средишњем делу просторије количник дневне осветљености је 2%, што погодује обављању дневних активности.

Просечна осветљеност просторије је 166 lx и налази се у границама *великог нивоа*, према прописаним вредностима у домаћој регулативи (150lx-300lx), а осветљеност радног стола у средини просторије је око 140 lx, што омогућава обављање визуелно захтевнијих послова.

Зидови просторије са сјајношћу у границама до 100 cd/m² заузимају највећи део укупне површине. Сјајност површине плафона је највећим делом у границама препоручених вредности (100-300 cd/m²), а појава бљештања региструје се у делу просторије непосредно уз прозорски отвор.

Табела V.62 Модел 3: вредности параметара светлног комфора

Период 1946-1960. године				
Модел 3: прозор 200/150cm				
	линијски приказ-изолуксе		приказ зона	
Количник дневне светлости [%]				
	просечна вредност	минимална вредност	максимална вредност	униформност мин/макс
	2,62	0.87	11,84	1:13,63
Осветљеност површина [lx]				
	просечна вредност	минимална вредност	максимална вредност	униформност мин/макс
	165,87	54,94	752,87	1:13,7
Бљештање [cd/m ²]				
	просечна вредност	минимална вредност	максимална вредност	униформност мин/макс
	165,87	54,94	752,87	1:13,7

V.2.4.4 Анализа светлосног комфора за модел 4 (1961-1975)

У складу са актуелним принципима грађења усвојен је модел 4 на коме су примењени дрвени прозори са уском кутијом у дужини фасадног зида, димензија 400/140 cm, са висином парапета 90cm и висином просторије од 250cm.

Вредности параметара светлосног комфора код модела 4 приказане су у табели V.63. Просечни количник дневне осветљености модела 4 је 5,17% и ова вредност налази се у категорији *великих* захтева прописаних за просторије дневног боравка, у којима се предвиђа читање и учење. Распон вредности овог параметра је 1,74-16,99% и креће се од нивоа *средњих* захтева до *изванредно великих* (преко 12%).

Просечна осветљеност просторије је око 330 lx што је у границама *веома великог* нивоа, према прописаним вредностима у домаћој регулативи (300-600 lx), а минимална вредност овог параметра је 110 lx и позиционирана је у угловима просторије. Осветљеност површине радног стола у средини просторије је 275 lx, што је на горњој граници *великих* захтева. Евидентна је равномерна дистрибуција светлости по просторији и то је резултат постављања прозорских трака читавом дужином фасадног зида. Граничне линије референтних вредности су у паралелним нивовима постављене у односу на фасадну раван, што проузрокује подједнаку расподелу по ширини просторије и равномерно слабљење по дубини просторије.

Зидови имају сјајност површина већу од 200 cd/m², а у зони поред прозора повећава се на 1000 cd/m², што је вишеструко увећана вредност у односу на препоручену. Сјајност плафона је у распону од 250-1000 cd/m² што такође прекорачује оптималне вредности. У првој трећини дубине просторије региструје се појава бљештања са вредностима преко 6.000 cd/m². Добијени резултати на моделу 4, сугеришу неопходну заштиту у виду застора, или сенила у летњим месецима, како би се постигли оптимални нивои осветљености и спречила појава бљеска.

Табела V.63 Модел 4: вредности параметара светлног комфора

Период 1961-1975. године				
Модел 4: прозор 400/140cm				
	линијски приказ-изолуксе		приказ зона	
Количник дневне светлости [%]				
	просечна вредност	минимална вредност	максимална вредност	униформност мин/макс
	5,17	1.74	16,99	1:9,75
Осветљеност површина [lx]				
	просечна вредност	минимална вредност	максимална вредност	униформност мин/макс
	328,98	110,63	1081,95	1:9,78
Бљештање [cd/m ²]				
	просечна вредност	минимална вредност	максимална вредност	униформност мин/макс
	328,98	110,63	1081,95	1:9,78

V.2.4.5 Анализа светлосног комфора за модел 5 (1976-1990)

Крајем седамдесетих година наступа период развијене префабрикације, где фасадни панели најчешће имају спратну висину и у себи формиране отворе, у које се уграђују прозори и врата. У примерима реализованих објеката, често се среће модел фасадног панела, у коме су уместо једног већег отвора примењивана два мања, што је усвојено као пример за истраживање квалитета природног осветљења. На одабраном моделу 5, прозори су димензија 100/140 cm, на размаку 50cm, висина парапета 90cm а висина просторије 260 cm, што је у складу са тада важећом грађевинском регулативом.

Вредности параметара светлосног комфора код модела 5 приказане су у табели V.64. Просечни количник дневне осветљености модела 5 је 2,76%, што је у границама *средњих* захтева утврђених домаћим прописима. У средишњем делу просторије, где се најчешће обављају дневне активности, количник дневне осветљености је око 2%.

Просечна осветљеност модела 5 је 177 lx што је у границама *великих* захтева, а осветљеност радне површине је око 130 lx. У првој трећини дубине просторије заступљен је *веома велики* ниво осветљености (преко 300 lx), а у најудаљенијим деловима, насупрот фасадног зида већи од 60 lx. Увођење два прозорска отвора на међуразмаку ствара специфичан распоред изолукса у зони уз фасаду, али надаље, по дубини просторије, присутна је равномерна дистрибуција светлости.

Зидови просторије са сјајношћу површина у границама до 100 cd/m² заузимају око 30% укупне површине, а више вредности заступљене су на бочним зидовима непосредно уз прозорске отворе и на парапетном зиду. Сјајност површине плафона је највећим делом у границама препоручених (100-300 cd/m²). Појава бљештања региструје се само у подручју пода или радних површина постављених непосредно уз прозорски отвор.

Табела V.64 Модел 5: вредности параметара светлног комфора

Период 1976-1990. године				
Модел 5: два прозора 100/140cm				
	линијски приказ-изолуксе		приказ зона	
Количник дневне светлости [%]				
	просечна вредност	минимална вредност	максимална вредност	униформност мин/макс
	2,76	0.86	11,42	1:13,21
Осветљеност површина [lx]				
	просечна вредност	минимална вредност	максимална вредност	униформност мин/макс
	176,96	55,42	728,65	1:13,15
Бљештање [cd/m ²]				
	просечна вредност	минимална вредност	максимална вредност	униформност мин/макс
	176,96	55,42	728,65	1:13,15

V.2.4.6 Анализа светлосног комфора за модел 6 (после 1990)

Напуштање префабрикованих система и повратак на традиционални начин грађења, представља обележје периода после 1990. године. На фасадама новоизграђених стамбених зграда запажају се издужени прозорски отвори са ниским парапетом, или без њега, или тзв *француски балкони*, са једноделним или дводелним вратима и спољашњом оградом одговарајуће висине. Према томе формиран је модел 6, за оцену квалитета светлосног комфора, са дводелним вратима, димензија 140/220 cm и заштитном оградом.

Вредности параметара светлосног комфора код модела 6 приказане су у табели V.65. Просечни количник дневне осветљености је 2,3%, што се уклапа у категорију *средњих* захтева, који су прописани за просторије дневног боравка (1,6-3%). У средишњем делу просторије количник дневне осветљености је око 2%.

Просечна осветљеност просторије је 129 lx и налази се у границама *средњег* нивоа, према прописаним вредностима у домаћој регулативи (80-150 lx), а осветљеност површине радног стола је око 107 lx. *Виши ниво* осветљености (изнад 150 lx) присутан је само у првој трећини дубине просторије, непосредно уз прозорски отвор.

Зидови просторије имају сјајност површина већу од 100 cd/m², а појава бљештања регистрована је у доњој зони око фасадног отвора. Сјајност површине плафона је највећим делом у границама препоручених (100-300 cd/m²). Појава бљештања региструје се само у подручју пода, или радних површина постављених непосредно уз отвор за врата.

V.2.4.7 Дискусија добијених резултата

Упоредним прегледом добијених резултата усвојених типичних модела, према задатим параметрима светлосног комфора, могу се формулисати закључци и установити препоруке грађења. С обзиром на установљени принцип, да је површина посматране просторије непроменљива величина (20 m²) и да су задати услови локације за све моделе исти, значајно је сагледати променљиве компоненте, које су настале као резултат специфичних правила грађења формираних искуствено, или регулисаних кроз правне акте, а која представљају обележје градитељског периода. У циљу сагледавања варијабилних улазних података у табели V.66 приказане су димензионалне карактеристике појединачних модела, које су непосредно утицале на добијене резултате.

Табела V.66 Димензионалне карактеристике анализираних модела

подаци	модел 1	модел 2	модел 3	модел 4	модел 5	модел 6
димензије прозора ш/в[cm]	120/220	200/160	190/150	400/140	2x100/140	140/220
површина отвора [m ²]	2,64	3,2	2,85	5,6	2,8	3,08
површина отвора/ површина просторије	0,13	0,16	0,14	0,28	0,14	0,15
висина парапета [cm]	80	90	90	90	90	-
чиста висина просторије [cm]	350	300	270	250	260	260

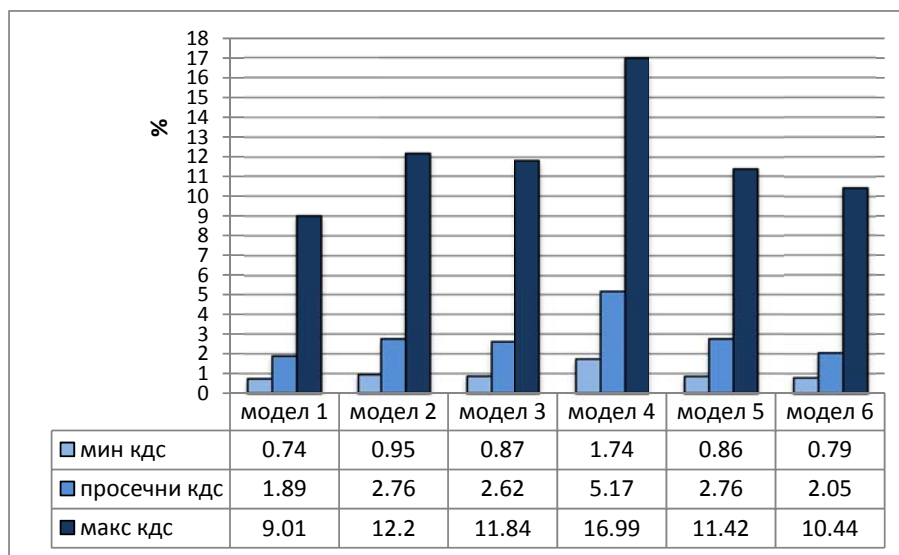
Прозорски отвори код модела 2,3 и 4 имају повећану ширину у односу на висину и та разлика је најизраженија код модела 4. Површина застакљених делова највећа је код модела 4, а најмања код модела 1 и самим тим, заступљеност површине отвора, у укупној површини просторије, је на исти начин дистрибуирана. Висина парапета најнижа је код модела 1 (80 cm), код примера 2-5 је повећана на 90 cm, а на последњем моделу, усвојена су врата са заштитном оградом. Чиста висина просторије је највећа код модела 1, постепено се смањује до модела 4, а последња два примера имају исту висину, која је установљена актуелним прописима.

Просечни количник дневне светлости варира од 1,89 (модел 1) до 5,17 (модел 4). Упоредни преглед вредности овог параметра за све посматране моделе

дат је на слици V.16. Модели 2,3 и 5 имају приближно једнаке вредности овог параметра, док је код модела 6 он нешто нижи. Према актуелним прописима *средњи* захтевани ниво (1,6-3%) имају модели 1,2,3,5 и 6, а једино код модела 4, вредност количника дневне светлости припада *вишој* категорији (3-6%). На исти начин извршена је дистрибуција минималног количника, тако што су вредности код модела 1,2,3,5 и 6 у категорији *веома малих* захтева (0,6-1%), изузев код модела 4 где припада *средњем* захтеваном ниву. Максимални количници дневне осветљености код модела 1,3,5 и 6 припадају *веома великим* захтевима (6-12%) а код осталих примера 2 и 4 налазе се у групацији *изванредно великих* (преко 12%).

Целокупно посматрано најлошији резултати количника дневне светлости показани су код модела 1, што је последица недовољне површине прозорског отвора, а највеће чисте висине просторије. Мала ширина прозорског отвора, у односу на ширину просторије, проузрокује неравномерну дистрибуцију овог параметра и стварање слабије осветљених делова у угловима собе уз фасадни зид. Згуснуто постављене граничне линије референтних вредности у приближном облику концентричних кругова, показују нагли прелазак са виших на ниже нивое осветљености. Модел 4, има највећу површину фасадног отвора, наглашену ширину у односу на висину и најмању чисту висину просторије, што проузрокује највише вредности количника дневне светлости, али и најбољу дистрибуцију овог параметра по просторији. Граничне линије референтних вредности су у паралелним нивовима постављене у односу на фасадну раван, што проузрокује подједнаку расподелу по ширини просторије и равномерно слабљење по дубини просторије. Модели 2, 3 и 5 имају приближне вредности количника дневне светлости, иако постоје разлике у површинама прозорских отвора, што се компензује разликама у чистим висинама просторије. Расподела линија референтних вредности показује приближно исту дистрибуцију светлости, са мањим одступањем код модела 5, где су примењена два прозора. Код овог примера другачија је позиција линија граничних вредности у зони прозора, што је проузроковано поставком отвора са међуразмаком и концентричне линије заузимају ширу позицију у просторији. Модел 6 са примењеним дводелним вратима, има исту површину отвора на фасади као модел 3 са прозором, али су бољи резултати постигнути код примера 3, што је директна последица њиховог

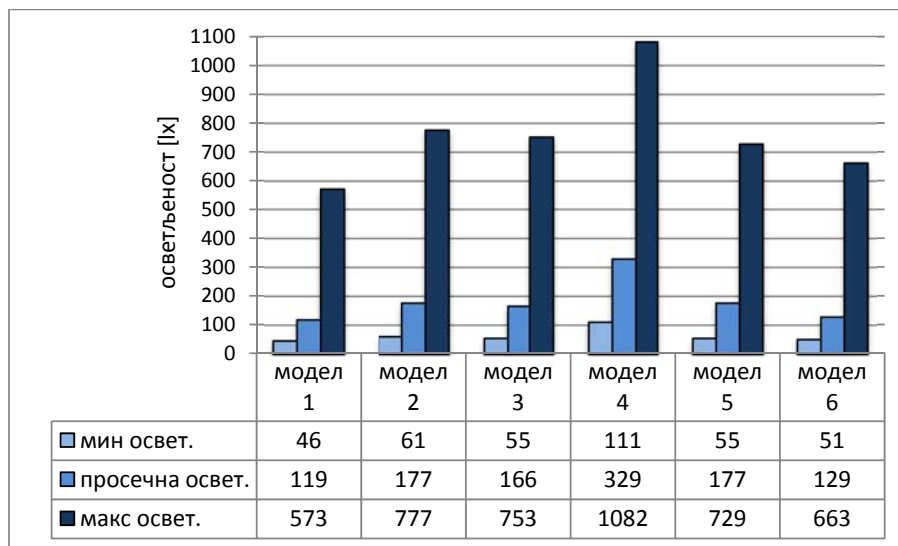
положаја; код првог примера ширина је мања у односу на висину елемента, а у другом случају је ситуација обрнута, што доприноси разликама у резултатима.



Слика V.16 Вредност количника дневне светлости испитиваних модела

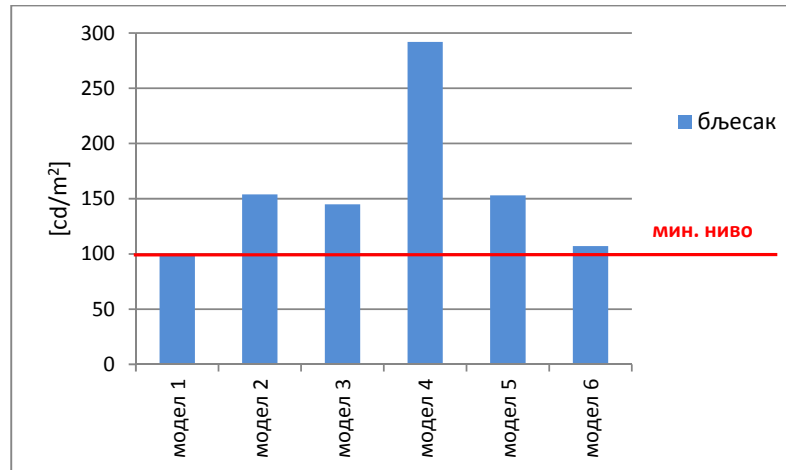
Осветљеност просторија код анализираних модела показује исту прераспodelу резултата као код количника дневне осветљености (слика V.17). Просечна осветљеност просторија варира од 119 lx (модел 1), до 329 lx (модел 4). Модели 2,3 и 5 имају приближно једнаке вредности овог параметра, док је код модела 6 он нешто нижи. Према актуелним прописима SRPS U.C9.100, *средњи* захтевани ниво (80-150lx) имају модели 1 и 6, *велики* ниво просечне осветљености је заступљен код модела 2, 3 и 5 а код модела 4 су испуњени захтеви у категорији *веома велике* осветљености (300-600 lx). На сличан начин извршена је и дистрибуција минималне осветљености, тако што су вредности код модела 1 у домену *веома малих* захтева (30-50 lx), модели 2,3,5 и 6 у категорији *малих* захтева (50-80 lx), а модел 4 припада *средњем* захтеваном ниву. Максимални нивои осветљености код модела 1 припадају *веома великим* захтевима (300-600 lx) а код осталих примера налазе се у групацији *изванредно великих* (преко 600 lx). Распоред изолукса по ширини и дубини просторије поклапа се са распоредом референтних линија код количника дневне светлости. Осветљеност на површини радног стола постављеног у средишту просторије је 107 lx код примера 1 и 6, код примера 5 је 133 lx, а код примера 3 је 140 lx и ове вредности припадају *средњим*

захтевима. На радном столу код модела 2 осветљеност је 152 lx, а код модела 4 је 274 lx, што се уклапа у *велике* захтеве и може се користити као место за учење и читање.



Слика V.17 Осветљеност испитиваних модела

Сјајност површина нема упросечене вредности, па се не може анализирати на исти начин као претходни параметри, већ се закључци изводе на основу линијске расподеле референтних вредности и на основу задате тачке на површини радног стола у средини просторије. Сјајност површина је интензивнија у подручју непосредно уз прозорски отвор: на поду, плафону и бочним зидовима, код модела са израженом ширином прозорског отвора. Бљештање се региструје на свим примерима у зони самог прозора и у његовом одбљеску на поду, али се подручје у коме се јавља разликује, у зависности од површине застакљеног дела. Највећа зона бљеска јавља се код модела 4 и у оваквим случајевима неопходна је допунска заштита у летњим месецима. Препоручена сјајност радних површина је 100-500 cd/m^2 и поредећи са резултатима добијеним за задату позицију на радном столу у централном делу просторије видимо да ове захтеве испуњавају модели 2,3,4 и 5 (слика V.18).



Слика V.18 Сјајност радног задатка код испитиваних модела

На основу добијених резултата може се закључити да су код модела 4 референтне вредности количника дневне светлости и осветљења такве, да се уклапају у *више* категорије утврђене домаћим стандардима, које омогућавају обављање комплекснијих и визуелно захтевнијих послова, међутим, неопходно је контролисати појаву бљеска у летњим месецима. Код модела 1 евидентиране су најниже вредности свих светлосних параметара и овакав резултат указује на неопходност постављања радних позиција у зони непосредно уз прозорски отвор и допуњавања дневног осветљења вештачким. Остали модели (2,3,5 и 6) налазе се у категоријама средњих вредности, без доминантне површине бљеска, што указује на повољно позициониране и одговарајуће димензионисане светлосне отворе.

V.3 Вредновање и рангирање остварених услова комфора

V.3.1 Критеријуми за вредновање остварених услова комфора

У претходним поглављима анализирани су одабрани модели по утврђеним критеријумима и приказани су остварени резултати у оквирима сваког појединачног облика комфора: топлотног, ваздушног, акустичког и светлосног. У следећој фази истраживања неопходно је било систематизовати добијене резултате по појединачним моделима, како би се установиле карактеристике појединих периода грађења.

Рангирање остварених услова комфора, по појединачним моделима извршено је додељивањем поена од један до шест (за сваки тип комфора), где максималан број добијају модели који су показали најбоље карактеристике по критеријумима за укупно вредновање, који ће у наредном тексту бити објашњени. У случајевима добијања истих вредности код два различита модела, оба ће добијати исти број поена, или ће превагнути неки други показатељи, који су такође релевантни за оцењивање.

С обзиром на бројност параметара који учествују у оцењивању појединих типова комфора, установиће се (или издвојити од постојећих) параметар за укупно вредновање, који најцеловитије репрезентују постигнуте услове.

Остварени критеријуми топлотног комфора разматрани су преко енергије потребне за грејање по јединици површине ($Q_{h,an}$). Израчунавање ове величине подразумева укључивање и свих осталих наведених параметара за оцењивање топлотног комфора, па се може сматрати резултатом укупно остварених услова. Са максималним бројем поена (6) оцењена је најмања вредност израчунате потребне енергије за грејање по јединици површине. Остали поени распоређени су у складу са постигнутим вредностима енергије, тако да најмањи број поена буде додељен моделу код кога је остварена највећа количина енергије (модел 2).

Остварење услова ваздушног комфора дефинисано је према вредностима годишње потребне топлоте за надокнађивање вентилационих губитака (Q_v), која

укључује све релевантне параметре према важећој техничкој регулативи и може се сматрати резултатом истраживања у овом делу, на основу које се може извршити рангирање. Са максималних шест поена оцењени су модели 5 и 6 који имају исте вредности потребне топлоте за надокнађивање вентилационих губитака. У распону 1-4 додељени су поени осталим моделима, у зависности од резултата који су добијени прорачуном.

Акустички комфор је разматран кроз вредности изолационих моћи преграда ка суседним становима R (зида и таванице), изолованости фасадног зида D и звучне пропустљивости таванице L . Акустички прорачун је конципиран тако да испитује појединачне преграде у контексту њиховог окружења; укључује све релевантне параметре који имају утицаја на изолациону моћ преграде, али не фигурира један заједнички показатељ, којим се може вредновати акустички квалитет једне просторије, стана или зграде. У складу са тим вредновање акустичког комфора оствареног код анализираних модела биће извршено на основу броја параметара који су испунили услове минималне заштите. Уколико су сва четири параметра акустичке изолованости у границама дозвољених вредности модели се вреднују са максималних шест поена (модели 1 и 3). Код модела 2, 5 и 6, један параметар не испуњава прописане услове и оцењени су са четири поена. Модел 4 не задовољава по три установљена параметра и оцењен је са два поена. Није се појавио случај у коме модел не задовољава ни по једном критеријуму, или по два критеријума, што је довело до овакве прерасподеле поена.

Оцењивање светлосног комфора такође укључује више релевантних критеријума, који не дају збирни показатељ укупно остварених резултата. Вредности просечног количника дневне светлости и осветљеност простора су синхрони параметри и програм дефинише њихове просечне вредности, што је олакшавало поступак оцењивања. Међутим сјајност површина није на исти начин дефинисана, не приказују се упросечене вредности, већ одабиром тачке посматрања, проналазе се за то место релевантни резултати. Такође, програм врши зонирање просторије према градиенту осветљености и сјајности, што је помогло да се нивелишу, са једне стране предности добре осветљености, а са друге стране, појава бљештања у просторији. Наиме, код модела 4 констатоване су највише вредности просечног количника дневне светлости (изражен у

процентима) и осветљености просторије (изражено у луксима), што појединачно посматрано припада вишим ранжираним нивоима прописаним према важећој законској регулативи и као такви вредновали би се најбољим оценама. Међутим, појава бљештања која се јавља у просторији, скоро до половине њене дубине, утицала је на то да се вредновање овог модела уместо максималних шест поена, оцени са четири (у опсегу средњих вредности), управо због ове појаве. Код осталих модела вредновање је извршено према параметру количника дневне светлости, зато што се а не региструје доминантна појава бљештања, изузев у зони самог прозора и непосредно уз прозорски отвор, што је уобичајена појава.

V.3.2 Вредновање модела према оствареним условима комфора

На основу утврђених параметара за синтезно вредновање остварених услова комфора, по појединачним моделима, формирана је табела V.67 у којој су приказани постигнути резултати.

Табела V.67 Вредновање појединачних модела по категоријама комфора

модел	топлотни комфор	поени	ваздушни комфор	поени	акустички комфор	поени	светлосни комфор	поени	УКУПНО
Модел 1 (до 1918)	$Q_{h,an} = 73,17$ [kWh/m ² a]	2	$Q_v = 977,96$ [kWh]	2	задовољава по свим критеријумима	6	КДС=1,89%	1	11
Модел 2 (1919-1945)	$Q_{h,an} = 81,34$ [kWh/m ² a]	1	$Q_v = 838,25$ [kWh]	3	не задовољава по једном критеријуму	4	КДС=2,76%	6	14
Модел 3 (1946-1960)	$Q_{h,an} = 56,56$ [kWh/m ² a]	4	$Q_v = 754,43$ [kWh]	4	задовољава по свим критеријумима	6	КДС=2,62%	3	17
Модел 4 (1961-1975)	$Q_{h,an} = 67,52$ [kWh/m ² a]	3	$Q_v = 1197,50$ [kWh]	1	не задовољава по три критеријумима	2	КДС=5,17% појава бљештања	4	10
Модел 5 (1976-1990)	$Q_{h,an} = 48,47$ [kWh/m ² a]	5	$Q_v = 518,92$ [kWh]	6	не задовољава по једном критеријуму	4	КДС=2,76%	5	20
Модел 6 (после 1990)	$Q_{h,an} = 45,71$ [kWh/m ² a]	6	$Q_v = 518,92$ [kWh]	6	не задовољава по једном критеријуму	4	КДС=2,05%	2	18

Модел 1, који репрезентује стамбени фонд Београда, изграђен до 1918. године, задовољава све тражене параметре за успостављање акустичког комфора, али код осталих облика комфора показује лошије резултате. Наиме, топлотни и ваздушни комфор су оцењени са два поена, што је резултат, у највећој мери (поред типова склопова код топлотног комфора), велике запремине посматране просторије. Светлосни комфор је оцењен најнижом оценом, зато што величина прозора не одговара габариту посматране просторије, иако је усаглашена са тадашњим важећим стандардима.

Модел 2, који репрезентује стамбени фонд Београда изграђен у периоду 1919-1945. године показује најбоље резултате у остваривању светлосног комфора, што је резултат добре избалансираности величине отвора у односу на просторију. Топлотни комфор је најниже оцењен (један поен) на шта су, поред карактеристичних склопова и велике запремине простора, у највећој мери утицали ниски соларни добици, настали усвајањем спољашњих застора. Проблем велике запремине условио је и ниже вредновање ваздушног комфора, који је оцењен са три поена. Акустички комфор не задовољава по једном параметру (зид ка суседном стану), што је допринело да у овој категорији модел буде вреднован са четири поена.

Модел 3, који репрезентује стамбени фонд Београда изграђен у периоду 1946-1960. године, показује мале осцилације у резултатима код различитих облика комфора, што говори у прилог његовим општим квалитетима. Наиме, акустички комфор је оцењен највећим бројем поена, зато што су сви постављени параметри у границама прописаних вредности. Топлотни и ваздушни комфор оцењени су са четири поена (категорија средњих вредности), што је резултат усвојене мање спратне висине (у односу на претходне моделе), средње заптивености, као последице примењених прозора, и виших соларних добитака услед усвајања унутрашњег застора. Светлосни комфор је вреднован са три поена што је резултат рангирања између модела, где су разлике у количнику дневне светлости између модела мале, тако да ни код овог облика комфора не могу се констатовати неповољни резултати.

Модел 4, који репрезентује стамбени фонд Београда изграђен у периоду 1961-1975. године, показује најлошије резултате код ваздушног комфора, иако је запремина просторије на овом примеру најмања, али лоша заптивеност доприноси да вредност топлоте потребне за надокнађивање вентилационих губитака буде највиша. Три параметра акустичког комфора не испуњавају минималне услове у складу са важећим стандардима, што је допринело најнижој оцени у овом сегменту стамбеног комфора. Топлотни комфор је вреднован са три поена, иако су трансмисиони и вентилациони губици највиши, о чему је било речи у претходном тексту, али је крајња оцена резултат пре свега високих соларних добитака. Највећи број поена добијен је код вредновања светлосног комфора, што је последица великих прозорских отвора који се пружају читавом дужином фасадног зида, али је појава бљештања утицала да модел 4 не добије максималан број поена у овој категорији захтева.

Модел 5, који репрезентује стамбени фонд Београда изграђен у периоду 1975-1990. године, показује одличне резултате код свих облика комфора, што говори о оствареном општем нивоу угодног становања. Наиме, ваздушни комфор је оцењен највећим бројем поена, као последица оптималног односа запремине простора и добре заптивености прозора. Топлотни комфор оцењен је са пет поена, што је категорија највиших вредности, а резултат је добрих термичких карактеристика склопова, оптималног односа губитака и добитака, што је произвело ниску крајњу потребну енергију за грејање, по јединици површине. Светлосни комфор је такође оцењен са пет поена и резултат је примењених одговарајућих димензија прозорских отвора и њиховог оптималног положаја. Најмањи број поена (четири) постигнут је код акустичког комфора, где један параметар не задовољава прописане вредности.

Модел 6, који репрезентује стамбени фонд Београда изграђен после 1990. године, показује добре резултате код већине истраживаних облика комфора. Максималан број поена остварен је код топлотног и ваздушног комфора, што показује одличне карактеристичне термичког омотача модела, добру заптивеност спојева, оптималан однос губитака и добитака и на крају резултује најнижом потребном енергијом за грејање. Акустички комфор не задовољава по једном критеријуму и вреднован је са четири поена, а најлошији резултати постигнути су

код светлосног комфора, што је последица изражене висине отвора у односу на ширину (усвојена су двокрилна балконска врата) и због тога неповољне дистрибуције светлости.

V.3.3 Синтезно рангирање истраживаних модела

На основу вредновања модела по појединачним категоријама комфора, извршено је сумирање резултата, како би се одредило који репрезентативни узорак, целовито гледано, показује најбоље карактеристике са становишта комфора становања. Добијени резултати приказани су у табели V.68 и показују, да је највиши степен комфора остварен код модела 5, који репрезентује период грађења 1976-1990. године, затим код модела 6 (после 1990), следи модел 3 (1946-1960), затим модел 2 (1919-1945), модел 1 (до 1918) и најнижи степен комфора остварен је код модела 4 (1961-1975).

Табела V.68 Синтезно рангирање истраживаних модела

	Модел 1 (до 1918)	Модел 2 (1919-1945)	Модел 3 (1946-1970)	Модел 4 (1971-1990)	Модел 5 (1976-1990)	Модел 6 (од 1990)
РАНГ	V	IV	III	VI	I	II

Прва два рангирана модела припадају групацији најмлађих објеката (изграђених после 1976. године), што представља логичан резултат, са једне стране, захтевнијих услова комфора, које је наметала домаћа регулатива, а са друге, унапређених технологија грађења, вишег степена индустријске производње, шире понуде грађевинских материјала и производа. Њихови међусобни резултати разликују се за два поена (у корист старијег периода), што се може само условно узети као прецизно одређење, зато што су у питању нијансе у вредновању.

Коначни резултати показали су и неочекиване ситуације, превасходно у вредновању модела 3, који се за само један поен разликује од модела 6, иако су у питању објекти грађени пре доношења кључних грађевинских прописа и пре употребе термоизолационих материјала. Објашњење оваквих резултата се налази

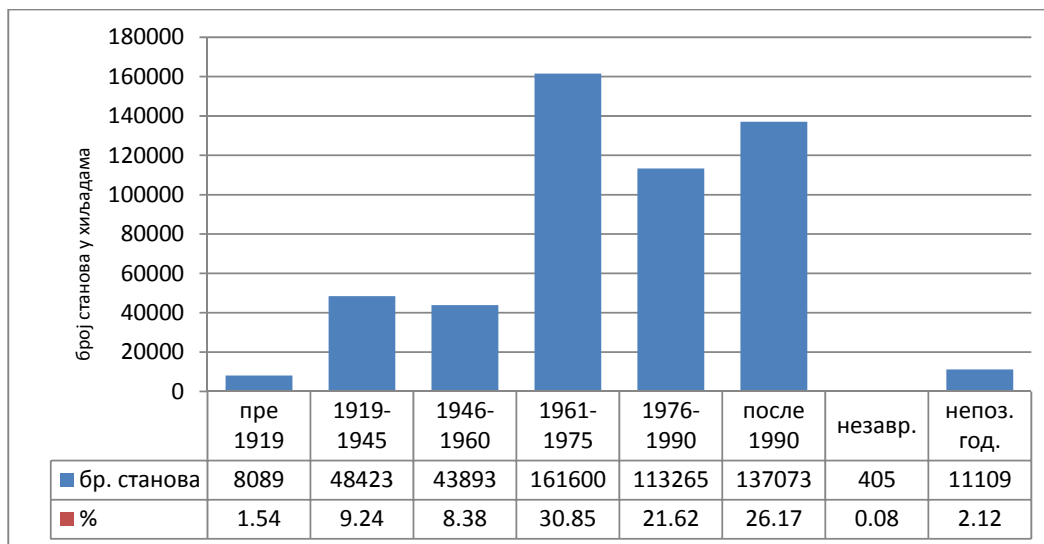
у избалансираном односу волуметрије просторије, повољног односа застакљених делова, средње заптивености прозора и употребе солидних структурних материјала, превасходно опеке као материјала зидова, и бетона као материјала међуспратних таваница, који су допринели оваквом укупном рангу. Значајно је нагласити да овакви постигнути резултати представљају оптимално полазиште за евентуална унапређења услова комфора, која би чинила једноставну надградњу на, у основи добро, постављену структуру.

Следећи по рангу је модел 2, репрезент тзв *предратне градње*, која је сматрана синонимом квалитетног грађења, а у укупном вредновању, спроведеном у овом истраживању, има три поена мање од вишерангираног модела. Разлози оваквих разлика у резултатима између модела 2 и 3 објективно постоје услед промена у волумену простора, односно већој висини код модела 2, што резултује већом запреминим, а самим тим и неповољностима у остваривању термичког и ваздушног комфора. Са друге стране, разлике се појављују и у вредновању акустичког комфора, иако примењене конструкције, које су предмет испитивања, у основи имају пуно заједничких карактеристика (изузев зида ка суседном стану, који је вишеслојан и показало се, неповољан).

Модел 1 је претпоследњи по рангу, а разликује се од модела 2 за три поена. Најлошији резултати код овог модела показани су код топлотног и ваздушног комфора, што је последица, превасходно велике запремине простора и ниских соларних добитака, условљених малом површином прозора.

Најлошији ранг остварен је код модела 4, превасходно због неповољних резултата ваздушног комфора, лоше звучне изолованости и топлотног комфора који је вреднован у средњој категорији у односу на остале моделе.

Упоређивањем остварених услова стамбеног комфора са бројем изграђених станова приказано у оквирима издвојених временских периода, на слици V.19, долази се до закључка, да групацију најниже рангираних објеката чине управо они који су настали у време масовне стамбене изградње (око 30%). Констатација да трећина стамбеног фонда Београда не испуњава базичне захтеве стамбеног комфора указује на ургентност реконструкције, која би са становишта савремених стандарда побољшала животне услове њихових становника.



Слика V.19. Број станова према периодима изградње (Извор: Попис 2011)

VI. ZAKЉUČAK

Истраживање стамбених зграда, које данас чине стамбени фонд Београда, са становишта комфора, наметнуло је потребу за структурирањем стамбеног фонда који обухвата објекте настале у распону од скоро два века, према карактеристичним временским периодима, који представљају заокружене целине са становишта примењених грађевинских техника, али и друштвено-политичких и економских односа. Усвојена периодизација доследно је спроведена кроз структуру докторске тезе и резултовала је усвајањем репрезентативних модела, на којима је спроведено истраживање стамбеног комфора.

Истраживачки поступак започет је историјским прегледом стамбене изградње у Београду, тако што су анализирани утицајни фактори и околности који су опредељивали интензитет стамбене продукције: друштвено-економске прилике и степен развоја грађевинске индустрије и занатства. Анализа сваког појединачног периода спроведена је приказом друштвено-економског контекста који формира стамбену политику и непосредно се рефлектује на стамбену изградњу. Анализирани статистички подаци базични су показатељ развоја стамбене изградње и кроз однос броја становника и изграђених станова сагледава се интензитет стамбене продукције. Степен развоја грађевинске индустрије и занатства непосредно је утицао на реализацију стамбене изградње, која је била диктирана стамбеним потребама и актуелном стамбеном политиком. Из наведеног се могу извести следећи закључци:

Унапређењу технологија изградње и преласку са традиционалног на индустријско грађење, у годинама после Другог светског рата, претходила је политичка одлука, која је трасирала путању будућег техничког развоја. Она је донесена у време када је ступањ развоја технике и технологије био на најнижем нивоу, јер су индустријски капацитети у највећој мери уништени у рату, грађевинска механизација је била неразвијена, наслеђе претходног периода је било скромно, а радна снага необучена да спроведе планирани интензитет стамбене изградње. Овим је потврђена прва хипотеза у раду.

Стамбена изградња Београда била је условљена политичким и друштвеним променама, које су изазивале велике осцилације у стамбеној продукцији, што се може пратити кроз статистичке показатеље у преломним историјским и друштвеним догађајима.

Заједничка карактеристика свих периода је хронични недостатак стамбеног простора, који је био присутан од почетка формирања стамбеног фонда, до данашњих дана, и без обзира на начин вођења стамбене политике, у режији државе, или према тржишном моделу, није могао да задовољи актуелну потражњу.

Анализа развоја конструктивних система и технологија грађења, у складу са усвојеном периодизацијом, имала је за циљ, да се утврде карактеристични конструктивни правци, употреба појединих материјала и конструкција и временске одреднице њиховог настајања и трајања. На основу истраженог историјског развоја конструктивних техника у стамбеној изградњи Београда, према начину организације рада, издвајају се три карактеристична система: традиционални, унапређени традиционални и индустријски, а посматрано са становишта склопа зграде, издвајају се: класичан (грађен на лицу места), полупрефабрикован и префабрикован. Сумирањем овог дела истраживања формулисани су следећи закључци.

Промене техника грађења у стамбеној изградњи Београда нису увек пратиле развојни, прогресивни ток, нити су развијене технике и технологије биле полазна основа квалитативних промена и њихов одлучујући фактор. Доказ за овакву тврдњу је нагли прелазак са традиционалног грађења на индустријски до којег је дошло после Другог светског рата, али и урушавање развијених техника грађења током деведесетих година прошлог века и прелазак са индустријског на унапређени традиционални систем. Пресудан утицај, на овакав ток развоја техника грађења, имале су друштвено-економске околности, које се препознају, као одлучујући фактор у свим преломним тренутцима промена система грађења.

Дефинисање критеријума и параметара за валоризацију стамбеног комфора извршено је у складу са важећом регулативом, како би добијени резултати показали квалитет стамбеног фонда Београда, са становишта савремених,

актуелних критеријума. На самом почетку истраживања комфора сагледан је и историјски развој техничке регулативе из сваке појединачне области, и утврђени су утицајни фактори, који су уобличавали структуру стамбених зграда. Поред тога, утврђени су алати (софтверски пакети и рачунске методе) помоћу којих је спроведена анализа према установљеним критеријумима стамбеног комфора. На основу овог сегмента спроведеног истраживања изведени су закључци:

Развој техничке регулативе из сваке области стамбеног комфора доприносио је квалитативном унапређењу стамбених услова и био значајан фактор промена у структури стамбених зграда Београда.

Усклађивање са савременим иностраним стандардима из области топлотне заштите и промене у прорачуну које су из тога произашле, у појединим сегментима дају контрадикторне резултате, што може пресудно утицати на утврђивање коначних биланса. Тиме се отвара читав низ проблема и дискусија, које треба да буду предмет будућих истраживања и даљих усаглашавања са релевантном регулативом. У случају акустичких карактеристика зграда, актуелни ставови у погледу начина њиховог прорачунавања отварају читав низ проблема, који се односе на непостојање релевантних измерених вредности преноса звука за конструкције које су некада коришћене у грађевинарству, што онемогућава потпуно објективну процену (а самим тим и адекватно унапређење) постојећих стамбених зграда.

Анализа стамбених зграда Београда са становишта комфора, према усвојеној периодизацији спроведено је кроз три фазе: у првој су формиран истраживачки модели, у другој је спроведена валоризација типичних модела, према утврђеним параметрима комфора, а у трећој је извршено вредновање остварених услова комфора. Истраживачки модел је усвојена стамбена јединица (просторија дневног боравка), чије су димензије у основи непроменљиве, а варирају димензионални параметри, одређени на основу актуелне техничке регулативе, која је нормирала висине просторија, димензије прозора, висине парапета. Формирању типичних модела стамбених јединица претходила је типолошка анализа карактеристичних структурних склопова, према усвојеној периодизацији, на основу које су утврђени веродостојни репрезенти

карактеристичних техника грађења и примењених склопова. Уочена су одређена правила и идентификовани специфични проблеми, који су сагледани за сваки појединачни аспект стамбеног комфора. Они представљају опште смернице за даље разматрање.

Топлотни комфор. Укупан енергетски биланс, према актуелном прорачуну, у великој мери опредељују соларни добици. Они су код великих прозорских отвора, као што је случај са моделом 4 (период грађења 1961-1970), били еквивалентни са 60% трансмисионих губитака и самим тим значајно умањили укупну потребну енергију за грејање. Колико ће бенефити соларних добитака у зимском периоду бити искоришћени, у значајној мери је условљено понашањем самих корисника простора и њиховим стамбеним навикама, пре свега у односу на присуство и карактер застора и интензитет њиховог коришћења, као и укључивања одређених режима коришћења застора током зимског и/или летњег периода у сам прорачун, имајући у виду да се фактор умањења соларних добитака услед опреме за заштиту од Сунца креће у границама од 0,3-1,0, што у великој мери утиче на укупни топлотни биланс зграде.

Ваздушни комфор. Усвојени критеријуми ваздушног комфора анализирани су кроз два актуелна стандарда, при чему је стандард SRPS EN ISO 13789, убацивањем у Правилник о енергетској ефикасности зграда, из 2011. године, постао обавезујући, док стандард SRPSEN 12831 нема обавезну примену, али се често користи у пракси. На основу извршених прорачуна установљени су следећи закључци.

Ни један од стандарда који су заступљени у домаћој пракси не узима у обзир дужину прозорске спојнице кроз које се врши инфилтрација ваздуха, што значи да, код овако спроведених прорачуна, величина прозора није опредељујући параметар у израчунавању вентилационих топлотних губитака, што нема логично утемељење. Са друге стране, параметри који су укључени у прорачун, попут броја измене ваздуха на час (дефинисани кроз заптивеност и заклоњеност зграде), који у себи треба да садрже све релевантне специфичности и просторије и окружења, усвајају се према градацији (лоша, средња, добра), без прецизно дефинисаних критеријума за њихов одабир. Прорачуни који су спроведени према наведеним

стандардима, код старијих објеката се значајно међусобно разликују, а код новијих (два последња периода) добијају се исти резултати, што је последица усвојеног броја измене ваздуха, који је код последња два периода идентичан код оба стандарда. Другим речима, са побољшањем квалитета заптивености прозора, која се дешавала током времена, прорачунате вредности вентилационих топлотних губитака се уједначавају без обзира на стандард који је коришћен.

Акустички комфор. Промена начина прорачуна звучне изолованости која се данас заснива на посматрању укупног окружења преграде, и базира се на лабораторијски измереним вредностима, због недостатка измерених референтних вредности за различите типове конструкција у овом тренутку представља ограничавајући фактор за објективно и упоредиво разматрање остварених захтева звучног комфора. Ово је посебно изражено код савремених хетерогених међуспратних конструкција, као и код различитих старијих типова склопова постојећих стамбених зграда. Измерене вредности оваквих конструкција које се могу наћи у старијој литератури из области звучне заштите често приказују резултате мерења за које се не може са сигурношћу тврдити да су обављена у лабораторијским условима. Непоузданост изворних података релативизује прорачун и резултати се морају тумачити са извесном резервом.

Светлосни комфор. На основу спроведеног истраживања светлосног комфора могу се установити закључци, са становишта величине и положаја прозорских отвора. Прозори који имају изражену висину у односу на ширину омогућавају дубок продор светлости у просторију, али њихова недовољна ширина, проузрокује стварање слабије осветљених делова у угловима собе уз фасадни зид, што за последицу има неравномерно осветљен простор. То показује положај изолукси, које у згуснутим концентричним круговима брзо прелазе из нивоа веће осветљености, у ниво мање осветљености. Прозори изражене ширине, у односу на висину (у границама 15% подне површине), показују добру дистрибуцију светлости по просторији, са мањим, слабије осветљеним деловима у угловима просторије. Прозори који су постављени читавом ширином просторије (хоризонталне прозорске траке), пружају најравномерније осветљење и изолуксе су постављене у паралелним низовима, што проузрокује подједнаку расподелу по

ширини просторије и равномерно слабљење по дубини просторије. Проблем који се јавља, је сјајност површина у зони прозора, која је вишеструко увећана у односу на препоручену. Два прозорска отвора, постављени један близу другог показују сличне резултате, као један отвор у димензији њихових крајњих мера ширине. Дводелна врата, типа француског балкона, имају доста сличности у добијеним резултатима са прозором изражене висине у односу на ширину. Карактеристичан је дубок продор светлости по дубини просторије и неравномерна дистрибуција по ширини.

Посматрајући укупне карактеристике анализираних модела у односу на посматране аспекте комфора, могу се извести следећи закључци:

Највиши квалитет стамбеног комфора постигнут је код модела 5, који репрезентује период развијене префабрикације и индустријског грађења, од 1975. до 1990. године. Поред савремених технолошких поступака производње грађевинских материјала и елемената и примењених техника изградње, које су достигле свој највиши ступањ развоја, у овом периоду је унапређена и техничка регулатива (посебно у области топлотне и акустичке заштите), која је квалитативно променила структуру стамбених зграда и утицала на побољшање комфора становања. *На основу приказаног резултата може се закључити, да је општи ниво развоја технике и технологије, као и законске регулативе резултовао квалитетним стамбеним комфором код стамбених зграда изграђених у овом периоду, које представљају петину укупног стамбеног фонда (21%).* Значајно је нагласити да су сви облици комфора показали, приближне, високо вредноване резултате, што показује уједначеност у оствареном квалитету, по свим посматраним аспектима стамбеног комфора.

Следећи по рангу остварених квалитета стамбеног комфора је модел 6, који репрезентује најновије изграђене зграде Београда, од 1990. године до доношења сета правилника који се тичу енергетске ефикасности зграда, који је заступљен у укупном стамбеном фонду са 26%. Резултати вредновања, показали су неуједначеност у оствареним квалитетима, према врстама комфора. Наиме, највише вредности су остварене код топлотног и ваздушног комфора, а

неповољне вредности у домену светлосног комфора, што је последица одлика прозорских отвора типичних за посматрани период грађења.

Карактеристично за посматрани период је и повратак унапређеним традиционалним техникама грађења, формирање стамбене политике која је препуштена условима тржишта и стицању профита, урушавање постојеће развијене грађевинске оперативе и формирање малих предузећа. *Неповољни друштвено-економски односи који су се експлицитно одразили на стамбену изградњу у свим њеним сегментима, општи пад технике и технологије на самом почетку посматраног периода, нису, у значајној мери, одредили квалитет стамбених зграда Београда, са становишта комфора. С обзиром на изразите неповољности у којима је настајао посматрани стамбени фонд, висок ранг остварених резултата може се приписати развијеним прописима из области комфора, као наслеђу претходног периода, који су кроз успостављене стандарде грађења, регулисали квалитет стамбене изградње.*

Стамбене зграде, настале у периоду непосредно после Другог светског рата (модел 3: 1946-1960), рангиране су на трећем месту, према оствареним условима комфора (разлика у једном поену у односу на модел 6), са мањим осцилацијама у резултатима између појединих облика комфора. Карактеристика периода је наставак традиционалних техника грађења, као наслеђу претходног периода, али је општи развој технике и технологије био на значајно нижем ступњу, с обзиром на ратне последице, које су се одразиле на грађевинарство у целини.

Објашњење високог ранга стамбених зграда, репрезентованих моделом 3, са становишта остварених резултата стамбеног комфора, може се тумачити избалансираним односом волумена простора, који је значајан параметар у прорачуну свих облика комфора. Он није настао као резултат истраживања оптималних димензионалних односа, циљаних да побољшају услове комфора, већ је настао, као последица тада актуелне рационализације у грађењу. Са друге стране, коришћење традиционалних начина грађења, са опеком као основним материјалом конструкције и презграђивања, показало је своје предности у укупно оствареним резултатима.

То се најбоље сагледава у поређењу са моделом 2, који је следећи по рангу, а репрезентује стамбени фонд изграђен у периоду између два рата. Суштинска разлика у структури склопова између ова два модела је, зид који преграђује простор ка суседу, који је формиран као вишеслојни (настао као последица истраживања на пољу акустике, у то време), што се показало као изразито неповољно, са становишта акустичког комфора. Други фактор, који је детерминисао разлике у добијеним вредностима, је неповољан резултат термичког прорачуна, настао у највећој мери, као последица усвојених застора и фактора умањења соларних добитака, што у случају другачијег режима коришћења застора може да испољи и значајно другачије и боље укупне резултате.

На примеру стамбеног фонда, који репрезентује модел 3 (1946-1961) и делимично модел 2 (1919-1945), потврђује се друга хипотеза, да: *испуњење савремених захтева стамбеног комфора није искључива карактеристика новије грађених објеката, који су морали да испуне строже захтеве законске регулативе. То се најбоље сагледава на примеру акустичког комфора, где старије зграде, грађене у масивном зиданом склопу показују најбоље резултате, у укупном стамбеном фонду.* Узимајући у обзир да учешће зграда овог годишта у укупном броју није занемарив: 8,4% (период 1946-1960) и 9,2% (период 1919-1945), а с обзиром на постигнуте резултате у прорачуну, који показују да циљано интервенисање у појединим облицима комфора, где су исказане неповољне вредности, може целовито гледано, унапредити стамбене објекте овог годишта.

Истраживање најстаријих зграда у стамбеном фонду Београда, грађених до краја Првог светског рата (модел 1), показало је неповољне резултате са становишта топлотног, ваздушног и светлосног комфора, а одличне резултате акустичког комфора. С обзиром на сличности са моделима 3 и 4, у погледу примењених структурних склопова и карактеристикама које су у појединим сегментима чак и повољније (пример зидова од опеке), на разлике у резултатима утицао је волумен просторије (велика чиста висина која је повећала укупну запремину просторије), што је значајан параметар у прорачуну свих облика комфора.

Најнижи ранг и најлошији резултат остварен је код зграда грађених у периоду 1961-1975. године (модел 4), које чине 31% укупног стамбеног фонда, што је потврда треће хипотезе. Шездесете године представљале су највећи искорак у историјском развоју техника грађења стамбених зграда Београда, када се, за релативно кратко време, са традиционалних склопова прешло на префабриковане, што је изискивало промене у свим сегментима грађевинарства. Новине настају и у производњи материјала, истраживачкој делатности, опреми и механизацији. *Међутим, унапређење техника градње и примена напреднијих конструктивних система, произашли као одговор на свеобухватни развој у домену грађевинске технике и индустрије, нису били утицајни фактор унапређења стамбеног комфора у објектима изграђеним током шездесетих до половине седамдесетих година, што је потврда треће хипотезе. Значајан фактор у томе представљао је недостатак техничке регулативе, која би унапредила квалитет стамбеног комфора. Почетак седамдесетих година је карактеристичан по усвајању првих прописа из ових области, али тада је већ изграђен велики број објеката у које нису уграђени захтевнији стандарди, а њихова имплементација је у већој мери утицала на унапређење стамбених зграда у периоду који је следио.*

С обзиром на чињеницу, да стамбени објекти Београда нису значајније анализирани са становишта њихове грађевинске структуре, спроведено истраживање представља неопходно полазиште за рад у области реконструкције и адаптације постојећих објеката у циљу побољшања квалитета живота у њима и усклађивања са савременим захтевима становања.

Посебан значај и оправданост истраживања јавља се у расветљавању градитељске праксе и дефинисању утицајних фактора који усмеравају и условљавају развој стамбене изградње и савремених захтева становања и употребе стана. Ако узмемо у обзир да досадашња истраживања нису обухватала историографску анализу грађевинске структуре стамбених објеката, овако конципиран рад представља значајну информациону подлогу за детаљнију анализу стамбеног фонда Београда по различитим основама.

Типолошка анализа стамбеног фонда Београда са аспекта његове грађевинске структуре и базе података које из тога произилазе, представљају значајну полазну основу за друга истраживања која нису само из домена комфора становања. Стамбени објекти и његове материјалне карактеристике могу бити полазишта за истраживање: стабилности, физичке сигурности, заштите од пожара, трајности материјала и конструкција, флексибилности, еколошких карактеристика, економских студија

VII. ЛИТЕРАТУРА

(Попис литературе наведен је по азбучном реду)

РЕФЕРЕНТНА ЛИТЕРАТУРА

1. Adler, P. (2004). *Montažne stambene zgrade, kompendijum*. Beograd: SISU group.
2. Ацовић, А. (1926). *Армирана бетонска међуспратница систем Хербст*. Београд: Родољуб.
3. Бакић, Лј. (2011). *Anatomija B&B arhitekture*. Beograd: Lj. Bakić, D. Bakić.
4. Balgač, E. (1980). Doprinos industrijalizaciji stambene izgradnje GRO Rad Beograd izborom tehničkog sistema građenja „Balency“. U *Izgradnja XXXIV* (1), str. 21-30. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
5. Благојевић, Љ. (2007). *Нови Београд: оспорени модернизам*. Београд: Завод за уџбенике, Архитектонски факултет Универзитета у Београду, Завод за заштиту споменика културе града Београда.
6. Видаковић, Ж. С. (1932). *Наши социјални проблеми*. Београд: Геца Кон.
7. Видаковић, Ж. С. (1933). Један судбоносан проблем-резултати анкете о радничким становима, У Видаковић, Ж. С. (Ур.). Београдске општинске новине : часопис за комунално-социјални, привредни и културни живот Београда, 51 (7 и 8). Београд: Општина Београдска.
8. Вујовић, Б. (1986). *Уметност обновљене Србије 1791-1848*. Београд: Просвета и Републички завод за заштиту споменика културе.
9. Вујовић, К. (1984). Neka obeležja posleratne stambene izgradnje u Beogradu. U *Izgradnja* (11), str 117-118. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
10. Vuksan, N. (1962). Prozori i toplotno-zvučna izolacija. U *Izgradnja*, XVI (9), str. 25-29. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
11. Вуксановић-Маџура, З. (2012). *Живот на ивици. Становање сиротиње у Београду 1919-1941*. Београд: Орион арт.
12. Вучо, Н. (1955). *Привредна историја Србије до Првог светског рата*. Београд: Научна књига.

13. Вучо, Н. (1974а). Занатство и индустрија у XIX веку. У Чубриловић, В. (Ур.). *Историја Београда, књига 2: Деветнаести век* (стр. 197-271). Београд : Српска академија наука и уметности, Одељење историјских наука: Просвета.
14. Вучо, Н. (1974б). Привредни развој града од 1919 до 1941. У Чубриловић, В. (Ур.). *Историја Београда, књига 3: Двадесети век* (стр. 197-271). Београд: Српска академија наука и уметности, Одељење историјских наука: Просвета.
15. Domaći montažni sistemi stambene izgradnje. (1967). U *Izgradnja*, str. 185-190. Београд: Редакција Часописа “Изградња” Saveza грађевинских инжењера и техничара SR Србије, Saveza друштava архитеката Србије, Друштва за механику тла и fundiranje Србије и Urbanističkog saveza Србије.
16. Ђокић, Л. (2007). *Осветљење у архитектури: захтеви и смернице за пројектовање*. Београд : Архитектонски факултет.
17. Đoković, М. (1985). Primena sistema IMS u izgradnji Novog Beograda, U *Izgradnja XXXIX* (9) str 39-47. Београд: Редакција Часописа “Изградња” Saveza грађевинских инжењера и техничара SR Србије, Saveza друштava архитеката Србије, Друштва за механику тла и fundiranje Србије и Urbanističkog saveza Србије.
18. Đoković, М. (1994). Stanje грађевинарства данас и перспективе његовог развоја. U *Izgradnja*, (5), str. 165-168. Београд: Редакција Часописа “Изградња” Saveza грађевинских инжењера и техничара SR Србије, Saveza друштava архитеката Србије, Друштва за механику тла и fundiranje Србије и Urbanističkog saveza Србије.
19. Đukanović, Lj., Radivojević, A., Rajčić, A. (2015). Potentials and Limitations for Energy Refurbishment of Multi-Family Residential Buildings Built In Belgrade before the World War One. *Energy and buildings*, online first. DOI:10.1016/j.enbuild.2015.04.047.
20. Ђурић-Замоло, Д. (1980). *Београд 1898-1914. Из архиве грађевинског одбора*. Београд: Музеј града Београда.
21. Жежелј, В. (1984). Uloga науке и креативности грађевинарства u izgradnji beograda. U *Izgradnja - 40 godina izgradnje Beograda*, XXXVIII (9-10), str. 13. Београд: Редакција Часописа “Изградња” Saveza грађевинских инжењера и техничара SR Србије, Saveza друштava архитеката Србије, Друштва за механику тла и fundiranje Србије и Urbanističkog saveza Србије.
22. Z. J. (1934). Kosi ili ravni krovovi. U *Грађевински вјесник* (10), str. 155-156. Загреб: Nakladni konzorcij stručne literature.
23. Илић, Лј. (1983). Сећање на годишњичу Новог Београда U *Izgradnja*, (11-12), str. 70. Београд: Редакција Часописа “Изградња” Saveza грађевинских инжењера и техничара SR Србије, Saveza друштava архитеката Србије, Друштва за механику тла и fundiranje Србије и Urbanističkog saveza Србије.

24. Ivković, V., Kraševac, B. (1982). Projektovanje staklene fasade objekta Slavija I u Beogradu. U *Izgradnja*, XXXVI (7), str. 15-20. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
25. Jarić, M. (1963). Stambena izgradnja u novim uslovima. U *Izgradnja - specijalni broj Savetovanje o racionalnoj stambenoj izgradnji*, str. 5. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
26. Jarić, M. (1984). Od lopate i drvenih kolica do savremene tehnike i tehnologije građenja. U Jarić, M. (Ur.) *Izgradnja: 40 godina građevinarstva Socijalističke Republike Srbije*, XXXVIII (9-10), str. 69. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
27. Jevđović, M. (1973). Pokretna oplata kao sistem građenja stambenih objekata. U *Izgradnja*, XXVII (8), str. 4-24. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
28. Јовановић Поповић, М., Игњатовић, Д., Радивојевић, А., Рајчић, А., Ђукановић, Љ., Ђуковић-Игњатовић, Н., Недић, М. (2012). *Атлас породичних кућа Србије/Atlas of Family housing in Serbia*. Београд: Архитектонски факултет Универзитета у Београду и GIZ (двојезично издање).
29. Јовановић Поповић, М., Игњатовић, Д., Радивојевић, А., Рајчић, А., Ђукановић, Љ., Ђуковић-Игњатовић, Н., Недић, М. (2013b). *Национална типологија стамбених зграда Србије/National Typology of Residential Buildings in Serbia*. Београд: Архитектонски факултет Универзитета у Београду и GIZ (двојезично издање).
30. Јовановић Поповић, М., Игњатовић, Д., Радивојевић, А., Рајчић, А., Ђукановић, Љ., Ђуковић-Игњатовић, Н., Недић, М. (2013a). *Атлас вишепородичних зграда Србије/Atlas of Family housing in Serbia*. Београд: Архитектонски факултет Универзитета у Београду и GIZ (двојезично издање).
31. Јовановић-Поповић, М. (1991). *Zdravo stanovanje*. Biblioteka arhitektonika (sveska 7). Beograd: Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu.
32. Јовановић-Поповић, М. и др. (2003). *Енергетска оптимизација зграда у контексту одрживе архитектуре: Фаза 1: Анализа структуре грађевинског фонда*. Београд: Архитектонски факултет Универзитета у Београду.

33. Јовановић-Поповић, М. и др. (2005). *Енергетска оптимизација зграда у контексту одрживе архитектуре: Фаза 2: Могућности унапређења енергетских карактеристика грађевинског фонда*. Београд: Архитектонски факултет Универзитета у Београду.
34. Јосимовић, Е. (1860). *Грађанска архитектура и грађење путова*. Београд: У Књигопечатни Књажевства Србског.
35. *Jugoslavenska tehnička terminologija*. (1920). Грађа Одбора за југославенску техничку терминологију. (Св. I), Загреб: Удружење југославенских инжењера и архитекта.
36. Кадијевић, А. (2008). О соцреализму у београдској архитектури и његовим опречним тумачењима. У *Наслеђе* (9), стр. 75-88. Београд : Завод за заштиту споменика културе града Београда.
37. Калић, Д. (1982). Звучна заштита. У *Živković D. (Ur.), Arhitektonski priručnik* (стр. 234-269). Београд: Savez arhitekata Srbije.
38. Калић, Д. (1994). Пројектовање звучне заштите пливајућих подова. У *Dimitrijević R. (Ur.), Podovi u stambenim i javnim zgradama* (стр. 15-28). Београд: Institut IMS.
39. Којић В. (1934). Коси или равни кровови. У *Грађевински вјесник* (11), стр. 172. Загреб: Накладни конзорциј стручне литературе
40. Копривца, В. (1984) IMS таваница са плафонима од касетираних гипсаних плоча. У *Bilten IMS*, XI (1-2), стр.28. Београд: Institut за испитивање материјала SR Србије
41. Краставчевић, М. и Flašar А. (1984). Технологија грађења на објектима високogradње у београду. У *Izgradnja*, XXXVIII (11), стр. 147-162. Београд: Редакција Часописа “Izgradnja” Saveza грађевинских инжењера и техничара SR Србије, Saveza друштва архитеката Србије, Друштва за механику тла и fundирање Србије и Urbanističkog saveza Србије.
42. Крстић, А. (1995) *Osnove materijalizacije savremenih industrijalizovanih objekata*. Београд: Архитектонски Факултет Универзитета у Београду.
43. Крстић, П. (1979) *Архитектонске конструкције 1*. Београд: Научна књига.
44. Крстић, П. (1982) *Архитектонске конструкције 2*. Београд: Научна књига.
45. Крстић, В., Пajовић, Д. (1987). *Zakonodavstvo urbanizma, arhitekture, baštine, prostornog uređenja, čovjekove sredine*. Београд: Научна књига.
46. Кушевић, Р. (1930). *Југославија на техничком пољу 1919-1929* (репринт СИТС. 2007). Београд: Удружење југословенских инжењера и архитеката.
47. Lazović, Z. (1987). Najnoviji radovi arhitekata Instituta za ispitivanje materijala. У *Bilten Instituta IMS*, II (1), стр.39-67. Београд: Institut за испитивање материјала SR Србије.
48. Lefevre, L. (1900). *Architectural pottery*. London: Scott, Greenwood and Co.
49. Марјановић, Ј. (1974). Београд у народноослободилачкој борби и социјалистичкој револуцији 1941-1945. У Чубриловић, В. (Ур.). *Историја*

- Београда, књига 3: Двадесети век* (стр. 500-556). Београд: Српска академија наука и уметности, Одељење историјских наука: Просвета.
50. Medved, S. (2011). *Građevinska fizika*. Novi Pazar: Državni Univerzitet u Novom Pazaru.
51. Mijić, M. (2000). *Akustika u arhitekturi*. Beograd: Nauka.
52. Mijić, M. i Šumarac Pavlović, D (2012). Savremene evropske tendencije u oblasti zvučne zaštite-regulativa i praksa. U: *Zidane konstrukcije zgrada i tehnička regulativa-Savremena građevinska praksa u Srbiji i Evropi- zbornik radova*. (str. 145-167). Beograd: Udruženje Izgradnja i Građevinski fakultet.
53. Mijić, M., Šumarac Pavlović D., Todorović, D., Radivojević, A. (2012). Sound insulation between dwellings in existing housing stock in Serbia. In: *Proceedings of the Euronoise Prague* (pp.1254-1259).
54. Милутиновић, С. Д. (1894). *Наука о грађу*. Београд: Државна штампарија Краљевине Србије.
55. Минић, О. (1955). *У потрази за ликом Београда*. ГМГБ књига 2.
56. Мојовић, Ђ, Ћарнојевић, В. и Станковић, Џ. (2009). *Lokalna stambena politika: osnovne informacije i mogućnosti razvoja javne intervencije u oblasti stanovanja u gradovima Srbije*. Beograd: Program za urbani razvoj.
57. Недић, В. С. (1976). Урбанистичко уређење Београда од 1886. до 1914. године. У Тодоровић, Ј. (Ур.). *Годишњак града Београда: књ. XXIII*. (стр. 175-216). Београд : Музеј града Београда.
58. Несторовић, Б. (1973). Постакадемизам у архитектури Београда (1919-1941). У Стаменковић, Ј. (Ур.). *Годишњак града Београда: књ. XX*. (стр. 339-381). Београд : Музеј града Београда.
59. Несторовић, Б. (2006). *Архитектура Србије у XIX веку*. Београд: Art Press.
60. Несторовић, Н. (1927). *Грађевинске конструкције- ручна књига за техничаре и грађевинаре*. Београд: Државна штампарија Краљевина СХС.
61. Несторовић, Н. (1972). *Грађевине и архитекти у Београду прошлог столећа* (поновљено издање из 1937). Београд: Институт за архитектуру и урбанизам Србије.
62. Pejanović, S. (1968). Aktuelna problematika individualne stambene izgradnje. U *Izgradnja XXII* (5), str. 14-22. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
63. Petrović, B. (2010). Branko Žeželj novo poglavlje u našem građevinarstvu. U Popović, Z i Petrović, G. *Istraživanja, projekti i realizacije u graditeljstvu*, Међународни научно стручни skup Institut IMS. Novi Sad: Institut IMS.
64. Петровић Д. (2006). *Историја индустрије Београда: том 2*. Београд: Српско географско друштво.
65. Петровић, С. М. (1930). *Београд пре сто година*. Београд: Народна мисао.

66. Радивојевић, А. (2003). Искуства и правци развоја стандарда из области термичке заштите код нас и у свету. У Јовановић-Поповић, М. и др. *Енергетска оптимизација зграда у контексту одрживе архитектуре: Фаза I: Анализа структуре грађевинског фонда*. Београд: Архитектонски факултет Универзитета у Београду.
67. Radivojević, A. i Jovanović Popović M. (2013). Correlations between thermal and acoustic performances in residential buildings in the scope of building regulations in Serbia. U *Facta Universitatis*, 11 (2), str. 125 – 134. Niš: Univerzitet u Nišu.
68. Radojković, R. (1964). Neki aktuelni problemi našeg građevinarstva sa poslednjim osvrtom na izgradnju u trusnim područjima. U *Izgradnja*, XVIII (7), str. 1-8. Београд: Редакција Часописа “Израдња” Савеза грађевинских инжењера и техничара СР Србије, Савеза друштва архитеката Србије, Друштва за механику тла и фондације Србије и Урбанистичког савеза Србије
69. Радовановић, М. (1974) Демографски односи 1815-1914. У Чубриловић, В. (Ур.). *Историја Београда, књига 2: Деветнаести век* (стр. 267-298) Београд : Српска академија наука и уметности, Одељење историјских наука: Просвета.
70. Radović, D. i Milojev, V. (1978). Izgradnja stambenog objekta broj 5 u bloku 23, Novi Beograd. U *Izgradnja*, XXXII (12), str. 71-77. Београд: Редакција Часописа “Израдња” Савеза грађевинских инжењера и техничара СР Србије, Савеза друштва архитеката Србије, Друштва за механику тла и фондације Србије и Урбанистичког савеза Србије.
71. *Racionalna stambena izgradnja: domaći montažni sistemi stambene izgradnje*. (1967). Београд: Редакција Часописа “Израдња” Савеза грађевинских инжењера и техничара СР Србије, Савеза друштва архитеката Србије, Друштва за механику тла и фондације Србије и Урбанистичког савеза Србије.
72. Раш, Г. (2008). Светионик истока. У Ћоровић М. Љ. (Ур.). *Београд у деветнаестом веку* (стр. 61-115). Београд: Библиотека града Београда.
73. Ристановић, др В. С. (2009). *Нови Београд градитељски подухват века*. Београд: ИА Ксе-На.
74. Ристић, П. Љ. (2003). Британски путописци о Београду у другој половини 19. века. У Раденковић, Љ. (Ур.). *Београд у делима европских путописаца* (стр. 221-237). Београд: Балканолошки институт САНУ.
75. Ротер-Благојевић, М. (2006). *Стамбена архитектура Београда у 19. и почетком 20. века*. Београд: Архитектонски факултет Универзитета у Београду, Орион арт.
76. Roter Благоjević, M. (1998). Pojava prvih zakonskih propisa i standarda u oblasti građevinarstva u Srbiji tokom 19. i početkom 20. veka. U *Izgradnja* (5), str. 245-258. Београд: Редакција Часописа “Израдња” Савеза грађевинских

- inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
77. Službene vesti mart 1949 (1949). U *Izgradnja*, III (3), Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
 78. Sofronijević, G. (1978). Novi sistem za izgradnju stambenih objekata Dillon-Napred. U *Izgradnja*. XXXII (12), str. 30-35. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
 79. Stanković, Đ. (1973). Ventilisani krov na montažnim stambenim objektima tipa KSB Komgrap, U *Izgradnja*, XXVII (10), str.34-43. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
 80. Stanković S, (1987). *Termička svojstva prozora razmatrana kroz njegove osnovne funkcije*, Magistarski rad. Beograd: Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu.
 81. Stanković, S. (1994). *Zastori kao funkcionalni elementi prozora i njihov uticaj na oblikovanje fasada stambenih zgrada*. Doktorski rad. Beograd: Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu.
 82. Stefanović, V. (1967). Drvo i proizvodi od drveta kao građevinski materijal. U *Izgradnja* XXI (3), str. 36-38. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
 83. Стојановић, М., 1971 Aluminiјum u грађевинарству. U *Izgradnja* XXV (9), str. 45-52. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
 84. Стојановић, Д. (2009).Калдрма и асфалт. *Урбанизација и европеизација Београда 1890-1914*. Београд: Удружење за друштвену историју.
 85. Стојановић, С. (1912). *Српски Неимар : опис грађевинских радова и израда са сликама*. Београд: (б.и).
 86. Trbojević, R. (1982). Stambena prefabrikovana izgradnja u Beogradu. U Živković D. (Ur.) *Arhitektonski priručnik*. str. 78-123. Beograd: Savez Arhitekata Srbije i RO "Beograd Biro" Mladenovac.
 87. Tomljenović, A. (1938). Savremena toplinska izolacija. U *Građevinski vjesnik* (10), str. 156. Zagreb: Nakladni konzorcij stručne literature.

88. Uzelac, J. i Kržić, Z. (1978). Projektovanje i izgradnja stambenog naselja Banjica II. U *Izgradnja*, XXXII (12), str. 95-102. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
89. Фурунцић, Б. (1964-1965) Грађевинска делатност Београда у периоду од 1944. до 1964. године. У Узелац, М. (Ур.). *Годишњак града Београда: књ. XI-XII* (стр. 99-129). Београд: Београд-Прес.
90. Херенда, А. Б. (1933). Колико и како се зидало у Београду од 1919. год. до данас. У Видаковић, Ж. С. (Ур.). *Београдске опитинске новине: часопис за комунално-социјални, привредни и културни живот Београда*, стр. 403. Београд: Општина Београдска.
91. Čučaković, B. (1984). Analiza sistema Rad-Balency, početak stvaranja domaćeg otvorenog industrijskog sistema gradjenja. U *Izgradnja*, XXXVIII (7), str.12. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
92. Šelken, D. (1973). Krupnopanelni sistem stambenih objekata GK Komgrap. U *Izgradnja*, XXVII (9), str.29-44. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
93. Graditeljstvo u petogodišnjem planu (1947). U *Arhitektura*, br 1-2. Zagreb: Savez arhitekata Hrvatske.

КОРИШЋЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. Андрић, Н., Антић, Р., Веселиновић Р., Ђурић-Замоло, Д. (1967). *Београд у XIX веку*. Београд: Музеј града Београда.
2. Веšlić, Р. (1962). Montažni sistem izgradnje stambenih objekata na Novom Beogradu. U *Izgradnja*, XVI (12), str. 29-32. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
3. Богавац, Т. (1991). *Становништво Београда 1918-1991*. Београд: БИГЗ, Српска књижевна задруга, Музеј града Београда.
4. Vogunović, S. G. (2005). *Arhitektonska enciklopedija Beograda XIX i XX veka I*. Beograd: Beogradska knjiga.
5. Bruckmayer, F. (1962). *Schalltechnik im hochbau*. Wien: Franz Deuticke.
6. Вујовић, Б. (1994). *Београд у прошлости и садашњости*. Београд: Драганић.

7. Velisavljević, B. (1978). Projektovanje i izgradnja solitera na Banjici I. U *Izgradnja*, XXXII (12), стр. 87-94. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
8. Vrbić, S. (1972). Izgradnja tri 28-spratna solitera u naselju Konjarnik u Beogradu. U *Izgradnja*, XXVI (12), стр. 69-75. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
9. Vuković, P. (Ur.). (1983). *Montažni građevinski objekti*. Beograd: Ekonomika.
10. Dančević, D. (1970). *Arhitektonske konstrukcije – knjiga 1*. Niš: Institut za dokumentaciju zaštite na radu – Niš.
11. Dančević, D. (1970). *Arhitektonske konstrukcije – knjiga 2*. Niš: Institut za dokumentaciju zaštite na radu – Niš.
12. Dančević, D. (1974). *Arhitektonske konstrukcije – knjiga 3*. Niš: Institut za dokumentaciju zaštite na radu – Niš.
13. Dančević, D. (1974). *Arhitektonske konstrukcije – knjiga 4*. Niš: Institut za dokumentaciju zaštite na radu – Niš.
14. Dančević, D., Erić H. (1975). *Arhitektonske konstrukcije – knjiga 5*. Niš: Institut za dokumentaciju zaštite na radu – Niš.
15. Đoković, M. (1978). Izgradnja stambenog bloka 22 u Novom Beogradu. U *Izgradnja*, XXXII (12), str. 62-70. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
16. Đoković, M. (1978). Primena sistema IMS na izgradnji objekata. U *Izgradnja*, XXXII (12), str. 15-29. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
17. Ђоковић, М. (Ур.). (2004). *Грађевинарство Србије на почетку 21. века*. Београд: Савез грађевинских инжењера и техничара Србије.
18. Гордић, Г. (1966). *Архитектонско наслеђе града Београда I*. Београд: Завод за заштиту споменика културе града Београда.
19. Грађевинско предузеће Београд (1948). Међуспратна конструкција по систему Авраменко, У *Грађевински билтен*. Београд: Министарство грађевина НР Србије.
20. Ђорђевић, Р. Т. (1946). *Србија пре сто година*. Београд: Просвета.
21. Ђурић-Замоло, Д. (1981). *Градитељи Београда 1815-1914*. Београд: Музеј града Београда.
22. Žegarac, B. (1989). *Tehnika građenja i evolucija zamisli o organizaciji stanovanja u gradu*. Biblioteka arhitektonika: Unapređenje stanovanja i

- stambenih sadržaja – 1987-1989.god (sveska 2). Beograd: Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu.
23. *Izgradnja* (1957). Beograd: Časopis "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije i Saveza društava arhitekata Srbije.
 24. Izveštaj Republičke stručne komisije o pregledu i oceni montažnih sistema stambene izgradnje u SR Srbiji. (1967). U *Izgradnja: Domaći montažni sistemi stambene izgradnje*, str. 185-190. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
 25. Janković, B., Karadžić B., Stjepanović, A. (1972). Prikaz blokova 22 i 23 u Novom Beogradu. U *Izgradnja*, XXVI (8), str. 5-17. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
 26. Jarić, M. (1963). Stambena izgradnja u novim uslovima. U *Izgradnja - specijalni broj Savetovanje o racionalnoj stambenoj izgradnji*, str. 5. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
 27. Jarić, M. (1964). Specijalizacija, kooperacija i udruživanje u građevinarstvu. U *Izgradnja*, XVIII (5), str. 41-47. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
 28. Jarić, M. (1983). Osvrt na stambenu izgradnju. U *Izgradnja*, XXXVII (2), str. 1-2. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
 29. Jarić, M. (Ur.). (1987). *40 godina građevinarstva socijalističke republike Srbije*. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
 30. Jarić, M. (1989). Građevinarstvo na pragu 1989. godine. U *Izgradnja*, XLIII (1), str. 5-8. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
 31. Jojić, A. (1981). Aktuelni problemi građevinarstva. U *Izgradnja*, XXXV (3), str 3-7. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.

32. Jojić, A., i Jarić, M. (1983). Građevinarstvo i stabilizacija. U *Izgradnja*, XXXVII (2), str. 3-8. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
33. Konevski, T. (1973). *Ekonomika građevinarstva Jugoslavije*. Beograd: Službeni list SFRJ.
34. Kohout, J., Tobek A. (1921). *Konstruktivni stavitelstvi- zednictvi*. Prag: Jaromeri.
35. Krastavčević, M. (1990). Analiza uticaja serijskog građenja objekata na ekonomičnost i dužinu građenja. U *Izgradnja*, XLIV (8), str. 23-25. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
36. Krstić, A. (2003) *Raznovrsnost materijalizacije arhitektonskih struktura*. Beograd: Arhitektonski Fakultet Universiteta u Beogradu
37. Kurtović, H. (1983). Zaštita od buke u stambenim zgradama i sličnim objektima. U Đorđević B. (Ur), *Arhitektonski priručnik* (str. 194-219). Beograd: Savez arhitekata Srbije.
38. Mardaljevic, J., Andersen, M., Roy, N. and Christoffersen, J. *Daylighting metrics for residential buildings*. Preuzeto 13. oktobra, 2014., sa http://infoscience.epfl.ch/record/166212/files/MardaljevicAndersenetal_CIE27th session-DaylightingMetricsforResidentialBuildings_1.pdf
39. Marinić, I. (1989). Razvoj građevinarstva u Jugoslaviji u periodu 1975-1986. godine. U *Izgradnja*, XLIII (7), str. 26-31. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
40. Марковић А., (Ур). (1967). *Izgradnja: Домаћи монтажни системи стамбене изградње*. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
41. Marušić, D. (1976). Stambeno naselje Bežanija (blokovi 61-64) u Novom Beogradu. U *Izgradnja*, XXX (12), str. 33-44. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
42. Marušić, D., Tepavčević M. i Stojanović T. (1978). Izgradnja stambenog naselja Cerak-Vinogradi. U *Izgradnja*, XXXII (12), str. 36-50. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije,

- Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
43. Међуспратна конструкција по систему Авраменко (1948). У *Грађевински билтен*, II (1), стр 27. Београд: Грађевинско предузеће Београд.
 44. Месанов, D. (2008). *Stambena arhitektura Beograda 1947-1967*. Београд: Zadužbina Andrejević.
 45. Минић, О. (1955). У *потрази за ликом Београда*. ГМГБ књига 2.
 46. Mitrović, M. (1978). Stiropor neće biti skinut. У *Izgradnja*, XXXII (1), str. 53. Београд: Редакција Часописа “Izgradnja” Saveza грађевинских инжењера и техничара SR Србије, Saveza друштava архитеката Србије, Друштва за механику тла и fundiranje Србије и Urbanističkog saveza Србије.
 47. Nikolić, D. M. (1981). Usmerena stambena izgradnja i тржиште станова. У *Izgradnja*, XXXV (4), str. 3-8. Београд: Редакција Часописа “Izgradnja” Saveza грађевинских инжењера и техничара SR Србије, Saveza друштava архитеката Србије, Друштва за механику тла и fundiranje Србије и Urbanističkog saveza Србије
 48. Pavlović, M. (1982). *Modulacija arhitektonskog projektovanja; prefabrikacija stanogradnje*. Београд: Грађевинска књига.
 49. Пауновић, М. (1971). *Београд кроз векове*. Београд: НУ Светозар Марковић.
 50. Петровић, Д., Козобарић, З., Јовановић, М., Јеремић, Н. (архивску грађу прикупили и исписали). (1966). *Класицизам код Срба, књ.2, Грађевинарство*. Београд: Просвета.
 51. Petrović, D. (1978). Oblaganje spoljnih zidova stiroporom kao sistem toplotne zaštite. У *Izgradnja*, XXXII (5), str. 38-40. Београд: Редакција Часописа “Izgradnja” Saveza грађевинских инжењера и техничара SR Србије, Saveza друштava архитеката Србије, Друштва за механику тла и fundiranje Србије и Urbanističkog saveza Србије.
 52. Petrović, P. i Jarolimek, M. (1972). Neka iskustva o primeni keramzit betona za nenoseće spoljne i unutrašnje zidove u montažnom skeletnom sistemu IMS. У *Izgradnja*, XXVI, str. 30-38. Београд: Редакција Часописа “Izgradnja” Saveza грађевинских инжењера и техничара SR Србије, Saveza друштava архитеката Србије, Друштва за механику тла и fundiranje Србије и Urbanističkog saveza Србије.
 53. Planić, S. (Ur.). (1932). *Problemi savremene arhitekture*. Загреб: Jugoslavenska štampa.
 54. Primena sistema Ims u izgradnji Novog Beograda. (1985). У *Izgradnja*, XXXIX (9), str. 39-47. Београд: Редакција Часописа “Izgradnja” Saveza грађевинских инжењера и техничара SR Србије, Saveza друштava архитеката Србије, Друштва за механику тла и fundiranje Србије и Urbanističkog saveza Србије.

55. Секулић, Ј. и Шкаламера Ж. (1966). *Архитектонско наслеђе града Београда: књига II*. Београд: Завод за заштиту споменика културе града Београда.
56. Szokolay, S. (2008). *Introduction to Architectural Science the basis of sustainable design*. London: Elsevier, Architectural Press.
57. Simić, Z. (1978). Izgradnja bloka 21 u Novom Beogradu. U *Izgradnja*, XXXII (12), str 51-57. Beograd: Redakcija Časopisa “Izgradnja” Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
58. Stanojević, A. i Rajčić M. (1978). Izgradnja blokova 45 i 70 u Novom Beogradu. U *Izgradnja*, XXXII (12), str. 78-82. Beograd: Redakcija Časopisa “Izgradnja” Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
59. Stjepanović, A. i Jovanović B. (1976). Stambeni blokovi 22 i 23 u Novom beogradu. U *Izgradnja*, XXX (12), str. 3-13. Beograd: Redakcija Časopisa “Izgradnja” Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
60. Stjepanović, A. i Vukićević-Sarap, A. (1976). Izgradnja naselja Banjica. U *Izgradnja*, XXX (12), str. 17-32. Beograd: Redakcija Časopisa “Izgradnja” Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
61. Schumann, J., et.al (2013). *Tips for Daylighting with Windows: The Integrated Approach, 2ndEdition*. Preuzeto 13. oktobra, 2014., sa <https://windows.lbl.gov/daylighting/designguide/designguide.html>
62. *Tehničar: građevinski priručnik 1-3*. (1954-1960). Beograd: Građevinska knjiga.
63. Todorović, M., Bogner M., Denić H. (2012.) *O izolaciji*. Beograd: ETA,
64. Trbojević, R. (1975). *Analiza arhitektonskih karakteristika prefabrikovanih sistema (fleksibilnost)*. Beograd: Arhitektonski fakultet, Poslediplomske studije kurs-stanovanje.
65. Trbojević, R. (1975). *Stambena prefabrikovana izgradnja u Beogradu*. Beograd: Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu.
66. Ćirković, V. (1972). Visoke stambene zgrade u naselju Konjarnik u Beogradu. U *Izgradnja* XXVI (12) str. 59-68. Beograd: Redakcija Časopisa “Izgradnja” Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije
67. Fasold, W., Sonntag, E (1971). *Bauphysikalische Entwurfslehre* . Berlin: VEB Verlag fur Bauwesen.

68. Howard, E. (1898). *To-morrow: A Peaceful Path to Real Reform*. Reprinted, Cambridge: Cambridge University Press [2010].
69. CIBSE (1999). *Lighting Guide: Daylighting and window design*. London: Chartered Institution of Building Services Engineers CIBSE.
70. Cvijić, D. i Dragojević, J. (1978). Stambeno naselje u Bulevaru revolucije u Beogradu- blok I, II i III. U *Izgradnja*, XXXII (12), str. 83-86. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.
71. Čanak, M. (1970). Funkcionalni aspekti stambenih zgrada u sistemu IMS. U *Izgradnja*, XXIV (4), str. 9. Beograd: Redakcija Časopisa "Izgradnja" Saveza građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije, Saveza društava arhitekata Srbije, Društva za mehaniku tla i fundiranje Srbije i Urbanističkog saveza Srbije.

РЕГУЛАТИВА

1. *Генерални план Београда 2021* (2003). Београд: Скупштина града.
2. *Грађевински закон* (1931) Београд: Службене новине бр. 133-XLII
3. *Грађевински закон: са објашњењима и упутствима за рад општинских и управних власти, инжињера, архитекта, геометара, грађевинара-градитеља и власника земљишта и зграда* (1931). Београд: Планета.
4. *Грађевински закон са уредбама, прописима и нормама за његово извршење*. (1932). Београд: Издавачка књижарница Геце Кона.
5. *Грађевински Закон. Упутство за инжењере, грађевинаре, предузимаче и приватне сопственике зграда*. (1930). Београд: Народна мисао.
6. *Грађевински правилник за варош Београд*, (1897). Београд: Државна штампарија.
7. *Закон грађевински за варош Београд* (1896). Београд : Државна штампарија
8. *Закон о надзиђивању зграда и претварању заједничких просторија у станове* (1984). Београд: Службени гласник СРС (44/84).
9. *Закон о неважности правних прописа донетих пре 6. априла 1941. године и за време непријатељске окупације*, (1946). *Службени лист ФНРЈ*" (бр. 86/1946 и 105/1947)
1. *Закон о престанку важења Закона о надзиђивању зграда и претварању заједничких просторија у станове* (1994). Београд: Службени гласник СРС (46/94).
2. *Збирка закона из стамбене области* (1959). Београд: Београдски графички завод.
3. *Збирка одлука Народног одбора града Београда о стамбеној изградњи, Збирка прописа НР Србије бр.11.* (1958). Београд: Службени гласник НРС, (21/58). Народни одбор.

4. *Зборник закона и уредаба у Краљевини Србији издатих од 1. јануара 1896. до краја исте године.* (1899). Београд: Краљевско-српске државне штампарије
5. *Зборник закона и уредаба у Краљевини Србији издатих од 1. јануара 1900. до краја исте године.* (1903). Београд: Краљевско-српске државне штампарије.
6. *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED).* US Green Building Council.
7. *Методe прорачуна дифузије водене паре у зградама* JUS U.J5.520.
8. *Методe прорачуна карактеристика топлотне стабилности спољашњих грађевинских конструкција зграда за летње раздобље* JUS U.J5.530.
9. *Методe прорачуна коефицијената пролаза топлоте у зградама* JUS U.J5.510.
10. *Норме Бр. 44309-31 од 13. јануара 1932. године за опеку* (1932). Београд: Службене новине (бр. IX), Београд: Издавачка књижарница Геце Кона.
11. *Одлука о изменама и допунама одлуке о рационалном пројектовању и економичној изградњи стамбених зграда и станова.* (1961) Београд: Београдске новине (3/61), стр. 85.
12. *Одлука о рационалном пројектовању и економичној изградњи стамбених зграда и станова* (1958) Београд: Службени гласник НРС (21/58).
13. *Одлука о условима и техничким нормативима за пројектовање стамбених зграда и станова* (1983). Београд: Службени лист града Београда (32/IV/83 и 5/88).
14. *Општа упутства за израду уредбе о извођењу регулационог плана и грађевинског правилника* (1932). Службене новине (бр. 166-LXXIII).
15. *Основна уредба о генералном урбанистичком плану* (1949) Влада ФНРЈ
16. *Основне уредбе о грађењу* (1948). Влада ФНРЈ
17. *Основне уредбе о пројектовању* (1948). Влада ФНРЈ
18. Јосимовић, Е. (1867) *План регулације Београда у шанцу*
19. *Правилник о минималним техничким условима за изградњу станова* (1967). Београд: Службени лист СФРЈ (45/1967).
20. *Правилник о привременим техничким прописима за грађење у сеизмичким подручјима.* (1964). Београд: Службени лист СФРЈ (39/64)
21. *Правилник о техничким мерама и условима за звучну заштиту зграда* (1970). Београд: Службени лист СФРЈ (35/70)
22. *Правилник о техничким мерама и условима за изградњу стамбених објеката по систему модуларне координације мера* (1969). Београд: Службени лист СФРЈ (26/69)
23. *Правилник о техничким мерама и условима за проветравање у стамбеним зградама* (1970). Београд: Службени лист СФРЈ (35/70)

24. *Правилник о техничким нормативима и условима за проветравање у стамбеним зградама* (СФРЈ, 35/1970)
25. *Правилник о техничким мерама и условима за топлотну енергију у зградама* (1970). Београд: Службени лист СФРЈ (28/70)
26. *Правилник о техничким мерама и условима за топлотну заштиту зграда* (1970). Београд: Службени лист СФРЈ (35/70)
27. *Правилник о техничким нормативима за пројектовање и извођење завршних радова у грађевинарству* (1990). Београд: Службени лист СФРЈ (21/1990)
28. *Правилник о условима и нормативима за пројектовање стамбених зграда и станова* (2012). Београд: Службени гласник РС (58/2012).
29. *Правилника о техничким мерама и условима за проветравање у стамбеним зградама* (2011). Београд: Службени гласник РС (61/2011 и 3/2012).
30. *Правилник о енергетској ефикасности зграда* (2011). Београд: Службени гласник РС (61/2011).
31. *Препоруке за осветљење* (1974). Београд: Југословенски комитет за осветљење (ЈКО).
32. *Привремени стандарди Планске комисије НР Србије* (1949). НР Србија
33. *Привремени стандарди типова прозора и врата према обрасцима ГИС-1 и ГИС-2* (1947). Београд: Планска комисија НР Србије
34. *Ревизија закона о надзиђивању зграда и претварању заједничких просторија у станове* (1988). Београд: Службени гласник СРС (24/88)
35. *Standard DIN 4108* (1952).
36. *Standard JUS U.J5.600* (1980). Београд: Службени лист СФРЈ (3/80)
37. *Standard JUS U.J6.201, Akustika u građevinarstvu. Tehnički uslovi za projektovanje i građenje zgrada* (1982). Београд: Службени лист СФРЈ (14/82).
38. *Standard JUS U.J6.201, Akustika u građevinarstvu. Tehnički uslovi za projektovanje i građenje zgrada* (1989). Београд: Службени лист СФРЈ (67/89).
39. *Standard SRPS EN 12207* (2008). Београд: Службени гласник (68/08).
40. *Standard SRPS EN ISO 13789 : Toplotne performanse zgrada: transmisioni i ventilacioni koeficijenti prolaza toplote* (2013). Београд: Службени гласник (40/13)
41. *Standard SRPS EN 12354: Akustika u građevinarstvu-ocena zvučne zaštite zgrada na osnovu akustičkih performansi građevinskih elemenata* (2008). Београд: Службени гласник (104/8)
42. *Standard SRPS ISO 6242-3, Izražavanje zahteva korisnika - Deo 3: Akustički zahtevi* (1997). Београд: Службени гласник (53/97)

43. *Standard SRPS U.C9.100 (JUS U.C9.100 XI-1962): Dnevno i električno osvetljenje prostorija u zgradama* (1962). Beograd: Službeni list FNRJ (48/1962).
44. *Standard SRPS U.C9.100:1963 . Dnevno i električno osvetljenje prostorija u zgradama*, Beograd: Službeni glasnik 49/88
45. *Standard SRPS U.J5.530. Toplotna tehnika u građevinarstvu - Proračun faktora prigušenja i proračun kašnjenja oscilacija temperature kroz spoljašnje građevinske pregrade zgrada u letnjem razdoblju* (1997). Beograd: Službeni glasnik (29/73).
46. *Standard SRPS EN 12831: Sistemi grejanja u zgradama- metoda proračuna projektnog toplotnog opterećenja* (2012) Beograd: Službeni glasnik (80/12)
47. Указ о подизању зграда у појединим улицама града Београда по закону грађевинском за варош Београд, У *Зборник закона и уредаба у Краљевини Србији издатих од 1. јануара 1900. до краја исте године.* (1903). Београд: Краљевско-српске државне штампарије
48. *Упутства за пројектовање станова у модуларној координацији* (1961)
49. *Упутства о штедњи дефицитарних материјала: опеке и креча* (1949)
50. Упутство о типизацији прозора (1959). У *Београдске новине, службени орган града.* V (10), Београд : Народни одбор града.
51. *Уредба о грађевинској инспекцији* (1948). Влада ФНРЈ
52. *Уредба о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања I штетних ефеката буке и животnoj средини* (2012). Београд: Службени гласник РС(75/10).
53. *Услови и технички нормативи за пројектовање стамбених зграда и станова* (1973). Београд: Стручна штампа.

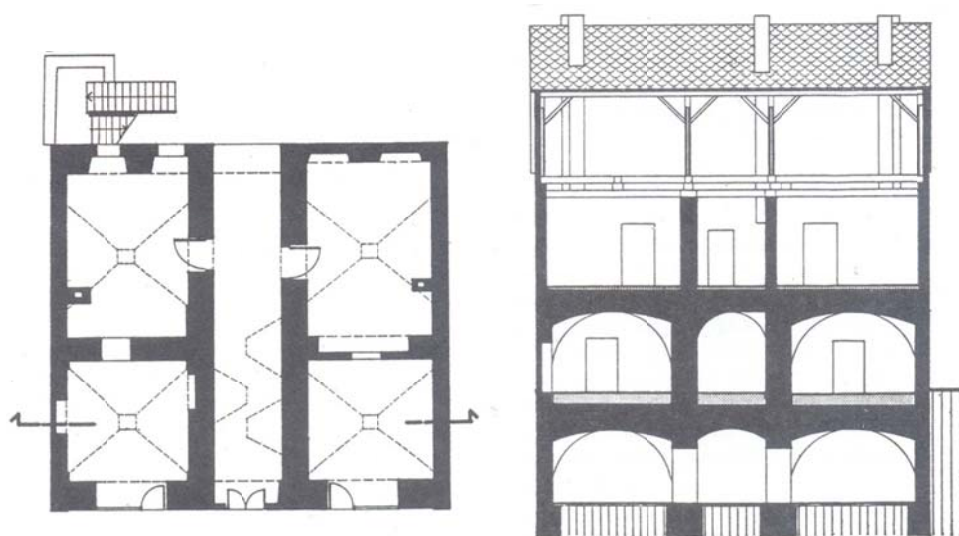
СТАТИСТИКА И ИЗВЕШТАЈИ

1. Попис становништва 2011. године
2. *Попис кућа и станова у Београду од 6. новембра 1906. године до 15. марта 1907. године*, који је спровела Комисија суда општине града Београда којим је руководио статистичар др Драгиша Ђурић.
3. Regular National Report on Housing Developments in European Countries. Department of the Environment, Heritage and Local Government. Dublin, 2004
4. Статистички годишњаци Београда.
5. *Упоредни преглед броја домаћинстава 1948-2011 и станова 1971-2011.* РЗЗС, Београд 2014.

ИНТЕРНЕТ

1. <http://www.cis.org.rs/sr/cms/o-cementu/nastanak-i-razvoj-cementne-industrije-srbije>
2. http://www.designed.rs/blog/goran_andelkovic/pakovanje_stana_kao_umetnicka_vestina Интервју Горана Анђелковића са архитектом Михаилом Чанком: Паковање стана као уметничка вештина

ПРИЛОЗИ - ИЛУСТРАЦИЈЕ



Слика 1. Основа и пресек куће у Душановој улици (Вујовић, 1986: 88)



Слика 2. Изглед куће у Душановој улици

(Извор:<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=406398&page=349>,
преузето 10.5.2015.)



Слика 3. Кућа у Грачаничкој улици
(Извор:http://beogradskonasledje.rs/kd/zavod/stari_grad/stara_kuca_na_varos_kariji.html, преузето 10.5.2015.)



Слика 4. Кућа у улици Стјепана Радића
(Извор:<http://commondatastorage.googleapis.com/static.panoramio.com/photos/original/18723620.jpg>, преузето 10.5.2015.)



Слика 5. Палата Анкер, саграђена 1899. године
(Извор:http://beogradskonasledje.rs/kd/zavod/stari_grad/palata_anker.html, преузето 10.5.2015.)



Слика 6. Раднички станови у Венизелосовој, архитекта Ј.Начић
(приватна колекција)



Слика 7. Пиштољ мала, 1927. године
(Извор: <http://www.vreme.com/cms/view.php?id=1018958>, преузето 10.5.2015.)



Слика 8. Раднички станови у улици Херцег Стјепана грађени 1922-1924.
(приватна колекција)



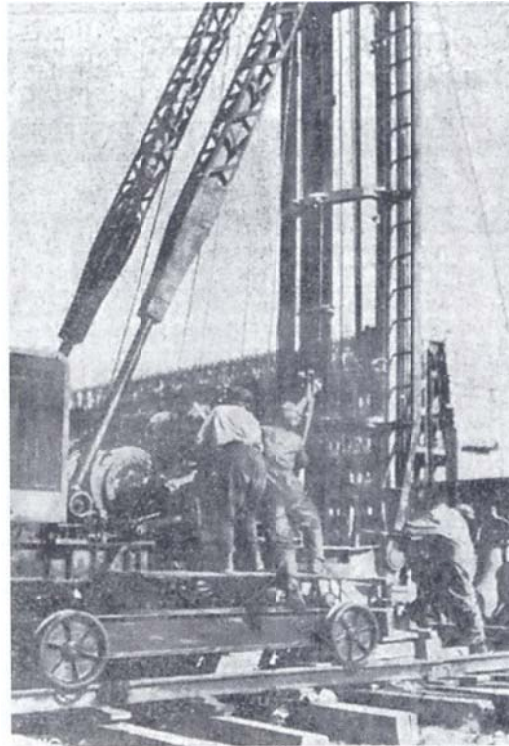
Слика 9. Фотографија на реклами за Терабону (Кушевић, 1930)



Слика 10. Реклама за фабрику Укод (Кушевић, 1930)



Слика 11. Павиљони на Тошином бунару (Ристановић, 2009: 314)



Слика 12. Побијање шипова, изградња новог Београда (Ристановић, 2009: 91)



Слика 13. Насеље Коњарник (Изградња, 11/1970: 21)



Слика 14. Насеље Браће Јерковић (Изградња, 5/1967: 49)

INPROS POSLOVNO UDRUŽENJE PROIZVOĐAČA ZA INDUSTRIJSKU PROIZVODNJU STANOVA I DRUGIH INVESTICIONIH OBJEKATA U ZEMLJI I INOSTRANSTVU — BEOGRAD

ČLANOVI UDRUŽENJA:

- G.P. „R A D“, Beograd
- KMG „TRUDBENIK“, Beograd
- G.P. „NAPRED“, Beograd
- OGP „7 JULI“, Beograd
- INSTITUT ZA ISPITIVANJE MATERIJALA SRS, Beograd
- G.P. „NEIMAR“, Beograd
- G.P. „NOVI BEOGRAD“, Beograd
- G.P. „RATKO MITROVIĆ“, Beograd

Poslovno udruženje INPROS je osnovano u prvoj polovini 1963. god.

Podstrek za udruživanje je dao Privredni plan grada Beograda i to onaj njegov deo, koji je govorio o stambenoj izgradnji. Planom su postavljeni zadaci. Otvorena je perspektiva izgradnje čitavih naselja. Radi racionalnije organizacije posla, trebalo je udružiti snage.

— Prvo naselje, na kome su se udruženi proizvođači našli na zajedničkom poslu je naselje „Braća Jerković“.

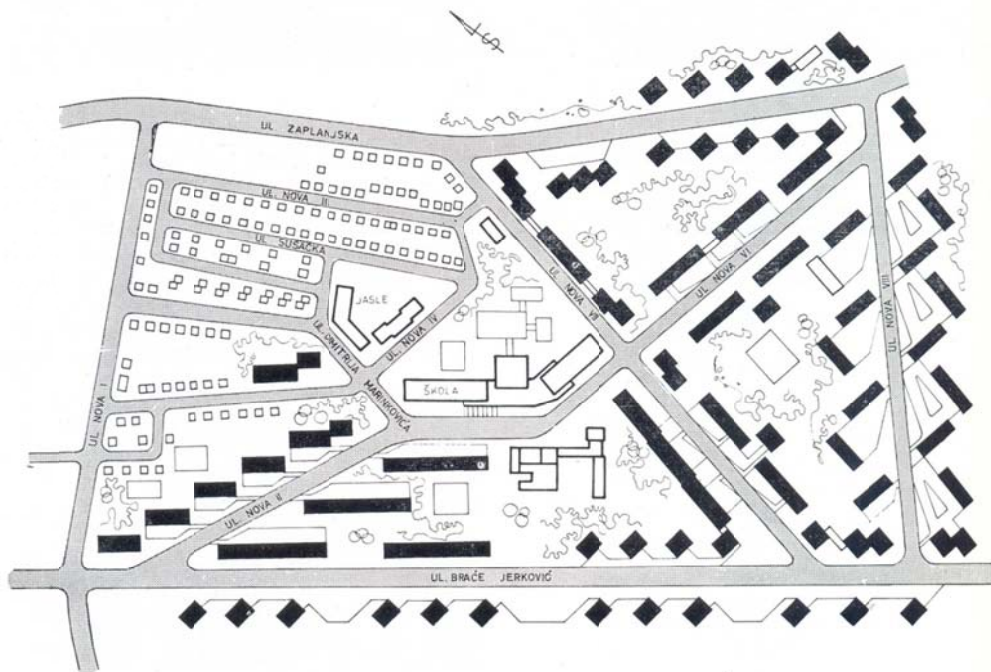
Naselje „Braća Jerković“ je predstavljalo prvi, ali za to veoma kompleksan zadatak, jer je proizvođačima predata neuređeno zemljište; trebalo je izprojek-

tovati i izgraditi ne samo 3.477 stanova, već i puteve u naselju, sve komunalne mreže, izvršiti raseljavanje zatečenih stanovnika kao i rešavanje imovinsko-pravnih odnosa.

Bez prethodnog iskustva prišlo se rešavanju zadatka. Teškoća je bilo mnogo. Još uvek se susreću, ali ipak, prvo naselje, sa 3.477 porodica, biće uskoro potpuno dovršeno. Do sada je useljeno 2.500 porodica.



Sl. 1 — Nekoliko objekata iz naselja „Braća Jerković“ u Beogradu



Situacioni plan br. 1 — Stambeno naselje „Braća Jerković“ — Beograd

Слика 15. Реклама удружења Инпрос (Изградња, 5/1967: 48)



Слика 16. Блокови на Новом Београду 61-63 (Изградња, 5/1983: 25)



Слика 17. Блок 19а Нови Београд (Изградња, 11/12/1983: 35)



Слика 18. Управа фондова, данашњи Народни музеј

(Извор: <http://www.narodnimuzej.rs/o-muzeju/prostori-narodnog-muzeja/narodni-muzej-u-beogradu-centralna-zgrada/?lng=lat>, преузето 10.5.2015.)

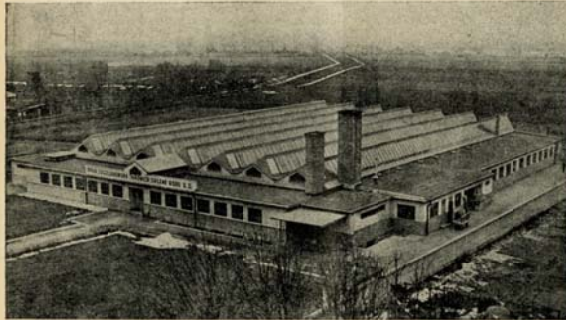


Слика 19. Зграда Београдске задруге

(Извор: <http://www.beobuild.rs/forum/viewtopic.php?f=23&t=993&start=200>, преузето 10.5.2015.)

HERAKLITH

LAKA GRAĐEVNA PLOČA, TEHNIČKI SAVRŠENA,
ZA POTPUNU IZOLACIJU I ZAŠTITU PROTIV VATRE



Prva jugoslavenska
Kaznica svilne robe
d. d. u Osijeku

Svi su stropovi izolirani Heraklith pločama. Upotrijebljeno je 2.800 m² x 5 cm Heraklith ploča. Za nastavnu izgradnju druge polovice ove tvornice naručeno je daljnjih 2.000 m² x 5 cm jakih Heraklith ploča.



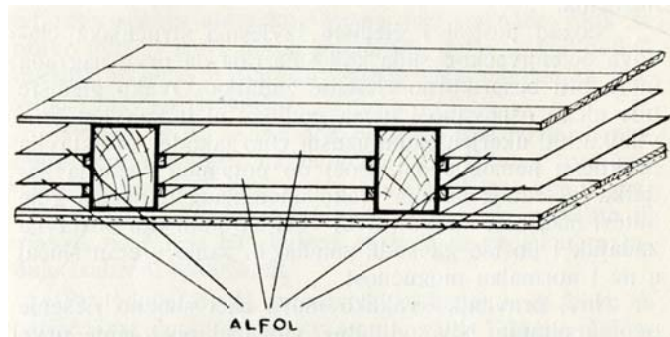
Tvorica Karton d. d.
Zagreb, Savska cesta

Izolacija betona Heraklith pločama debljine 2,5 cm.

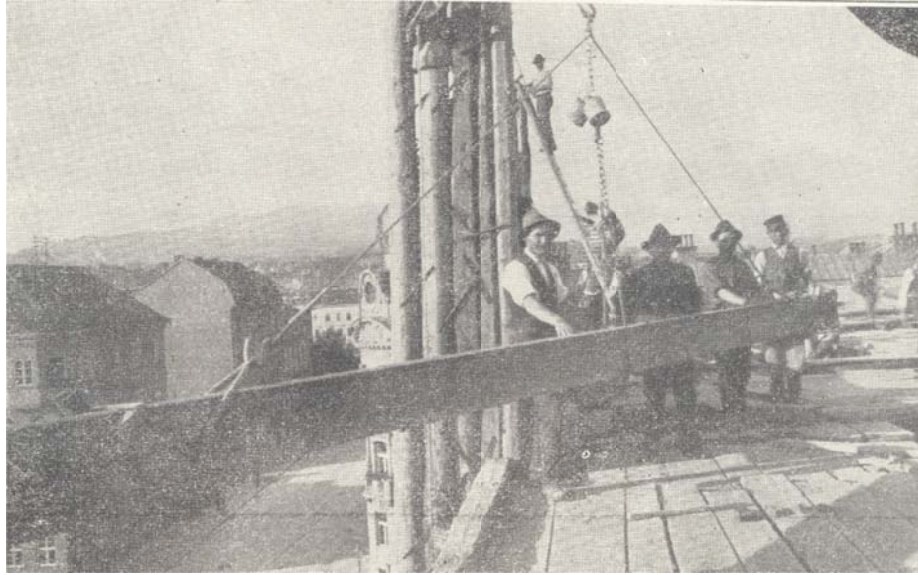
Konstruktivski crteži, preporuke, kao i ostale publikacije, dobivaju se kod ovih ovlaštenih Heraklith zastupnika:

Julio Deutsch, Zagreb, Miramarska cesta 20
„Material“ trg. dr. z. o. z. Ljubljana, Tyrseva cesta štev. 36
Schomann & Bauer, Novi Sad
„Ogrev“ — Beograd, Karadjordjeva 4

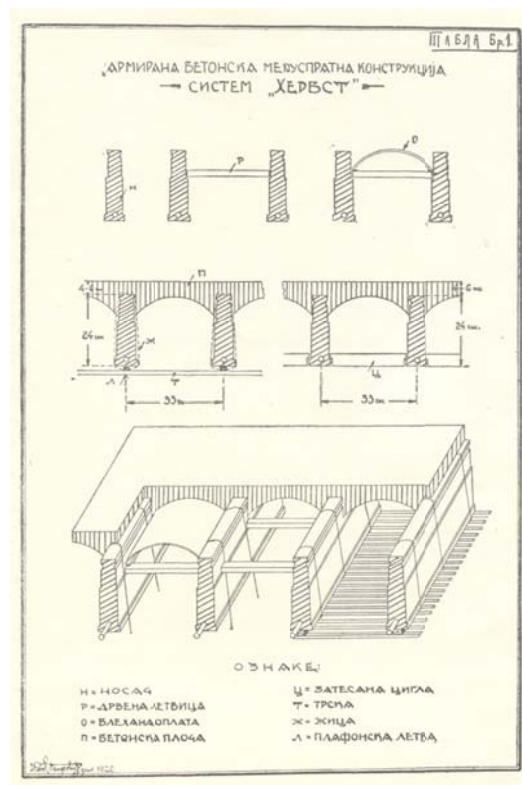
Слика 20. Реклама за Хераклит (Грађевински вјесник, 9/1933)



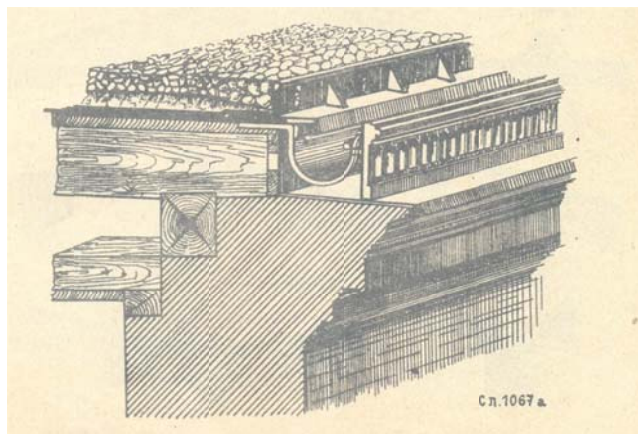
Слика 21. Изолација Алфол (Грађевински вјесник, 2/1941: 156)



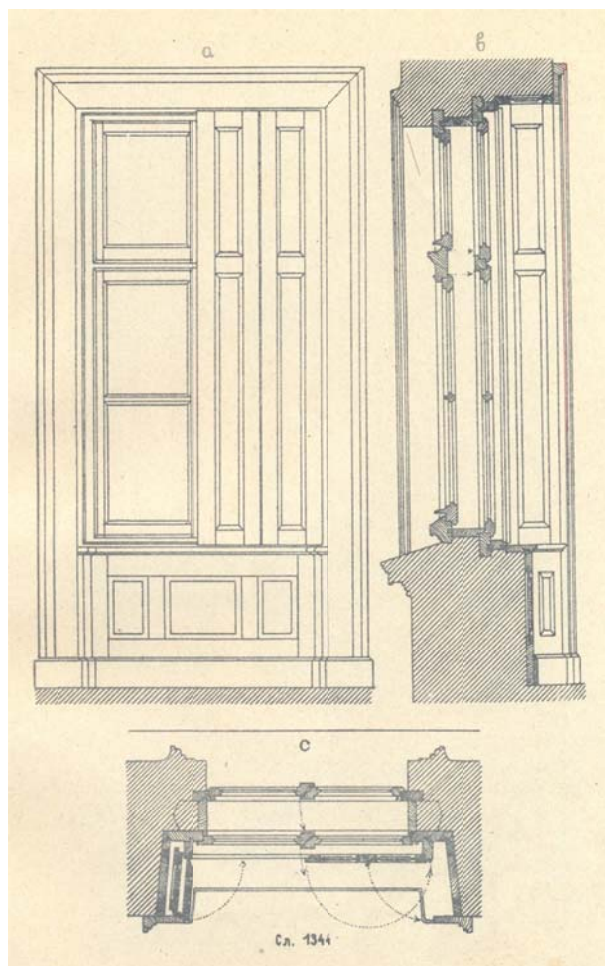
Слика 22. Монтажа Хербст таванице (Ацовић, 1926: табла 4)



Слика 23. Хербст таваница (Ацовић, 1926: табла 1)



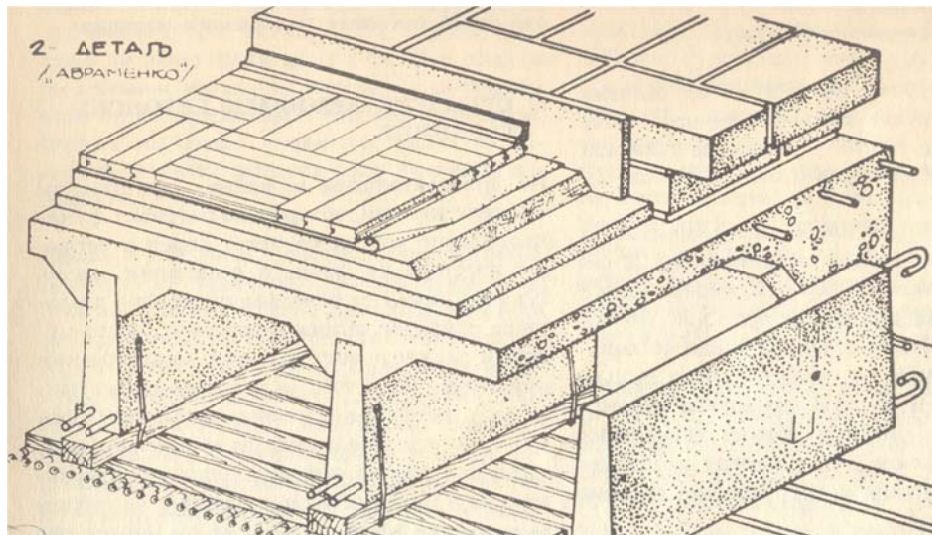
Слика 24. Раван кров, детаљ код венца (Несторовић, 1927:сл.1067а)



Слика 25. Двоструки прозор са капцима (Несторовић, 1927:сл.1344)



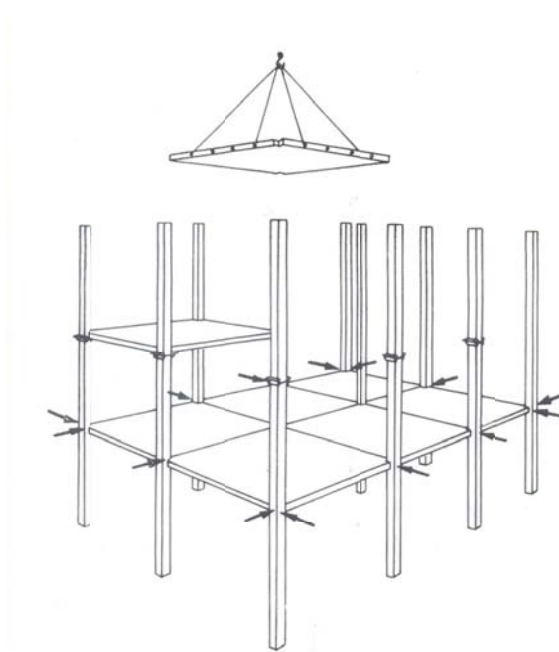
Слика 26. Зидање зидова на Павиљонима, Нови Београд (Ристановић, 2009: 274)



Слика 27. Таваница Авраменко (Крстић, 1982: 29)



Слика 28. Примена клизне опалубке на солитерима у Булевару револуције
(Изградња, 11/1984: 149)



Слика 29. Систем ИМС, монтажа елемената (ИМС, 1968: 223)



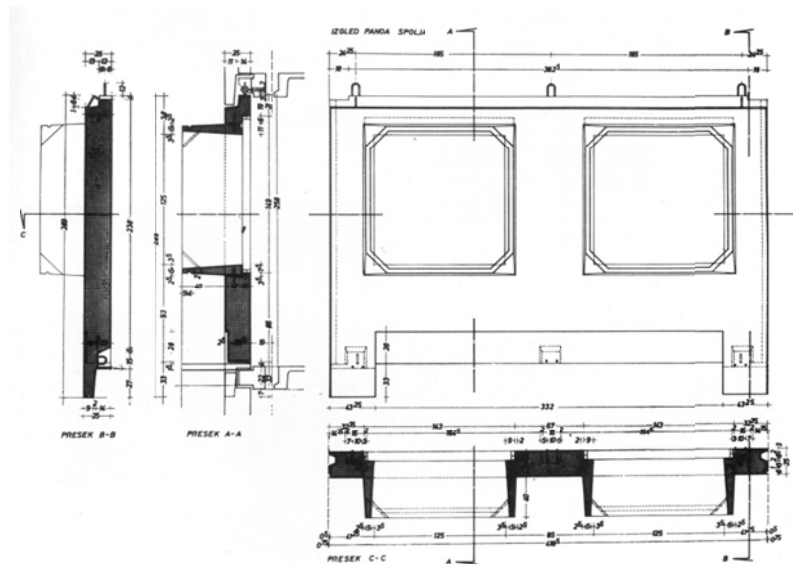
Слика 30. Изградња Новог Београда у ИМС систему (ИМС, 1968: 230)



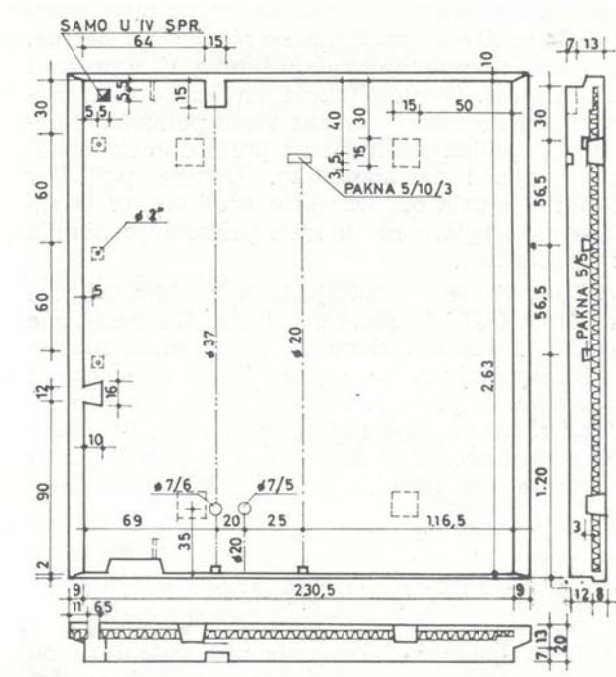
Слика 31. Метални калупи за ИМС таваницу (ИМС, 1968: 230)



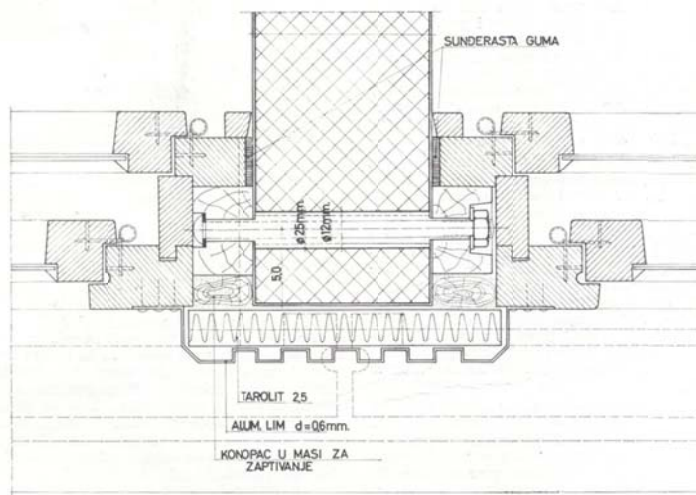
Слика 32. Зграда у блоку 28, грађена у ИМС (Изградња, 4/1970:145)



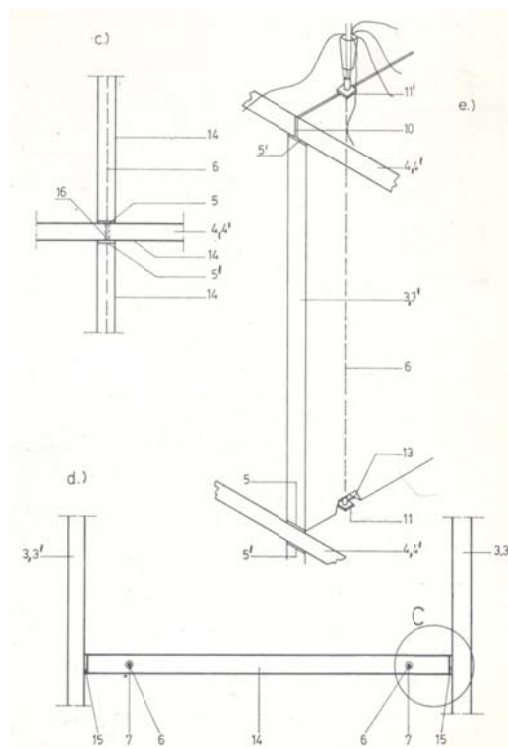
Слика 33. Фасадни панел у блоку 28 (Изградња, 4/1970:143)



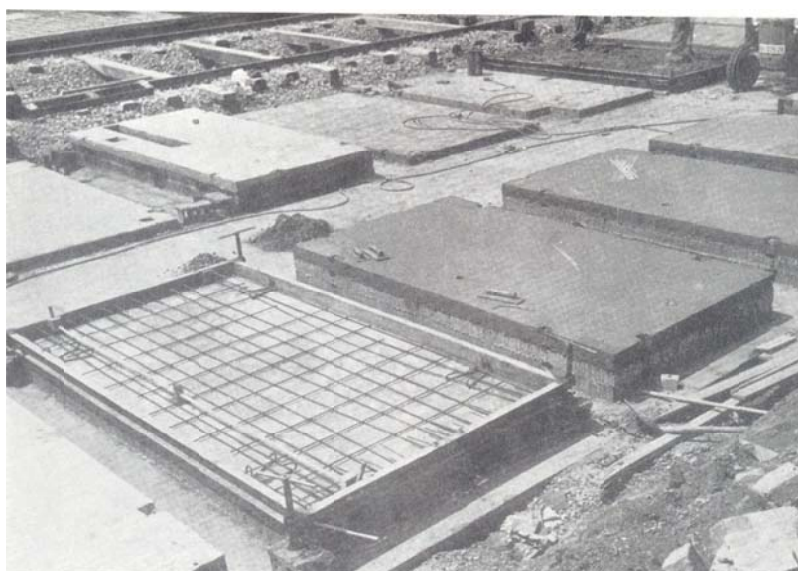
Слика 34. Систем Неимар, монтажни панел (Марковић, 1967: 77)



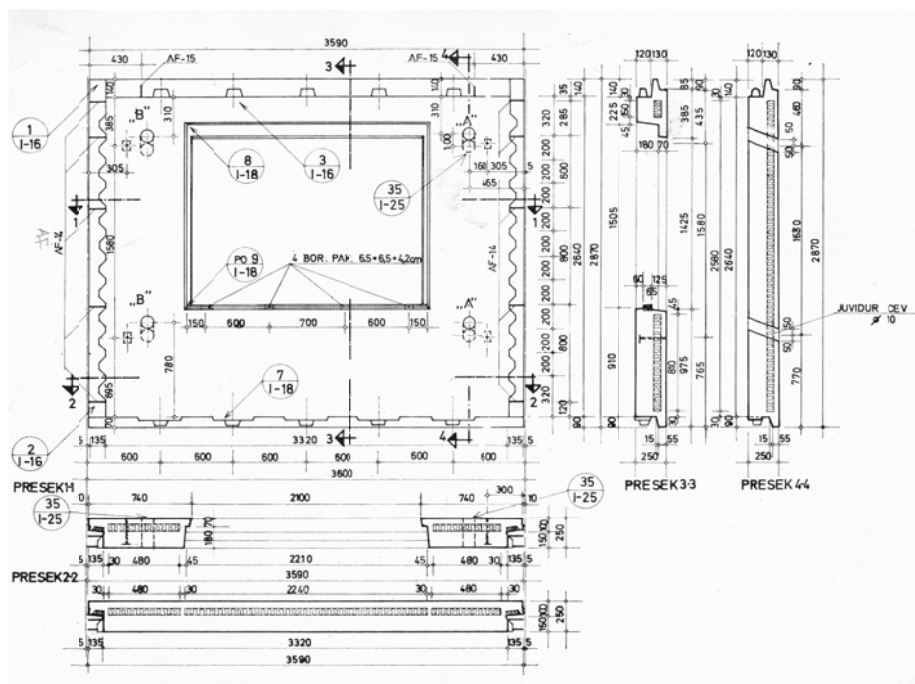
Слика 35. Детаљ везе на споју зида и прозора (Марковић, 1967: 78)



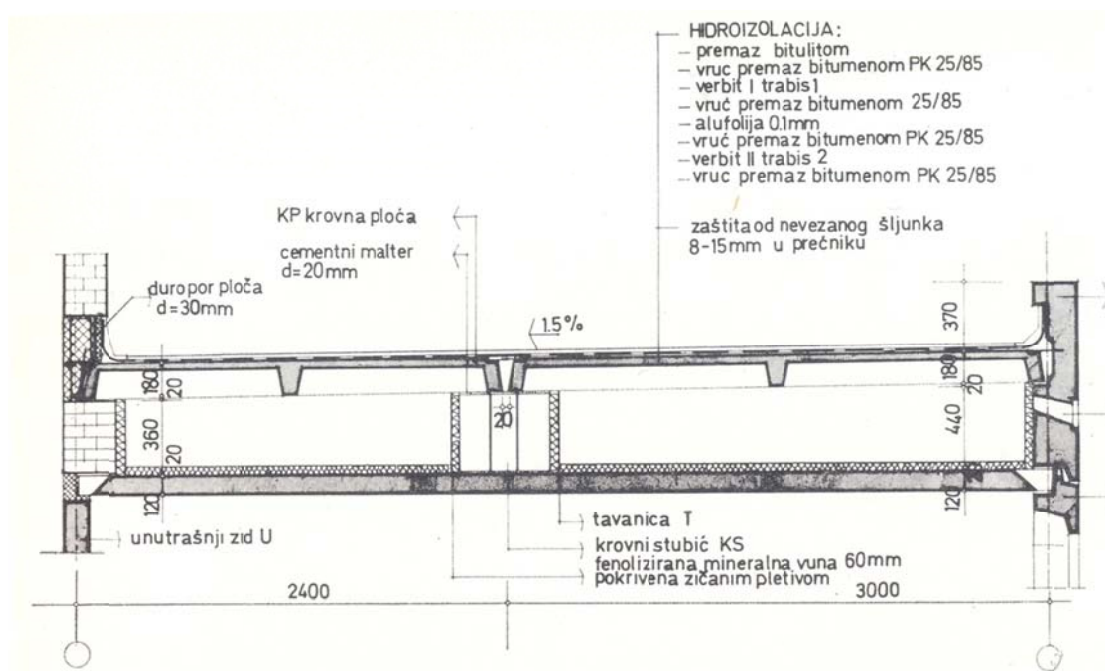
Слика 36. Систем Трудбеник (Изградња: 8/1973:17)



Слика 37. Ливење таваница у систему Трудбеник (Марковић, 1967: 92)



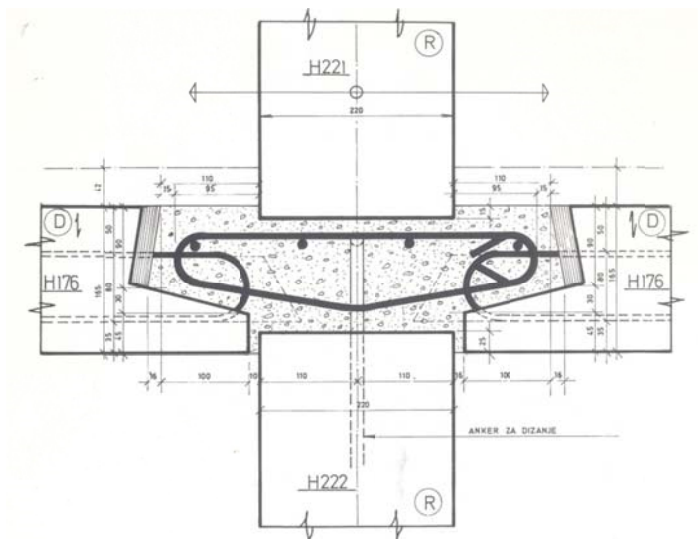
Слика 38. Систем Комграф КСБ (Изградња: 9/1973:32)



Слика 39. Двоструки кров код система Комграф КСБ (Изградња: 10/1973:36)



Слика 40. Систем Рад-Баланси монтажа фасаде (Изградња: 2/1980:34)



Слика 41. Детаљ споја у систему Рад-Баланси (Изградња: 2/1980:36)

БИОГРАФИЈА

Љиљана Ђукановић је рођена 26.8.1963. године у Београду, где је завршила основну и средњу школу, стекавши звање техничара у високоградњи. Архитектонски факултет Универзитета у Београду уписала је 1982. године и дипломирала 1989. године са оценом 10 на дипломском раду (средња оцена 8,45). Током студија, од 1985. године, започиње са активним радом у пракси, а убрзо по дипломирању, од 1990. године, запошљава се у предузећу за пројектовање и инжењеринг “Валтехник” са седиштем у Београду, у звању пројектанта. Стручни испит положила је 1992. године и од тада ради као руководилац пројектног бироа.

Од 1994.године запослена је на Архитектонском факултету Универзитета у Београду, као асистент приправник, на предметима Архитектонске конструкције 1 и 2, 1997.године изабрана је у звање стручног сарадника, на истим предметима, а 2004.године у звање вишег стручног сарадника.

Школске 1993/1994.године уписала је последипломске магистарске студије на Архитектонском факултету Универзитета у Београду, курс: Архитектура, технологија и енергија. Магистарску тезу под називом: *Фасадне облоге од опекарских елемената у условима савремене градње и енергетске рационализације*, одбранила је 2008. и током исте године бива примљена у звање асистента на Департману за Архитектонске технологије, за ужу научну односно уметничку област *Архитектонске конструкције материјали и физика зграда*.

Године 2012. одобрен јој је рад на теми докторске дисертације под насловом: *Типологија и валоризација грађевинске структуре стамбених зграда Београда са становишта комфора становања*.

Током читаве своје професионалне каријере, бави се паралелно и научним, и стручно уметничким радом. Учествује у националним и међународним научно-истраживачким пројектима. Као коаутор и као члан ауторског тима публикује више капиталних монографских издања и објављује бројне научне радове на конференцијама у земљи и свету. Поседује знање енглеског и руског језика.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а: мр Љиљана С. Ђукановић

број уписа

Изјављујем

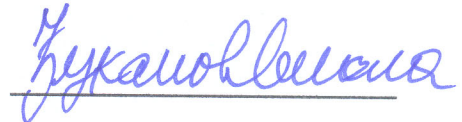
да је докторска дисертација под насловом

Типологија и валоризација грађевинске структуре стамбених зграда Београда са становишта комфора становања

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 15.5.2015. године


Љукановић Лиљана

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: мр Љиљана С. Ђукановић

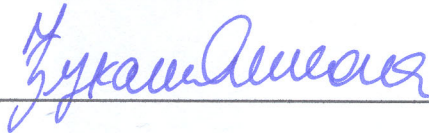
Број уписа

Студијски програм

Наслов рада: Типологија и валоризација грађевинске структуре стамбених
зграда Београда са становишта комфора становања

Ментор: Проф др Милица Јовановић Поповић

Потписани



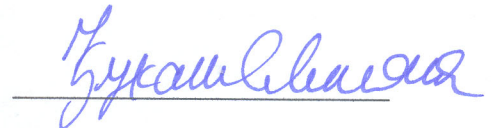
изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 15.5.2015.



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Типологија и валоризација грађевинске структуре стамбених зграда Београда са становишта комфора становања

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

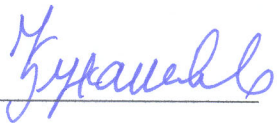
Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 15.5.2015.



1. Ауторство - Дозвољаваате 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. Дозвољаваате 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. Дозвољаваате 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. Дозвољаваате 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. Дозвољаваате 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. Дозвољаваате 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.