

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
АРХИТЕКТОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Драгица В. Арнаутовић Аксић

ПРИМЕНА ДРВЕТА У СТАМБЕНОЈ
АРХИТЕКТУРИ БОСНЕ И
ХЕРЦЕГОВИНЕ СА СТАНОВИШТА
ЕКОЛОШКЕ ИСПРАВНОСТИ ЗГРАДА

Докторска дисертација

Београд, 2016.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
АРХИТЕКТОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Драгица В. Арнаутовић Аксић

ПРИМЕНА ДРВЕТА У СТАМБЕНОЈ
АРХИТЕКТУРИ БОСНЕ И
ХЕРЦЕГОВИНЕ СА СТАНОВИШТА
ЕКОЛОШКЕ ИСПРАВНОСТИ ЗГРАДА

Докторска дисертација

Београд, 2016.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF ARCHITECTURE

Dragica V. Arnautović Aksić

APPLICATION OF WOOD IN
RESIDENTIAL ARCHITECTURE OF
BOSNIA AND HERZEGOVINA FROM THE
POINTVIEW OF ENVIRONMENTAL
SAFETY OF BUILDINGS

Doctoral Disseration

Belgrade, 2016.

Ментор:

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

Чланови комисије:

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

Др Милица Јовановић Поповић, редовни професор
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

Др Јелена Ивановић Шекуларац, ванредни професор
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

Др Милан Јајић, редовни професор
Универзитет у Београду, Шумарски факултет

Датум одбране докторске дисертације:

ПРИМЕНА ДРВЕТА У СТАМБЕНОЈ АРХИТЕКТУРИ БОСНЕ И ХЕРЦЕГОВИНЕ СА СТАНОВИШТА ЕКОЛОШКЕ ИСПРАВНОСТИ ЗГРАДА

Резиме:

Основна сврха истраживања спроведеног у докторској дисертацији јесте да се изврши вредновање утицаја примене дрвета на еколошку исправност стамбених зграда у Босни и Херцеговини. Научно истраживање доказало је да постоји директна повезаност између примене дрвета и еколошке исправности стамбених зграда.

У циљу оцењивања формиран је алгоритам на основу којег је вршено вредновање. На почетку целог процеса одабран је референтни тип стамбене зграде са варијантним референтним типовима који ће бити предмет вредновања.

Као основни референтни тип одређена је типична породична кућа која се гради у Босни и Херцеговини, и на основу ње формирана су додатна три варијантна референтна типа, који ће бити предмет оцењивања. Референтни тип Т представља типична породична зграда са елементима структуре који се примењују у класичном масивном систему грађења, а варијантни референтни тип Т_Е представља еколошки напреднија варијанта, такође масивног система, са већом применом дрвета. Варијантни референтни типови Т_Р и Т_С формиран су од елемената структуре са применом дрвета у њиховој конструкцији, Т_Р представља зграда са лаким панелним елементима зидова и међуспратних таваница, а Т_С зграда са носивим елементима од CLT плоча.

Оцењивање је проведено поступком вредновања појединачних елемената, а затим целе зграде применом софтвера есо2soft, који је одабран пошто у Босни и Херцеговини не постоје модели и алати који би се користили за процес оцењивања. Поступак вредновања обављен је у два обухвата: прво је вреднован термички омотач зграде (фаза BG0), а затим цела зграда (фаза BG3). Поступком вредновања дефинисана је фаза животног циклуса зграде за који се вредновање обавља, и то „од колевке до капије“ за фазу BG0, док су у фази BG3 укључени и утицаји услед одржавања. Временски период за који су вредновани утицаји одржавања је 100 година, али су уређена и вредновања у периодима од 25, 50 и 75

година како би се детаљније оценили утицаји који настају услед одржавања елемената зграда и њихова повезаност са примењеним материјалима.

Процес вредновања зграда и елемената њихове структуре доказао је да примена дрвета може да унапреди еколошку исправност стамбених зграда, превасходно намењених породичном становању, али и да се одређени резултати могу примењивати и на све стамбене зграде.

Унапређење еколошке исправности стамбених зграда значи и смањивање негативних утицаја које зграде имају на животну средину и кориснике, било да је то узроковано производњом или кориштењем.

Вредновање утицаја примене дрвета на еколошку исправност стамбених зграда може значајно да утиче на повећање обима и начина примене дрвета, што би допринело и економском развоју.

Кључне речи: производи од дрвета, стамбене зграде, животни циклус зграда, еколошки индикатори, вредновање еколошких перформанси зграда

Научна област: Архитектура и урбанизам

УДК број: 674:728:502.1(497.6)(043.3)

APPLICATION OF WOOD IN RESIDENTIAL ARCHITECTURE IN BOSNIA AND HERZEGOVINA FROM THE POINTVIEW OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF BUILDINGS

Abstract:

The main purpose of the research conducted in the doctoral dissertation is to evaluate the impact the use of wood has on the ecological propriety of houses in Bosnia and Herzegovina. Scientific research proved that there is a direct connection between the mode and form of the use of wood and ecological propriety of houses.

To do the evaluation, an algorithm was formed, based on which the assessment was made. At the beginning of the whole process the reference housing type was selected along with variant reference types that will be subject to valuation.

A typical family house built in Bosnia and Herzegovina has been determined the main reference type, based on which additional three variant reference types were formed, to be subject to valuation. The reference type T constitutes the typical family house with the elements of structure used in classical mass building system, whereas the reference type T_E represents the ecologically more advanced variant where wood is used to a somewhat larger extent. The variant reference types T_P and T_C are formed of structure elements where wood is used in their construction, thus T_P represents a building with Easy Panel elements used as wall elements and interfloor constructions, and T_C refers to a building with portable elements of CLT panels.

The assessment was made by valuating certain elements, and thereby the whole building by applying the software eco2soft, selected as in Bosnia and Herzegovina there are no models or tools to be used for the valuation process. The valuation process was carried out in two phases: firstly, the thermal layer of the building was valuated (phase BG0), and then the whole building (phase BG3). The valuation process set definitions for the life cycle phase of a house for which the assessment is made, from „cradle to gate“ for the phase BG0, while the phase BG3 also included the impacts of maintenance. The time period for which maintenance impacts were valuated is 100 years, but valuations were also made in the periods of 25, 50 and 75 years so as to in

more detail assess the impacts made during the maintenance of house elements and their connection to the building materials used.

The process of valuating houses and elements of their structure proved that the use of wood may improve the ecological propriety of houses, primarily those intended for families, but likewise that certain results may also be applied on all houses.

Improvement of ecological propriety of houses means less negative impact of houses on the environment and the occupants, whether it be caused by production or use.

Evaluation of the impact the use of wood has on ecological propriety of houses may significantly affect the increase of volume and way in which wood is used, which will also contribute to the economic development.

Key words: wood products, houses, life cycle of buildings, ecological indicators, assessment of ecological house performances

Scientific field: Architecture and urbanism

UDK no. 674:728:502.1(497.6)(043.3)

ПОПИС ОЗНАКА, СКРАЋЕНИЦА И СИМБОЛА

AB	енгл. Apartment Block, срп. велике стамбене зграде
AP	енгл. Acidification Potential, срп. потенцијал закисељавања
BAS	скр. за Босанско-херцеговачки стандард
БД	Брчко Дистрикт
БиХ	Босна и Херцеговина
BREEAM	енгл. Building Research Establishment Environmental Assessment Method, срп. метод за процену утицаја на животну средину заснован на истраживањима
VOC	енгл. Volatile Organic Compounds, срп.испарљива органска једињења
ВСБ	велики стамбени блок
GIZ	нем. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, срп. Немачка организација за техничку сарадњу
GWP	енгл. Global Warming Potential, срп. потенцијал глобалног загревања
DGNB	нем. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, срп. Немачки савет за зелену градњу
ЕУ	Европска унија
EPD	енгл. Environmental Product Declaration, срп. еколошки сертификат производа
EPS	енгл. Expanded Polystyrene, срп. експандирани полистирен (стиропор)
ESCO	енгл. Energy Saving Company, срп. фирме које се баве енергетским уштедама
ЕТА	енгл. European Technical Approval, срп. европско техничко одобрење
ЗН	зграда у низу
ИВО	нем. Österreichisches Institut für Baubiologie und Ökologie, срп. Аустријски институт за биологију и екологију грађења
ИМС	Индустријски монтажни систем
ISO	енгл. International Organization for Standardization, срп. Међународна организација за стандардизацију
INC	енг. Initial National Communication, срп. Први национални извештај

IPCC	енг. International Panel on Climate Change, срп. Међународни панел за климатске промене
KVH	нем. Konstruktionvollholz, срп. конструкцијско масивно дрво
КН	кућа у низу
LEED	енгл. Leadership in Energy and Environmental Design, срп. лидерство у енергетском и еколошком пројектовању
LEnSE	енгл. Label for Environmental, Social and Economic Buildings, срп. ознаке за еколошке, социјално и економски погодне зграде
LVL	енг. Laminated Veneer Lumber, срп. ламелирано фурнирско дрво
LCA	енгл. Life Cycle Assessment, срп. оцена животног циклуса
LCI	енгл. Life Cycle Inventory Assessment, срп. инвентар животног циклуса
LCIA	енгл. Life Cycle Impact Assessment, срп. оцена утицаја животног циклуса
LCCA	енг. Life Cycle Cost Assessment, срп. оцене трошкова животног циклуса
MDF	енгл. Medium Density Board, срп. плоче средње густине
МЗ	мања зграда
МН	енгл. Multifamily House, срп. зграде за колективно становање
Н	небодер
NABERS	енг. the National Australian Built Environemtn Rating System, срп. аустралијски систем оцене изграђене животне средине
ODP	енг. Ozone Deplation Potential, срп. потенцијал оштећења озонског омотача
OSB	енг. Oriented Strand Board, срп. плоче са усмереним влакнима
PENTR	енг. Primary Energy Non-renewable Total Resources, срп. укупна примарна енергија из необновљивих извора
POCP	енг. Photochemical Oxygen Creation Potential, срп. потенцијал стварања фотохемијског озона
PVC	лат. Polyvinil chloride, срп. поливинил хлорид, врста пластике
REACH	енгл. Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, срп. Регистрација, оцењивање, дозволе и ограничавање хемикалија
РС	Република Српска

СК	слободностојећа кућа
САД	Сједињене Америчке Државе
SFH	енгл. Single Family House, срп. једнопородичне куће
TQB	енгл. Total Quality Building, срп. укупан квалитет зграде
ТМ	производи фабрике Тоза Марковић
ТН	енгл. Terraced House, срп. куће у низу
ФБиХ	Федерација Босне и Херцеговине
UNECE	енгл. the United Nations Economic Commission for Europe, срп. Економска комисија Уједињених нација за Европу
UNFCCC	енгл. United Nation Framework on Climate Change, срп. Оквирна конвенција о климатским променама Уједињених нација
FAO	енгл. Food and Agriculture Organization of the United Nations, срп. Организација Уједињених нација за храну и пољопривреду
Н	енгл. Highrise, срп. небодер
HQE	енгл. High Quality Environment, срп. висококвалитетна животна средина
CLT	енгл. Cross Laminated Timber, срп. унакрсно лепљено дрво
CFC	енгл. Chlorine Fluor Carbon , срп. хлорофлуороугљеници
CASBEE	енгл. Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency, срп. свеобухватни систем процене еколошке ефикасности зграда
TABULA	енгл. Typology Approach for B uilding Stock Energy Assessment, срп. Типолошки приступ енергетском оцењивању зграда

САДРЖАЈ РАДА

1	УВОД	1
1.1.	Проблем и предмет истраживања	1
1.2.	Научни циљ истраживања	9
1.3.	Задаци истраживања	9
1.4.	Радне (полазне) хипотезе	10
1.5.	Научне методе истраживања	11
1.6.	Научна оправданост истраживања	12
1.7.	Очекивани резултати и њихова практична примена	14
1.8.	Критички осврт на досадашња истраживања	15
2.	САВРЕМЕНИ НАЧИНИ ГРАЂЕЊА ДРВЕТОМ	17
2.1.	Дрвена грађа и производи на бази дрвета	17
2.2.	Конструктивни системи и начини грађења дрветом	23
3.	РЕЛЕВАНТНИ ПОДАЦИ ВЕЗАНИ ЗА ПРИМЕНУ ДРВЕТА У БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ	46
3.1.	Традиција грађења дрветом	46
3.2.	Постојећи стамбени фонд	54
3.2.1.	Карактеристике постојећег грађевинског фонда у односу на примењене материјале и технологије грађења	60
3.2.2.	Облици примене дрвета у постојећем стамбеном фонду	72
3.3.	Клима	74
3.4.	Шумско богатство	80
4.	ОДРЖИВА АРХИТЕКТУРА И МЕТОДОЛОГИЈА ЊЕНЕ ПРОЦЕНЕ	84
4.1.	Појам	84
4.2.	Основни еколошки аспекти примене дрвета	91

4.3.	Законска регулатива у домену еколошки исправне архитектуре	105
4.4.	Анализа индикатора еколошке исправности релевантних за примену дрвета у стамбеној архитектури	121
4.5.	Преглед и анализа постојећих моделâ и софтвера за процену еколошке исправности зграда	126
5.	ВАЛОРИЗАЦИЈА СТАМБЕНИХ ЗГРАДА	146
5.1.	Типологија стамбених зграда у односу на степен примене дрвета	148
5.2.	Избор референтних типова за процену	149
5.3.	Дефинисање методологије процене еколошке исправности зграда	156
5.4.	Дефинисање критеријума за процену еколошке исправности	161
6.	ВРЕДНОВАЊЕ, РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА	165
6.1.	Вредновање елемената структуре	165
6.1.1.	Вредновање фасадних зидова	166
6.1.2.	Вредновање кровних конструкција	170
6.1.3.	Вредновање међуспратних конструкција према негрејаном тавану	174
6.1.4.	Вредновање међуспратних конструкција	177
6.1.5.	Вредновање конструкција на тлу	181
6.1.6.	Вредновање преградних зидова	184
6.1.7.	Вредновање фасадне столарије – прозора	187
6.2.	Вредновање референтних типова зграда	189
6.2.1.	Вредновање топлотног омотача зграда	190
6.2.2.	Вредновање референтних зграда	192
6.3.	Резултати и дискусија	195
6.4.	Препоруке за пројектовање и извођење	201

7.	ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА	203
	ЛИТЕРАТУРА	209
	ПРИЛОЗИ	
1.	Преглед вреднованих елемената структуре зграда	230
2.	Преглед оцена вредновања елемената структуре	249
3.	Вредноване зграде – преглед елемената структуре	257
4.	Преглед резултата вредновања зграда	266
5.	Упитник А и Б – Првостепени и другостепени формулар	287
	ПОПИС СЛИКА, ДИЈАГРАМА И ТАБЕЛА	294
	БИОГРАФИЈА АУТОРА	304
	ИЗЈАВЕ АУТОРА	
	Изјава о ауторству	
	Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада	
	Изјава о кориштењу	

1. УВОД

1.1. ПРОБЛЕМ И ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА

1.1.1. Полазни ставови о предмету истраживања

Докторска дисертација заснована је на научном раду којим се врши процена утицаја примене дрвета на еколошку исправност стамбених зграда у Босни и Херцеговини. Зграде су одговорне за око 50% утрошка сировина за њихову изградњу, а скоро исто толико и за емисије штетних гасова стаклене баште, који узрокују деградацију животне средине [27, 218].

Један од основних постулата еколошки исправне архитектуре јесте кориштење локалних, традиционалних материјала у грађењу. На простору Босне и Херцеговине дрветом се градило још у праисторији, о чему сведоче археолошки налази на локалитету Доња Долина код Градишке и Рипач код Бихаћа [86]. Традиција грађења дрветом није прекидана, о чему сведоче многобројни непосредни и посредни докази (прикази на средњовековним стећцима [117], писани документи из времена турске окупације, као и још постојећи објекти у дрвету који потичу из периода 18–20. века). За време аустроугарске окупације Босне и Херцеговине почиње индустријска прерада дрвета. У другој половини 20. века индустријска прерада дрвета интензивно се развија, те се оснивају бројна предузећа која се баве прерадом дрвета – од примарне прераде дрвета, па до израде столарије, намештаја и монтажних кућа. Временом долази до удруживања, те се стварају велики сложени системи као што су „Шипад“ [268] и „Криваја“ [281]. Крајем 20. века ратна збивања, као и економско-политичке промене које су уследиле, узроковали су и значајне промене у дрвопрерађивачком сектору у Босни и Херцеговини. Велики производни системи су запали у кризу, те су неки од њих престали да раде, док су други после процеса приватизације наставили са радом у другачијим организационим облицима, а оснивају се и нова приватна предузећа. Већина њих бави се примарном прерадом дрвета, али има и успешних предузећа која се баве производњом столарије, намештаја и монтажних кућа. Од предратних произвођача монтажних кућа рад су наставили „Криваја ТМК“ из

Завидовића и „Интал“ из Илијаша, на новој локацији у Милићима. Агресивна политика иностраних произвођача пластичних профила за столарију, као и непостојање државне и ентитетске политике и стимулисања произвођача у овој индустријској грани, довели су до тога да је дрво као материјал потиснуто чак и из производње спољашње столарије, те се сада углавном користи као грађа за кровну конструкцију, за израду унутрашње столарије и подних облога. Примена дрвета у стамбеној архитектури у Босни и Херцеговини у будућности може да представља један од елемената њене одрживости, јер се ради о локалном материјалу чија је традиција употребе на овим просторима веома дуга.

Одрживост зграда може се процењивати помоћу бројних модела који су развијени у свету. Материјализација зграде може значајно да утиче на њене еколошке карактеристике, те је од изузетног значаја избор исправне методологије којом ће бити правилно одмерен утицај примене дрвета на еколошку исправност стамбене архитектуре у Босни и Херцеговини. Основ већине поступака оцене еколошке исправности архитектуре базиран је на LCA¹ методологији, којом се прво анализирају грађевински материјали, па затим конструктивни елементи и /или читава зграда током целог животног циклуса (од производње грађевинског материјала, транспорта и уградње, па до одржавања и разградње, рушења, одлагања и рециклаже).

Адекватно вредновање доприноса који примена дрвета има на еколошку исправност стамбених зграда, као и оптимизација примене дрвета у грађевинској структури, допринеће већој реализацији зграда грађених дрветом, а истовремено и заштити животне средине, јер је дрво обновљив материјал, тј. ресурс, који приликом раста апсорбује знатне количине угљен-диоксида.

У свету су развијени савремени системи обраде дрвета и конструктивних елемената који омогућавају већу слободу у пројектовању, али и у префабрикованом извођењу конструктивних елемената као и просторних јединица, чиме се унапређују одрживе перформансе архитектуре, али и повећава степен префабрикације. У процесу прераде дрвета користе се различита хемијска средства (средства за заштиту дрвета од влаге, светлости, штеточина, промене

¹ LCA – Life Cycle Assessment, процес оцењивања животног циклуса.

боје, и лепила), која утичу на промене не само механичких већ и еколошких карактеристика дрвета, те се последњих година развијају нова средства и системи који се примењују у преради дрвета. Њихово кориштење у мањој мери утиче на промену еколошких карактеристика производа од дрвета, али се и даље мора водити рачуна о здравственим ефектима њихове примене. Примена конструктивних мера заштите значајно може да смањи потребу кориштења хемијских средстава за заштиту дрвета, и допринесе еколошкој исправности зграда.

Примена савремених система грађења дрветом у свету расте, док се на подручју Босне и Херцеговине још увек примењују само системи префабрикованих панела, дрвене скелетне конструкције, са уграђеном изолацијом, обложени плочама које истовремено укрупљују панеле, и осавремењени традиционални систем грађења са полуоблицама. Унапређење технологија обраде дрвета, развој конструкција и система грађења у дрвету, као и производних погона може бити и добар покретач економског развоја једног подручја или државе.

Пројектанти у Босни и Херцеговини нису довољно свесни значаја примене дрвета за еколошку исправност архитектуре, као и за целокупан одрживи развој Босне и Херцеговине, те је потребно радити на њиховој едукацији. Већа примена дрвета, која је могућа и кроз прописивање обавезних количина дрвета примењених на зградама, треба да буде обавеза пројектаната, чиме се даје допринос њиховој већој одрживости на изузетно једноставан и лако примењив начин.

У послератној изградњи у Босни и Херцеговини доминира изградња стамбених зграда, а у укупном стамбеном фонду који се гради 33,53% су станови у колективним стамбеним зградама, а 66,47% станови у индивидуалним породичним зградама [103]. У укупном фонду стамбених зграда 2,37% су зграде за колективно становање, а 97,63% зграде за породично становање. Због тога је и еколошка исправност породичних стамбених зграда од изузетне важности.

У фонду постојећих стамбених зграда у Босни и Херцеговини дрво и производи од дрвета примењивани су у следећим елементима грађевинске структуре:

- кровна конструкција;
- конструкција зидова (пуни зидови од облица и полуоблица, префабриковани зидни панели, зидне облоге – унутрашње и фасадне);
- међуспратна конструкција (гредни носачи, префабриковани панели);
- столарија – спољашња и унутрашња (прозори и врата);
- подне облоге (паркет, бродски под).

Заступљеност дрвета и производа од дрвета, тј. њихова количина и начин примене, у постојећем стамбеном фонду Босне и Херцеговине варира у зависности од времена и места грађења, као и од типа зграде. На стамбеним зградама које су грађене до краја 20. века дрво и производи од дрвета примењивани су у већој мери него на зградама изграђеним последњих десетак година. Почетком 21. века дрво се све више замењује другим материјалима, те се на вишепородичним стамбеним зградама углавном примењује у изради кровних конструкција, унутрашње столарије и подних облога, док је у изградњи индивидуалних породичних зграда примењено и у конструкцији зидова и међуспратних таваница, тј. у префабрикованим елементима конструкције. У руралним подручјима већа је примена дрвета у изградњи стамбених зграда него у градским.

Предмет истраживања докторске дисертације прецизније је одређен насловом теме рада: „Примена дрвета у стамбеној архитектури Босне и Херцеговине са становишта еколошке исправности зграда“.

1.1.2. Пресек основних теорија и резултата

Дефиниција појма *одржива архитектура*, међународно призната, не постоји, већ се она изводи из ширег појма *одрживи развој*. *Зелена архитектура* (green architecture), *одржива архитектура* (sustainable architecture), *еколошки исправна архитектура* и слични појмови углавном подразумевају архитектуру која води рачуна о рационалном кориштењу извора енергије и сировина, о утицајима

архитектуре на околину кроз начине кориштења земљишта, сировина, воде, енергије, емисије штетних материја, као и утицају ове архитектуре на здравље људи и квалитет њиховог простора за живот и рад [6, 55, 118].

Процене одрживости архитектуре у почетку биле су углавном фокусиране на питање потрошње енергије у зградама, као и њеног извора (обновљиви/необновљиви). Енергија се у зградама троши током целог животног циклуса – од фазе вађења сировина и производње грађевинског материјала, транспорта и уградње, кориштења – оперативне фазе, па до рушења и одлагања отпада, рециклирања или поновне употребе. Пре увођења мера енергетске ефикасности проценат енергије која је у зградама трошена током фазе кориштења (грејање, хлађење, топла вода, осветљење, ел. апарати) био је изразито доминантан у односу на енергију осталих фаза животног циклуса. Провођењем мера енергетске ефикасности у зградама смањује се потреба за енергијом током њиховог кориштења (оперативна енергија), али она и даље остаје процентуално највећа у односу на енергију за производњу грађевинског материјала, грађење и рушење зграде, на крају животног века. Енергија потребна за производњу грађевинског материјала – тзв. уграђена енергија, постаје све значајнија и њен удео у укупно потрошеној енергији у згради расте, тј. мења се однос количина оперативне и уграђене енергије. Ове промене утичу на то да избор материјала и технологије грађења постају све важнији чиниоци еколошке исправности зграда. За разлику од других материјала, чија производња узрокује емисије угљен-диоксида, дрво као ресурс у свом расту апсорбује угљен-диоксид и има негативну емисију, а самим тиме и значајну еколошку предност. Истовремено, примена различитих средстава за заштиту дрвене грађе, као и лепкова и других адитива у преради дрвета, може негативно да утиче на еколошке карактеристике производа од дрвета, па је потребно правилно одмерити ефекте примене производа од дрвета уграђених у зграду у односу на њене свеукупне еколошке карактеристике.

Како би се извршиле процене стамбене архитектуре у смислу енергетских, еколошких и укупно одрживих карактеристика, у свету је развијен велики број модела праћених софтверским програмима. Већина ових модела као основ поступка оцене одрживости архитектуре користи LCA методологију. Неки од

модела су универзални за све типове зграда, а неки имају развијене посебне модуле за различите типове зграда (стамбене, пословне, школе, хотеле, итд) [241].

Питање употребе материјала представља део целокупног процеса оцене еколошких карактеристика, тј. утицаја зграда на околину – одрживости, па је тешко доћи до једноставног резултата који би показао како примена одређених материјала утиче на одрживе карактеристике архитектуре.

Због неусклађености основних принципа различитих моделâ, тешко је вршити поређења резултата. У том циљу европске институције за стандардизацију покренуле су иницијативу за доношење европских стандарда којима се питање одрживости у архитектури дефинише, и који треба да постану законска подлога, тј. основа за моделе који ће бити кориштени на националном нивоу.

Пројектовање и грађење одрживе архитектуре применом дрвета пракса је многих држава, настала на традицији употребе дрвета, али и на примени савремених технологија обраде дрвета и производње нових елемената и производа. Тако се применом услојених плоча могу изводити међуспратне таванице и зидови, али и целе просторне јединице, чиме се повећањем степена префабрикације убрзава процес, али и квалитет грађења.

У Аустрији је 2015. године потписана *Повеља за градњу дрветом*², а њеним потписивањем изражено је јасно опредељење да се кориштење дрвета у стамбеној изградњи повећа. Држава ће својим мерама подстаћи кориштење дрвета у стамбеној изградњи, а од планираних 30.000 станова применом дрвета биће изграђено 6.000 станова. Подстицаје ће добити бројна мала и средња предузећа, посебно у руралним подручјима, а процењује се да 100 m³ посеченог и обрађеног дрвета иницира отварање једног радног места. Према њиховим анализама, једна модерна дрвена породична кућа веже количину CO₂ коју изазива кориштење аутомобила током 40 година, што говори и о еколошком значају градње дрветом. Потписивање *Повеље за градњу дрветом* важан је корак ка еколошкој, економској и социјалној одрживости, као и повећаној употреби дрвета у стамбеној изградњи у Аустрији [297].

² Тачан назив повеље је: Die FHP Charta für Holzbau, а иницирало ју је аустријско удружење Forst-Holz-Papier (нем) Шума–дрво–папир.

Појам одрживости архитектуре и комплексан утицај архитектуре на околину нису довољно уочени на подручју Босне и Херцеговине, те се системски не примењују у процесу пројектовања и извођења зграда.

До сада у Босни и Херцеговини нису спровођена истраживања која би се бавила ефектима примене дрвета на одрживост у архитектури, тј. на одрживи развој у Босни и Херцеговини, али ни друга истраживања, која би се бавила утицајем архитектуре на околину.

У еколошком смислу, приликом пројектовања зграда углавном се води рачуна само о потрошњи енергије, те се зграде изолују, што се проверава топлотним прорачуном. Избор материјала своди се на слободан избор пројектанта, без разматрања питања одрживости његове примене, односно његовог еколошког профила, а приликом извођења цена материјала је један од важнијих фактора при доношењу одлуке о избору материјала.

Актуелном регулативом из области рационалне потрошње енергије предвиђа се енергетска сертификација зграда на целокупној територији Босне и Херцеговине, тј. Републике Српске и Федерације Босне и Херцеговине. У сертификату зграде исказује се потребна годишња специфична топлотна енергија за грејање, док други параметри одрживости, тј. утицаји зграда на околину, у њима нису предвиђени.

1.1.3. Дефинисање значаја предмета истраживања

Значај предмета истраживања ове докторске дисертације огледа се у:

- Указивању на потребу примене начела одрживе архитектуре у процесу пројектовања и извођења зграда на подручју Босне и Херцеговине, а у складу са савременим тенденцијама у архитектури ка већој бризи о енергији и екологији, као и комфору;
- Указивању на неопходност веће примене дрвета у грађењу, као еколошког грађевинског материјала који потиче из обновљивих извора, а који је кориштен у традиционалној архитектури и представља значајан ресурс овог подручја;

- Указивању на утицај који примена дрвета у архитектури има на ублажавање климатских промена с обзиром на то да дрво приликом раста апсорбује значајне количине угљен-диоксида;
- Указивању на неопходност увођења законске регулативе у области еколошких утицаја архитектуре на окружење;
- Указивању на неопходност провере еколошке исправности пројеката и зграда;
- У препоруци модела за процену еколошке исправности зграда, који би био прихватљив уз потребна прилагођавања локалним условима, чиме би била омогућена процена одрживости архитектуре у целини;
- Раду на теми од изузетне важности за одрживи развој Босне и Херцеговине, која није код нас уопште истражена.

1.1.4. Теоријско и операционално одређење предмета истраживања

Предмет истраживања просторно је ограничен на подручје Босне и Херцеговине, уз поређење са земљама Европске уније са сличним условима како у традицији грађења дрветом тако и шумским ресурсима, као што су Словенија и Аустрија. Позитивни остварени резултати на европском нивоу јесу теоријске смернице у истраживању.

Временско одређење предмета истраживања односи се на данашње стање и услове, са освртом на ближу прошлост, као и традицију грађења дрветом на подручју Босне и Херцеговине. Истраживање се највећим делом везује за садашњост у Босни и Херцеговини и у земљама Европске уније, уз упоређивање резултата који су меродавни за њих.

Предмет истраживања припада области архитектуре и урбанизма, грађевинарства, машинства и електротехнике, кореспондира са правом, природним и математичким наукама.

1.2. НАУЧНИ ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Основна сврха израде докторске дисертације дефинисана је насловом рада „Примена дрвета у стамбеној архитектури Босне и Херцеговине са становишта еколошке исправности зграда“.

У том смислу аутор је поставио следеће циљеве:

- Класификација и дескрипција прописа и норматива у области одрживе архитектуре;
- Описивање и класификација метода вредновања утицаја стамбених зграда на окружење, са акцентом на индикаторе одрживости који се могу везати за примењене материјале;
- Описивање методологије која ће бити кориштена у раду за проверу еколошке исправности стамбених зграда;
- Класификација еколошке исправности стамбених зграда у контексту примене материјала за њихово грађење;
- Описивање и научно предвиђање једноставне методологије која треба да омогући већу примену дрвета у пројектовању, извођењу и обнови постојећих стамбених зграда.

1.3. ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА

Основни задаци истраживања, проистекли из циљева, јесу:

- Прикупљање, упознавање и анализа регулативе из области одрживе архитектуре;
- Прикупљање, упознавање и анализа постојећих модела за оцену еколошке исправности стамбене архитектуре;
- Дефинисање најприхватљивијих модела, односно категорија у оквиру њих, који су релевантни за оцену зграда изграђених различитим системима и материјалима (дрво, класични системи грађења са опеком и армираним бетоном, лаки бетон);

- Прикупљање, упознавање и анализа начина примене дрвета у грађењу стамбених зграда на подручју Босне и Херцеговине, као и у одрживој архитектури земаља Европске уније;
- Прикупљање, упознавање и анализа еколошких карактеристика дрвета и производа од дрвета;
- Дефинисање карактеристичних типова стамбених зграда који ће бити предмет анализа;
- Дефинисање критеријума за процену еколошке исправности;
- Провера еколошке исправности стамбених зграда у зависности од начина и количине примене дрвета, и класификација истих на основу резултата добијених применом постојећих модела;
- Дефинисање препорука пројектантима за пројектовање еколошки исправних стамбених зграда, посебно у погледу могућности примене дрвета.

1.4. РАДНЕ (ПОЛАЗНЕ) ХИПОТЕЗЕ

У складу са утврђеним циљевима, постављене су општа и посебне хипотезе.

1.4.1. Општа хипотеза

Оптимизацијом примене дрвета у грађевинској структури стамбених зграда могуће је унапредити одрживе перформансе стамбене архитектуре и смањити негативне утицаје које она има на животну средину и кориснике.

1.4.2. Посебне хипотезе

Применом дрвета у архитектури могуће је градити стамбене зграде које имају минималну потрошњу енергије током експлоатације (нискоенергетске, пасивне, нулте), али и смањити потрошњу енергије потребну за производњу грађевинског материјала који се користи за њихово грађење.

Вредновање утицаја примене дрвета на еколошку исправност стамбених зграда допринеће повећању обима и начина примене дрвета на простору Босне и Херцеговине, што иде у прилог адекватном располагању шумским богатством и унапређењу економског развоја земље.

1.5. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

За израду докторске дисертације под називом „Примена дрвета у стамбеној архитектури Босне и Херцеговине са становишта еколошке исправности зграда“ предвиђено је кориштење општих, посебних и специфичних научних метода истраживања.

Као прва фаза у раду одређено је сакупљање доступне литературе у сврху добијања релевантних података о предмету истраживања. Формирана је информациона основа истраживања, коју чине примарни и секундарни библиографски извори из више области, од којих се као кључни издвајају: појам одрживе архитектуре, еколошки утицаји зграда на окружење и еколошки исправна архитектура, законска регулатива у области еколошких утицаја зграда на окружење и одрживе архитектуре, постојећи модели и софтвери за оцену и вредновање одрживе стамбене архитектуре, као и сви подаци релевантни за подручје Босне и Херцеговине.

Истраживања су усмерена у неколико основних праваца:

- Прикупљање важећих прописа у Босни и Херцеговини и у земљама ЕУ;
- Истраживање појма одржива архитектура и утицаја примене локалних материјала у грађењу;
- Истраживање традиције грађења дрветом на подручју Босне и Херцеговине;
- Прикупљање моделâ за процену одрживости архитектуре;
- Истраживање карактеристика постојећег стамбеног фонда Босне и Херцеговине, са нагласком на карактеристике примењених елемената материјализације;

- Истраживање количина примарне и оперативне енергије, као и уграђеног угљен-диоксида у стамбеним зградама на подручју Босне и Херцеговине.

У складу са тематиком, у раду су предвиђене следеће научноистраживачке методе:

- Анализа доступне литературе и претходних истраживања у релевантним областима;
- Анализа техничких норматива и прописа;
- Анализа модела за процену одрживости стамбених зграда, тј. њихових делова у којима се врши процена индикатора зависних од материјала и технологије грађења и избор најприхватљивијих за потребе рада;
- Анализа типичних стамбених зграда у Босни и Херцеговини – конструктивни системи, материјализација;
- Анализа животног циклуса стамбених зграда са претходном анализом LCA грађевинског материјала, као и појединих конструктивних елемената стамбених зграда;
- Процена типичних стамбених зграда референтним моделом за процену;
- Синтеза истраживања са закључцима и препорукама, са уочавањем нових научних проблема и питања, чиме се циклус научног истраживања завршава.

1.6. НАУЧНА ОПРАВДАНОСТ ИСТРАЖИВАЊА

1.6.1. Научна оправданост истраживања

Основни постулати одрживог развоја јесу смањење потрошње необновљивих ресурса, као и смањење негативних емисија, тј. утицаја на животну средину, ради обезбеђења услова за квалитетнији живот и развој наредних генерација, тј друштва у целини.

Допринос који научно истраживање треба да донесе науци исказан је и самим насловом рада „Примена дрвета у стамбеној архитектури Босне и Херцеговине са становишта еколошке исправности зграда“. То је уједно и основни резултат који

треба да проистекне из истраживања и чија ће примена допринети даљем развоју науке, како у областима архитектуре и урбанизма, тако и у областима грађевинарства, технологија, заштите животне средине и др.

Допринос научног истраживања архитектонској и другим научним дисциплинама које су у вези са пројектовањем и извођењем архитектонских објеката биће исказан кроз резултате који ће вредновати утицај материјализације зграда, односно примене дрвета на животну средину, тј. на одрживост у стамбеној архитектури.

1.6.2. Друштвена оправданост истраживања

Процес прикључења Босне и Херцеговине Европској унији предвиђа усклађивање законодавства у свим областима, а у овом случају то су прописи и норме који регулишу област одрживе архитектуре са свим питањима везаним за њу (енергија, земљиште, вода, отпад, грађевински материјали и др.). Садашње стање у овој области у Босни и Херцеговини је на незавидно ниском нивоу. Домаћа регулатива касни за европском, и тек је у неким сегментима извршено усклађивање, те је неопходно учинити много напора ради прихватања важеће легислативе, директива, стандарда, као и модела – алата за процену одрживости архитектуре.

Оправданост истраживања којим се бави ова дисертација јесте у утицају који очекивани резултати треба да имају на унапређење стања у овој области. Потребно је унапредити законску регулативу, тј. извршити њено усклађивање са европском. Примена дрвета у стамбеној архитектури треба да постане друштвено прихваћен образац, посебно када се има у виду шумско богатство којим Босна и Херцеговина располаже. Потребно је унапредити знања пројектаната и извођача, како би у пракси одрживе стамбене зграде постале једини образац пројектовања и грађења. Уз унапређење знања треба извршити трансфер технологија како би се унапредило стање у дрвопрерађивачком сектору, те тиме омогућио економски напредак са запошљавањем у пасивним крајевима.

1.7. ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ И ЊИХОВА ПРАКТИЧНА ПРИМЕНА

Резултати ове докторске дисертације биће директно примењиви у пракси и утицаће на унапређење еколошке исправности стамбених зграда већом применом дрвета.

Очекивани резултати докторске дисертације представљаће значајан допринос архитектонској струци, као и сродним струкама – грађевинској, шумарској и машинској, те заштит животне средине, будући да је примена дрвета у стамбеној архитектури мултидисциплинарна категорија.

Дисертација је превасходно намењена архитектима као стручњацима који осмишљавају архитектонско дело од концепта, преко разраде па до реализације, тј. материјализације зграде. Елементи одрживости треба да буду уграђени већ у прве концепте и идејна решења, али и у главне и извођачке пројекте.

Дисертација треба да подстакне домаће законодавство да што пре увиди потребе усклађивања, тј. промене норматива и стандарда, као и увођење обавезне процене утицаја на животну средину за стамбене, али и за све остале зграде. Оцењивање стамбених зграда утицаће на повећање кориштења обновљивих извора и сировина, као и на смањење зависности од увоза (сировине, енергенти, грађевински материјали).

Истраживање ће допринети бољем сагледавању значаја примене дрвета у еколошки исправној стамбеној архитектури, као и укупном одрживом развоју Босне и Херцеговине.

На основу резултата истраживања дисертација ће дати и препоруке за пројектовање и извођење еколошки исправне стамбене архитектуре применом дрвета, чиме ће бити олакшано прихватање начела одрживе градње у Босни и Херцеговини.

Истраживање ће отворити и нова питања, која аутор сматра подстицајним за нова научна истраживања и технолошки развој, пре свега у области грађевинарства и производње грађевинских елемената и конструкција (нпр. унакрсно лепљене плоче, префабриковани панели за енергетске санације зграда и др.).

Указивањем на могућности које пружа шумско богатство као и нове технологије у обради дрвета пружиће се прилика за технолошки напредно пројектовање, али и развој дрвопрерађивачког сектора.

Налажење начина да се успостави корелација еколошке исправности стамбене архитектуре и примене дрвета као грађевинског материјала помоћу одговарајућих модела предмет је интересовања малог броја истраживача у свету, те је тиме значај овог истраживања већи.

1.8. КРИТИЧКИ ОСВРТ НА ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА

Проучавање односа између примене дрвета у стамбеној архитектури са аспекта одрживости зграда досад није било у фокусу истраживача у Босни и Херцеговини.

Као изузетак наводимо истраживање које је урадила Санела Кларић, а резултати су објављени у књизи *Одрживо становање, дрво, овчија вуна и слама, изазови и потенцијали традиционалних природних материјала* [54]. Санела Кларић се студиозно бавила проблематиком примене дрвета у стамбеној архитектури и њеним утицајем на одрживост. Осим примене дрвета, она је истраживала и примену других обновљивих материјала, као што су овчија вуна и слама.

У њеним истраживањима централно место има поређење различитих система конструкција и њихов утицај на еколошке, али и економске и социјалне компоненте појма одрживости. Анализирана су два сценарија примене различитих материјала у грађењу стамбених зграда БАУ и ЕКО, те показано како они утичу на одрживост у грађевинарству. Сценарио под називом БАУ подразумева развој сектора грађења као и до сада, са истим технологијама и материјалима. Сценарио ЕКО подразумева примену најсавременијих стандарда и чистих технологија, са применом природних материјала, попут овчије вуне, сламе, дрвета, изолација од сламе и дрвених влакана. ЕКО сценарио предвиђа кориштење природних материјала, а њихова прерада у локалним фабрикама које ће бити изграђене узроковаће и отварање нових радних места.

Осим овог истраживања, неколико аутора је последњих година као тему истраживања имало примену дрвета у архитектури, али се нису бавили проблемима одрживости. Предмет њихових истраживања била је традиционална народна архитектура. Миленко Станковић проучава народно градитељство северозападног дела Републике Српске и резултате својих истраживања даје у магистарском раду *Народно неимарство на подручју Западне Крајине у Републици Српској (крај 19. и почетак 20. вијека)* и докторској дисертацији *Профана и сакрална архитектура у дрвету Западне Крајине (Република Српска)*. Драгица Аранутовић Аксић бави се проучавањем црква брвнара на подручју Бањалучке епархије и своја истраживања публикује у раду *Архитектура црква брвнара Бањалучке епархије* [2].

Најоспежнија истраживања везана за примену дрвета у архитектури, у ширем окружењу, обавила је Мања Китек Кузман. Она је истраживања, која је радила самостално или са другим истраживачима, публиковала кроз радове у научним и стручним часописима³, као и бројне монографије [44–53]. Уз све апсекте примене дрвета, у књизи *Lesene konstrukcije v stavanjski in javni gradnji/ Slovenija* [50] у једном поглављу посебну пажњу посвећују поређењу материјализације зграда и утицају који избор материјала има на животну средину током целог животног циклуса зграде.

Од радова иностраних аутора треба истаћи неколико истраживача⁴ који фокус углавном стављају на утицаје које примена дрвета има на животну средину.

³ Поређење емисија CO₂ из различитих материјала анализира у радовима: „Drvo kao građevni materijal budućnosti“ и „Energijско varčna lesena gradnja v Sloveniji“.

⁴ Погледати радове: Zabłaza Bribian, at al. „Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement“. *Building and Environment* 46 (2011) 1133–1140, Monahan, J., Powell, J.C. „An embodied carbon and energy analysis of modern methods of construction in housing: a case study using a lifecycle assessment framework“. *Energy and Buildings* 43 (2011) 179–188, Dodoo, A., Gustavsson, L., Sathre, R. „Carbon implications of end-of-life management of building materials“. *Resources, Conservation and Recycling* 53 (2009) 276–286, Börjesson, P., Gustavsson, L. „Greenhouse gas balances in building construction: wood versus concrete from life-cycle and forest land-use perspectives“. *Energy policy* 28 (2000) 575–588, Petersen, A.K., Solberg, B. „Greenhouse gas emissions, life-cycle inventory and cost efficiency of using laminated wood instead of steel construction. Case: beams at Gardermoen airport“. *Environmental Science & Policy* 5 (2002) 169–182, Gustavsson, L., Joelsson, A., Sather, R. „Life cycle primary energy use and carbon emission of an eight-storey wood-framed apartment building“. *Energy and Buildings* 42 (2010) 230–242, Frenette, C.D. at al. „Using life cycle assessment to derive and environmental index for light-frame wood wall assemblies“. *Building and Environment* 45 (2010) 2111–2122, Gustavsson, L., Sathre, R. „Variability in energy and carbon dioxide balances of wood and concrete building materials“. *Building and Environment* 41 (2006) 940–951.

2. САВРЕМЕНИ НАЧИНИ ГРАЂЕЊА ДРВЕТОМ

Захваљујући савременим технологијама прераде и новим производима дрво као грађевински материјал има веома широко подручје употребе, па се примењује не само за грађење породичних кућа већ и објеката јавне намене, спортских објеката и мостова. Развој технологија производње CLT⁵ плоча омогућио је грађење објеката веће спратности, те се у свету граде и вишеспратне зграде са дрвеном конструкцијом.⁶

2.1. ДРВЕНА ГРАЂА И ПРОИЗВОДИ НА БАЗИ ДРВЕТА

У овом раду биће дат кратак приказ производа од дрвета значајних за истраживање, тј. производа који своју примену имају у грађењу стамбених зграда. Већина анализа производа од дрвета односи се углавном на класификације производа према начину производње, те се најчешће поделе врше на линијске и површинске [107,108,122,265]. Тек ретки аутори у класификацији и представљању производа дају и оцене њихових еколошких перформанси, те истраживања Китек Кузман представљају изузетак у овом смислу [50].

Приликом давања еколошких оцена у овом делу рада водиће се рачуна о еколошким утицајима производа од дрвета на кориснике, док ће анализе утицаја које дрво има на животну средину, узроковане производним процесима, бити представљене у делу рада 4.2. Основни еколошки аспекти примене дрвета.

Утицаји које производи од дрвета могу да имају на кориснике зависе од технологије производње и супстанци које се у њима примењују, било да су то разне врсте лепила или премази за заштиту од влаге, инсеката или пожара. Подаци о свим супстанцама, које могу имати штетне утицаје на здравље корисника, треба да се налазе у еколошким декларацијама производа, које се, нажалост, још увек не израђују за све производе те је тешко извршити оцену производа.

⁵ CLT – Cross Laminated Timber – унакрсно лепљено дрво

⁶ У Лондону је изграђена зграда са осам спратова, у свету највиша стамбена зграда од дрвета.

Преглед производа који се примењују у грађењу породичних стамбених зграда дат је у Табели 1, са основним подацима о облику производа и врсти дрвета од које се производи, димензијама, подручју употребе и еколошкој оцени [91, 107, 108, 122, 165]. Еколошке оцене дате су описно, јер аутор није могао да дође до еколошких декларација производа који се налазе на тржишту Босне и Херцеговине. На основу ових оцена треба вршити избор производа од дрвета који ће бити примењени у зградама, а приликом избора конкретних производа треба тражити еколошку декларацију производа или друге званичне декларације које потврђују његову нешкодљивост по здравље корисника.

Грађа и производи од дрвета најчешће се систематизују у две основне групе:

1. Грађа

- масивно обло дрво;
- пиљена и резана грађа;

2. Производи од дрвета

- линијски (KVH⁷ – конструкцијско масивно дрво, дуо/ трио греде, лепљени ламелирани носачи, и „I“ носачи);
- површински (плоче).




Под појмом грађа подразумевају се сви на традиционалан начин обрађени елементи (масивно обло дрво, даске, летве, греде), искључиво од дрвета и без икаквих додатних материјала, а појам производи од дрвета обухвата елементе који настају додатним повезивањем крупнијих или ситнијих елемената, или честица дрвета, уз примену лепила, као и разних врста адитива.

⁷ KVH - Konstruktionsvollholz (нем.) - пуно конструкцијско дрво.

Табела 1. Преглед производа од дрвета⁸

Производ / врста дрвета	Димензије	Подручје употребе	Еколошка оцена
МАСИВНО ОБЛО ДРВО			
 зависно од намене	пречник до 30 cm, дужина до 20 m	конструктивни елементи у ентеријерима и екстеријерима зграда, за скеле, мостове и др.	одлична, нема никаквих штетних материја
РЕЗАНА И ТЕСАНА ГРАЂА			
 четинари (смрча, јела, бор) и листопадне врсте (храст, буква, јасен, кестен и багрем)	летве $6 \leq d \leq 40, b < 80$ mm даске $6 \leq d \leq 40, b > 80$ mm l) до 4 m, греде $b \leq h \leq 3b, b > 40$ mm l) до 6 m	греде за елементе конструкција, као носиви елементи кровова, а даске за спољне облоге, облагање кровова, дебље даске за облоге скела, оплата, балкона, летве за облагање фасада, зидова и плафона, подашчавање кровова	одлична, нема никаквих штетних материја
ПРОИЗВОДИ ОД МАСИВНОГ ДРВЕТА – КВН			
 четинари (смрча, јела, бор и ариш)	d) 60–120 mm, б) 120–240 mm, l) до 5 m без зупчастих спојева, са спојевима, до 14 m / 18 m, спец.	носиви делови конструкција: кровова, зидова и подова, за оквирне конструкције зидова и таваница	добра, због малог садржаја влаге примењује се у ентеријерима и без средстава за хемијску заштиту дрвета, лепила на бази полиуретана, без формалдехида су

⁸ Извор података [50], [91], [107], [108], [122], [265], [291].





ДУО/ ТРИО ГРЕДЕ			
 <p>најчешће смрча, али и друге врсте четинара (бор, јела и ариш)</p>	<p>дуо греде: b) 80–160 mm h) 100–240 mm</p> <p>трио греде: b) 80–240 mm h) 100–240 mm, l) 18 m макс.</p>	<p>за носиве делове конструкција, посебно за елементе префабрикованих кућа због стабилности и ниског процента влажности</p>	<p>добра, уколико се при лепљењу користе меламинске смоле или полиуретанска лепила</p>
ЛЕПЉЕНИ ЛАМЕЛИРАНИ НОСАЧИ			
 <p>четинари (смрча, јела, бор и ариш), али и листопадне врсте (буква, јасен, храст, багрем и кестен)</p>	<p>b) 60–260 mm, макс. 300 mm, h) 100–1300 mm, l) до 30 m макс., до 60 m спец.</p>	<p>за захтевне делове конструкција, велика могућност обликовања различитих врста носача</p>	<p>ограничена због примене разних врста лепака у њиховој производњи</p>
„I“ НОСАЧИ			
 <p>спољни делови од LVL⁹-а, конструктивног дрвета, а средњи од OSB-а или других тврдих плоча које добро примају силе смицања</p>	<p>димензије и механичке особине дају произвођачи у ETA¹⁰</p>	<p>као носиви делови конструкције, за извођење конструкција плафона или подова, или као кровни носачи за конструкције повећаних дебљина.</p>	<p>ограничена, зависи од врсте плоча плоча које се примењују за израду делова носача</p>

⁹ LVL – Laminated Veneer Lumber (енгл.) – ламелирано фурнирано дрво

¹⁰ ETA – European Technical Approval (енгл.) – Европско техничко одобрење

ПЛОЧЕ ОД ИВЕРЈА – OSB ¹¹ ПЛОЧЕ			
 <p>бор, јела, јова и топола</p>	<p>d) 8 до 40 mm b) 600–2.500 mm l) 2,5 или 5,0 m</p>	<p>за облагање оквира панела у префабрикованој градњи и конструкцијама за пријем хориз. и верт. оптерећења, за укрућења, производњу „I“ носача</p>	<p>зависна од врсте и количине лепила које се примењује у производњи</p>
ПЛОЧЕ ОД ИВЕРЈА - ИВЕРИЦЕ			
 <p>топола, бор, јела</p>	<p>d) 6-40 mm b) 2,0 m l) 2,8 / 5,6 m</p>	<p>за облагање оквира у префабрикованом грађењу, као плоче за укрућење, као везни елементи „I“ носача</p>	<p>ограничена због примене лепила, али и адитива за побољшање водоотпорности или заштиту од инсеката</p>
ИВЕРИЦЕ СА МИНЕРАЛНИМ ВЕЗИВОМ			
 <p>бор, јела, топола</p>	<p>d) мин. 15 mm b) 600 / 625 mm l) 1200 / 1250 mm</p>	<p>плоче са везивом на бази цемента за спољне облоге префабрикованих панела, а са везивом на бази гипса за унутрашње облоге, као и за извођење префабрикованих панела</p>	<p>ограничена, зависна од примене адитива</p>
CLT ПЛОЧЕ – УНАКРСНО ЛЕПЉЕНО ДРВО			
	<p>d) 60–400 mm b) 2,95 m спец. до 4,5 m l) 16,0 m спец. до 30,0 m</p>	<p>носиве конструкције зидова, међуспрат. таваница, кровова, може се користити и приликом градње вишеспратних зграда</p>	<p>добра, јер се најчешће користи лепило на бази полимера</p>

¹¹ OSB: Oriented Strand Board (енгл.) – плоче са усмереним влакнима.

ВИШЕСЛОЈНЕ ПЛОЧЕ ОД МАСИВНОГ ДРВЕТА			
 јела, смрча, бор, ариш	d) 15–35/ 75 mm b) 2 / 2,5m l) до 5 m изузетно 6 m	за места на којима плоче имају функцију носивости, а потребно је да остану видљиве, за префабриковане монтажне панеле у комбинацији са дрвеним оквирима	добра, проверити које се врсте лепила примењује, најчешће се користи лепило на бази полимера, без формалдехида
ПЛОЧЕ ОД ФУРНИРА – ШПЕРПЛОЧЕ			
 смрча и јела	b) 1.250–1.850 mm d) 10–40 mm l) 2,2 / 2,5 m	за облагање разних врста конструкција, као везни елементи код носача „I“ профила	лоша, због велике количине лепила које се примењује за лепљење слојева фурнира
ПЛОЧЕ ОД ФУРНИРА – LVL ¹² плоче			
 смрча или бор	d) 21–75 mm b) до 2,5 m l) до 26 m	примењују се као површински, и као линијски, за производњу носача „I“ носача самостално, или у комбинацији са другим дрвеним производима.	лоша, због велике количине лепила које се користи за лепљење
ИЗОЛАЦИОНЕ ПЛОЧЕ ¹³ – ДРВЕНО-ВЛАКНЕНЕ ПЛОЧЕ			
 четинарске врсте	зависе од произвођача, а најчешће се производе у дебљинама 16–200 mm	као топлотна и звучна изолација у конструкцијама	добра, уколико не садржи везива на бази формалдехида

¹² LVL – Laminated Veneer Lumber (енгл.) – ламелиране плоче од фурнира

¹³ Wood-fibre sheets (енгл.) – плоче од дрвених влакана

2.2. КОНСТРУКТИВНИ СИСТЕМИ И НАЧИНИ ГРАЂЕЊА ДРВЕТОМ

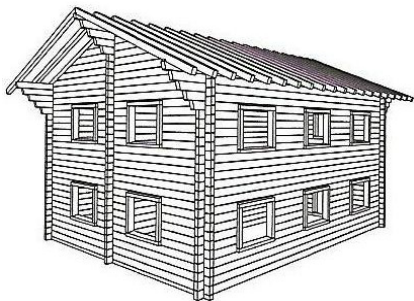
Под појмом конструктивни систем подразумева се систем којим се распоређују елементи конструкције који преузимају и преносе оптерећење, те обезбеђују згради стабилност.

Конструктивни системи зграда грађених дрветом могу се систематизовати као и сви остали, али са одређеним специфичностима које произлазе из особина дрвета као грађевинског материјала. У овом раду приказују се само конструктивни системи који се односе на зграде, првенствено стамбене и стамбено-пословне, док инжењерске конструкције неће бити разматране.

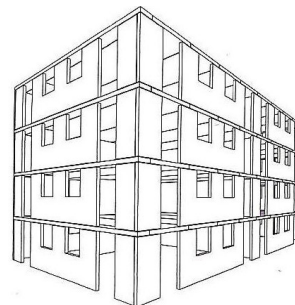
Конструктивни системи, у општем случају, према начину преношења оптерећења деле се на масивне и скелетне [82], а за грађење дрветом специфични су још и панелни системи, као и просторне структуре или тродимензионални системи [50]. Уз систематизацију према преносу оптерећења неки аутори врше и систематизацију према начину и месту грађења, те разликују системе који се примењују на лицу места – градилишту и оне који се примењују у префабрикованом грађењу [50].

2.2.1. Масивни системи

Масивни конструктивни систем, без обзира на то о којем се материјалу радило, подразумева да су носиви вертикални конструктивни елементи изведени као масивни, те, као такви, преносе оптерећење са међусpratних конструкција (покретно и непокретно) на темељне траке и на земљиште. Разликујемо традиционалне и савремене масивне системе у грађењу дрветом (Слика 1 и 2).



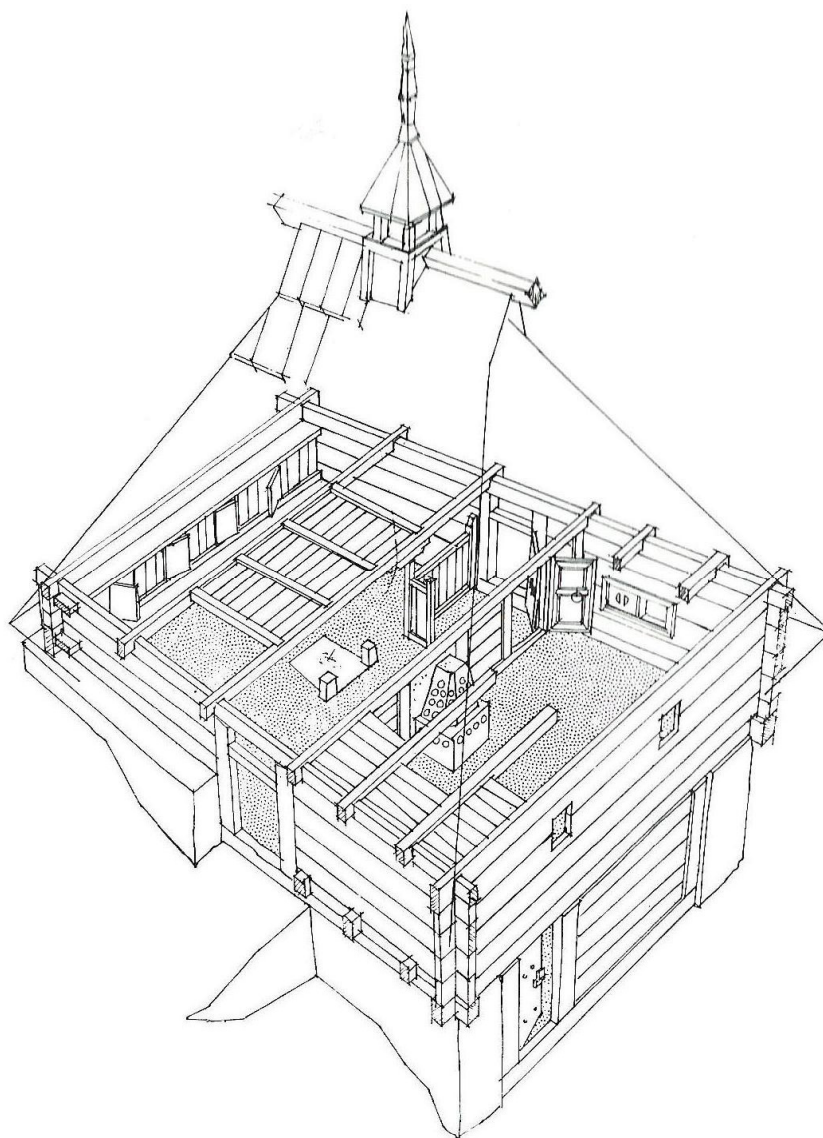
Слика 1. Традиционални масивни системи – облице [50]



Слика 2. Савремени масивни системи – CLT плоче [50]

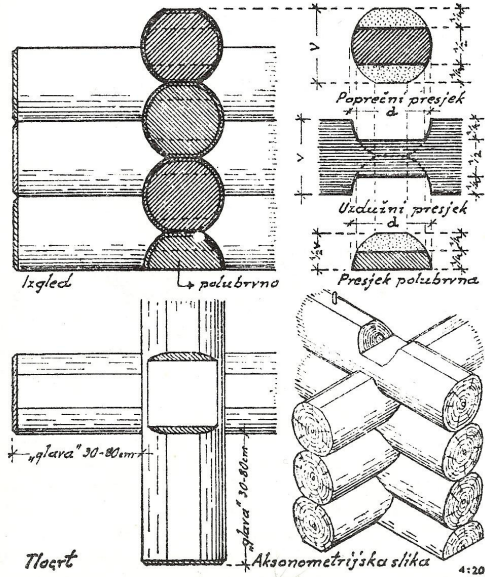
2.2.1.1. Традиционални масивни системи

У традиционалном систему грађења зидно платно формирано је од дрвених елемената, облица, полуоблица или греда – талпи, који су положени хоризонтално и који чине масивни конструктивни елемент. Првобитан начин грађења подразумевао је примену мало обрађеног дрвета, тј. облица (Слика 4 и 9), а касније почиње и примена полуоблица и притесаних правоугаоних греда – талпи. Овај систем примењивао се на просторима целог Балканског полуострва, али и широм света, где је шуме било у изобиљу (Слика 3).

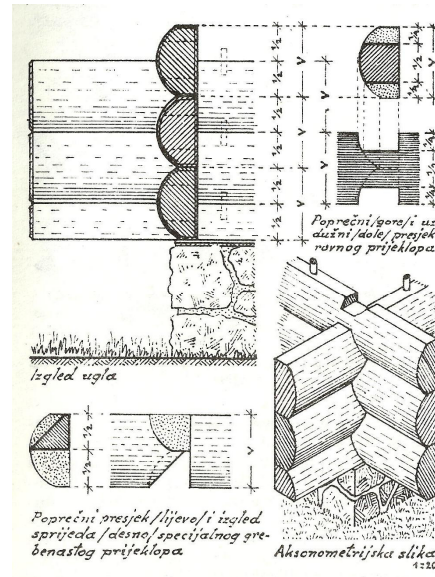


Слика 3. Конструктивни склоп традиционалне брвнаре [116]

Овим системом грађене су не само куће већ и остале помоћне зграде у једном домаћинству. Димензије грађе условљене су природним карактеристикама стабла дрвета, а за грађење се углавном примењују четинари, али и квалитетније врсте, као што је храст. Дужина стабла је фактор који ограничава димензије објекта.

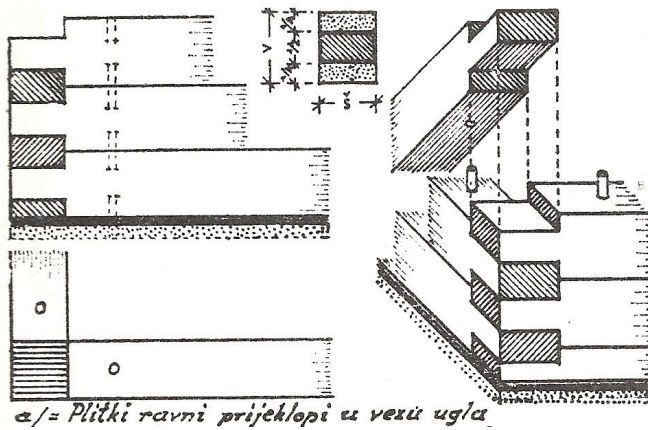


Слика 4. Детаљ везе облица [78]

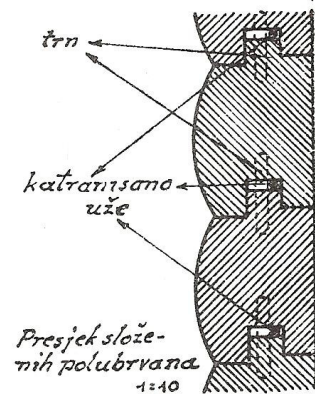


Слика 5. Детаљ везе полуоблица [78]

Облице су временом замењене полуоблицама (Слика 5 и 7), а затим и гредама – талпама, ради мањег утрошка дрвета, али и стабилнијег везивања појединачних елемената. Појединачни зидни елементи полажу се хоризонтално, а везе на угловима првобитно се изводе на најједноставнији начин, са препустима (Слика 3, 4, 5, 9, 10).



Слика 6. Веза на угловима греда (талпа) [78]

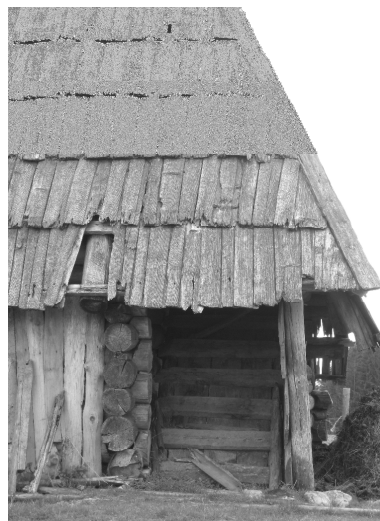


Слика 7. Пресек полуоблица [78]

Временом везе на уговима добијају сложеније облике и изводе се са бројним варијацијама, зависно од вештине мајстора, али и врсте грађе (Слика 6, 8).



Слика 8. *Веза на углу цркве брвнаре* [2]



Слика 9. *Детаљ везе на углу куће* [аутор]

Међуспратне конструкције изводе се од низа носивих хоризонтално положених греда са облогама од дасака, које чине подну конструкцију, са испуном или без ње. Првобитно не постоји плафонска облога која би сакрила греде међуспратне конструкције, а она се тек касније изводи од дасака или ситнијих дашчица, тзв. шашоваца. Кровна конструкција је класична са роговима, подрожњачама и кровним покривачем од дрвета у облику шиндре (Слика 10).

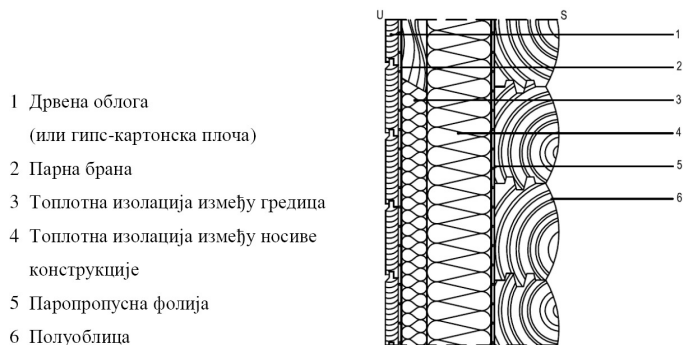


Слика 10. *Традиционална кућа са Нишићког платоа у БиХ* [12]

2.2.1. Савремени масивни системи

Развојем нових технологија у области производње, али и везивних средстава, дошло је до појаве нових система масивног грађења зграда од дрвета.

Традиционални систем градње са полуоблицама, или гредама/ талпама, донекле је осавремењен различитим начином везивања дрвених елемената, али и слојем топлотне изолације са унутрашње стране, ради побољшања комфора (Слика 11). Међутим, неких већих суштинских промена у самом систему нема, носиви елементи су хоризонтално положени дрвени елементи малог попречног пресека у односу на дужину, облика полуоблице или правоугаоника. Димензије су различите, зависно од произвођача могу да варирају, као и сам детаљ извођења веза дрвених елемената (Слика 12). Уколико се објекат планира стално користити, са унутрашње стране уграђује се слој топлотне изолације, мање или веће дебљине, са завршном обрадом од дрвета или гипс-картонских плоча.



Слика 11. Детаљ зида савремене полубрвнаре [аутор]



Слика 12. Веза полуоблица [285]



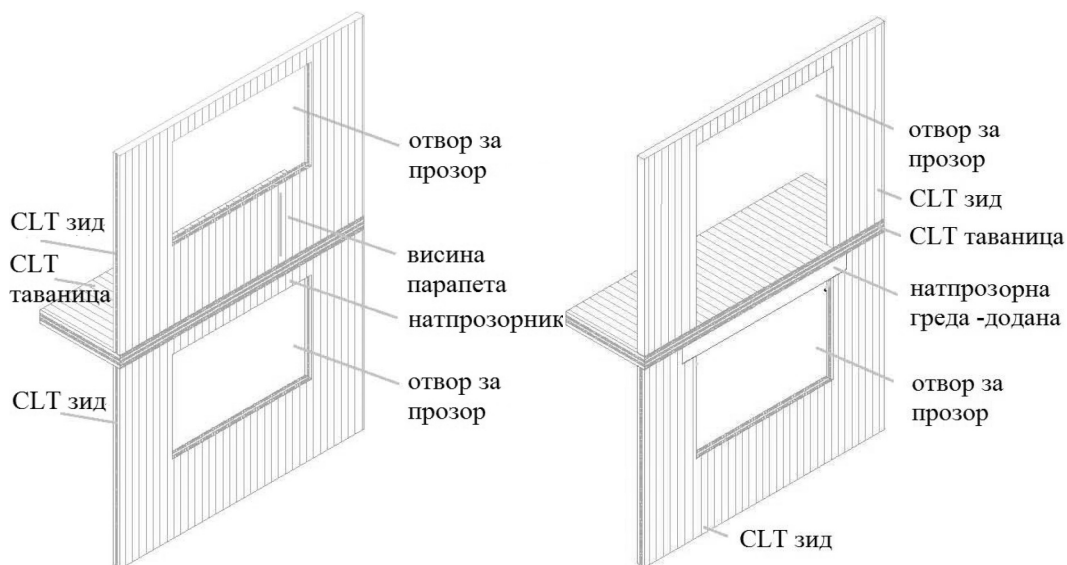
Слике 13 а и б. Конструкција брвнаре у току извођења (лево) и изглед завршене зграде (десно)
произвођача Дрво-монт из Шипова [285]

Осим осавремењеног традиционалног начина, развијено је више других масивних система, што у приватним предузећима, што у оквиру истраживачких пројеката на појединим универзитетима [53]. Међутим, већина њих није нашла масовнију примену због сложености извођења или високе цене.

Последњих година, захваљујући новој технологији производње CLT плоча, тј. унакрсно лепљених плоча, системи масивног грађења доживљавају нагли развој и налазе своју примену чак и при изградњи вишеспратних зграда. П

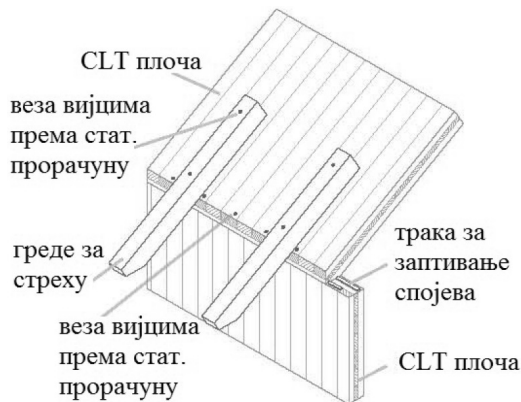
римена CLT плоча омогућава брже грађење, добру стабилност у односу на земљотресе и пожар, али и извођење зграда веће спратности [60].

Димензије плоча су: дебљина 6–40 cm, ширина максимална 295 cm, а дужина до 16 метара максимално. За стандардне распоне од 4 до 5 метара дебљина плоча је око 12 cm, а одређује се статичким прорачуном. CLT плоче, одличних механичких својстава, са могућношћу да приме и пренесу оптерећење у два правца, омогућавају да се зидна платна и међуспратне конструкције изводе једноставним системом повезивања плоча (Слика 15–28). Формирање отвора могуће је извести једноставним исецањем плоче у величини отвора (Слика 14), или извођењем надвратне греде као посебног елемента CLT плоче, или лепљеног ламелираног дрвета.

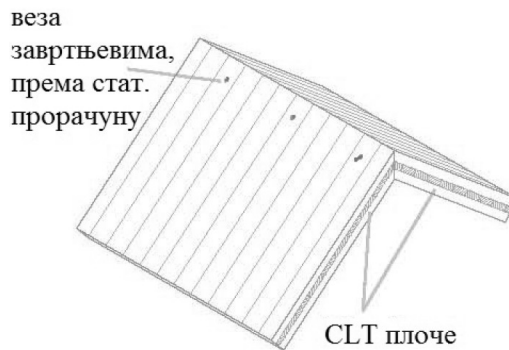


Слика 14. Конструкција фасадних зидова од CLT плоча са отворима за прозоре и веза зидова са CLT плочом таванице [100]

Везе плоча се изводе на једноставан начин, уз примену вијака као везивног средства, а њихове димензије и позиција дефинишу се статичким прорачуном. На сликама 15–27 приказани су различити начини извођења веза CLT плоча у елементима структуре зграде: формирање стрехе (Слика 15), везе плоча на слемену (Слика 16), хоризонталне везе плоча (Слика 20 а, б, и 21 а, б), вертикалне везе плоча (Слика 22 а и б, 23), везе на углу (Слика 25) и сучељавање плоча зидова (Слика 24 и 26), и везе плоча зидова са темељном конструкцијом (Слика 19 а и б), применом металних угаоника.



Слика 15. Конструкција стрехе [100]



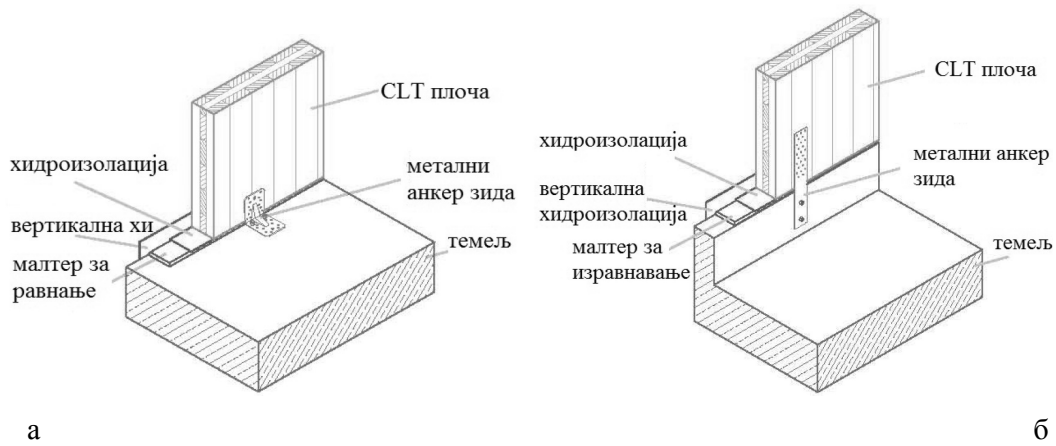
Слика 16. Везе CLT плоча у кровној конструкцији [100]



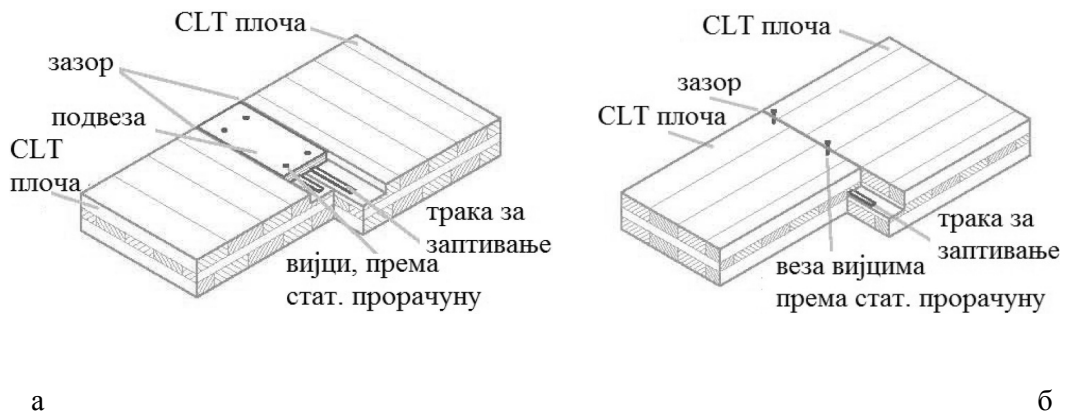
Слика 17. Конструкција косог крова [100]



Слика 18. Изглед зидова са фасадним отворима [100]



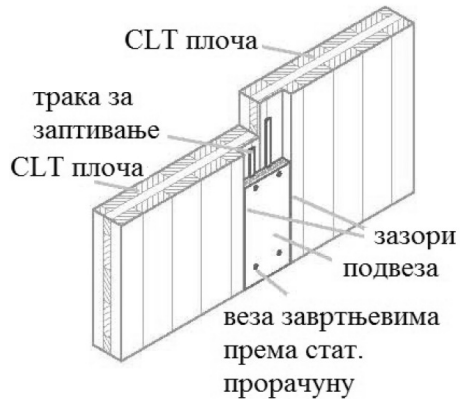
Слика 19 а и б. Начини везивања CLT зидне плоче за темељну конструкцију:
 а) без армиранобетонског сокла (лево) и б) са армиранобетонским соклом (десно) [100]



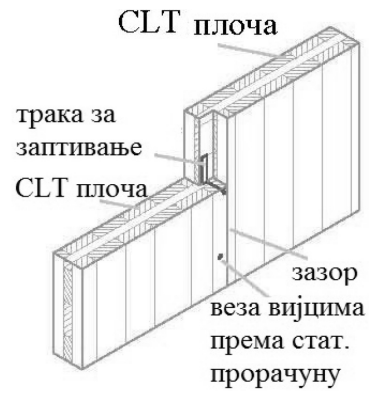
Слика 20 а и б. Начини извођења хоризонталне везе две таваничне CLT плоче [100]



Слика 21 а и б. Процес извођења хоризонталне везе две таваничне CLT плоче [100]



а



б

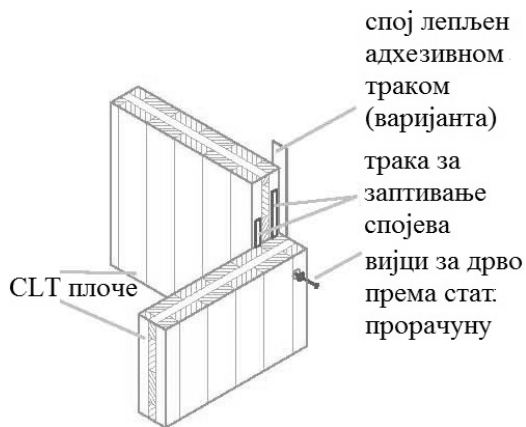
Слика 22 а и б. Начини извођења вертикалне везе две зидне CLT плоче [100]



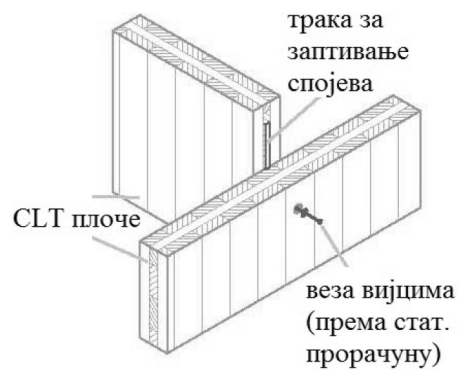
Слика 23. Изглед вертикалне везе CLT плоча [100]



Слика 24. Изглед сучељавања зидова [100]

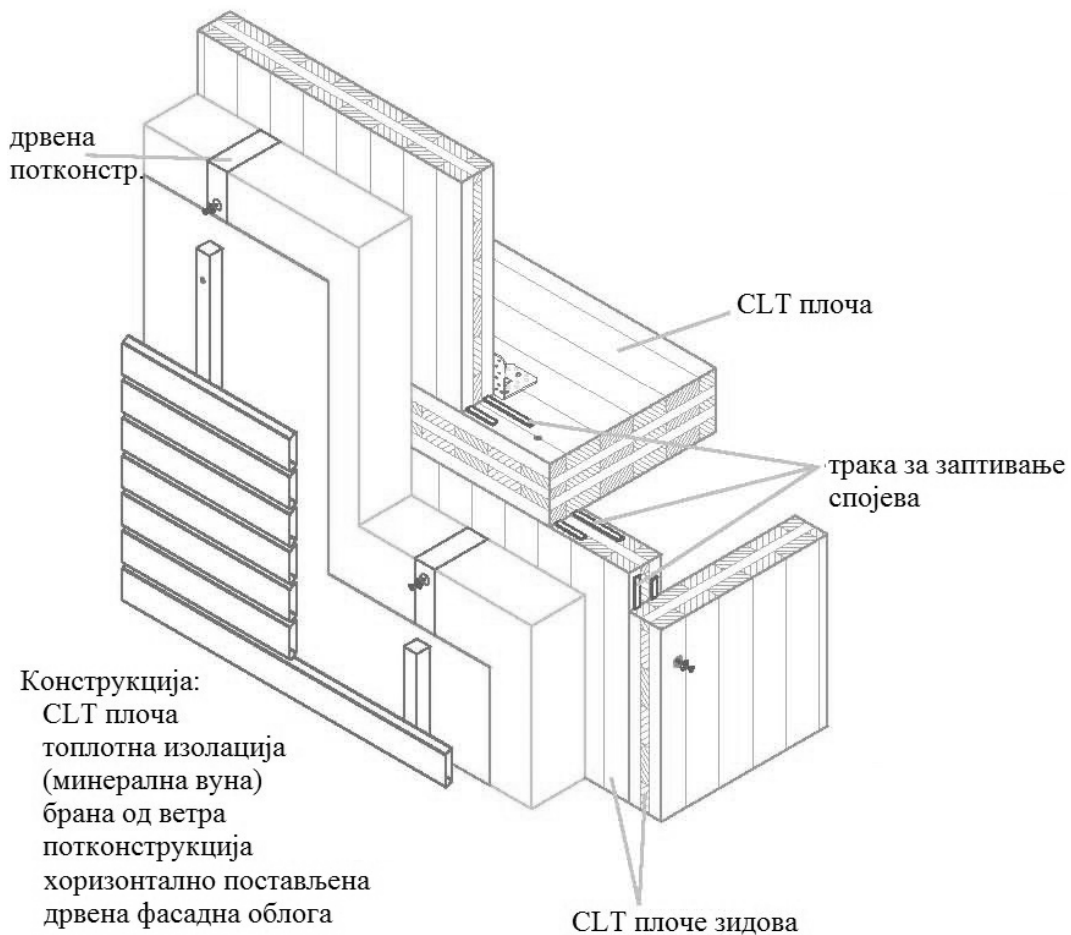


Слика 25. Угаона веза CLT плоча [100]

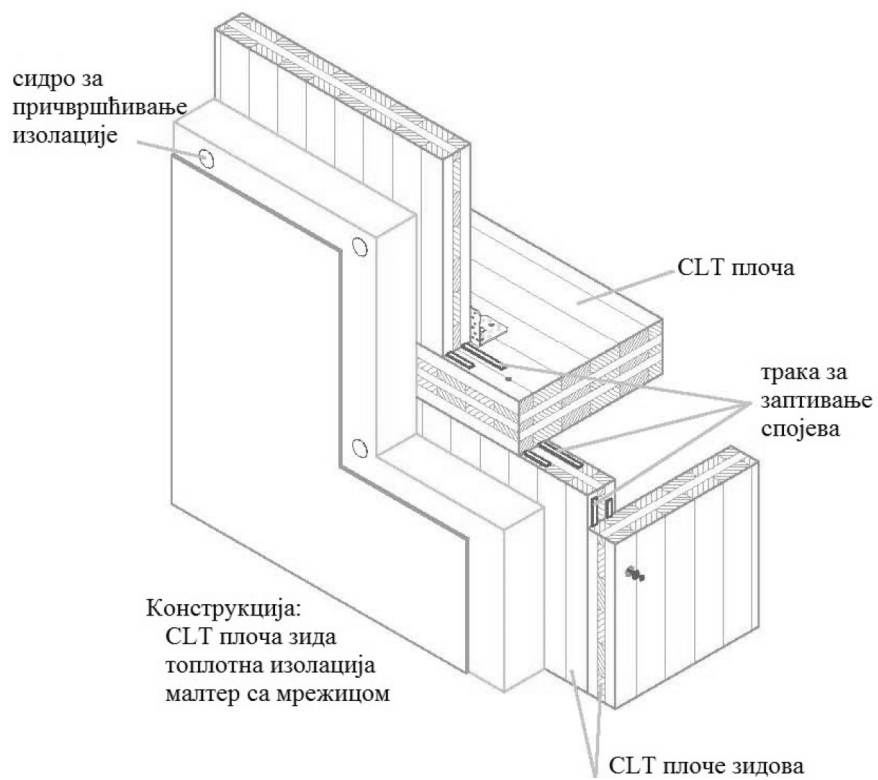


Слика 26. Веза сучељавања CLT плоча [100]

Фасаде се изводе као контактне, лепљењем и сидрењем изолационих плоча за површину зидне CLT плоче (Слика 28 и 29), или као проветраване са применом различитих врста топлотних изолација – минералне вуне (стаклене или камене), дрвених влакана, мање или веће густине (Слика 27). Уколико се са унутрашње стране зидне CLT плоче облажу гипскартонским плочама (естетски или противпожарни захтеви), боље их је не лепити директно на CLT плоче, већ извести са потконструкцијом и слојем топлотне изолације у којем се проводе инсталације. Додатни слојеви на фасади, топлотно-изолациони и завршни слојеви, могу се изводити на лицу места или у фабрици, у случају префабрикованог грађења, са брижљиво решеним местима спојева.



Слика 27. Детаљ проветраване фасаде са дрвеном облогом
и везе CLT зидних и таваничних плоча [100]

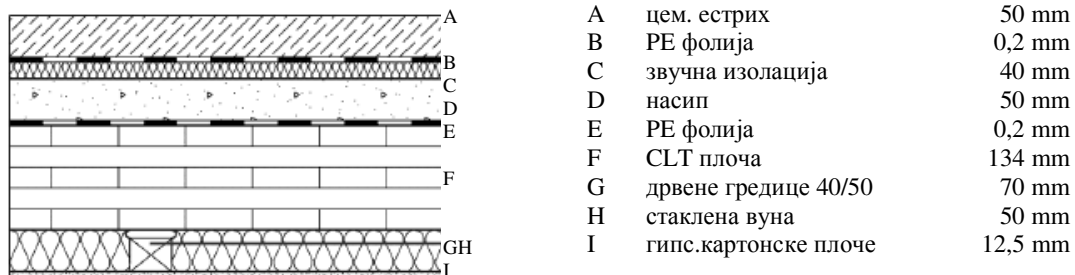


Слика 28. Детаљ фасадног зида са топлотном изолацијом од експандираног полистирена (EPS) и везе зидних и таваничних CLT плоча [100]



Слика 29. Детаљи извођења фасадног зида са топлотном изолацијом од експандираног полистирена (EPS) [100]

Подне облоге изводе се преко основне међуспратне CLT плоче у сувом или мокром поступку, а примењују се уобичајене подне облоге. У сувом поступку преко таваничне плоче изводи се суви слој насипа, преко њега слој звучне изолације, а затим дрвена подна облога на дрвеној потконструкцији. У мокром поступку изводи се класичан слој естриха, на који се лепе керамичке плочице или паркет.



Слика 30. Детаљ међуспратне конструкције без подне облоге [265]

CLT плоче омогућавају велику слободу како у самој просторној концепцији целе зграде, тако и у завршној обради и спољашњем изгледу (слике 18, 31, 32).



Слика 31. Изглед куће произвођача CBD из Словеније [50]



Слика 32. Изглед куће произвођача Riko hiše из Словеније [50]

2.2.2. Скелетни системи

Под појмом скелетни конструктивни систем подразумева се систем у којем носиву конструкцију зграде чине линијски конструктивни елементи – стубови и греде, који преузимају оптерећење од таваница и преносе га на темељ и земљиште.

2.2.2.1. Традиционални скелетни систем

Скелетни системи грађења у дрвету развијени су као системи са мањом потрошњом дрвета у односу на масивни систем типа брвнара. Ови систем примењивани су у многим крајевима, не само на Балканском полуострву већ и широм Европе (Слика 33).



Слика 33. Скелетни систем зграда у Франкфурту

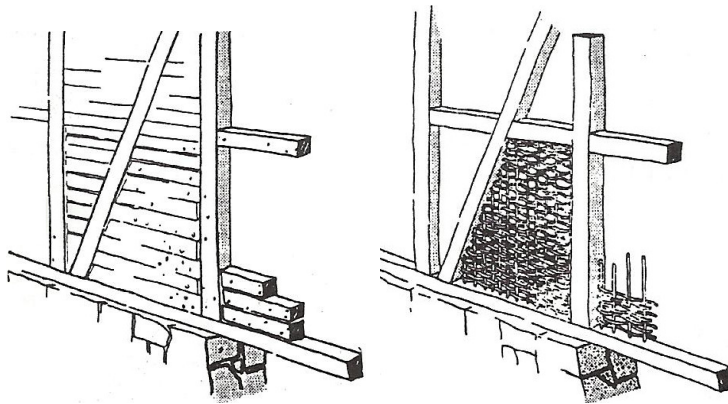


Слика 34. Кућа на Нишићкој висоравни [12]

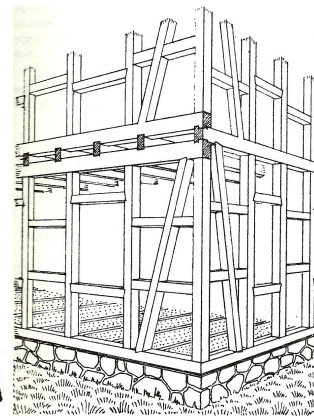
На подручју Босне и Херцеговине скелетни систем развијен је углавном као тзв. бондрук систем. Због линијских носача који преносе оптерећење систем бондрука може се сматрати једном врстом скелетног система, мада се од њих разликују мањим распонима носача.

Зид скелетне конструкције чини костур од вертикалних и хоризонталних носивих елемената – стубова и греда, са додатним косницима који укрупњују конструкцију (Слика 36). Испуна нема носиве карактеристике и најчешће је

изведена од ћерпића, непечене опеке, или од плетера, летава, са обостраним малтером од блата (слике 34 и 35).



Слика 35. Детаљ формирања зидног платна – дрвени скелет са различитим врстама испуне [15]



Слика 36. Детаљ формирања зидног платна [78]

Други облик традиционалне скелетне градње представља систем са скелетом од дрвених стубова и греда и испуном од дасака, те је зидно платно у потпуности дрвено. Овај систем примењиван је не само при градњи зграда за становање и помоћних зграда (Слика 37) већ и за градњу сакралних објеката (Слика 38).

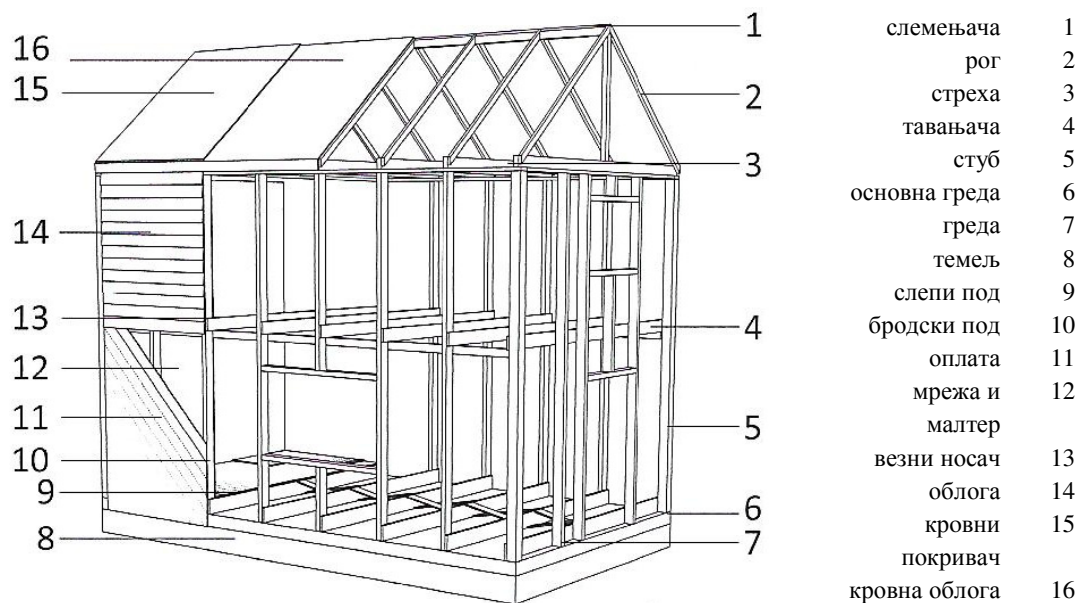


Слика 37. Амбар [аутор]

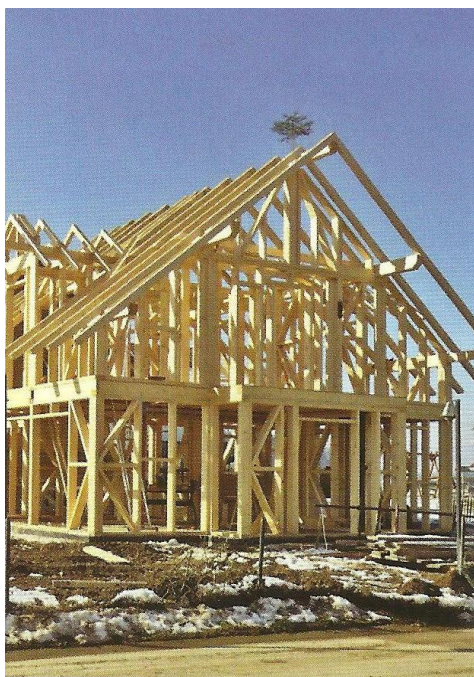


Слика 38. Црква брвнара и Јаворанима [аутор]

У неким државама света развијани су и другачији системи скелетне градње, а од њих најпознатији је тзв. *Balloon Frame*, систем развијен у САД-у крајем 19. века, специфичан због непрекидних вертикалних носача (Слика 39) [50,51].



Слика 39. Скелетни систем градње *Balloon Frame* [50]



Слика 40. Изградња куће системом *Balloon Frame* [51]



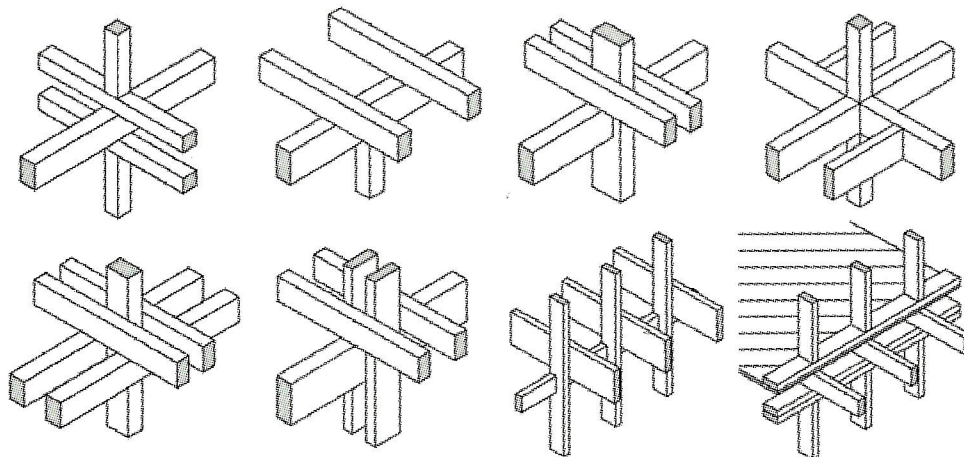
Слика 41. Пример савремене скелетне градње у Словенији [51]

2.2.2.2. Савремени скелетни системи

Савремени скелетни системи конструкција примењују се углавном као префабриковани системи и типични су за предузећа која се баве овим системом дрвене градње. У неким државама зграде се изводе директно на лицу места без примене префабрикације, као, нпр., у САД-у где се изводи осавремењени систем Balloon frame (Слика 40), или у Словенији, у којој мањи произвођачи примењују овакав начин градње (Слика 41).

Носиву конструкцију чини скелет од носивих елемената – стубова и греда, од обичне грађе. Често се, у случају савлађивања већих распона, а због својих бољих механичких карактеристика, примењују лепљени ламелирани носачи. Међуспратне таванице, као и фасадни и преградни зидови, могу да се изводе као лаки префабриковани елементи ради бржег и прецизнијег извођења, било као пуни елементи или са отворима и застакљени [50].

Системи се међу собом разликују у начину везивања елемената скелетне конструкције, стубова и греда. Разликујемо системе са стубовима који се изводе у висини једне етаже, и оне који су висине две етаже (Слика 42). Неки произвођачи комбинују оба система, што се може видети и код немачког произвођача Huf Haus (Слика 46 и 47).

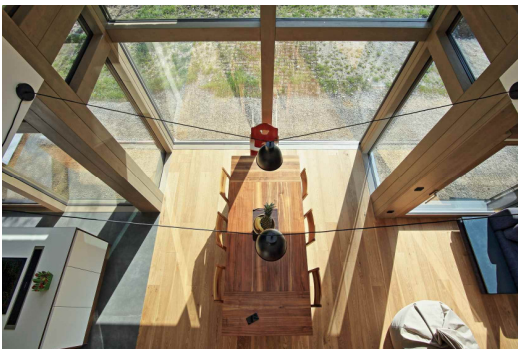


Слика 42. Везе дрвених стубова и греда: варијанте са стубовима спратне висине и стубовима кроз две етаже [50]



Слика 43. Изглед куће произвођача из Словеније *Kager hiše* [294]

Бројни су произвођачи у свету који примењују скелетне системе, а у Босни и Херцеговини нема ниједног. Од држава у окружењу најпознатији произвођач је фирма *Kager hiše* (слике 43–45).



Слика 44. Ентеријер куће *Kager hiše* [294]



Слика 45. Изглед куће *Kager hiše* [294]



Слика 46. Конструкција куће произвођача из Немачке *Huf Haus* [295]

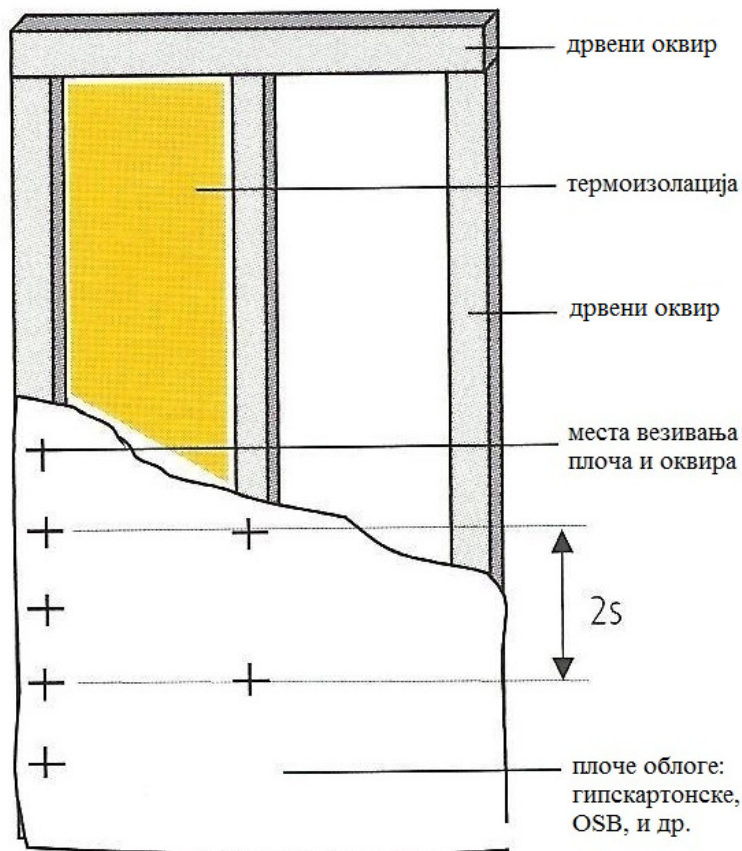


Слика 47. Изглед куће произвођача из Немачке *Huf Haus* [295]

2.2.3. Панелни (оквирни) системи грађења

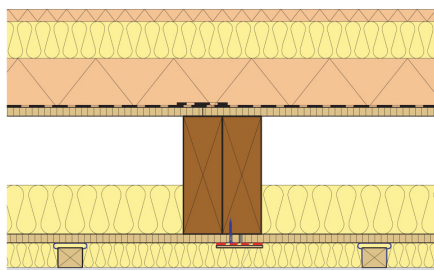
Панелни систем грађења развијен је као систем префабрикованог грађења. Панели се припремају у фабрици, са прецизно изведеним димензијама и слојевима, те се на градилишту само монтирају. Панели су носиви елементи конструкције, а формирају се из скелета од дрвених стубова и греда, повезаних у један рам-оквир, за који су обострано везане плоче облоге, које истовремено имају и улогу укрућивања панела и пријема дела оптерећења (Слика 48).

Између дрвеног костура уграђује се изолација, која има функцију зависно од места уградње панела (топлотна и/ или звучна). На основу места уградње панели могу бити фасадни и унутрашњи. Различите врсте плоча користе се као облоге, а избор зависи од врсте панела, жељених карактеристика (носивост, сеизмичко оптерећење, положај – фасадни или унутрашњи, и сл.). За облоге се примењују гипс-картонске плоче, гипсано-влакнасте плоче, иверице, OSB плоче и друге врсте плоча.

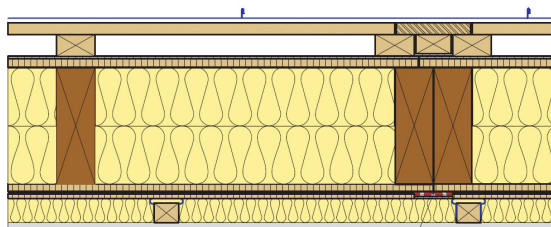


Слика 48. Конструкција зидног панела [47]

Према ширини панела системи се деле на уско и широкопанелне. Првобитно је био развијен систем уских панела, ширине 1,20 до 1,35 m, висине 2,50 или 2,60 m. Временом се ширина панела повећава, тако да се широкопанелни системи изводе у димензијама које ограничавају транспортна средства, најчешће према димензијама основе куће, тј. један панел чини један фасадни зид (максимално до 13 – 14 m).

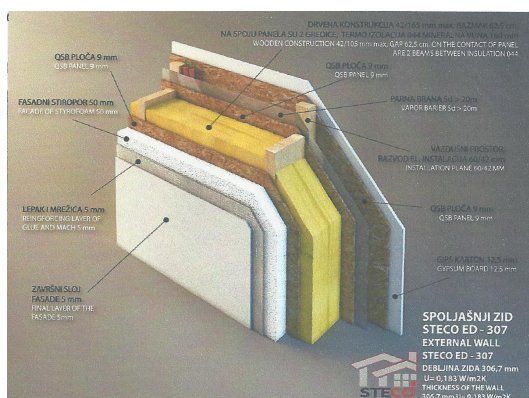


Слика 49. Састав панела – међусpratна конструкција ка тавану [291]

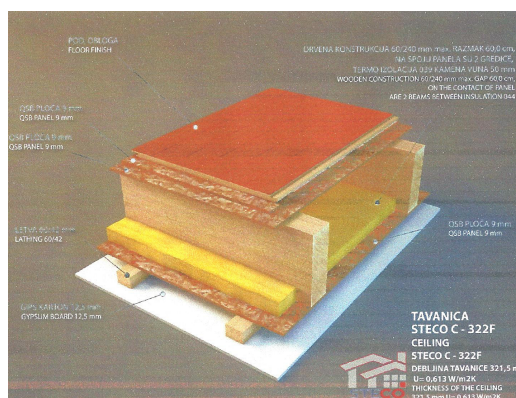


Слика 50. Конструкција панела косог крова [291]

Структура панела је слична у већини фабрика, али постоје и одређене специфичности, које се развијају у циљу задовољавања све већих захтева у погледу енергетске ефикасности зграда. Савремени зидни панели производе се у стандардним димензијама, према регулативи државе у којој се производе, али и са карактеристикама у погледу енергетске ефикасности бољим него што то регулатива захтева, често и у стандарду пасивне градње.¹⁴

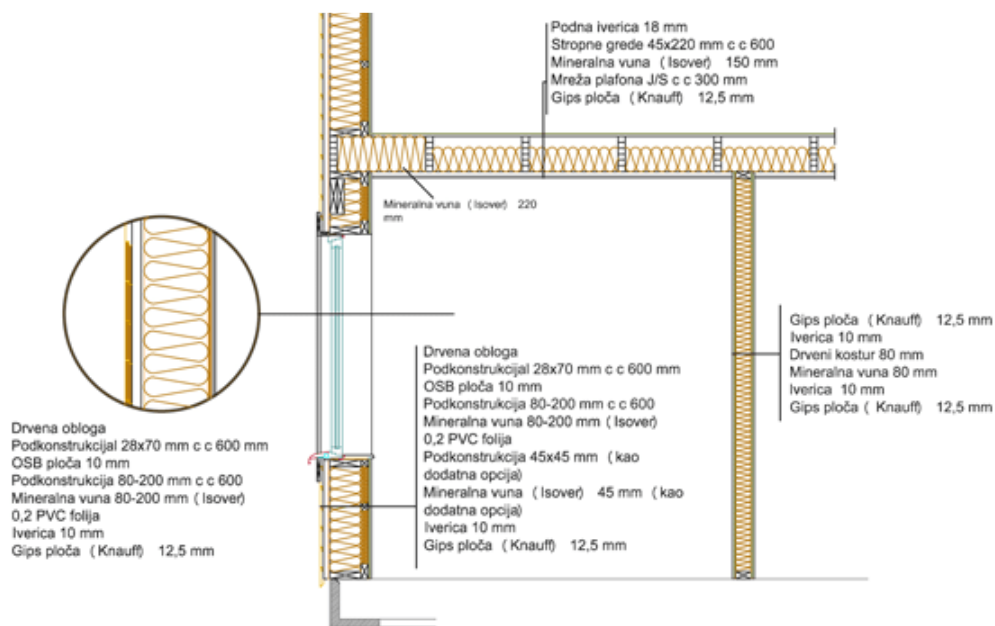


Слика 51. Детаљ зидног панела STECO [282]



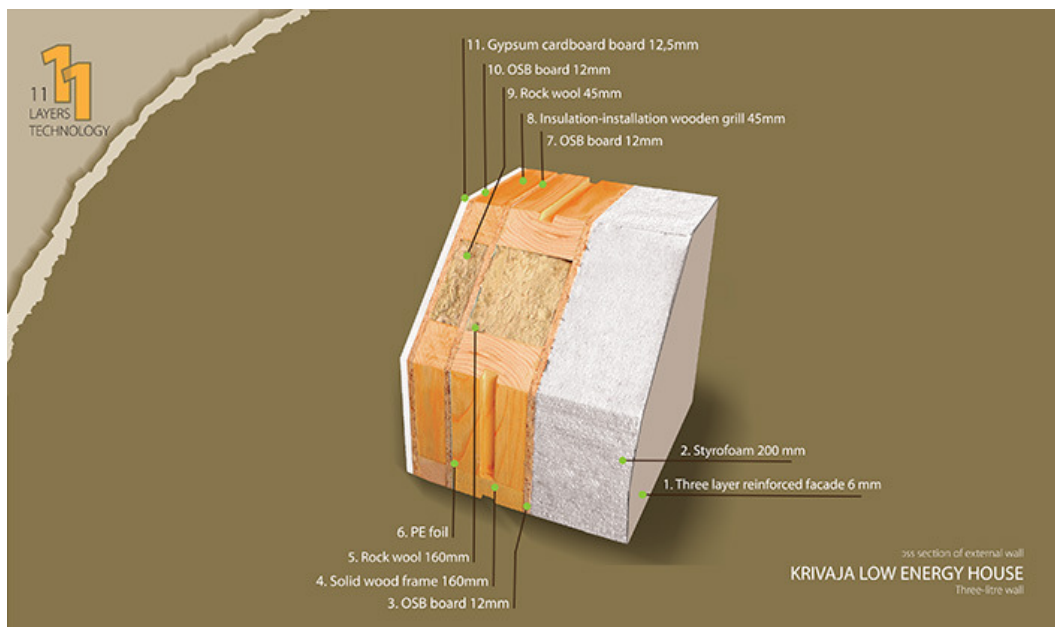
Слика 52. Детаљ панела таванице STECO [282]

¹⁴ Стандард пасивне градње подразумева да зграда за грејање троши максимално 15 kWh/m², а укупна дозвољена потрошња примарне енергије је 120 kWh/m².



Слика 53. Детаљи панела фабрике „ПРОМО“ [280]

Панелне системе грађења примењују најзначајнији произвођачи префабрикованих кућа од дрвета у Босни и Херцеговини: „Промо“ из Доњег Вакуфа (Слика 53), „Криваја ТМК“ из Завидовића (Слика 54–56), „Интал“ из Милића и „СТЕСО centar“ из Бијељине (Слика 51 и 52).



Слика 54. Детаљ зидног панела нискоенергетске куће Криваја ТМК [281]



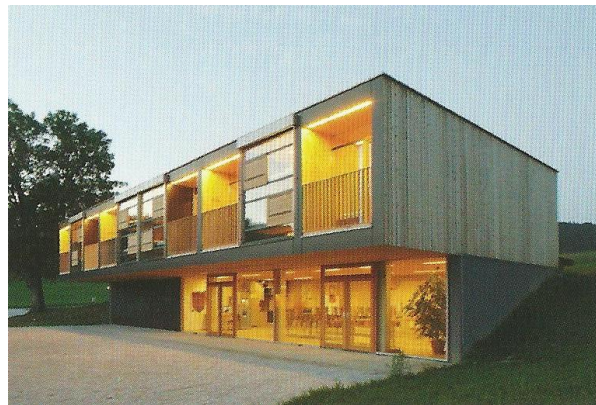
Слика 55. Изглед куће Криваја ТМК [281]



Слика 56. Изглед куће Криваја ТМК [281]

2.2.4. Просторни (ћелијски) системи

Као специфичност у префабрикованом грађењу појавили су се просторни (ћелијски) системи, који се формирају у фабрици, те на лицу места уграђују и повезују у једну целину. Просторни системи (ћелије) могу бити формиран од масивних плоча типа CLT или панела, који заједно чине једну просторну и конструктивну целину (Слика 57 и 58).



Слика 57 а и б. Монтажа просторних јединица и изглед готове зграде Camp Wildalpen [50]

Овим системом постиже се већа брзина у грађењу и одличан квалитет, а недостатак је велика тежина јединица и транспорт (Слика 57а).

Због тога, као и због ограничене примене мултиплицирања истих јединица, ови системи немају велику примену у грађењу. У Босни и Херцеговини нема предузећа која се баве разрадом и извођењем просторних система.



Слика 58. Изглед просторних јединица *HOLZ BOX* у Аустрији [278]

3. РЕЛЕВАНТНИ ПОДАЦИ ВЕЗАНИ ЗА ПРИМЕНУ ДРВЕТА У БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ

У овом делу рада биће анализирани релевантни подаци за примену дрвета у Босни и Херцеговини који се односе на порекло и традицију грађења дрветом, постојећи фонд стамбених зграда и његове карактеристике: старост, структуру према типовима становања, примењеним материјалима и технологијама, као и облици примене дрвета у постојећем фонду стамбених зграда. За истраживање су битни и подаци о климатским условима, као и о постојећем шумском богатству, његовој структури према врстама, као и могућностима кориштења.

Према Дејтонском споразуму из 1995. године, Босна и Херцеговина организована је као држава коју чине два ентитета: Република Српска и Федерација Босне и Херцеговине, а касније је, као посебна јединица, оформљен и Брчко Дистрикт. Само за неке области надлежност је на државном нивоу (спољна политика, међународна трговина и економски односи, војска, статистика), док је већина на ентитетском нивоу. У Федерацији Босне и Херцеговине постоји и трећи ниво одлучивања – ниво кантона.

3.1. ТРАДИЦИЈА ГРАЂЕЊА ДРВЕТОМ

Природни услови, услови земљишта и поднебља, тј. климе јесу примарни / основни чиниоци који утичу на доступност и избор материјала за грађење, на начин грађења као и на обликовање грађевина.

Природни услови омогућили су да се на овим просторима развије градитељство у дрвету. Народно градитељство подразумева да се за грађење првенствено користи материјал који се налази у непосредној близини и којег има у изобиљу, а то је на овим подручјима пре свега дрво. За проучавање градитељства у дрвету од значаја је и упознавање са вештинама које су градитељи могли да преузму од својих предака, тј. са техничким вештинама које су они поседовали.

Имајући у виду да је подручје које данас чини Босну и Херцеговину кроз историјски развој пролазило кроз различите фазе државне организације, у раду ћемо дати приказ традиције грађења у дрвету нешто шире, тј. у оквиру простора који су чинили некадашњу Југославију.

Историјски извори потврђују да је на овим просторима шуме било у изобиљу, и то значајно више него данас. О некадашњим шумама на овим просторима бројна су свједочанства – тако још Јиречек каже да се крсташи муче по непроходним шумама наших земаља [34], Момировић тврди да „у првој половини средњег века велике и густе шуме прекриваху већину земљишта Европе, посебно Балкан“ [71], Курипешић у свом путопису „да је Доња Босна врло брдовита и има на све стране велике шуме“ [63], а Кукуљевић, путујући од Градишке ка Бањалуци, каже „кад погледаш око себе не видиш друго до пустих шума и непрегледних гајева“ [131]. Иван Франо Јукић путујући по Босни године 1843, записао је пролазећи Поткозарјем: „...ријетко је видјети друго дрво само храст у небо гране ширећи“ [39].

Дрво као грађевински материјал користило се још од времена када се почело градити – од праисторије па све до данас [73]. Употреба дрвета за грађење у праисторијском добу сасвим је логична и човек користи за грађење материјал који му је у близини – дрво, камен, земљу, и то прво у изворном облику, а касније обрађене.

Употребу дрвета у праисторији доказују бројна археолошка истраживања,¹⁵ а она су често и једини доказ примене дрвета и за периоде из којих не постоје сачуване зграде или историјским изворима то не може бити потврђено (слике, гравире, описи у различитим облицима писаних докумената).¹⁶

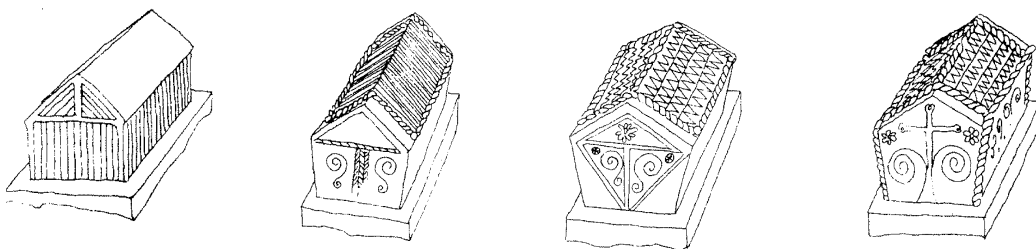
Из периода средњег века сачуваних материјалних остатака градитељства у дрвету скоро и да нема. Податке о грађењу у дрвету за овај период налазимо углавном у историјским изворима – писаним документима, путописима и на цртежима. У дрвету су грађени, осим кућа за становање обичног народа, и други

¹⁵ На подручју неолита најстаријом се сматра Лепенска кућа [97], а из периода неолита налазимо доказе о градњи сојеничких насеља Доња Долина код Градишке на Сави, села Рипач на Уни у близини Бихаћа [86].

¹⁶ Археолошка налазишта на локалитетима Јазбине код Бијељине [116], Градиште код Кикинде, Маркова варош код Прилепа, Бостаниште код Мошорина [7] потврђују примену дрвета у периоду после доласка Словена на Балканско полуострво.

објекти, као што су палате, куће и дворови краљева и остале властеле. Александар Дероко сумња да су по варошицама постојале монументалне, чврсте, зидане палате [73]. Од дрвета нису грађени само објекти профане већ и сакралне архитектуре, а извори нам потврђују да је Свети Сава, осим зиданих, подизао и цркве од дрвета [104].

Много података о употреби дрвета у грађењу налазимо на стећцима, средњовековним надгробним споменицима који често већ својим обликом представљају кућу краја и времена у ком су настајали, а неки још и својим рељефима пружају податке о примени дрвета на кућама тог доба (Слика 59).



Слика 59. Стећци из некропола Клице, Јела Шуме и Крижјевића код Олова из 14. в [117]

Најстарији поуздан податак о дрвеном кровном покривачу нам, по Ранку Финдрику [117], даје стећак из Доње Згошће код Какња (Слика 60), а податке налазимо и на сликаним моделима манастира Мораче (Слика 61) и у једном запису из манастира Рмња на Уни, из 17. века [116].



Слика 60. Стећак из Згошће [116]



Слика 61. Део приказа зидања манастира Мораче са велике Кур Козмине иконе Св. Саве и Св. Симеона из 1645. год. према А. Стојаковић [116]

По Астриди Бугарски, један од најстаријих података о дрвеном кровном покривачу у Босни потиче из 16. века [11]. По Ранку Финдрику, може се претпоставити да су грађевине средњовековног периода биле од дрвеног скелета, са испуном од плетера или дрвета [116], тзв. бондрук систем, који, судећи по резултатима археолошких истраживања, има континуитет још од античког периода [129]. Период средњег века, према постојећим историјским изворима, био је време кад је шуме било у изобиљу, па се свуда, чак и у Приморју, градило у дрвету [73].

Временом, како су се шуме у неким крајевима проредиле (јужни и источни), мењао се и начин употребе дрвета у грађењу – прелазило се на скелетни систем градње тзв „бондрук“ систем, док се у крајевима гдје је шума још била очувана градило на стари начин – у Шумадији, Босни, Славонији и Словенији.

Освајање Босне и Херцеговине од стране Отоманске империје и долазак Турака на ове просторе значили су и промене у друштвеном и политичком животу, али и у свакодневном животу и навикама породице. Оријентални утицај, који су Турци донели са собом, огледа се, пре свега, у просторној организацији куће за становање, као и неким конструктивним решењима. Сама материјализација значајно се не мења, јер се дрво као материјал користило и на подручју Отоманске империје, а и код домаћег становништва, и то за градњу стамбених, али и свих других објеката, чак и џамија (Слика 62).



Слика 62. Панорама Јајца на старој разгледници [75]

Осим за градњу зграда (конструкција зида, крова, столарија, кровни покривач, ентеријери), дрво је кориштено и за градњу мостова (Слика 63) [75], као и за сантраче у каменим зидовима утврђења.



Слика 63. Мост од дрвене грађе који је претходио каменом, идеална реконструкција [75]

Из периода осамнаестог и деветнаестог века постоје сачувани објекти грађени у дрвету. Њихов број није велик, али нам ипак много говоре о времену кад су настајали, носећи у себи трагове прошлости. Из овог периода имамо сачуване куће од дрвета, помоћне објекте, па и храмове (цркве и џамије).

Аустроугарска окупација Босне и Херцеговине узроковала је промене у свим сферама живота. У области грађевинарства нова власт је са собом донела нове материјале и технике грађења, те се традиција грађења дрветом у првој половини 20. века постепено губи. Бетон и челик, уз опеку, постају доминантни материјали за грађење зграда, а употреба дрвета сведена је на извођење кровних конструкција, као и столарије и елемената за обраду ентеријера. Извођење конструкција зидова од дрвета задржано је једино на сеоским подручјима, где се на традиционални начин још граде стамбени и помоћни објекти у дрвету. Дрво се у овом периоду углавном користило за извођење кровних конструкција, столарију (фасадну и унутрашњу), ентеријере, као и декоративне елементе на фасадама значајнијих јавних грађевина и стамбених вила (Слике 64 и 65).



Слика 64. Лакишића кућа у Мостару [75]



Слика 65. Дрвени балкон на згради у Брчком [аутор]

Долазак Аустроугарске у Босну и Херцеговину крајем 19. века довео је и до развоја дрвопрерађивачке индустрије, која постаје значајна привредна грана тадашње државе. У том периоду почињу са радом бројне пилане, које су, пре свега, дрво прерађивале и продавале широм Аустроугарске монархије. Једно од таквих било је предузеће „Босна“, чији је власник од 1893. до 1918. године био Otto von Steinbeis. Оно је 1919. године трансформисано у шумско индустријско предузеће „Шипад“, а нову трансформацију доживело је 1948. године, након чега се развило у највеће дрвопрерађивачко предузеће на подручју Босне и Херцеговине. Почетком 60-их година прошлог века у предузећу почиње производња намештаја, а у периоду 1970–1982. наставља се његов даљи развој отварањем фабрике монтажних кућа и грађевинске столарије. Сложена организација удруженог рада „Шипад“ окупљала је у једном тренутку свог развоја чак 25 радних организација, 239 организација удруженог рада, те запошљавала 84.450 радника [268]. Распадом Југославије 90-их година прошлог века дошло је и до распада великог сложеног система „Шипад“, које од 1999. године ради као „Шипад“ д.д. Ново предузеће наставља да ради у изузетно смањеном обиму, ни налик предратном, у оквиру своје сарајевске пословнице.

Године 1949. на темељима две аустроугарске компаније које су се бавиле прерадом дрвета „Gregerson & Söhne“ и „Eisler und Ortlieb“ настаје индустријско

предузеће „Криваја“. У почетку се предузеће бавило само примарном прерадом дрвета, а 1952. године почиње са производњом монтажних кућа. Постаје препознатљиво управо по производњи монтажних кућа применом лаких дрвених панела. У овом систему изграђени су бројни објекти, највише породичне куће и викендице, али и мање пословне зграде. Развој производних капацитета настављен је отварањем производног погона за израду носача-греда од лепљеног ламелираног дрвета, које је углавном примењивано за извођење конструкција већег распона јавних објеката различите намене, па чак и мостова. Године 2005. фабрика је приватизована, а до 2012. модернизовани су стари погони. Фабрика под називом „Криваја ТМК“ данас производи савремене монтажне куће, лепљене ламелиране носаче, лаке грађевинске плоче и столарију [281].

Фабрика монтажних кућа „Илијаш“ почела је са радом 60-их година прошлог века. Постала је препознатљива по свом квалитету, а 1996. године, после потписивања Дејтонског споразума, премештена је у Милиће у Републици Српској и почиње да ради под новим именом „Интал“ а.д. Ова фабрика, осим породичних кућа намењених индивидуалном породичном становању, изградила је и већи број мањих зграда за колективно становање. Нажалост, након власничке трансформације доведена је у незавидну позицију и тренутно је у стечајном поступку.

Захваљујући постојању фабрика монтажних кућа на подручју Босне и Херцеговине, у периоду од педесетак година изграђен је велики број породичних кућа, викендица, али и објеката јавне намене.

Почетком 21. века уз некадашње фабрике за производњу монтажних кућа у Босни и Херцеговини почињу да раде и нове. Неке од њих су мањих капацитета и ниже техничко-технолошке опремљености и производе мање објекте типа полубрвнара („Grossist“ Приједор, „Kum company“ и „Дрво-Монт ЛД“ Шипово, и др.). Са радом је почело и неколико фабрика монтажних кућа на бази лаких панела, које један део своје производње пласирају на инострана тржишта („Промо“ Доњи Вакуф, „Берић куће“ Бањалука, „Дом инвест“ Жепче, „Steco centar“ Бијељина, „Адлес“ Сански Мост, „Savox“ Милићи).

Међутим, и поред повећаног броја произвођача монтажних кућа, обим производње није достигао предратни, те је 2010. године забележена производња

од 13.479 m² [234], док је предратна производња била 250.000 m² произведених кућа [32]. Узроци овако малог броја изграђених кућа применом префабриковане панелне градње су бројни. Са једне стране, тржиште је значајно смањено распадом Југославије, а са друге стране узроци су у ставовима инвеститора, који преферирају масивну градњу, слабој промоцији произвођача, махом извозно оријентисаних, али и ставовима архитеката, који недовољно промовишу овакав начин грађења у својим пројектима.

Најзначајнији делови дрвопрерађивачког сектора јесу производња намештаја, подних облога и столарије, уз производњу монтажних кућа, а све је базирано као извозно оријентисано. Производња различитих плоча на бази дрвета, нажалост, након последњег рата није никада обновљена, те се све врсте плоча увозе.



Слика 66. Из историје дрвопрерађивачке индустрије у Босни и Херцеговини [281]

3.2. ПОСТОЈЕЋИ СТАМБЕНИ ФОНД

Постојећи стамбени фонд у Босни и Херцеговини врло је разнолик по својој структури, као и старости. Проблем у реализацији истраживања јесте недостатак података о постојећем фонду стамбених зграда. У Босни и Херцеговини у периоду од 1991. до 2013. године нису обављани пописи становништва и зграда који би били извор података. Комплетни резултати пописа из 2013. још нису објављени, а у Прелиминарним резултатима дат је само број станова, који је 1.617.308. Резултати пописа из 1991. делимично су обрађени, те је само доступан податак о укупном броју станова у Босни и Херцеговини у 1991. години, који је био 1.294.868 [207, 208]. Попис из 1981. године је последњи попис који даје детаљније податке о грађевинском фонду и он разликује зграде грађене од „тврдих материјала“, које су и најбројније, док истовремено за термин „слаби материјали“ нема тумачења шта је њиме подразумевано [206].

За потребе овог рада кориштени су резултати истраживачког пројекта *Типологија стамбених зграда у Босни и Херцеговини*,¹⁷ који представља наставак европског пројекта *TABULA* [258].¹⁸ Овим пројектом предвиђено је да свака држава, у складу са својим околностима, прво припреми националну типологију стамбених зграда, коју у другој фази прилагођава заједничкој типологији. Основа за периодизацију зграда у овом пројекту јесу прописи о термичкој заштити зграда, као и примењени материјали и технологије грађења. С обзиром на то да осим броја станова¹⁹ нису постојали никакви подаци о стамбеним зградама у Босни и Херцеговини, а на основу искустава која су стечена на пројекту *TABULA* у Србији [256], обављено је пописивање стамбених зграда за које је била ангажована агенција *IPSOS*. Ова агенција је на основу статистичке методологије одабрала за попис 13.044 стамбених зграда, од којих 12.713 породичних кућа (12.255 слободностојећих и 458 у низу), а 331 зграду за колективно становање. Попис је обављен тако што су све зграде пописане прво са Упитником А, а за сваку четврту

¹⁷ Пројекат је у Босни и Херцеговини финансиран и вођен од стране GIZ-а, који је и одобрио аутору кориштење још необјављених података. Аутор је члан експертског тима који ради на пројекту.

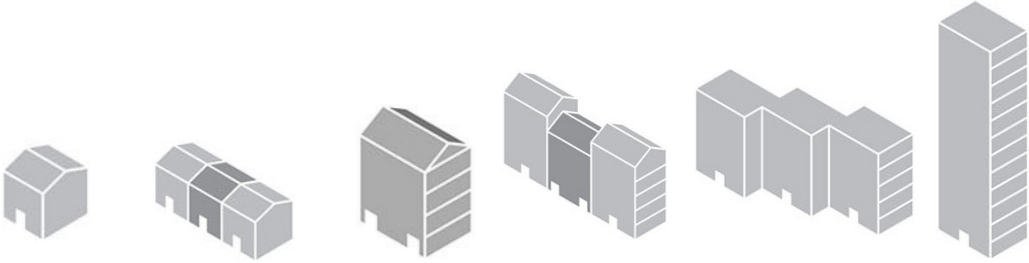
¹⁸ *TABULA – Typology Approach for Building Stock Energy Assessment* – Типолошки приступ енергетском оцењивању зграда.

¹⁹ Према резултатима Пописа из 1991. и Прелиминарним резултатима пописа из 2013.

попуњаван је и Упитник Б.²⁰ Стамбене зграде су пописиване по целој територији Босне и Херцеговине, у складу са методологијом статистичких анализа, као и подацима о методологији која се примењује приликом пописа становништва. Упитници су урађени од стране експертског тима који је радио на пројекту, а према узору на упитнике кориштене у Србији. Након обављеног пописа урађена је кластер анализа, на основу које су чланови експертског тима одредили типичне зграде за све периоде и типове зграда [103].

Ради могућности кориштења резултата из пројекта за потребе овог рада, усвојена је слична периодизација зграда. Због потребе детаљније анализе период до 1945. подељен је на три потпериода: период до 1878, период од 1878. до 1914. и период од 1914. до 1945. године.

Табела 2. Типологија стамбених зграда у Босни и Херцеговини [103]



Индивидуалне стамбене зграде			Колективне стамбене зграде		
Слободно-стојећа кућа	Кућа у низу	Мања зграда	Зграда у низу	Велики стамбени блокови	Небодери
93,91%	3,72%	1,39%	0,46%	0,50%	0,02%
97,63%			2,37%		

Стамбене зграде су, према својој типологији, систематизоване на индивидуалне и колективне стамбене зграде, а обе групе подељене су на две подгрупе, по методологији пројекта *TABULA*, а према националној типологији колективне стамбене зграде су систематизоване на мање зграде, стамбене зграде у низу, велике стамбене блокове и небодере (Табела 2).

²⁰ Примери Упитника А и Б дати су у Прилогу 5.

Табела 3. Број зграда према типу становања и ентитетима [103]

	БиХ ²¹	ФБиХ ²²	РС ²³	БД ²⁴
Број зграда	861.965	508.106	331.050	22.809
Индивидуално становање ²⁵ %	97,63	97,43	97,43	95,23
Колективно становање ²⁶ %	2,37	2,57	2,57	4,77
Укупно %	100	100	100	100

Заступљеност стамбених зграда према типу зграда, периодима и структури дата је у табелама 3–6, као и на сликама 67–71. Уочава се да је доминантан број зграда за индивидуално породично становање, са учешћем од чак 97,63%. Нешто мањи проценат забележен је само у периоду после Другог светског рата, када су због потребе решавања стамбеног питања нешто више грађене зграде за колективно становање

Табела 4. Број зграда према периодима грађења и типовима становања у БиХ [103]

Периоди изградње	Старост зграде					
	до 1945.	1946– 1960.	1961– 1970.	1971– 1980.	1981– 1991.	1992– 2014.
Број зграда	12.599	31.422	100.252	207.792	244.071	265.929
Индивидуално становање %	94,69	88,40	94,84	97,90	96,97	98,32
Колективно становање %	5,31	11,60	5,16	2,10	3,03	1,68
Укупно %	100	100	100	100	100	100

²¹ БиХ: Босна и Херцеговина.

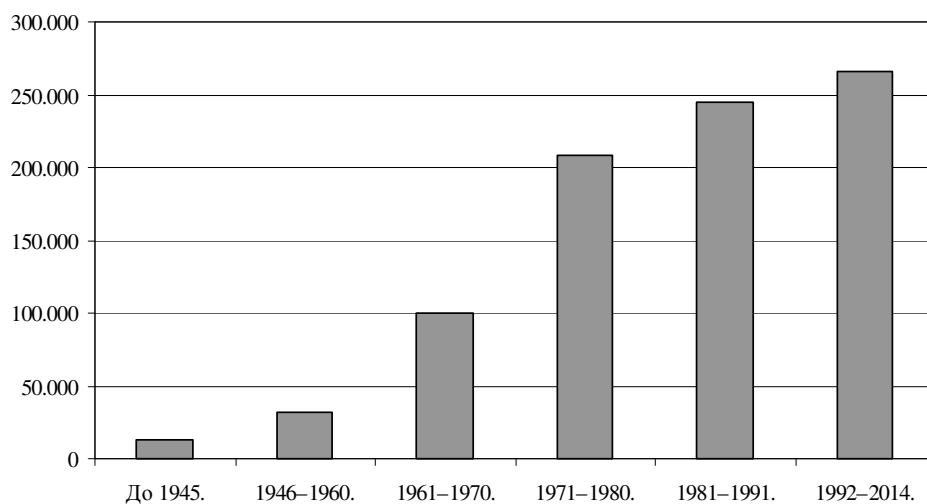
²² ФБиХ: Федерација Босне и Херцеговине.

²³ РС: Република Српска.

²⁴ БД: Брчко Дистрикт.

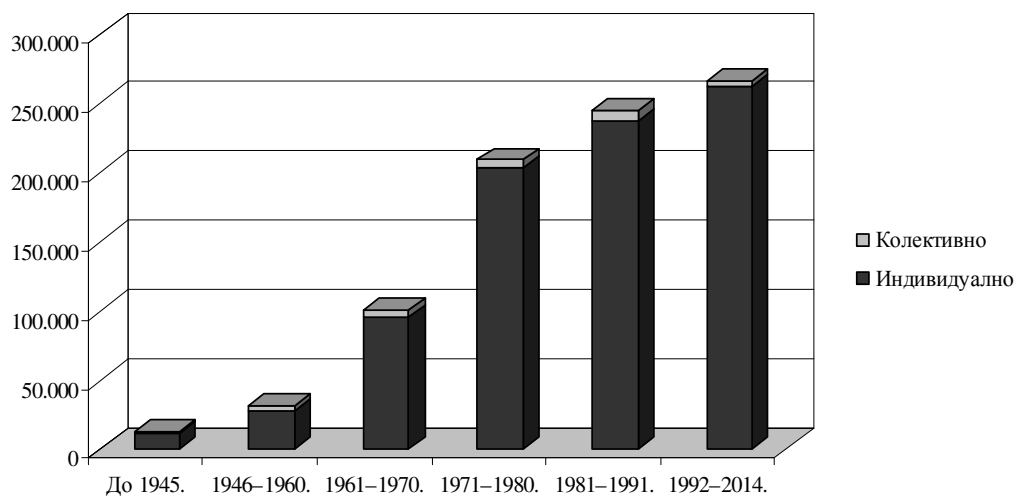
²⁵ Под појмом индивидуално становање подразумевају се зграде до три стамбене јединице.

²⁶ Под појмом колективно становање подразумева се зграда са четири и више стамбених јединица.



Слика 67. Број зграда према периодима грађења [103]

Приметно је да је стамбени фонд зграда у Босни и Херцеговини велике старости, а да је у периоду од 1991. до данас изграђено скоро 31% стамбеног фонда, што је узроковано, између осталог, ратним догађањима и потребом послератне изградње већег броја нових зграда.

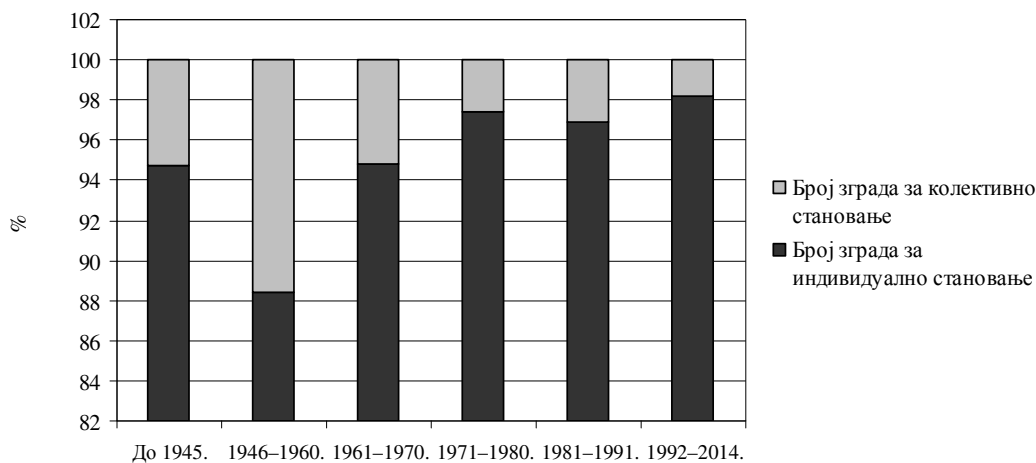


Слика 68. Број зграда према периодима грађења и типовима становања [103]

Изразито велики проценат нових зграда реализован је на подручју Брчко Дистрикта због тога што је у ратним дешавањима уништен велики број стамбених зграда, па је било потребно изградити нове.

Табела 5. Број зграда према периодима грађења и ентитетима [103]

Подручје	БиХ	ФБиХ	РС	БД
Број зграда	861.965	508.106	331.050	22.809
%	%	%	%	%
До 1945.	1,46	1,30	1,9	0,2
1946–1960.	3,64	3,6	3,7	2,3
1961–1970.	11,63	11	12,8	4,6
1971–1980.	24,10	22,3	27,2	17,8
1981–1991.	28,32	29,3	26,9	29,2
1992–2014.	30,85	32,5	27,5	45,9
	100	100	100	100

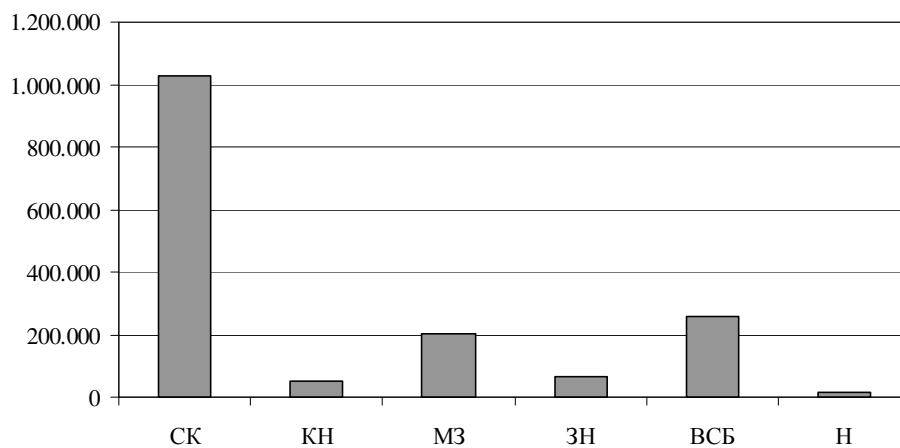


Слика 69. Процентуално учешће типова зграда по периодима грађења [103]

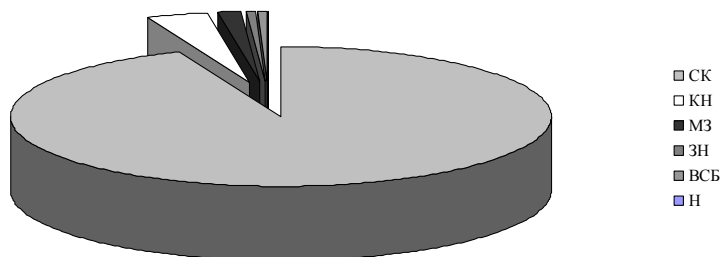
Уколико посматрамо податке о броју станова приказане у Табели 6, уочавамо да је број станова у зградама процентуално нешто већи него што се раније претпостављало, када су подаци говорили да је у зградама 30% станова, а у кућама око 70%.

Табела 6. Број зграда и станова према типовима становања [103]

	Тип стамбене зграде						Укупно
	Индивидуално становање			Колективно становање			
	Слободно-стојећа кућа СК	Кућа у низу КН	Мања зграда МЗ	Зграда у низу ЗН	Велики ст. блок ВСБ	Небодер Н	
Број зграда	809.452	32.091	11.968	3.946	4.323	185	861.965
%	93,91	3,72	1,39	0,46	0,50	0,02	100
Број станова	1.028.040	48.200	204.212	66.339	259.673	12.721	1.619.185
%	63,49	2,98	12,61	4,10	16,04	0,78	100



Слика 70. Број станова према типовима становања [103]



Слика 71. Број зграда према типовима становања [103]

Напомена: Број небодера је толико мали да се не примећује на Слици 71.



3.2.1. КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОСТОЈЕЋЕГ ГРАЂЕВИНСКОГ ФОНДА У ОДНОСУ НА ПРИМЕЊЕНЕ МАТЕРИЈАЛЕ И ТЕХНОЛОГИЈЕ

Примена материјала у грађењу у директној је вези са периодом грађења, технологијама грађења, прописима о грађењу, као и локалним условима, тј. локално расположивим грађевинским материјалима.

Од свих карактеристика грађевинског фонда за предмет овог рада битна је материјализација зграде, како конструктивних елемената (носећи зидови и стубови, међуспратне и кровне конструкције), тако и облога, столарије и др.

Постојећи стамбени фонд различит је по својим карактеристикама, а за даља истраживања кориштена је систематизација према периоду грађења, јер је време грађења најважнији чинилац при избору материјала и технологије грађења. У сваком од посматраних периода посебно су разматране породичне куће, а посебно зграде за колективно становање, због различитих технологија грађења, али и примењених материјала. Извори који су кориштени за анализе у овом делу рада су бројни: истраживања проведена у оквиру пројекта *Типологија зграда у Босни и Херцеговини* [103], резултати пројекта *TABULA* у Србији [35, 36, 37, 256] и Словенији [257], литература о развоју архитектуре [7, 16, 17, 23, 86], о архитектури Босне и Херцеговине [11, 12, 58, 86, 96], о народној архитектури [75, 116, 117], о грађевинским конструкцијама [78], као и сазнања која је аутор стекао дугогодишњим радом у струци.

Периодизација зграда урађена је у складу са периодизацијом у пројекту *Типологија зграда у Босни и Херцеговини*, како би се лакше могли користити резултати истог [103].



3.2.1.1. ПЕРИОД ДО 1945. ГОДИНЕ

Овај период је подељен у три потпериода, јер су се у сваком дешавале значајније промене у стамбеној изградњи, које су се огледале и у типовима зграда које су грађене, али и у примењеним материјалима и технологијама грађења. Иста подела првобитно је била примењена и у пројекту *Типологије зграда*, али су током рада, због малог броја зграда у узорку, периоди спојени у један.

3.2.1.1.1. Период до 1878. године

Целокупан стамбени фонд изграђен до почетка окупације од стране Аустроугарске монархије обухваћен је једним периодом, због малог процента учешћа истог у укупном фонду зграда. Због дужине периода обухваћен је фонд зграда врло разнолик по својим карактеристикама, како по функционалним и обликовним, тако и по примењеним материјалима и технологијама грађења.

У периоду до аустроугарске окупације искључиво су грађене куће за становање једне породице. Многобројни ратови који су се одвијали на овим подручјима, лош квалитет грађења, као и пожари узроковали су да је сачуван веома мали број стамбених објеката из овог периода. Највећи број таквих објеката сачуван је у урбаним, а мањи у руралним подручјима.

Породичне куће изграђене у градовима значајно се разликују од кућа изграђених на селу. Разлике су веће у просторној организацији куће него у самој материјализацији и технологији грађења. За урбане средине карактеристична је градња породичних кућа, углавном оријенталног типа. Овај тип куће подразумева поделу простора куће на тзв. мушки и женски део, са двориштем ограђеним високим оградама са пуно зеленила. За рурална подручја карактеристично је да је у сеоским срединама са претежно муслиманским становништвом била типична изградња кућа оријенталног типа, а у селима са хришћанским становништвом у планинским крајевима кућа типа динарске брвнаре. Примена материјала била је

везана за локалне услове и традицију грађења, те је у централним подручјима као доминантан материјал кориштено дрво, ћерпич, и опека, а у Херцеговини камен, те дрво за кровну конструкцију. Стамбене зграде грађене су применом три доминантна система грађења:

1. Скелетни систем грађења, са дрвеним скелетом, тзв. бондрук систем

Спратни део куће најчешће је изведен као бондрук систем са дрвеним скелетом и испуном од ћерпића, док је приземље изведено од камена, дрвета или на исти начин као и спрат. Кровна конструкција је класична дрвена. Међуспратна конструкција је дрвена, као што су и столарија, подне, зидне, а често и плафонске облоге. Код старијих кућа и кровни покривач је од дрвета, најчешће у облику шиндре.

2. Масивни систем у дрвету, тзв. брвнаре

Целокупна зграда је од дрвета – типа брвнара и талпара, са зидовима од дрвета у облику облица, полуоблица или талпи, са дрвеном међуспратном конструкцијом. Кровне конструкције су дрвене, а најчешће је и кровни покривач био изведен од дрвета, и то у облику шиндре. Столарија је дрвена, као и подне облоге, а и облоге плафона, уколико су куће имале таванице.

3. Масивни систем у камену

Масивни носиви и преградни зидови изведени су од камена, као локално доступног и доминантног материјала. Кровна и међуспратна конструкција су од дрвета, као и сва столарија. Кровни покривач је од камених плоча.

3.2.1.1.2. Период од 1878. до 1918. године

Аустроугарска окупација Босне и Херцеговине узроковала је бројне промене у начину живота, привредном развоју, али и у примени материјала и технологија грађења, као и типова стамбених зграда.

Аустроугарска власт затекла је на овом подручју неку врсту регулативе – Закон о градњи и друмовима из 1863. године, који је важио за цело Отоманско царство, а већ 1880. године донесен је нови закон о градњи, потврђен од стране аустроугарског цара [96].

Осим породичних објеката намењених становању обичних грађана, почињу се градити и већи објекти типа урбаних вила, које су пројектовали архитекти дошли са подручја Аустроугарске царевине. У овом периоду, због потреба бројних запосленика у јавном сектору, тј. чиновника, граде се и зграде намењене становању већег броја породица: типа чиновничких палата, али и најамних палата.

Нова власт утиче на унапређење квалитета грађења, те се у градовима граде стамбене зграде масивне градње применом опеке старог, аустроугарског формата димензија 29 x 14 x 6,5 cm. Масивни зидови су веће дебљине, 44–59 или 29 cm, класично зидани и обострано малтерисани. Међуспратне конструкције најчешће су дрвене, а изнад подрума често изведене као пруски свод комбинацијом опеке, са челичним носачима. За веће распоне користе се и челични носачи као подупирачи дрвеним гредама или у комбинацији за ојачање са новим материјалом, бетоном. Кровне конструкције, често сложенијих и мансардних облика, изведене су од дрвета, као и целокупна столарија и подне облоге. Дрво се примењује и за извођење одређених конструктивних елемената – стубова и греда на терасама и балконима стамбених вила.

Нова власт са собом доноси и примену нових материјала у складу са европским искуствима. У овом периоду почиње примена нових материјала – бетона и челика, у комбинацији са опекарским производима и са новим конструктивним системима.

Породичне куће у руралним подручјима грађене су, као и у претходном периоду, на традиционалан начин, типичан за одређено подручје, тј. применом бондрук система са дрвеним скелетом и са испуном од ћерпића, или као масивне дрвене или камене. Кровови су коси, дрвени, са кровним покривачем типични за одређено подручје (шиндра, камен, цреп или ћерамида). Столарија је дрвена, као и подне облоге.

3.2.1.1.3. Период од 1919. до 1945. године

Тенденција квалитетнијег грађења, започета у претходном периоду, настављена је и за време Краљевине Југославије. Овај период карактерише

доношење закона који регулишу област грађења, као и унапређење технологија. Све је већи број домаћих школованих инжењера који учествују у пројектовању јавних и стамбених зграда. Квалитетније грађење типично је за градове, док се на селу још примењују традиционалне технологије грађења, и искључиво локални материјали (бондрук систем са испуном од ћерпића, дрво и камен).

Зграде у градовима су масивне конструкције, зидова од пуне опеке старог, аустроугарског формата на почетку периода, а од тридесетих година примењује се опека новог формата 25 x 12 x 6,5 cm. Зидови су зидани класично, обострано малтерисани са мање или више богатом малтерском пластиком на значајнијим грађевинама. Уз класичне, примењују се и разне врсте племенитих малтера. Међуспратне таванице изводе се од бетона, најчешће као ситнорестрасте, ливене или полумонтажне [86], а код мањих зграда и на највишим етажама као класичне дрвене. Бетон се све више користи као грађевински материјал. Кровови су коси, класичне дрвене конструкције или мансардни, а кровни покривач је цреп. Столарија је дрвена, и спољашња и унутрашња, као и подне облоге у стамбеним просторијама.

Породичне куће у граду граде се масивно, са зидовима од опеке, носиви су дебљине 44–38 cm, а преградни и тањи 25–12 cm, обострано малтерисани. Таванице су дрвене или ситнорестрасте, са малтерисаним плафонима на тршчаној подлози и слојем земље ка тавану (каратаван).

Куће на селу грађене су без значајнијих промена у примени материјала и технологија грађења у односу на претходни период.

3.2.1.2. ПЕРИОД ПОСЛЕ ДРУГОГ СВЕТСКОГ РАТА

Завршетком рата 1945. године почиње обнова ратом разрушене земље. Процес индустријализације доводи велики прилив становништва у градове, те се појављује и потреба за изградњом великог броја нових стамбених зграда. Привредни живот карактерише доношење петогодишњих планова, који утичу и на динамику планске изградње станова. Период је подељен на потпериоде, у складу са променама које су биле у директној вези са важећом регулативом, али и самом организацијом стамбене изградње у некадашњој држави.



3.2.1.2.1. Период од 1945. до 1960. године

Ово је период непосредно после завршетка рата и за њега је карактеристична обнова ратом оштећених зграда, а почиње и изградња нових. Интензивнија изградња нових зграда почиње педесетих година прошлог века. За овај период карактеристично је да још нема значајних промена у примењеним материјалима и технологијама грађења. Стамбене зграде се изводе са зидовима од опеке дебљине 38 или 25 см, класично зиданим и обострано малтерисаним. Међуспратне конструкције су дрвене са малтерисаним плафоном преко тршчане подлоге, полумонтажне са испунама од опекарских елемената или ситноребрасте конструкције од бетона, ливене на лицу места или су полупрефабриковане. Кровови се изводе као коси са класичним дрвеним конструкцијама, а крајем периода све су присутнији равни кровови. Фасадна и унутрашња столарија су дрвене. Подне облоге се изводе од дрвета (паркет), а користи се и терацо у санитарним просторијама.

Стамбене зграде се изводе на лицу места. Тек крајем овог периода почиње примена префабрикованих система грађења. Први објекат изграђен применом ИМС-а, префабрикованог преднапрегнутог монтажног система, изведен је 1957. године у Београду, а затим почиње његова примена и у другим крајевима некадашње државе [296].

У току првих година после рата наставља се градња породичних кућа на исти начин као и пре. У граду куће су грађене масивним системима грађења применом опеке, а у руралним подручјима применом традиционалних материјала (дрво, камен) и технологија грађења. Тек педесетих година прошлог века почиње масовнија примена масивних система грађења са применом опеке и у руралним подручјима. Масивни зидови су изведени од пуне опеке, дебљине 38 или 25 см, класично зидани те обострано малтерисани. Међуспратне таванице су врло често дрвене, а у градовима почиње и примена полумонтажних таваница са испунама од

опекарских елемената типа ТМЗ и сл. Кровови су углавном коси, а кровне конструкције су дрвене. Прозори су дрвени, једноструки, са обичним застакљењем, или двоструки, типа уске кутије са једноструко застакљеним крилима. Подне облоге су бродски под и класичан паркет у стамбеним просторијама, а у купатилима и кухињама терацо.



3.2.1.2.2. Период од 1961. до 1970. године

Овај период карактерише масовнија изградња стамбених зграда и интензивнија примена префабрикованог грађења, те се он са периодом 1971–1980. сматра раздобљем најинтензивније изградње стамбених зграда за колективно становање. У овом периоду већ се увелико примењују системи префабрикованог или полупрефабрикованог грађења. Мање колективне зграде, као и породичне, изводе се и даље на лицу места. Први и најпознатији префабриковани систем је ИМС, инжењера Бранка Жежеља. Овај систем чине преднапрегнути префабриковани стубови, међуспратне плоче и фасадни зидови.

У овом периоду дошло је до промене носилаца друштвене станоградње. Као инвеститори појављују се привредни субјекти, војна стамбена предузећа, локалне управе и сл., што утиче на интензивирање станоградње.

Касних 60-их година армирани бетон се већ доминантно примењивао, чиме се уз примену система префабрикације или полупрефабрикације значајно убрзала изградња стамбених зграда. Зидови се изводе у неком од префабрикованих система – од армиранобетонских панела или се на лицу места лију, зидају од опекарских производа (пуна опека, шупљи опекарски блокови) или од дурисол блокова или панела. Фасадни зидови изводе се без додатних слојева топлотне изолације, јер то прописи још не обавезују. Међуспратне конструкције изводе се као армиранобетонске плоче (префабриковане или ливене на лицу места), као полупрефабриковане са испунама од шупљих опекарских блокова типа ТМ или

као ситноребрасте (ливене на лицу места или полупрефабриковане). У овом периоду најчешће се кровови изводе као равни, али се још изводе и зграде са косим крововима, са класичним дрвеним конструкцијама, и црепом као кровним покривачем. Столарија је дрвена, прозори су са два крила и тзв. уском кутијом, а крила су једноструко застакљена. Паркет је доминантна подна облога, док се у санитарним чворовима лије терацо на лицу места, лепе терацо или керамичке плочице. Фасаде су најчешће малтерисане, али има примера и са фасадним облогама или сировим бетоном.

Породичне куће грађене у селу скоро да се више и не разликују од оних грађених у граду, као што је било типично за претходна раздобља. Конструкција кућа је масивна, изведена од пуне опеке, а почиње и кориштење шупљих опекарских блокова. Међуспратне конструкције се изводе као полупрефабриковане, са испунама од шупљих опекарских блокова тима ТМ, а у сеоским подручјима још се примењују и дрвене. Подови су различите структуре, најчешће са паркетом као подном облогом. У санитарном чвору изводе се са терацо облогом, ливеном на лицу места или са керамичким плочицама. Сва столарија на згради је дрвена. Фасадна столарија је изведена као двострука са уском кутијом и једноструко застакљеним крилима, са спољашњим засторима од дрвета типа еслингер ролетни или без њих.



3.2.1.2.3. Период од 1971. до 1980. године

Ово је последњи период интензивне станоградње у којем се као инвеститори и даље појављују привредни и државни субјекти, али почиње и изградња станова за слободно тржиште. Период од 1970. до 1980. карактеристичан је као раздобље са великом применом префабрикације у извођењу стамбених зграда. Нарочито

велику примену ИМС систем је доживео на подручју Бањалуке, јер је земљотресом 1969. године уништен велики број станова. Осим елемената конструкције, префабрикују се и цели санитарни блокови, што значајно убрзава грађење. Бетон је у масовној употреби, било да се зидови и таванице лију на лицу места или изводе као префабриковани у халама и монтирају на градилишту. Фасадни зидови су сложеног састава, са слојем термоизолације уграђеним приликом извођења панела у фабрици. Осим од бетона, зидови се и даље изводе од опекарских производа, а све више и од блокова од гас-бетона, јер су изграђене две фабрике гас-бетона – у Бањалуци и у Тузли. Завршна обрада зидова изводи се малтерисањем, а све чешће и од фасадне опеке.

Међуспратне таванице најчешће се изводе као армиранобетонске плоче, било да се лију на лицу места или префабрикују, али се и даље примењују полупрефабриковане са испуном од опекарских елемената типа ТМ.

Почетком 70-их година на стамбеним зградама уграђују се прозори типа крило на крило, а крајем 70-их почиње примена термоизолационих стакала (4+16+4), са дрвеним рамом.

Равни кровови на колективним стамбеним зградама још се често примењују, али почињу и да се изводе зграде са класичним дрвеним конструкцијама, мада се поткровље не користи за становање.

При изградњи породичних кућа нема значајнијих промена у примени материјала и технологија, осим што се све више за зидање фасадних зидова користе шупљи опекарски блокови. Као и код зграда, почиње да се уграђује слој топлотне изолације.

На бази дрвопрераде развијају се домаће фабрике монтажних кућа, али број зграда изграђених овим системима није посебно значајан. Повећан број зграда грађених овим системима забележен је једино на Бањалучкој регији, која је током земљотреса доживела велика разарања. Префабриковане монтажне зграде од дрвета најчешће се граде као викендице, а ретко као куће.



3.2.1.2.4. Период од 1981. до 1990. године

После периода најинтензивније станоградње од 1960. до 1980. године, долази до успоравања и смањивања интензитета грађења. У овом раздобљу настављено је грађење применом истих конструктивних система, а једине значајне разлике јављају се при извођењу фасадних зидова. Наиме, због нових прописа о термичкој заштити²⁷, они се изводе са спољашњом изолацијом од стиропора по систему контактне фасаде, тзв. „демит“ фасада или као сендвич зидови за слојем изолације између два зида, од којих је спољашњи најчешће изведен од фасадне опеке.

Префабриковани системи имају своје специфичности, али у основи свих је да се носиви делови изводе од армираног бетона. Уколико се зграда гради на лицу места, класично, за извођење зидова примењују се армирани бетон, опекарски производи, блокови од дурисола и гас-бетона. Међуспратне таванице су армиранобетонске плоче, префабриковане или ливене на лицу места, а примењују се и полупрефабриковане, са испуном од шупљих опекарских производа типа ТМ, ЛМТ, или типа „Omnia“. Кровови се изводе углавном коси са дрвеном конструкцијом и кровним покривачем: црепом, салонитом или етернитом. Прозори се изводе од дрвета као једноструки са термоизолационим стаклом, и спољашњим засторима типа еслингер. Подови се у стамбеним просторијама изводе са облогом од паркета, класичног или мозаик, а у санитарним просторијама и кухињама од керамичких плочица.

При изградњи породичних кућа нема значајнијих промена у примени материјала и технологија у овом периоду. Фасадни зидови најчешће се изводе од

²⁷ Правилник о југословенским стандардима за топлотну технику у грађевинарству, „Службени лист СФРЈ“ бр. 3, из 1980. године, као и стандарди: Топлотна техника у грађевинарству. Методе прорачуна коефицијената пролаза топлоте у зградама – ЈУС У.Ј5.510, Топлотна техника у грађевинарству. Методе прорачуна дифузије водене паре у зградама – ЈУС У.Ј5.520, Топлотна техника у грађевинарству. Методе прорачуна карактеристика топлотне стабилности спољашњих грађевинских конструкција зграда за летње раздобље – ЈУС У.Ј5.530, и Топлотна техника у грађевинарству. Технички услови за пројектовање и грађење зграда – ЈУС У.Ј5.600, сви стандарди су објављени у „Службени лист СФРЈ“ бр. 3, из 1980. године.

шупљих опекарских блокова, са извођењем слоја топлотне изолације у систему контактне фасаде, или се остављају незавршени. Преградни зидови такође се изводе од шупљих опекарских блокова или од класичне опеке на кант. Међуспратне конструкције изводе се као полупрефабриковане са испуном од шупљих опекарских елемената, или као класичне армиранобетонске плоче. Кровови су изведени као класичне дрвене конструкције, а кровни покривач је цреп. Столарија је дрвена, са спољашњим ролетнама типа еслингер. Префабриковане монтажне куће се и даље граде, без значајнијег удела у укупном фонду породичних кућа, тј. стамбених зграда.



3.2.1.3. ПЕРИОД ОД 1991. ДО 2014. ГОДИНЕ

Почетак овог периода обухвата ратне године, када се због ратних разарања, у периоду од 1992. до 1995. године, уништава значајан број стамбених објеката у Босни и Херцеговини. После завршетка рата почела је обнова оштећених стамбених објеката, прво породичних кућа, а затим и зграда. Тек након неколико година по завршетку рата почиње изградња нових зграда за становање и породичних кућа. Измењени друштвеноекономски услови изазвали су значајне промене у грађевинском сектору. Бројни велики системи пропадају, а оснивају се нове мање приватне фирме, које немају капацитета за префабриковано грађење. Технологија грађења која се примењује приликом изградње колективних стамбених зграда иста је као и технологија која се користи приликом изградње породичних кућа. Зграде се граде на лицу места, без примене префабрикације. Зидови се изводе у комбинацији шупљих опекарских блокова или блокова од гас-бетона са хоризонталним или вертикалним серклажима од армираног бетона, или у целости као армиранобетонски. Међуспратне конструкције се изводе као армиранобетонске плоче, ливене на лицу места, а код породичних кућа примењују се и полупрефабриковане таванице са испуном од шупљих опекарских елемената.

Фасадни зидови се топлотно изолују плочама експандираног полистирена или минералне вуне, у систему контактних фасада, или се изводе зидови сложеног пресека, у проветраваним или непроветраваним системима. Као завршна облога на колективним стамбеним зградама појављују се фасадна или шупља опека која је малтерисана, али и плоче на бази алуминијума, композита и сл. Фасадна столарија у првим годинама после рата углавном је дрвена. При крају периода на већини зграда изведена је углавном од поливинил-хлорида (PVC) и, врло ретко, у комбинацији дрво–алуминијум. Унутрашња столарија је дрвена. Подови се изводе са свим потребним изолационим слојевима, а као подне облоге примењују се разне врсте паркета, ламината, PVC облога и керамичких плочица. Кровови на већини зграда су коси, најчешће класични дрвени, ређе са армиранобетонским косим плочама и са поткровним простором који се користи за становање. Уз изградњу нових, за овај период типичне су бројне надоградње постојећих зграда. Равни кровови бивају замењени косим, уз кориштење поткровног простора. Кровни покривач најчешће је цреп, али се све више примењује и тегола, као и разне врсте профилисаних лимова. Захваљујући новим материјалима (екструдирани полистирен, изолационе траке и др.), скоро истовремено почињу поново да се изводе и зграде са равним крововима, као класични и обрнути.

Префабрикован систем грађења примењује се једино код изградње лаких монтажних породичних кућа, које се после рата граде у нешто већем броју него раније. Ове куће се изводе у панелним системима, који се припремају у фабричким условима са свим потребним слојевима и уграђују на класично изведене темеље на лицу места. Основу панела чини дрвени костур у који се уграђује минерална вуна, као испуна и топлотна и звучна изолација, а облога су гипскартонске, целулозне или OSB плоче. Завршни слојеви фасаде изводе се у системима контактне фасаде, или са различитим врстама плоча као облогама. Ове куће производе фабрике монтажних кућа „Промо“ Доњи Вакуф, „Криваја ТМК“ Завидовићи, „Steco centar“ Бијељина, „Savox“ Милићи, „Берић куће“ Бањалука, „Дом инвест“ Жепче и „Адлес“ Сански Мост.

Преглед примењених материјала на стамбеним зградама у Босни и Херцеговини према периодима грађења дат је у Табели 7.

3.2.2. ОБЛИЦИ ПРИМЕНЕ ДРВЕТА У ПОСТОЈЕЋЕМ СТАМБЕНОМ ФОНДУ

У фонду постојећих стамбених зграда у Босни и Херцеговини дрво и производи од дрвета примењивани су у следећим елементима грађевинске структуре:

- конструкција зидова (пуни зидови од облица и полуоблица, префаб. зидни панели, зидне облоге – унутрашње и фасадне);
- међуспратна конструкција (гредни носачи, префабриковани панели);
- кровна конструкција;
- столарија – спољашња и унутрашња (прозори и врата);
- подне облоге (паркет, бродски под).

Заступљеност дрвета и производа од дрвета, тј. њихова количина и начин примене у постојећем стамбеном фонду Босне и Херцеговине, варира у зависности од времена и места грађења, као и од типа зграде. На стамбеним зградама које су грађене до краја 20. века дрво и производи од дрвета примењивани су у већој мери него на зградама изграђеним последњих десетак година. Преглед примене различитих производа од дрвета у конструктивним елементима и периодима грађења дат је у Табели број 7.

Табела 7. Преглед примењених материјала на стамбеним зградама у БиХ
према периодима грађења

ПЕРИОД	До 1878.	1878– 1918.	1919– 1945.	1945– 1960.	1961– 1970.	1971– 1980.	1981– 1990.	1991– 2015.
ЗИДОВИ								
ПОДРУМСКИ ЗИДОВИ								
Камен	•	•	•	○	○			
Опека	•	•	•	•	•	○		
Бетон				○	•	•	○	○
Армирани бетон					•	•	•	•
ФАСАДНИ ЗИДОВИ								
Пуна опека	•	•	•	•	○	○		
Шупљи оп. блокови					○	•	•	•
Армирани бетон					○	•	•	•
Дрво								
Облице	•	○	○					
Полуоблице	•	•	•	○	○	○	○	○
Греде	•	•	•	○				
Гредице / оквир п.					○	○	○	○

ПЕРИОД	До 1878.	1878– 1918.	1919– 1945.	1945– 1960.	1961– 1970.	1971– 1980.	1981– 1990.	1991– 2015.
Плоче/ облога п.					○	○	○	○
Даске	●	●	○	○				
ПРЕГРАДНИ ЗИДОВИ								
Пуна опека	●	●	●	●	●	○	○	○
Шупљи оп. блокови					○	●	●	●
Армирани бетон						●	○	○
Дрво								
Гредице и даске	○	○	○	○	○	○	○	○
Плоче/ панели					○	○	○	○
МЕЋУСПРАТНЕ ТАВАНИЦЕ								
Дрво								
Греде	●	●	●	○				
Гредице/ оквир п.					○	○	○	○
Плоче / облога п.					○	○	○	○
Даске	●	○	○	○				
Свод од опеке	●	●	○					
Челик и бетон		○	○					
Армирани бетон				○	●	●	●	●
Ситнороб.таваница				○	○	○		
Бетон и испуна ш.о.б.				●	●	●	○	○
КРОВОВИ								
Коси дрвени кров								
Греде	●	●	●	●	●	●	●	●
Гредице	●	●	●	●	●	●	●	●
Даске	●	●	●	●	●	●	●	●
Плоче/ OSB и др.								○
Равни бетонски кров	○	○	○	○	●	●	○	○
ПРОЗОРИ								
Дрвени оквир								
Једноструки	●	●	●	○				
Двоструки	●	●	●	●	○			
Крило на крило				○	●	●	○	
Једностр. са изост.						○	●	●
Дрво и алуминијум								○
PVC са изостаклом								●
ВРАТА								
Гредице	●	●	●	●	●	●	●	●
Даске	●	●	●	○	○	○	○	○
Плоче						○	●	●
ПОДНЕ ОБЛОГЕ								
Дрво								
Бродски под	●	●	●	●	●	●	○	○
Класичан паркет	●	●	●	●	●	●	●	●
Мозаик паркет						●	●	○
Ламинат								●
Камен	○	○	○					
Терацо		●	●	●	○	○	○	
Керамичке плочице						●	●	●

3.3. КЛИМА

Положај Босне и Херцеговине, смештене на делу Балканског полуострва, између Јадранског мора и Панонске низије, и карактеристике рељефа, са високим планинским масивима, значајнији су фактори који утичу на карактеристике климе.

За потребе овог рада проучена је литература о клими у Босни и Херцеговини, па су, као најмеродавнији, узети подаци из Првог²⁸ и Другог националног извештаја²⁹ Босне и Херцеговине, који су рађени за потребе извештавања према Међународном панелу за климатске промене.³⁰

Према тим извештајима, у Босни и Херцеговини разликујемо неколико типова климе:

1. умереноконтинентална клима (северни и централни делови);
2. потпланинска и планинска (преко 1.000 mnn);
3. јадрански (медитерански тип) и и измењено јадрански у приморју Неума и низије Херцеговине.

Подручје Босне и Херцеговине, као део Југославије, било је подељено на три грађевинско-климатске зоне.³¹

Умереноконтинентална клима присутна је у северним и централним деловима Босне и Херцеговине и обухвата највеће подручје државе. Ову климу карактеришу топла лета и хладне зиме. Средње зимске температуре су око 0° С, док се средња годишња температура креће између 10° С и 12° С. Лета су топла и у неким деловима са температурама и до 35° С. У североисточном делу на ободу Панонске низије (Брчко, Бијељина) клима је нешто блажа, са просечним годишњим температурама преко 11° С и са количином падавина од 800 mm, које су у периоду мај–јуни најинтензивније.

У вишим пределима клима је нешто оштрија, те је просечна годишња температура за пределе више од 500 mnn испод 10° С.

²⁸ Први национални извештај Босне и Херцеговине у складу са Оквирном конвенцијом Уједињених нација, 2009 (INC – Initial National Communication) [109].

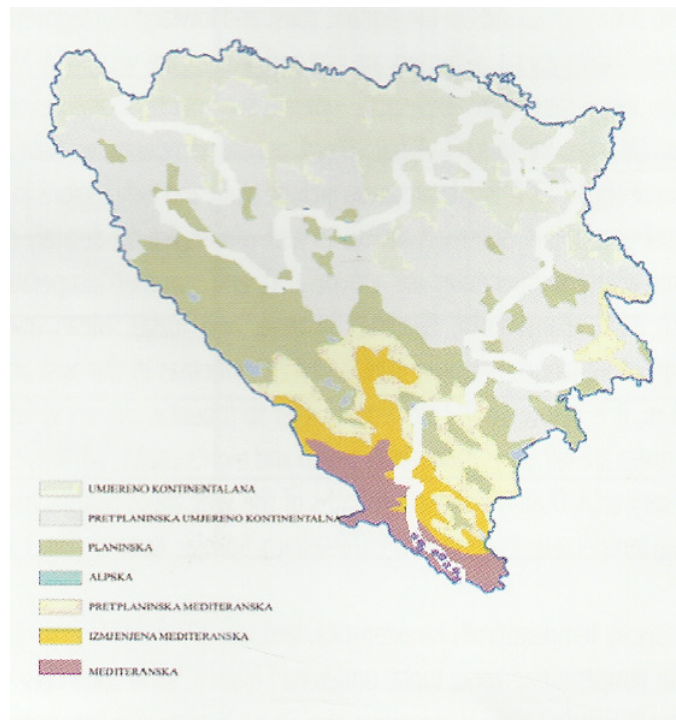
²⁹ Други национални извештај Босне и Херцеговине у складу са Оквирном конвенцијом Уједињених нација, 2013 (SNC – Second National Communication) [110].

³⁰ IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change.

³¹ Правилник о техничким мерама и условима за топлотну заштиту зграда, „Службени гласник СФРЈ“ бр. 35/70.

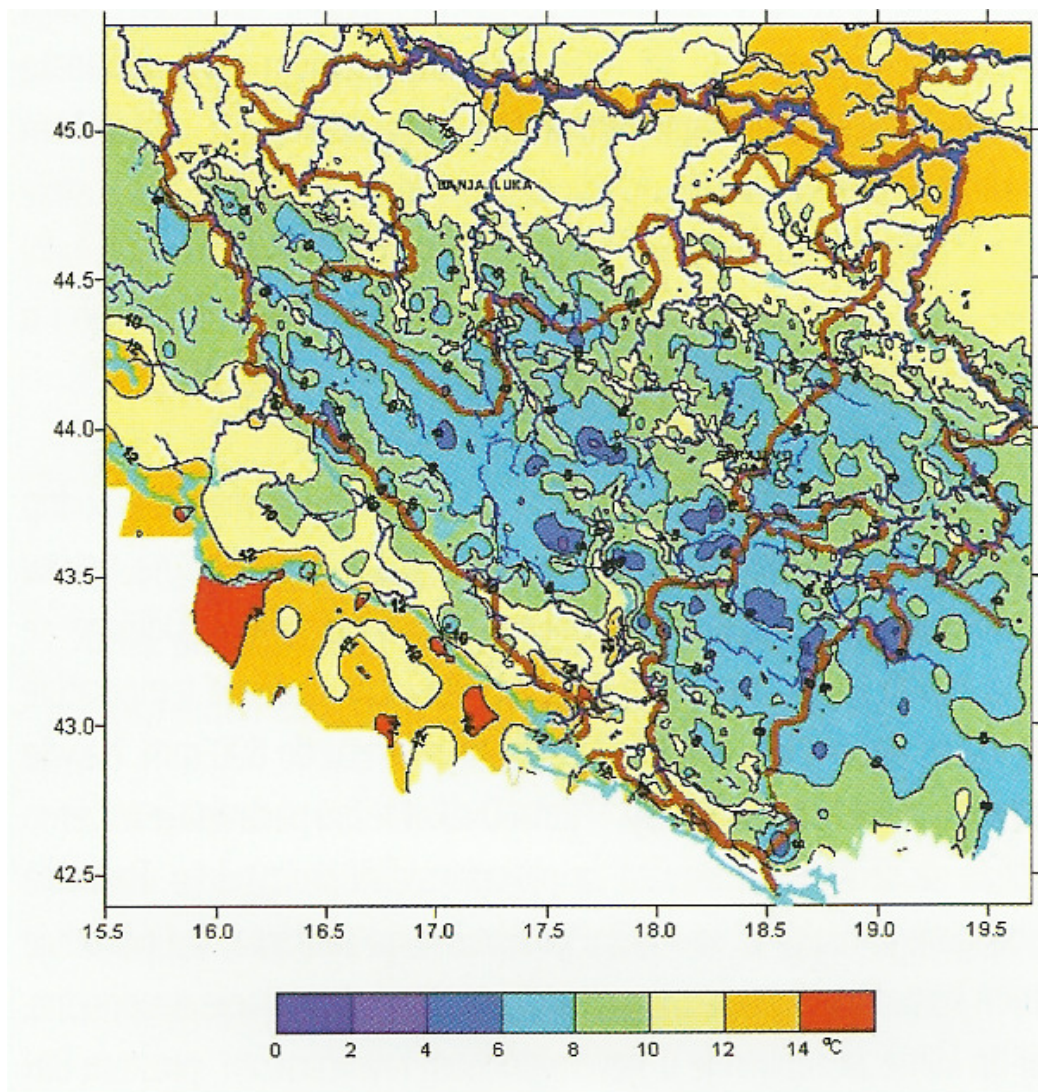
У вишим пределима до 1.000 mпv умерено континентална клима се мења и прелази у претпланинску, која у подручјима вишим од 1.000 mпv прелази у потпланинску, а на висинима од 1.400 mпv у планинску климу, са дугим и хладним зимама и кратким и свежим летима, са просечном годишњом температуром од 5° С. Пролеће и јесен су краћи него у другим подручјима. Зимске падавине су у облику снега, који се на вишим планинама задржава већим делом године.

У јужним крајевима Босне и Херцеговине присутни су јадрански (медитерански) тип и измењенојадрански тип у приморју Неума и низијама Херцеговине. Јадрански – медитерански тип карактеристичан је за подручје око Неума и дуж доњег тока реке Неретве, са благим и кишовитим зимама, и дугим и топлим летима, са просечном годишњом температуром преко 14° С. Ова клима има варијације у подручју Херцеговине, и то Требиња, Љубиња и Стоца, и карактеришу је топлија лета и нешто хладније зиме него у јадранском појасу (Слика 72).



Слика 72. Климатска подручја на територији Босне и Херцеговине [109]

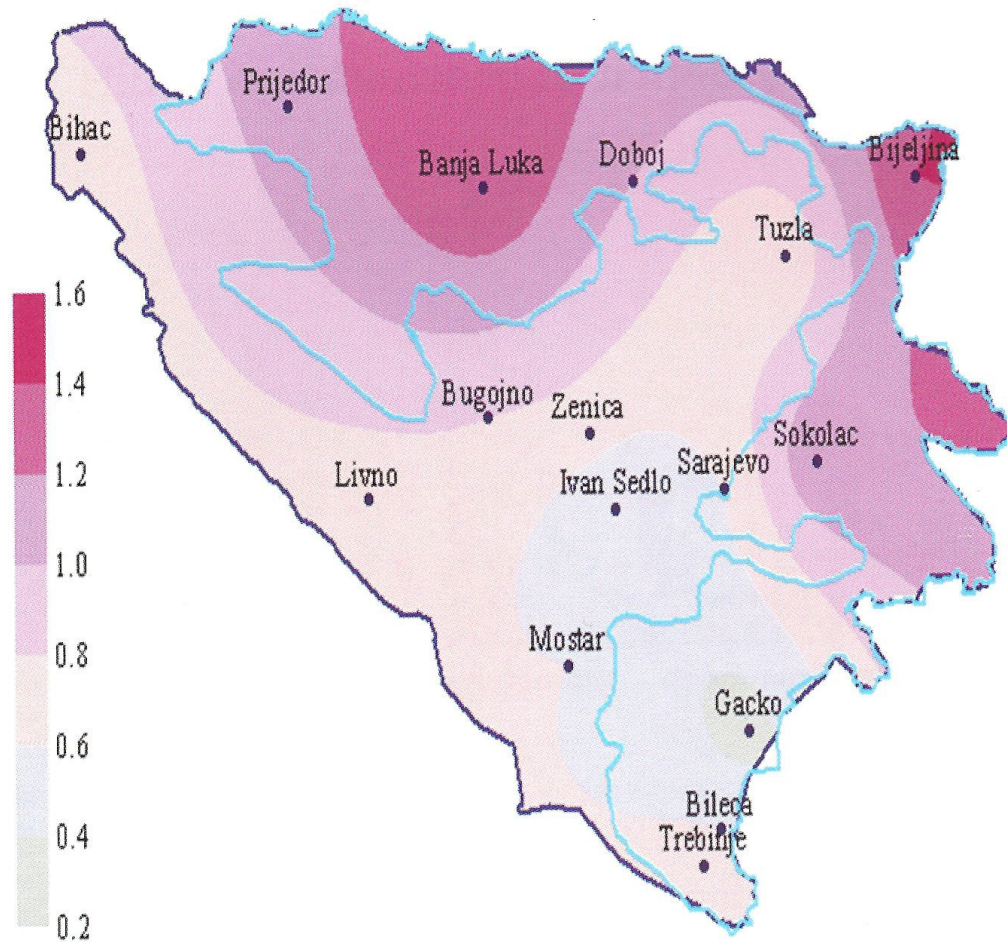
Детаљнија дистрибуција средње годишње температуре на подручју Босне и Херцеговине, за релевантни период од 1961. до 1990.³² дата је на следећој слици.



Слика 73. Просторна дистрибуција средње годишње температуре ваздуха у Босни и Херцеговини у периоду 1961–1990. изражене у °C [109]

У Другом националном извјештају који се подноси Међународном панелу за климатске промене констатује се да је евидентно повећање просечне температуре, и оно износи 1° C за период 1981–2010.³³

³² Први национални извјештај Босне и Херцеговине у складу са Оквирном конвенцијом Уједињених нација о климатским промјенама за период својих анализа узима као базну годину 1990. [109].

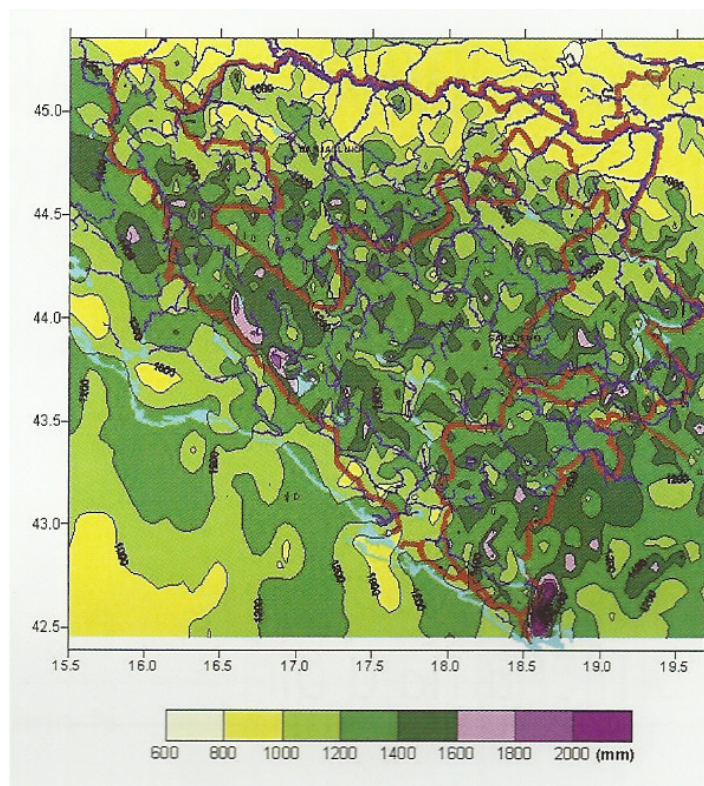


Слика 74. Повећање просечне годишње температуре у последњој декади (1990–2000) у поређењу са референтним периодом (1961–1990) у БиХ изражено у °C [109]

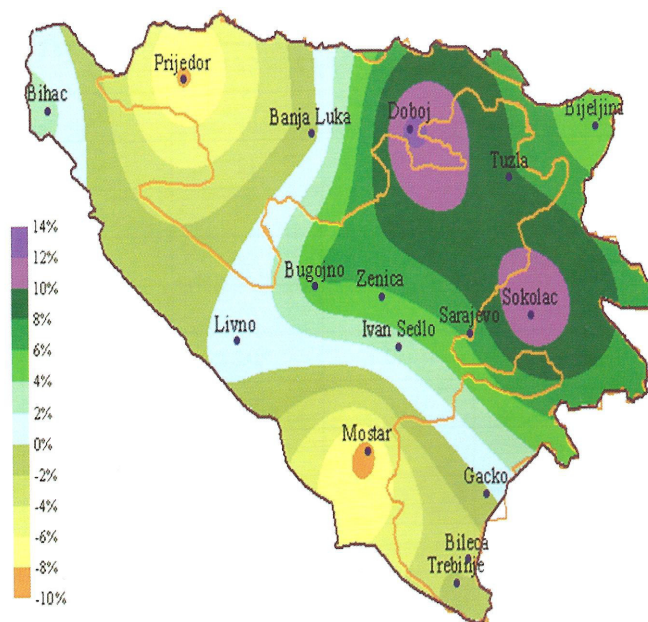
Количина падавина је различита и зависи од климатског подручја, те се креће од 800 mm до 2.000 mm, а просечна је 1.205 mm. Климатске промене се одражавају кроз пораст просечних годишњих температура и кроз промене у количини и годишњој дистрибуцији падавина.

У периоду 1981–2010. године забележене су промене у количини и годишњој дистрибуцији падавина, тј. већа неравномерност, те су присутније суше и поплаве него у ранијим периодима (Слика 76) [110].

³³ На основу расположивих података детаљно су анализиране промене температуре ваздуха за периоде 1961–1990. и 1981–2010.

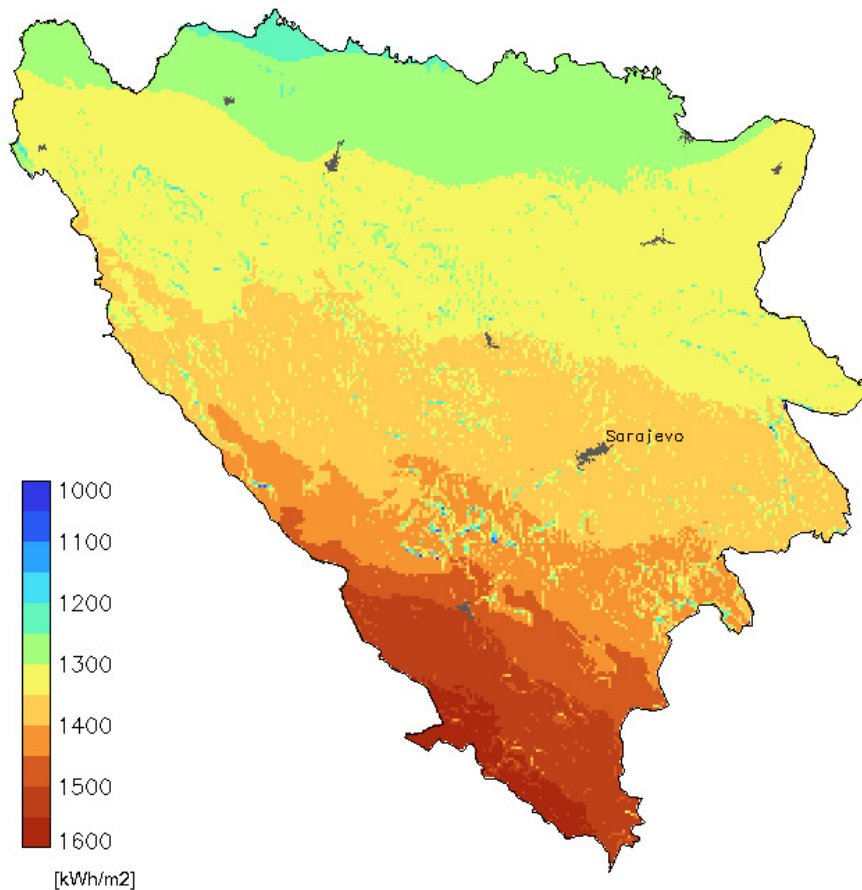


Слика 75. Просторна дистрибуција средње годишње количине падавина у Босни и Херцеговини за период 1961–1990. [109]



Слика 76. Промене количина падавина у периоду 1999–2008. у односу на референтни период 1961–1990. године [109]

Због различитих карактеристика терена, сва подручја немају исту инсолацију, тј. осунчање, те је оно веће у јужним пределима као и пределима са мање облачности. Највећу инсолацију имају јужни крајеви – ниска Херцеговина (Мостар 2.285 часова, Требиње и Неум,) где се време инсолације креће од 1.900 до 2.500 сунчаних часова, а северно подручје има 1.800–2.000 сунчаних часова. Трајање инсолације најкраће је у подручјима у котлинама централне Босне (Добој, Зеница) са 1.500 часова годишње, а нешто је веће у планинским областима са најоблачнијим условима (60–70%) и износи 1.700 сунчаних часова годишње (Слика 77).

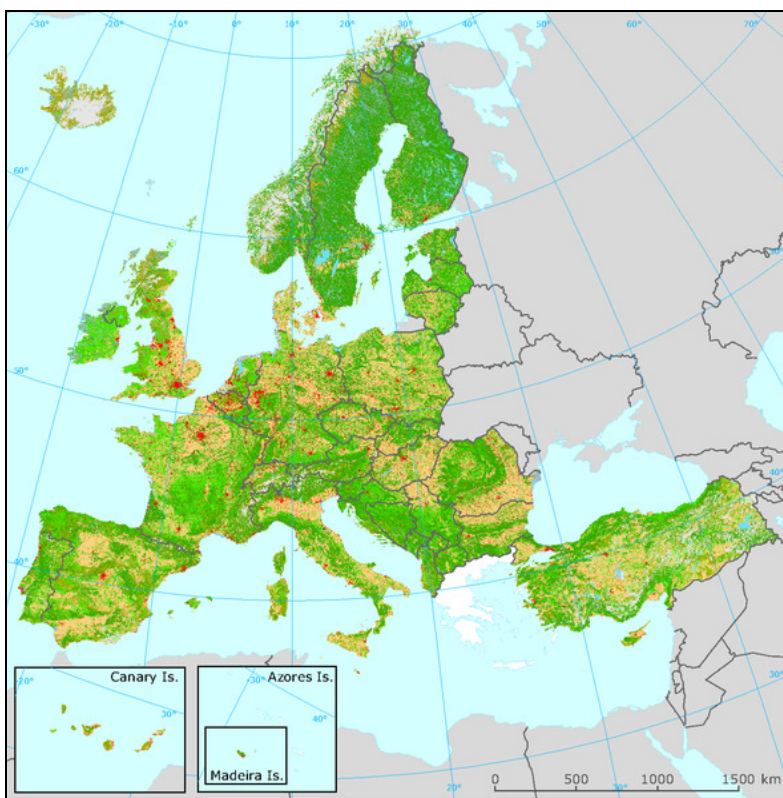


<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Слика 77. Годишња озраченост водоравне површине укупним Сунчевим зрачењем у kWh/m² [262]

3.4. ШУМСКО БОГАТСТВО

Босна и Херцеговина спада у државе са значајним шумским богатством, јер је више од пола њене површине под различитим врстама шумског растиња. Подаци о површинама под шумама су различити, а непрецизност је условљена ратним дешавањима и променама које су донела. Брига о шумама је на ентитетском нивоу, а подаци се прикупљају и обједињавају на нивоу државе, у Агенцији за статистику Босне и Херцеговине. Први попис шума на подручју Босне и Херцеговине урађен је у периоду 1966–1968. године, а 2006–2012. урађен је нови попис, чији резултати нису још објављени. Имајући у виду различите податке о шумском богатству, за потребе овог рада користили смо, као меродавне, податке из Првог националног извјештаја,³⁴ као и извештаје које објављује UNECE.³⁵



Слика 78. Карта Европе са приказом распрострањености шума [292]

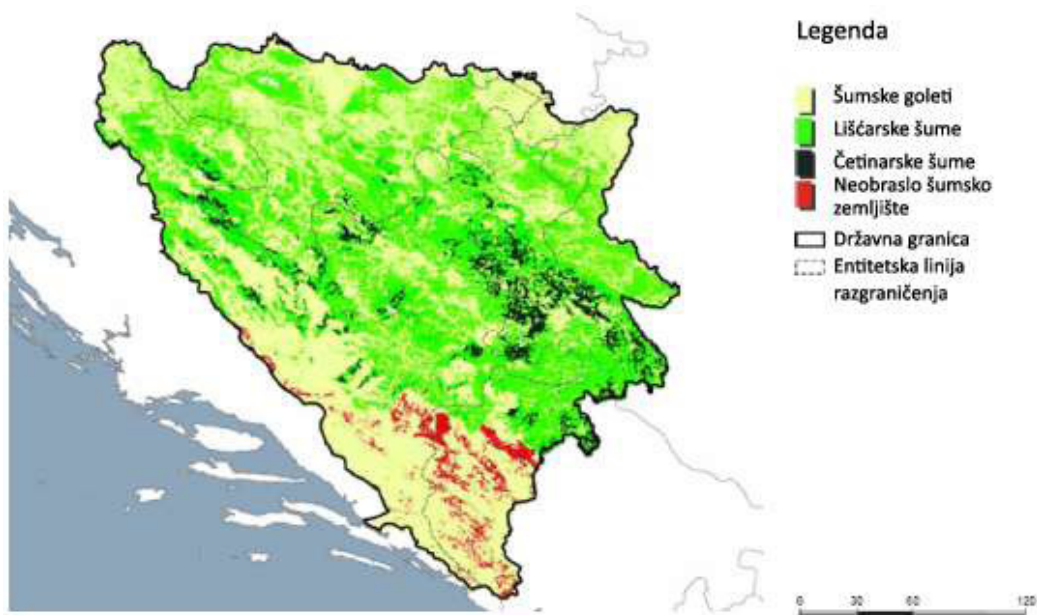
³⁴ Први национални извјештај Босне и Херцеговине према Оквирној конвенцији Уједињених нација, 2009 [109].

³⁵ Global forest Resources Raport, Assesment 2010. County Reports Bosnia and Herzegovina, Fra 2010/26, Rome:UNECE [114].

Шуме и шумско земљиште обухватају укупно око 53% целе државе или 27.000 km² (2.709.800 ha). У Федерацији Босне и Херцеговине налази се 52,8% или 1.348.783 ha, а 47,2% или 1.206.681 ha у Републици Српској [109]. Од тога под шумама је 42% или 22.000 km², док је огољен терен на површини од 10%, тј. 5.000 km² (Слика 79). Од те укупне површине око 4.000 km² могуће је поново пошумити [109].

Сличне податке даје и извештај UNECE-а [114], према коме укупна површина под шумом у Босни и Херцеговини износи 2,71 милиона хектара, са незнатном разликом расподеле по ентитетима. Према овом извештају, 1,484 милиона хектара налази се у Федерацији Босне и Херцеговине, а 1,25 милиона хектара у Републици Српској [114].

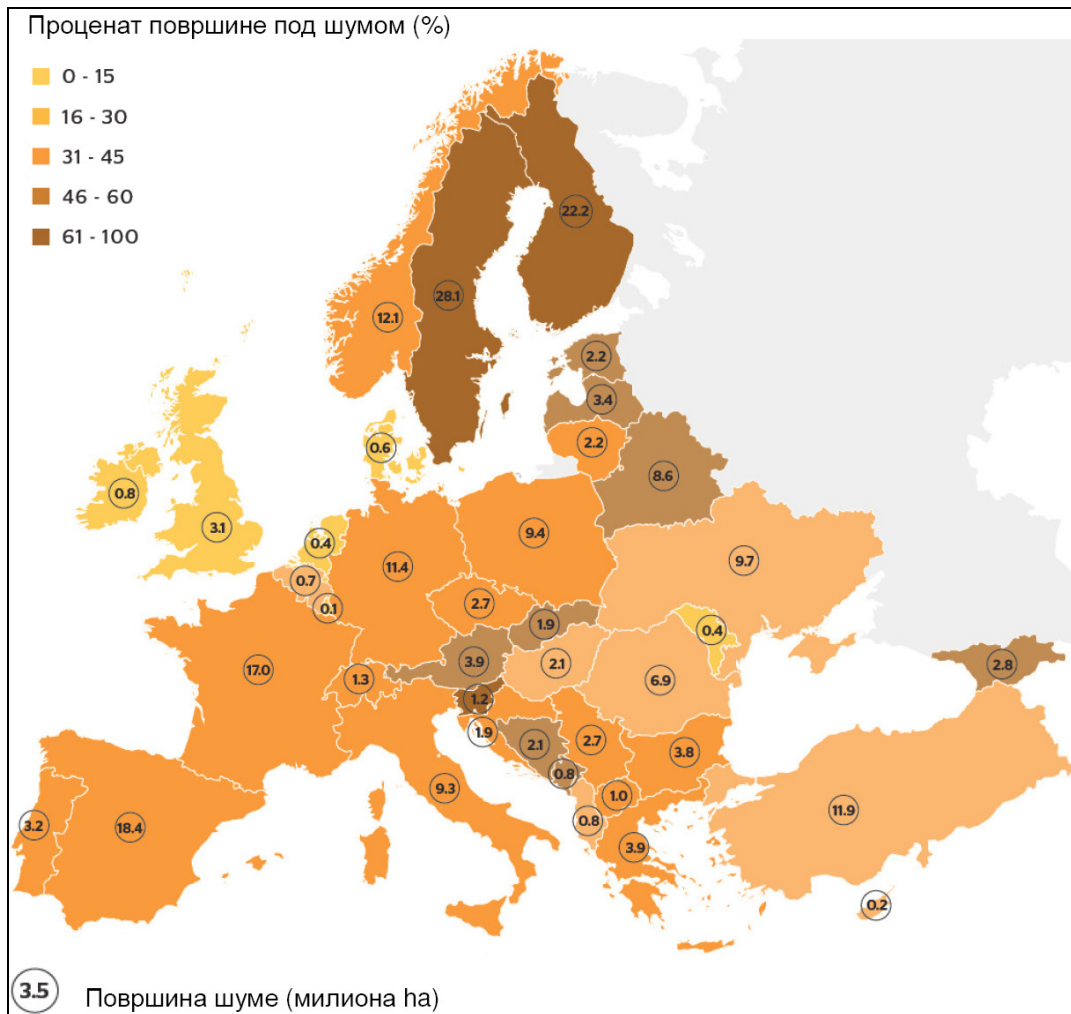
Главне заступљене врсте јесу јела, смрча, бор (црни и бели), буква, те различите врсте храста и мањи број племенитих лишћара заједно са воћкама.



Слика 79. Шумски покривач у Босни и Херцеговини [138]

Босна и Херцеговина има нешто више шума у односу на европски просек од 46%, али мање од Финске, Шведске и Словеније, чији је просек преко 60%. Површина шуме у односу на број становника у Босни и Херцеговини износи 1,38 ha по становнику и већа је од Аустрије и Словеније, које имају 1,01 ha по

становнику, а мања од Финске са 5,91 ha по становнику. Највеће укупне површине под шумама имају Шведска, Финска и Шпанија (Слика 80).



Слика 80. Површине под шумама у европским државама: у процентима и милионима ha [298]

У погледу власничке структуре у Босни и Херцеговини је шума у већинском власништву ентитета 82%, док је у приватном власништву око 18% [114]. Годишња количина посеченог дрвета пре рата у Босни и Херцеговини износила је 5,5 до 6,5 милиона m³, а после рата та количина је значајно мања и креће се око 4,5 милиона m³ годишње [114]³⁶.

³⁶ Према подацима из Првог националног извјештаја, та количина је већа и износи око 7.000.000 m³.

Према подацима које износи Удружење инжењера и техничара шумарства БиХ, могући обим сече је 7.235.500 m³, од чега четинара 2.589.200 m³, а лишћара 4.646.300 m³. Од те масе могло би бити произведено нето 5.351.000 m³ дрвних сортимената, 635.000 m³ за хемијску прераду дрвета, 244.000 m³ рудног и ситног техничког дрвета и 447.000 m³ огревног дрвета [269]. Мањи степен кориштења потенцијала узрокован је, једним делом, мањом потражњом, а делимично немогућношћу приласка неким шумама због минираног терена.

Дрвна залиха процењује се на око 340 милиона m³, од чега су четинари 135 милиона m³ и лишћари 205 милиона m³, што је у пређењу са другим државама велика предност (Словенија 320, Хрватска 320 и Србија 235 милиона m³). Годишњи прираст процењује се на око 9 милиона m³ (4 милиона m³ четинара и 5 милиона m³ лишћара).

Пре рата у дрвопрерађивачком сектору била су 222 предузећа, међу којима је „Шипад“ био највећи, а данас постоји преко 1.700, углавном из категорије малих и средњих предузећа, са процењеним капацитетом прераде од 6,5 милиона m³. Од некадашњих пет фабрика за производњу плоча од уситњеног дрвета данас не ради ниједна [253].

Сви ови подаци указују на то да постоје одлични природни и створени услови као потенцијал за даљи развој дрвопрерађивачког сектора у Босни и Херцеговини, који треба да постане једна од грана које ће носити привредни развој Босне и Херцеговине.

4. ОДРЖИВА АРХИТЕКТУРА И МЕТОДОЛОГИЈА ЊЕНЕ ПРОЦЕНЕ

4.1. ПОЈАМ

Појам одрживи развој своје порекло има у шумарству, где је и почео да се користи и односио се на правило да се не сме нарушити природна равнотежа у шумама сечом количине веће од оне која се добија природним прираштајем или пошумљавањем [264].

Не постоји званична дефиниција одрживог развоја, али се најчешће користи дефиниција коју је 1987. године дала Светска комисија за околину и развој, тзв. Брундтландова комисија, у свом извештају под називом *Наша заједничка будућност*: Одрживи развој настоји задовољити потребе и хтења данашњице без угрожавања могућности да задовољи оне у будућности³⁷ [215].

Даљу разраду термина, као и давања подстрека међународној заједници за примену начела одрживог развоја, у пракси је дала конференција Уједињених нација о животној средини и развоју, која је одржана у Рио де Жанеиру 1992. године. На конференцији су разматрани проблеми развоја и животне средине на локалном и на глобалном нивоу. Резултат конференције су Декларација и Агенда 21, који представљају прекретницу у дефинисању и примени начела одрживог развоја, са 27 приоритетна домена деловања [66]. Како би се могао пратити напредак, али и доношења одлука на различитим нивоима, глобално-локално, чланом 40. *Агенда 21* исказана је потреба развоја урбаних индикатора. Градови широм света врло брзо проводе одлуке донесене на конференцији у Рију и после десет година већ је 6.416 градова у 113 држава донело своје локалне агенде [88].

Из појма одрживи развој, као кровног појма, развијају се појмови везани за поједине области, те је тако, убрзо након конференције у Рију, развијен и појам одрживог грађевинарства. Већ је 1994. године на Флориди одржана прва интернационална конференција о одрживом грађењу. Значај сектора грађевинарства у укупном одрживом развоју није занемарив јер је грађевинарство највећи индустријски сектор према потрошњи ресурса [27]. Грађевинарство је

³⁷ Оригинални текст: „Humanity has the ability to make development sustainable to cause that it needs of the present without compromising the ability to meet their own need“, Brutland, GH. Editor. Report of the world commission on environment and development: Our common future. The United Nations: 1987.

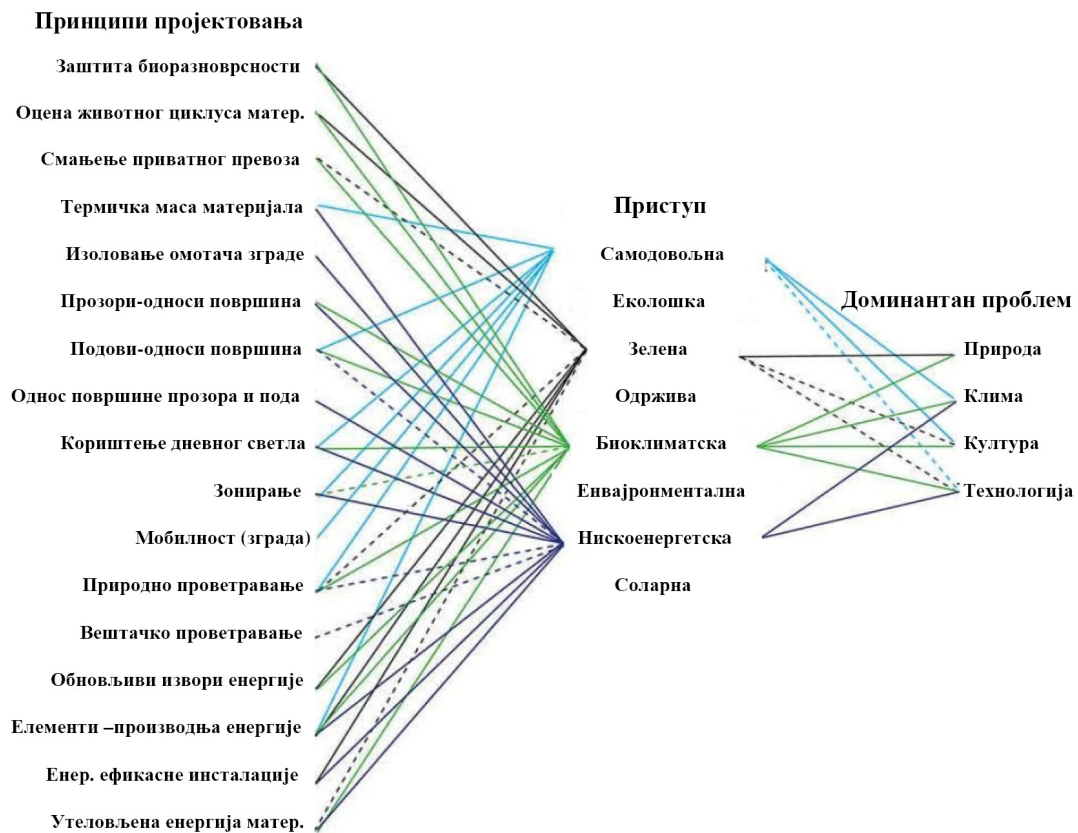
одговорно за велику количину потрошене енергије, а са њом и узрокованих емисија гасова стаклене баште. Према Косорић: „Одрживо градитељство се може дефинисати као градитељство са минимумом штетних утицаја на већ изграђену структуру и природно окружење“ [56].

Као логичан след уз појам одрживо грађевинарство почиње да се користи термин одржива архитектура. У литератури се могу пронаћи многобројне дефиниције и врло блиски термини као што су одржива, зелена, енергетски ефикасна, еколошка, биоклиматска и сл. Зависно од угла посматрања и дефинисања појма одрживости у архитектури, дају се и приоритети одређеним областима.

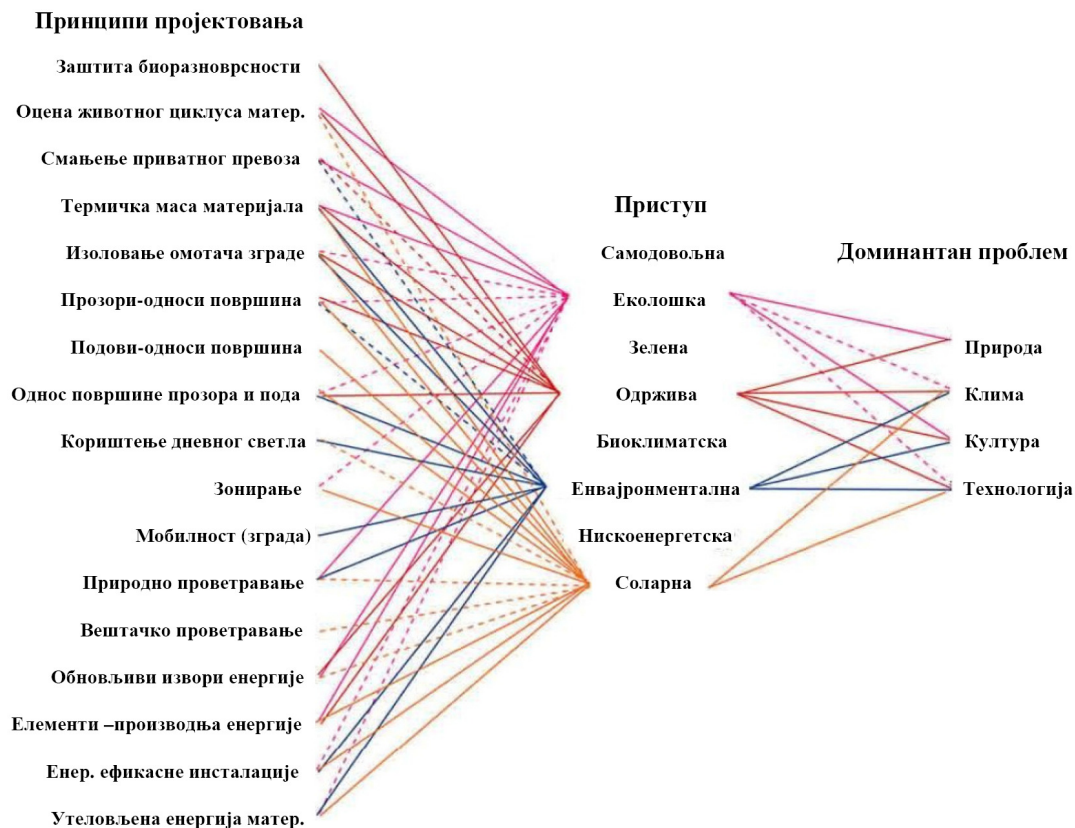
Тако Knudstrup и др. кажу да архитекти ретко користе израз одржива, већ за архитектуру кажу да је енвајронментална, еколошка, нискоенергетска, зелена, биоклиматска, соларна и сл., те да различити називи указују и на различите принципе ове архитектуре [55].

Приказ различитих приступа одрживој архитектури анализирао је Хаган, који је кориштене појмове у литератури систематизовао, те категорисао питања и проблеме.³⁸ Ради прегледности питања и проблеми су приказани у две слике (Слика 81 и Слика 82), јер би се на једној тешко могле пратити везе. Испрекидане линије представљају ређе помињање приступе у публикацијама. Лева колона приказује пројектантске принципе у публикацијама, средња истраживачки приступ, а десна категоризацију главних питања и проблема.

³⁸ Hagan, S. (2001) *Taking shape - a new contact between architecture and nature*. Great Britain: Architectural Press, и Williamson, T, et al. (2003) *Understanding sustainable architecture*. London and New York: Spoon Press Taylor & Francic Group.



Слика 81. Приказ различитих приступа одрживој архитектури (самодовољна, зелена, биоклиматска, нискоенергетска) и њихови пројектантски принципи и доминантни проблеми [55]

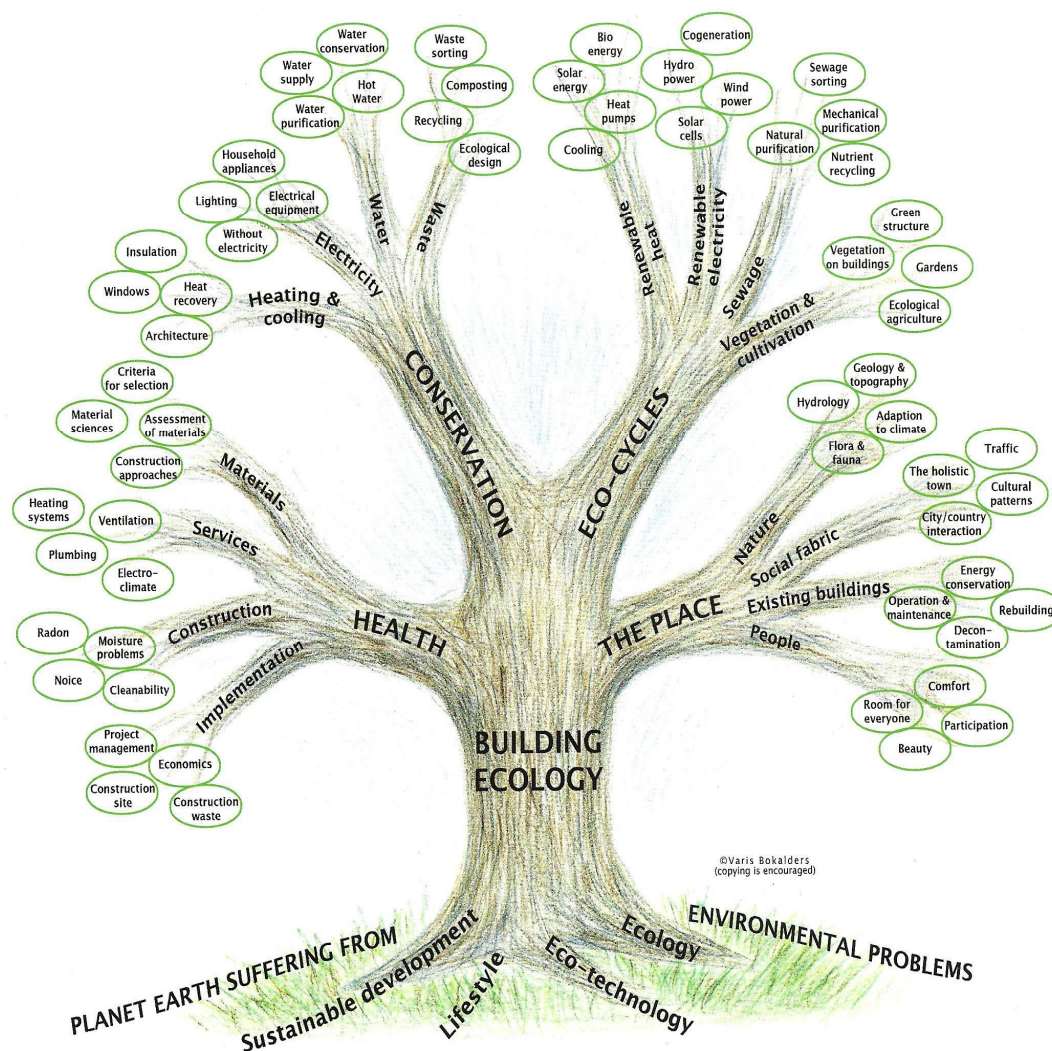


Слика 82. Приказ различитих приступа одрживој архитектури (еколошка, одржива, енвајронментална, соларна) и њихови пројектантски принципи и доминантни проблеми [55]

Аутори Vokalders и Block [6] сматрају да је услов за изградњу истински одрживих зграда да архитекте и планери размишљају холистички и да имају добар темељ у свим аспектима одрживости, те да имају широк и интегрисан приступ, са добрим разумевањем различитих делова који су битни за целину.

По њима, да би зграде биле еколошке, оне морају бити здраве, штедљиве и ефикасне, морају поштовати еко-циклусе и место. Зграде ће бити здраве уколико приликом пројектовања и грађења примењујемо материјале који су погодни са аспекта здравља и утицаја на животну средину. Такође, треба да буду изведене тако да се не појављује влага, гцц ас радон и бука, као и да се лако чисте и одржавају. Зграде треба да буду штедљиве у погледу потрошње енергије за грејање, електричне енергије и воде. Количине отпада треба да буду смањене, а

сам отпад да буде кориштен за компостирање, рециклирање и поновно кориштење. Отпадне воде треба да буду кориштене за производњу топлотне и електричне енергије. Постојећи услови локације морају бити поштовани приликом планирања изградње, како би се постигла хармонија између природе и људи. Целокупну комплексност оваквих зграда најбоље илуструје стабло које повезује одређене карактеристике зграда и захтеве у облику грана стабла названог *Building Ecology* и приказаног на Слици 83 [6].



Слика 83. Грађење одрживости [6]

У уводном делу књиге *A Green Vitruvius. Principles and Practice of Sustainable Architectural Design* аутори набрајају изразе који се користе: пријатељска за животну средину, свесна према животnoj средини, енергијски свесна, одржива, зеленија или, једноставно, зелена архитектура,³⁹ те закључују како нема интернационално прихваћене дефиниције за зелену архитектуру.

На основу свеха претходно изнетог, одржива архитектура може се дефинисати као она која корисницима обезбеђује здраво и комфортно окружење током целоживотног кориштења, уз истовремено минимално штетне утицаје које изазива на окружење, кориштење сировина и процеса производње грађевинског материјала потребног за њено грађење, током њеног грађења и кориштења, уз одржавање, па све до њеног краја.

Појам одрживости у општем значењу термина можемо посматрати са три аспекта – еколошког, економског и социјалног, а они се односе и на област грађења. Провобитно је фокус истраживања био на аспектима еколошких утицаја у сектору зградарства, те се развијају бројни модели који су оцењивали утицаје на животну средину зграда,⁴⁰ од којих су најпознатији BREEAM и LEED.⁴¹ Временом тежиште се премешта и на друга два аспекта одрживости – економски и социјални.

Многобројни модели за оцену еколошког аспекта одрживости и различитост у индикаторима који су примењивани резултовали су напорима међународне заједнице да уреди ову област, те су две кључне организације које се баве стандардизацијом започеле са њеним уређењем. Прво су донесени стандарди који уређују аспекте еколошких перформанси зграда, а затим и они који се односе на економске и социјалне аспекте одрживог грађења.⁴² Ови стандарди успостављају законски оквир за оцењивање сва три аспекта одрживости – еколошког, економског и социјалног. Стандарди успостављају оквир са дефинисањем

³⁹ У оригиналу: environmentally friendly, environmentally conscious, energy conscious, sustainable, green, or simply green architecture.

⁴⁰ О моделима за оцену одрживости зграда више у делу 4.5. Преглед и анализа постојећих модела и софтвера за оцену одрживости зграда.

⁴¹ BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method: Метод за процену утицаја на животну средину заснован на истраживањима и LEED – Leadership in Energy and Environmental Design: Лидерство у енергетском и еколошком пројектовању.

⁴² ISO стандарди и EN стандарди, а списак стандарда који су већ прихваћени од стране Института за стандардизацију Босне и Херцеговине налази се у Табели 2.

индикатора на основу којих се врши оцењивање перформансе, као и сам процес оцењивања.

Према методологији коју дефинишу EN стандарди, оцењивање перформанси се ради за укупан животни циклус зграде – од производње грађевинског материјала и производа, грађења, кориштења са одржавањем па до краја животног века зграде, са рециклажом, поновном употребом или одлагањем. Еколошке перформансе зграда оцењују се током животног циклуса зграда применом LCA⁴³ методологије, док се економске перформансе анализирају применом LCCA⁴⁴ методологије.

За оцењивање еколошких перформанси индикатори се деле у три категорије:⁴⁵

- излазни индикатори, који оцењују утицаје;
- улазни индикатори, који се односе на кориштење материјала и енергије;
- излазни индикатори за секундарне сировине – материјале, отпад и енергију из отпада.

Социјалне перформансе оцењују се помоћу пет група индикатора,⁴⁶ који се односе на:

- здравље и комфор;
- доступност – приступачност;
- одржавање;
- сигурност/ безбедност;
- оптерећење од суседства.

Економске перформансе се оцењују на основу две кључне групе препоручених индикатора:⁴⁷

- трошкови;
- новчана вредност.

⁴³ LCA – Life Cycle Assessment: оцене утицаја током животног циклуса.

⁴⁴ LCC – Life Cycle Cost Assessment: оцене трошкова током животног циклуса.

⁴⁵ Према стандарду EN 15643-2 Sustainability of construction works Assessment of buildings – Part 2: framework for the assessment of environmental performance.

⁴⁶ EN 15643-3 Sustainability of construction works Assessment of buildings – Part 3: framework for the assessment of social performance.

⁴⁷ EN 15643-4 Sustainability of construction works Assessment of buildings – Part 3: framework for the assessment of economic performance.

С обзиром на тему истраживања, даље анализе односиће се само на еколошке аспекте, док ће утицај примене дрвета са економског и социјалног аспекта остати за даља истраживања.

4.2. ОСНОВНИ ЕКОЛОШКИ АСПЕКТИ ПРИМЕНЕ ДРВЕТА

Приликом избора материјала за грађење потребно је водити рачуна о њиховим еколошким карактеристикама, које су систематизоване у две основне групе:

1. Карактеристике материјала које могу да утичу на здравље и еко-систем;
2. Утицај производње материјала на потрошњу ресурса [6].

4.2.1. Утицај дрвета на здравље и еко-систем

Бројна истраживања баве се проучавањем утицаја примене дрвета на здравље људи као и на укупно стање животне средине.

4.2.1.1. Утицај примене дрвета на здравље људи

Дрво, као природни материјал, примењује се од праисторије, тј. од грађења првобитних склоништа, када човек гради са материјалом који му се налази у непосредном окружењу. У свом основном облику дрво је нешкодљиво за здравље људи, а тек развојем технологија прераде дрвета почиње и примена одређених супстанци⁴⁸ које могу да имају негативне утицаје на здравље људи, као и на укупан еко-систем.

Сва средства која се користе приликом обраде дрвета и производње могу да се систематизују у основне две групе:

- средства за површинску заштиту дрвета (заштиту од светлости, влаге, штеточина, промене боје дрвета, пожара и др.);

⁴⁸ Разне врсте везива, лепила, средстава која штите од дејства влаге, гљивица, алги, инсеката и пожара, боје и лакови и сл.

- лепила (израда KVH и „Г” носача, носача од лепљеног ламелираног дрвета и разних врста плоча које се производе међусобним лепљењем дасака или листова фурнира, производња композитних плоча – иверице, MDF⁴⁹ плоча и др.).

Средства за заштиту од влаге имају задатак да повећају водоодбојност дрвета, те тиме продуже и његову трајност, нарочито у случају његове примене на отвореном. Као средство за импрегнацију дрвета у традиционалној архитектури користио се прво катран, а затим креч и ланено уље. Касније почиње примена различитих хемијских средстава, од којих је већина потенцијално опасна по здравље људи. Савремени еколошки поступак представља модификовање дрвета при температурама од 160°C, чиме се повећава његова трајност, али и смањује носивост, те је тиме и подручје примене овако обрађеног дрвета ограничено [51].

Средства која се користе за импрегнацију, тј. заштиту од влаге, и средства за заштиту од инсеката и гљивица (биоциди) могу врло штетно да утичу на здравље људи. Ова средства према штетности неки аутори класификују у четири категорије, од којих у четврту сврставају средства која треба избегавати, као што су тзв. ССА соли (соли бакра, хрома и арсена). Они препоручују да се примењују бикарбонати као средство за заштиту од гљивица и алги, као најмање штетне материје из категорије 1 [1]. Због штетних утицаја хемијских средстава пожељно је примењивати природна средства, већ доказана у традиционалној архитектури, као што су ланено уље, восак, те водени раствори на бази бора.

Лепила се производе углавном применом две врсте везива – на бази формалдехида (PF⁵⁰, UF⁵¹, MUF⁵²,) и на бази Isocyanata (PMDI⁵³). Формалдехид је био стављен на листу Светске здравствене организације као канцероген и последњих година су вођене бројне стручне дискусије о његовој штетности. Због тога се смањују стандардима дозвољене количине формалдехида, што узрокује и смањивање количина формалдехида присутних у производима. Лепила на бази Isocyanata (PMDI) много су скупља и захтевнија у процесу лепљења, али и она могу да штете здрављу људи.

⁴⁹ MDF – Medium Denity Fibreboard – плоче од влакана средње густине.

⁵⁰ PF – Phenol formaldehyde – fenol formaldehid

⁵¹ UF – Urea formaldehid

⁵² MUF – Melamin urea formaldehid

⁵³ PMDI – Polymeric Methylene Diphenyl Diisocyanate

У жељи да се направе производи који не садрже штетна везива почела је примена лепила природног порекла – на бази соје, танина, лигнина, албумина из крви, казеина, али она захтевају већу количину енергије приликом производње, а погодна су само за употребу у производима који се користе у унутрашњем простору зграда [51].

У завршној обради примењују се разне врсте боја и лакова, које имају функцију заштите од светлости, заштите и очувања природне боје дрвета, не само заштите од влаге. Ова средства могу да имају штетно дејство на здравље људи, посебно су опасна она која у себи садрже штетне компоненте које се испаравају, тзв. VOC⁵⁴ [6]. Данас на тржишту постоје мање штетна средства, која се производе на воденој бази и која су декларисана као еколошка.

Европски стандарди дефинишу граничне вредности емисија из плоча које се примењују у унутрашњем простору⁵⁵, као и начин њиховог испитивања⁵⁶. Прва верзија стандарда дефинише две класе плоче, у складу са дозвољеним емисијама формалдехида – E1 и E2 [101]. Класу E1 чине производи са максимално дозвољеном количином формалдехида од 0,75 ppm⁵⁷, а граничне вредности су поштрене и уведена је нова класа E0 са граничном емисијом од 0,07 ppm. Стандардизовано је и тестирање, те доказивање у тестној просторији, као и у самој фабрици, тј. на месту производње (Табела 8).

⁵⁴ VOC – Volatile Organic Compounds – испарљива органска једињења

⁵⁵ EN 13986:2004 Wood-based panels for use in construction – characteristics, evaluation of conformity and marking; и иновирана верзија EN 13986:2012+A1:2015

⁵⁶ EN 717-1, 2:2004

⁵⁷ ppm – parts per million

Табела 8. *Захтеви за емисиону класу плоча E1 према стандарду EN 13986 [101]*

		Производ	
		Иверице, OSB, MDF, шперплоче, масивне дрвене плоче влакнатице (мокри поступак), иверица са цементним везивом, LVL	
Иницијално испитивање*	Метода испитивања	EN 717-1	
	Захтев	Отпуштање formaldehida $\leq 0,124 \text{ mg/m}^3$ ваздуха	
Фабричка контрола производње	Метода испитивања	EN 120	EN 717-2
	Захтев	Садржај $\leq 8 \text{ mg/100g}$	Отпуштање $\leq 3,5 \text{ mg/m}^3\text{h}$ или $\leq 5 \text{ mg/m}^2\text{h}$ у року од 3 дана након производње

* За познате производе, почетно испитивање такође може бити направљено на темељу података за тестирање по EN 120 или EN 717-2, било као фабричка контрола производње или екстерни преглед.

На нивоу Европске уније примена штетних хемикалија дефинисана је помоћу законског оквира под називом REACH,⁵⁸ који обједињује и иновира скоро 40 других директива, уредби и прописа, раније донесених. Свака држава треба да својом регулативом утврди употребу штетних материја у производима и обавезе које произвођачи треба да имају у погледу њиховог означавања. Нажалост, Босна и Херцеговина још није чланица Европске уније, те нема обавезу да усклади своју регулативу са овим оквиром. Произвођачи у већини европских држава, због обавезе из међународне регулативе, али и регулативе њихових држава, теже да сведу на најмању могућу меру примену материја које могу имати штетне утицаје на здравље људи и на еко-систем, или да неке материје у потпуности замене другима, које немају штетног утицаја, тј. да тај утицај буде незнатан.⁵⁹ Један број произвођача већ користи лепак и адхезиве на бази уретанских смола уместо формалдехида, а један од њих је Stora Enso (CLT плоче) [100].

⁵⁸ Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 1999/45/EC and repealing Council Regulation (EEC) No 793/93 and Commission Regulation (EC) No 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directive 91/155/EEC, 93/67/EEC and 2000/21/EC [147].

⁵⁹ Тако су произвођачи изолационих материјала од стаклене вуне Ursa и Knauf избацили везива на бази формалдехида и заменили их еколошким везивима.

Међу седам еколошки опасних метала убрајају се арсен и бакар, те њихова једињења, која се примењују у средствима за заштиту дрвета [6]. Због тога је приликом примене и кориштења производа на бази дрвета потребно водити рачуна о подацима које је произвођач обавезан да прикаже на својим производима, те користити оне који су своју производњу ускладили за европском легислативом. Директива REACH забрањује примену арсенових једињења у облику раствора анорганских једињења бакра, хрома и арсена за употребу у стамбеним и другим зградама и у свим случајевима када је могуће да такво дрво дође у додир са корисницима.⁶⁰

У неким државама постоје системи за еколошко обележавање производа. Те ознаке не значе да су ти производи добри за околину, већ да они мање штетно делују на еко-систем [6]. Најпознатије еко-ознаке су *Blue Angel (Der blaue Engel)*, *Natureplus*, *The Swan label (Miljömärkt)* и *IBO label* (Слика 84).

*Blue Angel*⁶¹ је прва еко-ознака у свету, установљена 1978. године у Немачкој. Циљ ознаке је да укаже потрошачима на природу еколошких производа. Производи који носе ову еко-ознаку морају бити безопасни по здравље и не смеју да садрже отровне супстанце. Ознаку *Blue Angel* данас у у Немачкој носи више од 10.000 производа, из разних група.

Natureplus, еко-ознака коју издаје међународна организација за заштиту животне средине, установљена је ради помагања развоја културе одрживости у оквиру грађевинског сектора. Сертификују се грађевински материјали и производи за домаћинство, према критеријумима здравља, екологије, функционалности и трајности, са применом LCA анализе. У групи грађевинских производа ову ознаку могу да добију само они који су произведени од најмање 85% обновљивих сировина, или на бази минерала који су доступни у готово неограниченим количинама. Означавање производа еко-ознаком *Natureplus* треба да допринесе бољој тржишној позицији производа који мање штетно утичу на животну средину [6], а тиме и њиховој већој примени.

⁶⁰ Уколико се дрво третира овим спојевима, за специјалне намене кад је то као изузетак допуштено, на паковањима мора стајати ознака да садржи арсен и да је обавезна употреба рукавица приликом манипулисања производом.

⁶¹ *Der blaue Engel* (нем.) – плави анђео

*The Swan label*⁶² установљена је 1989. године и њоме се, на подручју нордијских земаља (Данска, Финска, Норвешка, Шведска и Исланд), означавају 63 групе производа из подручја одрживе потрошње. Ово је ознака која се примењује за куће, намештај, хотеле, али и друге ствари. За све групе производа детаљно су прописани минимални услови за добијање еко-ознаке. Означавање треба да помогне потрошачима и компанијама да промене навике у процесу куповине, а истовремено, то је и један од најбољих и најбржих начина за промовисање ових производа.

Еко-ознака *IBO label* установљена је у Аустрији за грађевинске материјале и производе, а њено издавање ради аустријски институт ИВО.⁶³ Након испитивања карактеристика грађевинског производа, са комплетном LCA анализом издаје се сертификат који важи две године.

Највећа разлика између ових еко-ознака је у ширини, тј. у намени производа који се означавају. Еко-ознаке *Natureplus* и *IBO label* оријентисане су ка грађевинским производима, док се *The Swan label* односи чак на 63 групе производа, тј. намењена је много ширем обухвату производа за означавање.

Како би производи на бази дрвета могли да носе неку од ових еко-ознака детаљно се дефинишу које материје смеју, а које не да примењују приликом производње и обраде (средства за импрегнацију, биоциди - фингициди и инсектициди, везива, лепила, премази, лакови), а за она која смеју дефинише се њихова максимално дозвољена количина као и сам процес испитивања и доказивања еко-квалитета. Такође, ове ознаке не могу да добију производи у случају да дрво потиче из хладних северних или топлих тропских шума, као и шума које немају систем одрживог управљања.

Водећи се искуствима неких држава на нивоу Европске уније, 2009. године установљен је добровољан систем означавања еко-производа са знаком EU Ecolabel.⁶⁴ На списку производа који носе овај еко-знак још увек нема грађевинских производа, а за њих још нису ни прописани услови, осим за боје

⁶² Више на: <http://www.nordic-ecolabel.org>.

⁶³ ИВО – Österreichisches Institut für Baubiologie und Ökologie.

⁶⁴ Regulation (EC) No 66/2010 on the European parliament and the Council, of 25 Novemebr 2009 on the EU Ecolabel (Text with EEA relevance).

намењене примени у ентеријерима. С обзиром на то да је у питању добровољан систем еко-означавања, његова примена у пракси је спора.



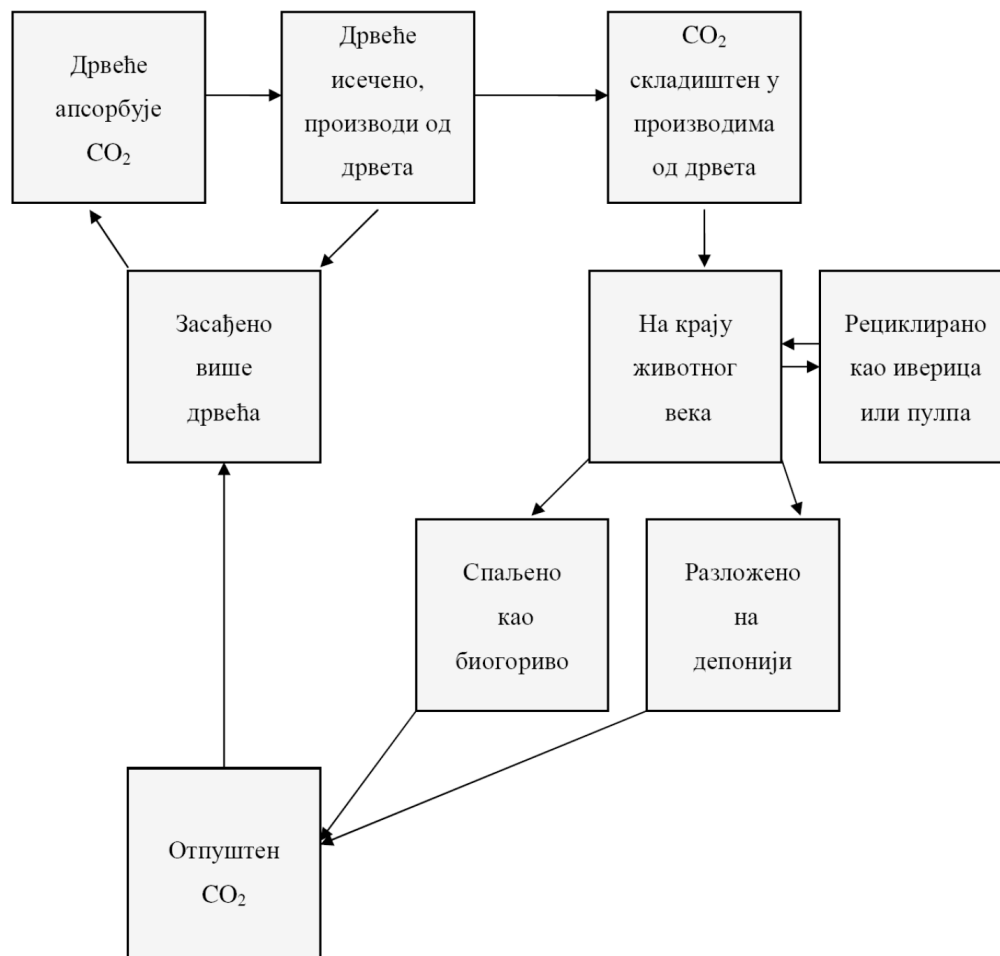
Слика 84. Еко ознаке: Blue Angel [289], Natureplus [287], Nordic Swan [288], IBO [272] и EU Ecolabel [290]

Најсигурнији начин да се избегне употреба штетних супстанци за заштиту дрвета јесте избор трајнијих врста дрвета, као и пројектовање и извођење елемената структуре зграде тако да је дрвету обезбеђена заштита од додира са влагом (надстрешнице, издизање конструкције од тла и др.). Уколико је влажност дрвета испод 20%, нема појаве гљивица, те је конструктивна заштита ефикасан начин заштите дрвета. У подручјима где постоји опасност од продора инсеката пожељно је да се дрвена конструкција изведе на армиранобетонској подлози, а цело подручје око зграде заштити појасом песка. Уз ове конструктивне мере треба бирати супстанце које су доказано најмање штетне по здравље, и то само онда када је то неопходно.

4.2.1.2. Утицај примене дрвета на еко-систем

Бројна су истраживања која се баве проучавањем утицаја примене грађевинских материјала на животну средину, тј. емисија које су узроковане производњом и кориштењем материјала током целог животног циклуса зграда.

Дрво као биљка има позитиван утицај на еко-систем јер током раста у своју структуру уграђује, тј. заробљава, значајну количина угљен-диоксида, која у њему остаје све док је у употреби. Ова количина, према изворима, креће се око $0,9 \text{ t CO}_2/\text{m}^3$ дрвета.



Слика 85. Процес кружења угљендиоксида током животног циклуса дрвета [261]

Емисије угљен-диоксида које се јављају као резултат процеса производње дрвних производа намењених грађевинарству много су мање у односу на оне које се емитују приликом производње других материјала. У случају да неке грађевинске материјале заменимо дрветом, тј. када је дрво заменски материјал, просечно се уштеди 1,1 t CO₂/m³. Укупно један m³ дрвета складишти 0,9 тона CO₂ и кориштењем дрвета као заменског материјала још се уштеди просечно око 1,1 тона CO₂, што заједно укупно чини 2 тоне CO₂/m³ мање у атмосфери. Анализе показују да у једну просечну кућу изграђену дрветом буде уграђена количина од 12–30 тона CO₂ [47].

Истраживање које је провео *Конзорцијум за проучавање обновљивих индустријских материјала*⁶⁵ показује како много мањи утицај на еко-систем имају куће са дрвеном конструкцијом у односу на оне са бетонском или челичном. Приказана је потрошња енергије са емисијама CO₂, од фазе вађења сировина до одржавања, појединачно за куће у Минеаполису и Атланти са дрвеном, челичном и бетонском оквирном конструкцијом (Табела 9).

Табела 9. *Поређење кућа са дрвеним, челичним и бетонским оквирним конструкцијама* [247]

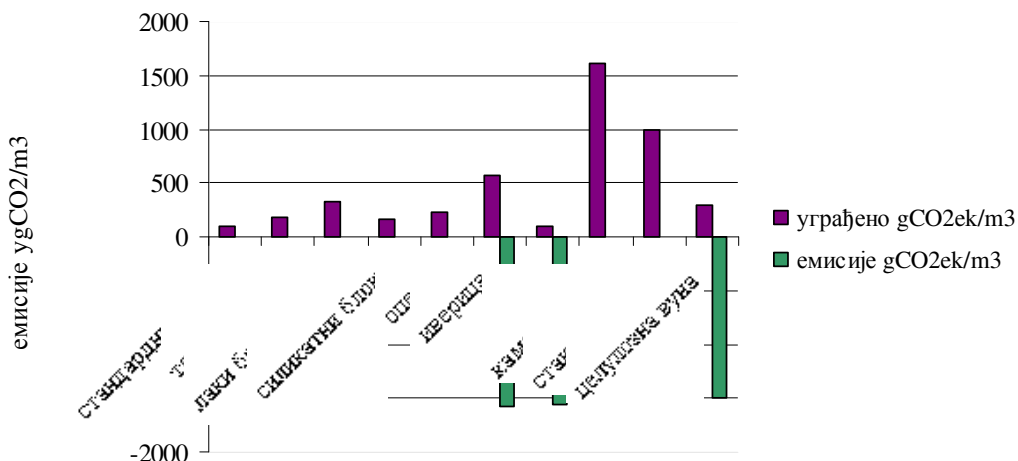
	Минеаполис		Атланта		
	Енергија	GWP	Енергија	GWP	
	GJ	kg CO ₂	GJ	kg CO ₂	
Дрвени оквир	651	37.047	Дрвени оквир	398	21.367
Челични оквир	764	46.826	Бетонски оквир	461	28.004
Разлика	17%	26%	Разлика	16%	31%

До сада најдетаљније истраживање у вези са применом грађевинских материјала и њиховог утицаја на еко-систем провео је институт *RTS*⁶⁶ из Финске.

⁶⁵ CORRIM: Consortium for Research on Renewable Industrial Materials.

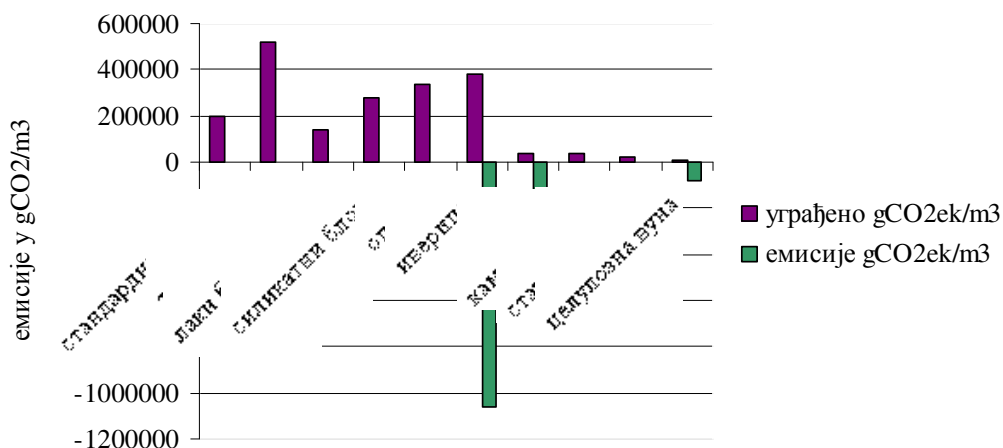
⁶⁶ RTS Building Information Foundation, Finland, Environmental Reporting for Building Materials, 1998–2001.

Резултати овог извештаја кориштени су у многим другим студијама и често навођени као извор од стране других аутора, а извештај је доступан и на званичној страници организације Уједињених нација FAO.⁶⁷



Слика 86. Емисије CO_2 ekv. из грађевинских материјала исказане по јединици тежине [87]

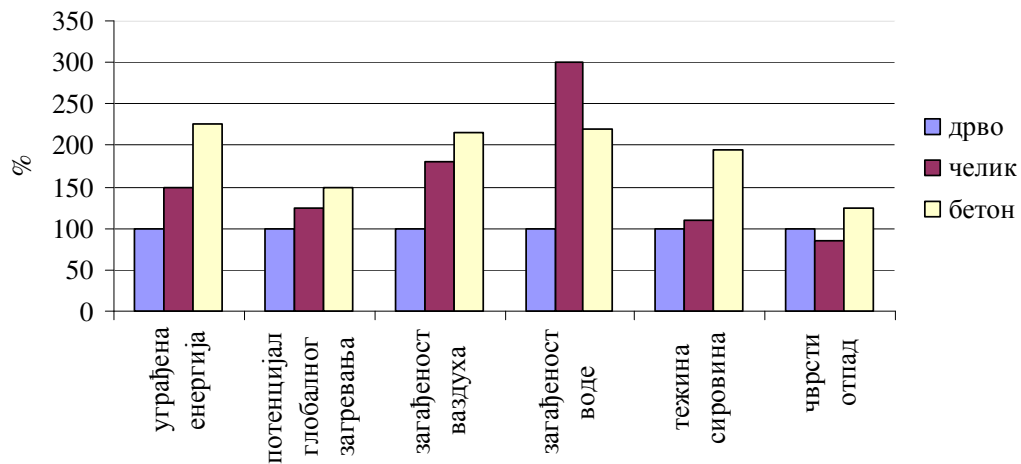
На Слици 86 приказани су резултати вредновања грађевинских материјала: стандардног бетона, тешког бетона, лаких бетонских блокова, иверице, дрвета, камене вуне, стаклене вуне и целулозне вуне, са подацима о емисијама и количинама уграђеног екв. CO_2 исказаним по тежинској јединици материјала, а на Слици 87 емисије су исказане по јединици запремине материјала.



Слика 87. Емисије CO_2 ekv. из грађевинских материјала исказане по јединици запремине [87]

⁶⁷ [Http:// www.fao.org](http://www.fao.org).

Канадска студија урађена у оквиру познатог института за одрживе материјале *ATHENA* даје податке о примени дрвених оквирних конструкција у поређењу са челичним и бетонским. Конструкције су вредноване у шест еколошких категорија: употреба енергије, потенцијал глобалног загревања, загађеност ваздуха, загађеност воде, тежина сировина и количина чврстог отпада. Резултати показују да дрвене конструкције имају мање еколошко оптерећење од бетонских и челичних (Слика 88).



Слика 88. Поређење утицаја на животну средину кућа са челичном и бетонском конструкцијом у односу на дрвену оквирну [247]

Већина ових анализа за своју основу користи методологију анализа LCA.⁶⁸ Оквир за LCA јесу међународни стандарди ISO 14040, ISO 14041, ISO 14042 и ISO 14043.

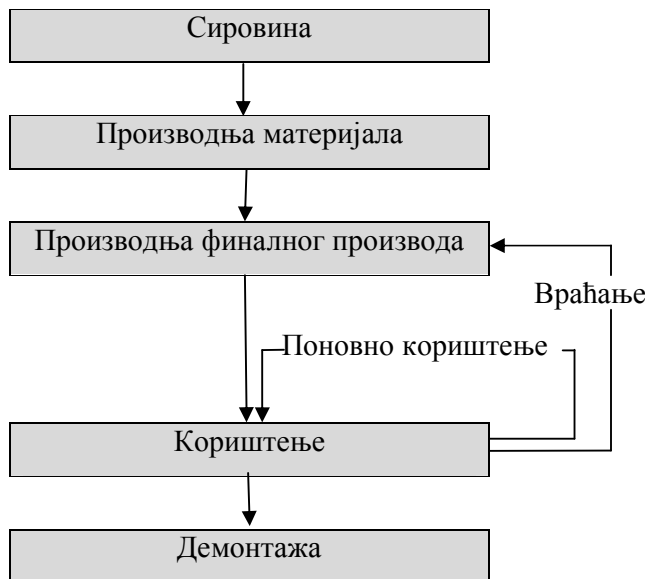
Животни циклус зграде и материјала посматра се, према овим стандардима, од екстракције сировина, процеса прераде сировина до фазе добијања коначног производа, фазе кориштења и фазе завршетка животног века грађевине. У фазу кориштења укључено је и одржавање објеката. Претпостављено је и да се производ може поновно употребљавати или користити за рециклирање (Слика 89).

Приликом поређења резултата истраживања битно је да је кориштена иста методологија, јер постоје различити приступи. Неки истраживачи обухватају

⁶⁸ LCA – Life Cycle Analysis: оцена животног циклуса.

животни циклус са свим фазама од „колевке до колевке“ (cradle to cradle), док неки дају податке везане само до завршетка готовог производа (cradle to gate).

У Босни и Херцеговини, као ни у Србији,⁶⁹ не постоје базе података о еколошким карактеристикама грађевинских производа.



Слика 89. Фазе животног циклуса према LCA дефинисаној ISO стандардима [33]

У већини случајева када у једној држави не постоје базе података, уколико се користе подаци из друге државе, меродавније је користити базу података која се односи само на производњу неког производа, а не на комплетан животни циклус, јер су за сваку државу различити емисиони фактори енергената, те би се могуће грешке само мултиплицирале. Енергија која се користи у транспорту готових производа, енергија која се троши приликом грађења али и приликом разградње, тешко су мерљиве и зависе од великог броја фактора (удаљеност појединачног градилишта, техничка опремљеност фирме и врсте механизације, начин одржавања, могућност поновне употребе, као и постојање постројења за рециклажу грађевинских материјала и сл.). Енергија која се користи приликом кориштења зграде зависи од њених карактеристика које се тичу омотача зграде,

⁶⁹ Славковић, К., Радивојевић, А. (2013). Анализа животног циклуса: органичења при мерењу уграђене енергије у Србији. *Научно-стручни симпозијум Инсталације & архитектура 2013*. [93]

система грејања и ветрења, осветљења, и кориштења укупне опреме у згради, стања зграде и квалитета одржавања, важећих прописа, као и жељених услова комфора корисника. Последњих година ова врста енергије у животном циклусу зграда била је у фокусу истраживања јер је по свом износу доминантна у целом животном циклусу зграде, а тиме је и њен утицај на животну средину највећи. Међутим, неправедно је запостављена уграђена енергија у материјале и њен утицај на укупну еколошку исправност зграда није мали и занемарив, а повећава се са повећањем енергетске ефикасности зграда.

4.2.2. Утицај производње материјала на потрошњу ресурса

Око 50% свих сировина које се ваде из земљине коре бива потрошено у производњи грађевинских материјала, што индустрију грађевинског материјала сврстава у највећег потрошача сировина. Процена је да се само у Европи потроши око 2 милијарде тона грађевинског материјала годишње, а та количина, исказана у еквиваленту, износи 10 тона агрегата по становнику [227]. Подаци су представљени 2005. године, што значи да су те количине сада сигурно веће.

Производња грађевинских материјала, са једне стране, узрокује загађење животне средине услед емисија које настају као последица потрошње енергије из фосилних горива приликом њихове производње, а са друге стране – изазива исцрпљивање природних ресурса, те тиме угрожава одрживи развој.

Кориштење обновљивих извора енергије раније је већ постављено као императив пред међународну заједницу, а последњих година расте и значај кориштења обновљивих сировина у грађевинарству. У сам врх активности Европске уније стављен је одрживи развој кроз доношење Саопштења Комисије, тзв. Гетебуршка повеља 2001. године [227]. Примена принципа одрживог развоја поставља се као приоритетна активност Европске уније. Одрживо кориштење природних ресурса (енергије, воде и сировина), ефикаснији процеси производње грађевинских материјала, као и дужи животни век грађевинских производа треба да допринесу смањеној експлоатацији сировина за грађевинске материјале.

Дрво представља обновљив извор сировина јер се шуме обнављају природним путем, а могуће је и планско пошумљавање. На тај начин можемо повећати обим

сече, те обезбедити сировине за дрвну индустрију. Одрживо управљање шумама подразумева да се годишњи обим сече усклађује са природним прираштајем.

Добре топлотно-изолационе карактеристике дрвета значе и мању потрошњу енергената током фазе употребе објеката, те тиме истовремено и уштеду необновљивих сировина и енергената у целом животном циклусу.

С обзиром на то да је дрво у Босни и Херцеговини локални материјал, његова примена може да уштеди значајне количине енергената, који би иначе морали бити потрошени приликом транспорта грађевинских материјала из удаљених фабрика. Садашња ситуација је таква да се са једне стране, у преради не користе све могућности које су резултат одрживог управљања шумама, а са друге – да се значајне количине сировина троше при производњи грађевинских материјала (цемента, креча, челика, алуминијума) који би могли бити замењени дрветом. У Босни и Херцеговини раде две фабрике цемента, страних власника, које исцрпљују залихе сировина и енергената, а истовремено се и троше велике количине енергената за довоз грађевинског материјала из других земаља. Увоз плоча од дрвета из Пољске један је од таквих примера.

Последњих година расте значај и поновног кориштења материјала како би се смањила потрошња сировина. Дрво као материјал може бити поновно употребљено као готов производ после демонтаже, као сировина за производњу других прерађевина од дрвета или као енергент. На тај начин смањује се потрошња сировина за производњу, а штеде и енергенти као ресурси.

4.3. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА У ДОМЕНУ ОДРЖИВЕ АРХИТЕКТУРЕ

Истражено је, пре свега, законодавство Европске уније којим се регулишу појмови одрживе архитектуре, грађења и утицаји зграда на околину, при чему је узето у обзир да је Босна и Херцеговина аплицирала за чланство и у процесу је добијања статуса кандидата.

Бројни су међународни и европски документи, од директива, саопштења Комисије, уредаба, прописа, акционих планова, који се баве неким од аспеката одрживости у грађевинарству и архитектури. Најбројнији се односе на област потрошње и производње енергије из обновљивих извора, али последњих неколико година расте и значај потрошње ресурса.

Истовремено, интензивно се ради на томе да се област уреди увођењем стандарда, што ће допринети лакшем оцењивању зграда, али и поређењу резултата. У Босни и Херцеговини део међународне регулативе већ је прихваћен путем преузимања директива и стандарда, али се у суштини у њиховој примени није далеко отишло.

4.3.1. ИНОСТРАНА РЕГУЛАТИВА

Као важан документ којим су постављени темељи одрживог развоја на нивоу Европске уније треба истаћи *Стратегију одрживог развоја Европске уније* [227] донесену 2001. године у Гетебургу и два пута ревидирану, и то 2006 [224]. и 2009. године [219]. Стратегија из 2001. године поставила је основе одрживог развоја Европске уније, са конкретним циљевима и акцијама за период до 2010. године, у седам кључних приоритетних изазова: климатске промене и чиста енергија, одрживи транспорт, одржива потрошња и производња, заштита и управљање природним ресурсима, јавно здравље, социјална инклузија, демографија и миграције, глобалне снаге и изазови одрживог развоја. Ова стратегија ревидирана је крајем 2005. године у неким од елемената, а последња ревизија десила се 2009. године. Последњом ревизијом нагlašава се потреба да се економска криза искористи као шанса за развој финансијске и еколошке одрживости и развој

нискокарбонског и ефикасног трошења ресурса. Фокус је на зеленом расту, који ће стимулирати нове технологије и смањити утицаје на климатске промене, исцрпљивање природних ресурса и деградацију еко-система. Констатовано је да су већ донесени многи документи на нивоу Европске уније који треба да допринесу одрживом развоју, али и да треба и даље развијати легислативу у овој области.

Од осталих бројних докумената у облику директива, закључака и препорука наводимо само оне најважније, који на одређени начин дотичу питања која су везана за тему дисертације.

- Директива о енергетским перформансама зграда [142]⁷⁰

Ова директива у фокусу има смањивање потрошње енергије у зградама и већу примену енергије која потиче из обновљивих извора.

Директива поставља генерални оквир за методологију рачунања енергетских перформанси зграда,⁷¹ примену минималних захтева за енергетске перформансе нових зграда, примену минималних захтева за енергетске перформансе зграда које се обимније обнављају, примену минималних захтева за енергетске перформансе приликом замене делова омотача који значајно утичу на њихове енергетске перформансе, примену минималних захтева за системе грејања и ветрења, нове и у случајевима реконструкција, доношење националног плана за повећање скоро нула енергетских зграда, редовне контроле система грејања и вентилације, енергетско сертификарање зграда, као и независну контролу енергетских сертификата и извештаја о инспекцијским контролама система грејања и ветрења. Минимални захтеви који су постављени могу бити и поштрени од стране чланица, уколико то дефинишу својом националном регулативом. У директиви се исказује потреба да се обезбеде средства за промоцију и примену зелених технологија, развој енергетски ефикасних система и материјала у зградама. Ова

⁷⁰ Council Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings.

⁷¹ Под појмом енергетске перформансе зграде дефинисане су карактеристике зграде у погледу потрошње енергије, које зависе од топлотних карактеристика омотача зграде, система грејања/хлађења, потребе за топлим водом, као и комплетно уграђене опреме.

директива представља поштравање услова постављених у првој директиви о енергетским карактеристикама зграда, донесеној 2002. године.

- Директива о енергетској ефикасности, којом се мењају Директиве 2009/125 и 2010/30, а укидају Директиве 2004/8/ЕС и 2006/32/ЕС [139]⁷²

Директива има за циљ да унапреди провођење мера енергетске ефикасности и постизање циљева уштеде и после 2020. године, а да исте истовремено представљају и део стратегије за нова радна места и укупан раст. Чланице треба да установе дугорочну стратегију за обнову фонда зграда, стамбених и комерцијалних, као и да обезбеде начин финансирања. Приликом обнове треба примењивати економски исплативе мере, у складу са типом зграде и климатским условима. Финансирање треба да буде усмерено на обимније реконструкције у циљу постизања већих уштеда. Чланице треба да процене очекиване уштеде енергије и шири бенефит. У складу са Директивом 2010/31, зграде које су у власништву влада треба да буду обнављане годишњим интензитетом од 3% грејаних и хлађених површина, а према минималним захтевима из члана 4 Директиве. Исто тако, и локалне заједнице треба да раде на постизању уштеда, а у складу са својим плановима енергетске ефикасности, који могу бити самостални или део климатских или околинских планова. Наглашена је потреба увођења система енергетског менаџмента, као и значај рада компанија типа ESCO.⁷³ У процесу јавне набавке енергетски ефикасни производи, услуге и зграде морају имати приоритет. Као један од начина постизања уштеда у крајњој потрошњи уводе се облигационе шеме, а циљ је да годишње смањење буде 1,5% од волумена продате енергије крајњим потрошачима. Наглашава се потреба да се подстиче израда енергетских прегледа,⁷⁴ како код средњих и малих предузећа, тако и код домаћинстава. Потребно је подстицати обуку стручних лица која ће радити

⁷² Directive 2012/27/EC of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directive 2009/125/EC and 2010/30/EC and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC.

⁷³ ESCO – Energy Saving Company: компаније које као основну делатност имају реализацију пројеката којима се постижу уштеде у потрошњи енергије у различитим секторима потрошње.

⁷⁴ Енергетски аудит или преглед представља низ радњи које обављају стручњаци, а које имају за циљ да утврде стварну потрошњу енергије, као и да дају препоруке за провођење економски исплативих мера за унапређење стања и смањивање потрошње енергије у објекту који је предмет енергетског прегледа.

енергетске прегледе. Наглашава се, такође, и значај мерења потрошене енергије у зградама и испостављања рачуна према потрошеној енергији.

- Уредба којом се утврђују усаглашени услови за стављање у промет грађевинских производа и укида Директива 89/106/ЕЕС [162]⁷⁵

Успостављање правила треба да обезбеди сигурност корисника објеката, али и да имовина не штети околини. Ова правила постављају директне захтеве за грађевинске производе. Уз ову одредбу оставља се могућност и да чланице постављају додатне захтеве за своје производе. Захтеви за грађевинске производе не односе се само на сигурност већ и на здравље, енергију, економију, заштиту животне средине, економске и друге аспекте важне за јавни интерес. Ради постизања ових захтева, произвођачи се позивају на поштовање одредаба дефинисаних директивама које су наведене у Уредби. Темелни захтеви за грађевине дати су у прилогу документа. Неопходно је успоставити једноставну процедуру за припрему декларације, како мања и средња предузећа, због финансијских баријера, не би била спречена да обезбеде декларацију за своје производе.

Уредба садржи цели низ битних захтева и објашњења: дефинисање СЕ знака, оцену одрживог кориштења ресурса и утицај грађевинских радова на животну средину у облику EPD,⁷⁶ кад је то могуће. Базични захтеви за грађевинске радове и основне карактеристике грађевинских производа дати су у Анексу 1 Уредбе. Осим тога, уредба дефинише декларацију о особинама и СЕ обележавање, садржај декларације о особинама, генералне принципе и употребу СЕ обележавања, правила и услове за постављање СЕ обележја, обавезе произвођача, увозника и дистрибутера, европске оцењивачке документе, нивое класа перформанси, техничко тело за оцењивање, овлаштене заступнике и др.

⁷⁵ Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC.

⁷⁶ EPD – Environmental Product Declaration: Декларација са информацијама о утицајима производа на животну средину током његовог целог животног циклуса.

- Саопштење Комисије Бела књига. Адаптирање на климатске промене: Ка европском оквиру за акцију [219]⁷⁷

У овом документу за сектор грађевинарства исказује се потреба да се у хармонизоване стандарде унесу критеријуми одрживости, са могућношћу проширења постојећих Еурокодова. Такође треба истицати примере добре праксе, посебно за случајеве кад се имплементира систем оцењивања утицаја на животну средину и директива о стратешкој процени утицаја на животну средину.

- Саопштење Комисије о индикаторима одрживости за праћење примене Стратегије одрживог развоја Европске уније [225]⁷⁸

Овај документ је значајан јер се њиме дефинишу индикатори који треба да се прате и служе за процене одрживог развоја уопштено. Индикатори су дати на три нива, на првом је 12 индикатора, на другом 45, а на трећем 98. Први ниво чине индикатори који служе за доношење одлука на глобалном нивоу, други ниво је нешто детаљнији, док индикатори на трећем нивоу служе за детаљније оцене једне области. За област нашег интересовања битна су два подручја, која су дефинисана на првом нивоу, а то су енергија, производња и потрошња. На трећем нивоу појављују се индикатори који оцењују неке перформансе које имају директну везу са еколошки исправним производима у зградама, а то су удео у укупној потрошњи производа са еко-ознаком, европском или националном, те потрошња материјала по домаћинству и врстама.

⁷⁷ COM 147 (2009) White paper. Adapting to climate change: Towards a European framework for action, Commission of the European Communities of 2 April 2009.

⁷⁸ COM 161 (2005) Sustainable Development Indicators to monitoring the implementation of the EU Sustainable Development Strategy.

- Акциони план одрживе потрошње и производње и политика одрживе индустрије [222]⁷⁹

Због податка који износи *International Panel on Climate Change* о потрошњи енергије у зградама и износу могућих уштеда од 30% енергије за период до 2030. године, поставља се глобални притисак и на уштеде у области ефикасности ресурса. У фокусу Акционог плана је унапређење енергетских и еколошких перформанси производа. Како би ови производи били лакше препознати од стране потрошача, планира се увођење стандарда, који треба да поједноставе њихово означавање. Еколошке перформансе биће праћене током целог животног циклуса производа, што треба да стимулише произвођаче да унапреде своје технологије, а са друге стране – потрошаче да купују производе са бољим еколошким перформансама. Једноставно еколошко означавање таквих производа треба да послужи купцима да у процесима јавне набавке лако донесу одлуку о избору производа са бољим еколошким перформансама. У циљу промовисања производа са бољим енергетским и еколошким карактеристикама, донесене су и две посебне директиве.

- Директива о успостављању оквира за примену захтева за еко-дизајн производа који су везани за енергију (преиначење) [143]⁸⁰

Како је већ дефинисано акционим планом, овом директивом се у односу на претходну, проширује њена примена на све производе који знатно троше енергију. Потрошња електричне енергије има најбржи раст у односу на друге енергенте, те мора бити редукована због њоме проузрокованих емисија гасова стаклене баште. Овом директивом проширује се палета производа и на производе као што су прозори, изолациони материјали или они који користе воду, нпр. тушеви и сл., чијом применом могу бити сачуване значајне количине енергије. Претпоставља се да ће можда бити потребно да се за неке производе установе

⁷⁹ COM 397 (2008) Action Plan on the Sustainable Consumption and Production and Sustainable Industry Policy.

⁸⁰ Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products (recast).

специфични квантификујући захтеви еко-дизајна или еколошких утицаја како би били минимизирани утицаји на животну средину. Већ приликом дизајнирања производа мора се водити рачуна о важним аспектима заштите животне средине, који имају утицаја у осталим фазама животног циклуса производа: избор сировина и употреба, производња, паковање, транспорт и достава, инсталације и одржавање, кориштење и крај животног циклуса производа. За све фазе релевантни су еколошки аспекти који морају бити оцењени: предвиђена потрошња материјала, енергије и других ресурса, као што су вода, очекиване емисије у ваздух, воду и земљу, очекивано загађење у облику буке, вибрација, радијације, електромагнетног поља, очекивана производња отпада, могућност поновног кориштења, рециклаже и поврата материјала и/ или енергије.

- Директива о означавању производа и стандардним информацијама о производу, које се односе на потрошњу енергије и других ресурса повезаних са енергијом [141]⁸¹

Намена директиве је да омогући хармонизацију националних мера за крајње потрошаче, пре свега на означавању и стандардизацији информација о производу. Директивом се подручје примене проширује са производа који троше електричну енергију на друге производе, који троше значајне количине енергије, не само електричне, што треба да доведе до смањења потрошње енергије, а тиме и емисија гасова стаклене баште. Потрошња изазива директне и индиректне утицаје, те ће означавање производа допринети да корисници препознају оне са мањом потрошњом. Употребом производа таквих перформанси биће смањени штетни утицаји који настају као резултат потрошње енергије из фосилних горива. Означавање треба да служи и у поступку јавних набавки, ради лакшег препознавања производа који имају мањи утицај на животну средину.

⁸¹ Directive 2010/30/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the indication by labelling and standard product information of the consumption of energy and other resources by energy-related products (recast).

- Саопштење Комисије о ефикасности кориштења ресурса у сектору зграда [218]⁸²

Главни циљ ове иницијативе јесте да промовише ефикасније кориштење ресурса са употребом нових и реновираних зграда, те да смањи њихов еколошки утицај, који је данас висок. Сектор грађевинарства и кориштење зграда одговоран је за око половину утрошених ресурса и енергије, око једне трећине потрошње воде и једну трећину створеног отпада. Потрошња ресурса у зградама углавном је дефинисана одлукама пројектаната и избором грађевинског материјала.

Иницијатива треба да допринесе раду на успостављању сета јасно дефинисаних и мерљивих индикатора за оцену еколошких перформанси зграда.

Такође, потребно је да се смањи употреба ресурса у зградама, а са њом и штетни утицаји на животну средину, и то помоћу унапређења процеса пројектовања, већег кориштења ресурса и енергетски ефикасних производа, промовисања рециклираних производа, као и поновне употребе.

Смањење потрошње енергије до сада је углавном било усмерено на смањење оперативне енергије. Ово смањење доводи до промењених односа оперативне и уграђене енергије у грађевинским материјалима, што усмерава већу пажњу на перформансе материјала – на потрошњу енергије потребну за њихову производњу, као и то да ли потичу из обновљивих ресурса или не. За производњу грађевинских производа, према студијама, троши се годишње 5–10% од укупно потрошене енергије у Европи.

Зграде које се пројектују тако да смање еколошке утицаје истовремено омогућавају корисницима остварење економског бенефита јер су мањи трошкови кориштења. Утицаји зграда на животну средину у највећој мери директно су повезани са количином потрошене енергије током кориштења, а мање потрошене енергије значи и мање трошкове за кориснике.

Уз бројне директиве које имају за циљ смањење потрошње у зградама, потребно је да се и на националном нивоу проводе одређене активности. Нажалост, примена неког од система за оцену еколошких перформанси зграда још

⁸² COM 445 (2014) Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social Committee and Committee of the Regions on Resources efficiency opportunities in the Building sector.

увек је добровољна и тренутно је у Европи мање од 1% зграда са оваквим сертификатима.

Комисија ће радити на развоју оквира на бази већ постојећих кључних индикатора, који треба да буду кориштени за оцену еколошких перформанси зграда током целог животног века. Такође, радиће и на развоју тржишта за рециклиране материјале.

Потреба да се уреди област грађевинског сектора са аспекта одрживости резултирала је доношењем бројних стандарда, прво ISO стандарда на међународном нивоу, а затим и европских EN стандарда. Захваљујући активностима ових институција за стандардизацију, као и националних, стварају се законске претпоставке за доношење техничких прописа, којима би била регулисана њихова примена на нивоу држава. Тема одрживог грађења регулисана је кроз више области за које су надлежни технички комитети, а набројани су најважнији стандарди усвојени у овој области, донесени као ISO и EN стандарди.

Табела 10. Преглед најважнијих ISO и EN стандарда из области одрживог грађења који су прихваћени у Босни и Херцеговини

ISO СТАНДАРДИ

ISO 15 392:2008	Sustainability in building construction – General principles
ISO/TS 21 931-1:2010	Sustainability in building construction – Sustainability indicators – Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings
ISO 21930:2007	Sustainability in building construction – Environmental declaration of building products
ISO/TS 21929-1:2010	Sustainability in building construction – Sustainability indicators – Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings
ISO/TS 21929-2:2015	Sustainability in building construction – Sustainability indicators – Part 1 – framework for development indicators for buildings

ISO/TS 12720:2014	Sustainability in buildings and civil engineering works – Guidelines on the application of the general principles in ISO 15392
ISO 16745:2015	Environmental performance of buildings – Carbon metric of a building – Use stage
ISO 14040:2006	Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework
ISO 14024: 1999	Environmental Labels and Declarations – Type I environmental declarations – Principles and Procedures
ISO 14044:2006	Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines

EN СТАНДАРДИ

EN 15643-1:2010	Sustainability of construction works – Sustainability assessment of buildings – Part 1: General framework
EN 15643-2:2011	Sustainability of construction works – Assessment of buildings – Part 2: Framework for the assessment of environmental performance
EN 15643-3:2012	Sustainability of Construction Works – Assessment of Buildings – Part 3: Framework for the assessment of social performance
EN 15643-4:2012	Sustainability of Construction Works – Assessment of Buildings – Part 4: Framework for the assessment of economic performance
EN 15804:2012+A1:2013	Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products
CEN/TR 15941:2010	Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Methodology and data for generic data

EN 15942:2011	Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Communication format – Business to Business
EN 15978:2011	Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method
EN 16309:2014-A1:2015	Sustainability of construction works – Assessment of social performance of buildings – Calculation methodology
EN 16627:2015	Sustainability of construction works – Assessment of economic performance of buildings – Calculation methods

Сви наведени стандарди прихваћени су у законодавство Босне и Херцеговине као BAS стандарди. Међутим, проблем је што се након прихватања стандарда, који нису обавезујући, не доносе технички прописи којима би била регулисана њихова примена.

У раду ће бити представљени најважнији стандарди који су од значаја за област истраживања:

- ISO/TS 21929-1:2010 Sustainability in building construction – Sustainability indicators – Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings [182]

Стандард поставља оквирни систем и водич за индикаторе одрживости за грађевинарство, где су индикатори дефинисани као квантитативни, квалитативни или описне мере. Примена индикатора у фази пројектовања разликује се од њихове употребе после изградње објекта. Стандард дефинише две врсте индикатора: директне индикаторе, за еколошке, економске и социјалне утицаје, и консеквентне, за процену зграде.

- ISO 21931-1:2010 Sustainability in building construction – Framework for methods of assessment of the environmental performance of construction works – Part 1: Buildings [183]

Овај дио стандарда успоставља оквир за методологију оцењивања еколошких перформанси зграда и треба да је унифицира, ради превазилажења досадашњег стања са различитим регионалним и националним методологијама оцењивања, што спречава поређење резултата. Примењује се заједно са ISO 21930 и ISO 15392.

- EN 15804 Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products [153]

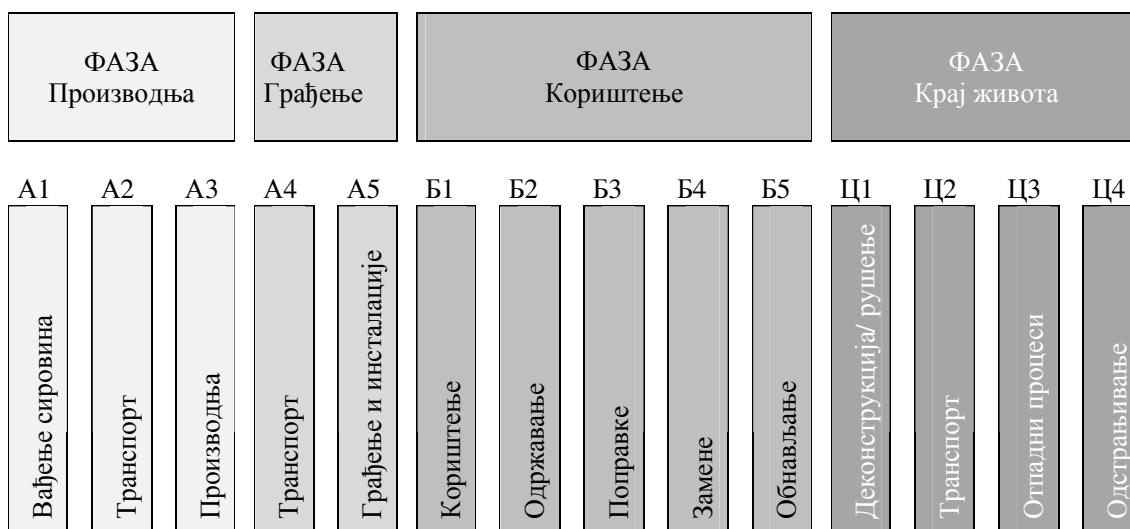
Стандард је фокусиран на ниво производа, те даје садржај и структуру еколошке декларације производа EPDs,⁸³ генерално. На основу овог стандарда израђује се декларација о еколошким перформансама грађевинских производа и материјала, тзв. EPD декларација. Стандард поставља кључна правила за израду еколошке декларације за грађевинске производе и материјале. На основу овог стандарда добија се огроман број података, који касније могу да послуже као основ за издавање EPD декларације, која показује еколошке перформансе производа. Подаци из ове декларације после се користе за оцењивање еколошке исправности целе зграде.

- EN 15978:2011 Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method [152]

Стандард дефинише метод прорачуна еколошке оцене зграда, ослањајући се на стандарде ISO 14040, 14044 и 14025. Према стандарду, животни циклус зграде садржи четири фазе: производњу (А1–А3), извођење (А4–А5), кориштење (Б1–Б5), и окончање животног циклуса зграде (Ц1–Ц4). Као додатна фаза изван граница појављује се фаза кориштења и оптерећења изван граница (Д).

⁸³ EPD – Environmental Product Declaration: Декларација са информацијама о утицајима производа на животну средину током његовог целог животног циклуса.

У допунској фази Д, која је изван стандардног система, даје се потенцијал за поновно кориштење, поврат и рециклажу. Као крајњи резултат процеса оцењивања добијају се утицаји зграде на животну средину, заједно за цео животни циклус зграде, али и за поједине фазе, што омогућава поређење еколошке исправности зграда.



Слика 90. Фазе животног циклуса зграде према стандарду EN 15978:2011 [152]

4.3.2. РЕГУЛАТИВА У БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ

Босна и Херцеговина је сложена држава,⁸⁴ у којој је преузимање европских директива уређено на државном нивоу, а у надлежности је Министарства вањске трговине и економских односа БиХ. На државном нивоу уређено је и провођење обавеза које Босна и Херцеговина има према Оквирној конвенцији о климатским променама (UNFCCC), а као кључна институција за координацију именовано је Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске.⁸⁵ Процес увођења европских стандарда води Институт за стандардизацију Босне и Херцеговине, који исте прихвата под именом БАС стандарди, а чија

⁸⁴ Држава Босна и Херцеговина формирана је од два ентитета Републике Српске и Федерације Босне и Херцеговине, коју чини 10 кантона, док Брчко Дистрикт има специјалан статус и управу.

⁸⁵ Focal point– кључна тачка, у овом случају мисли се на институцију за координацију испред државе.

примена није обавезна и регулише се доношењем техничких прописа. Преглед стандарда из одрживог грађења, који су већ прихваћени, дат је у Табели број 2.

Област просторног уређења и грађења је на ентитетском нивоу,⁸⁶ те ће за потребе овог рада бити анализирана регулатива из ове области на том нивоу. Сва регулатива везана за ову област доноси се у институцијама и органима ентитета. На државном нивоу је прихватање стандарда и директива. Институт за стандардизацију Босне и Херцеговине задужен је за преузимање међународних стандарда, а Министарство спољне трговине и економских односа за прихватање директива Европске уније.

Регулатива у ентитетима је врло слична јер је најчешће рађена уз помоћ међународних консултаната кроз разне пројекте. Прво ће бити дат преглед регулативе Републике Српске, а затим, уколико постоје, биће приказане значајније разлике у регулативи Федерације Босне и Херцеговине.

Кровни закон у овој области јесте Закон о уређењу простора и грађењу [164], којим се уопштено дефинише појам утицаја објекта на животну средину као „заштита од штетног утицаја на животну средину која подразумева да објекат неће имати превелик утицај на квалитет животне средине или климу током грађења, употребе или уклањања, те да ће бити онемогућено испуштање отровних гасова, опасних материјала и испарљивих органских састојака“. Законом је дефинисано грађење енергетски ефикасних зграда, као и доношење подзаконских аката који ће ову област детаљније уредити. Од конкретнијих захтева помиње се да зграда мора имати прописане енергетске карактеристике. Осим ових општих констатација, закон се детаљније не бави овом облашћу.

Закон о заштити животне средине [166] детаљније уређује проблематику заштите животне средине. Чланом 9 овог закона дефинисано је да је „потребно извршити замену свих делатности које могу да имају штетне последице по животну средину, другом делатношћу са мањим утицајима“, што до сада у пракси никада није провођено. Законом је дефинисано доношење Стратегије на нивоу Републике, као и планова заштите животне средине у локалним заједницама, али ниједан од ових докумената не третира примену материјала, као ни утицаје које зграде имају на животну средину.

⁸⁶ Тј. на нивоу Републике Српске, Федерације Босне и Херцеговине и Брчко Дистрикта.

Стратешка процена утицаја на животну средину израђује се за планове, програме и основе у области просторног и урбанистичког планирања, као и кориштења земљишта ради реализације развојних пројеката, за које ће, према важећим прописима, морати да се ради процена утицаја на животну средину. Међутим, ни овај документ не третира које утицаје на животну средину са аспекта примене материјала има изградња зграда и других објеката.

Закон дефинише у којим се случајевима, имајући у виду да могу имати значајан утицај на животну средину, мора спровести процена утицаја на животну средину и добити решење о одобравању студије утицаја на животну средину [198], а сам садржај студије дефинисан је посебним прописом [217].

Правилником о пројектима за које се спроводи процена утицаја на животну средину, и критеријумима за одлучивање о потреби спровођења и обиму процене утицаја на животну средину, дефинише се за које је пројекте потребна процена утицаја. Тако се у овој групи пројеката налазе топионице и челичане у области металне индустрије, производња азбеста и абразивних материјала из минералне индустрије, читав низ инфраструктурних пројеката, као што су изградња железница, ауто-путева и брзих путева, аеродрома, унутрашњих пловних путева и трговачких лука, постројења за прераду отпада, читав низ пројеката управљања водама, екстрактивна индустрија – каменоломи, изградња објеката у пољопривреди за узгој разне врсте стоке, дрвна индустрија – производња целулозе и других влакнастих материјала и сл.

У пројекте за које обавезу утврђује Министарство уврштени су: постројења за прераду стакла, постројења за топљење минералних супстанци, укључујући и производњу минералних влакана, производња керамичких производа путем печења, а посебно црепа, цигле, ватросталне цигле, плочица и сл., изградња индустријских комплекса на површини 5 хектара и више, трговачких и пословних центара укупне површине 60.000 m² и више, стадиона, надземних и подземних паркинга, као и пратећих објеката саобраћајне инфраструктуре, те низ пројеката из области туризма.

Правилник о пројектима за које се спроводи процена утицаја на животну средину и критеријуми за одлучивање о потреби спровођења и обиму процене утицаја на животну средину [198] дефинишу за која се постројења мора радити

студија утицаја на животну средину, док Правилник о постројењима која могу бити изграђена и пуштена у рад само уколико имају еколошку дозволу дефинише постројења за која је прибављање еколошке дозволе обавезно [197]. Међутим, Упутство о садржају студије утицаја на животну средину [217] детаљније не дефинише утицаје које примена грађевинских материјала може да има, већ се само говори о томе да је потребно да се дефинише врста и количина потребне енергије и енергената, воде, сировина, потребног материјала за изградњу и др.

Систем означавања производа са еко-ознаком у легислативу Републике Српске уведен је у циљу промовисања производа који имају мање утицаје на животну средину, као и подстицања произвођача да израђују такве производе и стављају их на тржиште. Увођење еко-ознака регулисано је Законом о заштити животне средине, као и Правилником о еко-ознакама и начину управљања еко-ознакама [199].⁸⁷ Међутим, иако је додељивање еко-ознака предвиђено још раније, чак је први правилник који уређује ову област донесен још 2008. године, суштински се није много урадило у популаризацији и примени овог система у циљу промовисања еко-производа, као и подстицања произвођача да у промет стављају производе са смањеним утицајем на животну средину. Систем је добровољан, а нису дефинисане групе производа, као ни методологија њиховог оцењивања.

У регулативи Федерације Босне и Херцеговине нису пронађене значајније разлике, те она неће бити посебно представљена у раду, већ само наведена у литератури.

⁸⁷ За подручје Федерација Босне и Херцеговине донесен је 2008. године скоро исти правилник о еко-ознакама и начину управљања еко-ознакама [296].

4.4. АНАЛИЗА ИНДИКАТОРА ЕКОЛОШКЕ ИСПРАВНОСТИ РЕЛЕВАНТНИХ ЗА ПРИМЕНУ ДРВЕТА У СТАМБЕНОЈ АРХИТЕКТУРИ

Основе за законско регулисање примене индикатора еколошке исправности постављене су међународним стандардима ISO и EN, донесеним од институција задужених за стандардизацију. Стандардом EN 15978⁸⁸ дефинисани су индикатори који се односе на зграду, а њихова подлога дата је стандардом EN 15804,⁸⁹ којим је дефинисан ниво производа. На основу стандарда EN 15634-2,⁹⁰ предложени индикатори за оцену еколошких перформанси подељени су у три категорије:

- излазни индикатори за оцену утицаја на животну средину;
- улазни индикатори: од кориштења ресурса, материјала и енергије;
- излазни индикатори за секундарне сировине, отпад и извоз енергије.

1) Излазни индикатори за оцену утицаја на животну средину

Еколошке информације о утицајима исказане су индикаторима категорије утицаја LCIA,⁹¹ коришћењем фактора карактеризације према EN 15804, и дате у Табели 3.

⁸⁸ EN 15978 Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method.

⁸⁹ EN 15804 Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products.

⁹⁰ EN 15643-2:2011 Sustainability of construction works – Assessment of buildings – Part 2: Framework for the assessment of environmental performance

⁹¹ LCIA – Life Cycle Impact Assessment: означава фазу оцењивања животног циклуса са анализама и вредновањем величине и значаја могућих утицаја производа на животну средину током целог животног циклуса.

Табела 11. *Индикатори којима се описују утицаји на животну средину*⁹²

Индикатор	Јединица мере
Потенцијал глобалног загревања, GWP	kgCO2 equi
Потенцијал оштећења озона у стратосфери, ODP	kg CFC ⁹³ 11 equi
Потенцијал закисељавања тла и ваздуха, AP	kg SO2 equi
Потенцијал еутрофикације, EP	kg (PO4) ³ – equi
Потенцијал стварања тропосферског озона, POCP	kg Ethene equi
Потенцијал осиромашења абиотичких ресурса за елемент, ADP_elements	kg Sb equi
Потенцијал осиромашења абиотичких ресурса за горива, ADP_fossil fuels	MJ, net caloric value

Поједини утицаји на животну средину који су дефинисани стандардом, исказују се бројчаним вредностима индикатора. Вредности се добијају прикупљањем података, тј. прављењем базе LCI за цео животни циклус, а затим анализирају путем LCIA анализâ. Сваки од индикатора има дефинисане јединице у којима се мери, зависно од природе, тј. врсте индикатора. Мање бројчане вредности индикатора означавају мање утицаје на животну средину.

- GWP⁹⁴ потенцијал глобалног загревања

Под индикатором се подразумевају емисије CO₂ и осталих штетних гасова који доводе до глобалног загревања.⁹⁵ Највећи удео имају емисије CO₂, са око 50–55%, затим са 25% учествују хлорофлуорокарбонати CFC, који се емитују приликом производње пластичних маса и у расхладним уређајима, док је најмањи утицај метана CH₄ и азотних оксида N₂O, који потичу из пољопривреде и

⁹² Према стандарду: EN 15804 Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products (table 3).

⁹³ CFC – Chlorofluorocarbon: Означава органске компоненте које садрже угљеник, хлор и флор, често се користи назив Freon као синоним за ова једињења, а он је преузет од DuPont бренда.

⁹⁴ GWP – Global Warming Potential: Означава еколошки индикатор потенцијал глобалног загревања.

⁹⁵ Анексом А Кјото протокола детаљно су дефинисани гасови који узрокују ефекат стаклене баште.

индустрије. Највећи узрочник емисије гасова јесте потрошња фосилних горива, која се користе у индустријским процесима и у транспорту.

На основу свега изложеног значај примене дрвета је велики, јер се само заменом једног кубног метра другог материјала дрветом смањује емисија CO₂ у количини од просечно једне тоне, а дрво још приликом раста заробљава око једну тону CO₂ у једном кубном метру дрвета [50].

- AP⁹⁶ Потенцијал закисељавања тла и ваздуха

Закисељавање настаје углавном због емисија штетних материја из индустријских постројења, саобраћаја и урбаних подручја које у додиру са водом стварају киселе кише и додатно закисељавају тло.

Штетни утицаји на животну средину, који су оцењивани потенцијалом глобалног загревања и потенцијалом закисељавања, проузроковани су, у највећој мери, индустријским процесима у којима се троши велика количина енергената. Њихово смањивање је могуће заменом енергената, или већим кориштењем нискоемисионих материјала и производа, као што су производи од дрвета.

- ODP:⁹⁷ Потенцијал оштећења озонског омотача

Овај индикатор оцењује присуство хемијских супстанци које узрокују оштећење озонског омотача, и оне углавном, у различитим комбинацијама, садрже хлор, флуор, бром, угљеник и водоник. Ове супстанце примењују се у расхладним уређајима, те немају директне везе са применом дрвета као грађевинског материјала.

- EP⁹⁸: Потенцијал еутрофикације

Еутрофикацију углавном узрокују азот и његова једињења, а порекло им је из различитих извора (ђубрење тла, канализационе воде, детерџенти и сл.), најчешће органског порекла, али и индустрије.

⁹⁶ AP – Acidification Potential: потенцијал закисељавања (ваздуха и земљишта).

⁹⁷ ODP – Ozone Deplation Potential: потенцијал оштећења озонског омотача.

⁹⁸ EP – Eutrophication Potential: потенцијал еутрофикације.

- РОСР:⁹⁹ Потенцијал стварања тропосферског озона

Настаје као резултат утицаја емисија загађивача, водене паре и топлоте. Најприсутнији је у загађеним срединама, када се услед велике количине азот-моноксида и уз присуство влаге стварају велике количине озона у близини тла.

- ADP_elements:¹⁰⁰ Потенцијал осиромашења абиотичких ресурса за елементе
- ADP_fossil fuels:¹⁰¹ Потенцијал осиромашења абиотичких ресурса за фосилна горива

Последња два индикатора треба да још добију научна појашњења, која ће бити уграђена приликом ревизије стандарда.

Од набројаних индикатора релевантни за оцену утицаја примене материјала у стамбеној архитектури јесу:

- GWP Потенцијал глобалног загревања;
- AP Потенцијал закисељавања тла и ваздуха.

Ако знамо да су утицаји које они оцењују директно повезани са потрошњом фосилних горива у индустријским процесима и у транспорту, примена дрвета као заменског материјала за висококарбонске материјале, као локално доступног, значи смањивање негативних утицаја на животну средину. Донекле су и остали индикатори у вези са индустријским процесима, али је њихов утицај мањи.

2) Улазни индикатори од кориштења ресурса, материјала и енергије

Преглед улазних индикатора који описују кориштење ресурса, материјала и енергије са јединицама мере дат је у Табели 12.

⁹⁹ РОСР – Photochemical Oxygen Creation Potential: потенцијал стварања тропосферског озона.

¹⁰⁰ ADP_elements: Abiotic Depletion_elements: означава потенцијал осиромашења абиотичких ресурса за елементе.

¹⁰¹ ADP_fossil fuels: Abiotic Depletion_fossil fuels: означава потенцијал осиромашења абиотичких ресурса за фосилна горива.

Табела 12. Индикатори којима се описује кориштење ресурса¹⁰²

Индикатор	Јединица мере
Употреба обновљиве примарне енергије, искључујући енергетске ресурсе кориштене као сировина	MJ, net caloric value
Употреба ресурса обновљиве примарне енергије кориштених као сировина	MJ, net caloric value
Примена необновљиве примарне енергије	MJ, net caloric value
Употреба ресурса необновљиве примарне енергије кориштених као сировина	MJ, net caloric value
Употреба секундарних материјала	kg
Употреба обновљивих секундарних горива	MJ
Употреба необновљивих секундарних горива	MJ
Нето употребљена свежа вода	m ³

Међу индикаторима што описују кориштење ресурса нема индикатора који су посебно релевантни за оцену примене дрвета, осим употребе ресурса обновљиве примарне енергије кориштене као сировина и употребе секундарних материјала.

3) Излазни индикатори за секундарне сировине, отпад и извоз енергије

Могућност кориштења излазних токова из система: секундарних сировина, отпада и енергије произведене из отпада оцењује се индикаторима датим у Табели 5. У овој групи индикатора за оцену примене дрвета као грађевинског материјала значајни су могућност кориштења компоненти за поновну употребу, кориштење материјала за рециклажу и кориштење материјала са повратом енергије, сагоревањем (спаљивањем) отпада са депоније, или пиролизом за производњу биогорива.

¹⁰² Према стандарду: EN 15804 Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products (table 4).

Табела 13. *Индикатори којима се описују излазни токови из система*¹⁰³

Индикатор	Јединица мере
Компоненте за поновну употребу	kg
Материјали за рециклажу	kg
Материјали са повратом у енергију	kg
Извезена енергија ¹⁰⁴	MJ for each energy carrier ¹⁰⁵

4.5. ПРЕГЛЕД И АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋИХ МОДЕЛА И СОФТВЕРА ЗА ПРОЦЕНУ ОДРЖИВОСТИ ЗГРАДА

Са појавом појма одржива архитектура почиње и развој модела којима се врши оцена еколошке исправности зграда, тј. њиховог утицаја на животну средину. Развој модела одвијао се у оквиру државних институција, савета за зелену градњу државе¹⁰⁶ или приватних фирми. Неки од модела процењују целу зграду, а неки само одрживост појединачних елемената конструкције. У почетку су развијани општи модели, а касније почиње и развој варијанти за зграде различитих типова и намена. Модели се развијају за локалне услове и прописе, а касније почињу и израде варијанти за интернационалну употребу, са одређеним прилагођавањем локалним условима (климатолошким, законодавним, економским, социјалним итд).

Због огромног броја модела који се користе у свету, биће издвојени модели који се употребљавају у Европи и модели који се користе на интернационалном нивоу.

¹⁰³ Према стандарду: EN 15804 Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products (table 6).

¹⁰⁴ Термин се односи на енергију добијену, тј. извезену спаљивањем отпада са депоније.

¹⁰⁵ MJ за сваки од енергетских носилаца (извора енергије).

¹⁰⁶ Савет за зелену градњу је удружење које промовише одрживо грађење међу стручњацима, али и у редовима привреде, као и у јавном сектору. Активности савета су бројне и, осим промоције, обухватају едукативне активности, рад на унапређењу регулативе, као и преносу технологија и знања. Савет је припремио један од првих модела за оцену еколошке исправности зграда LEED.

Табела 14. Преглед модела за процену одрживости зграда

НАЗИВ	ОБЈАШЊЕЊЕ	ЗЕМЉА ПОРЕКЛА
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method Метод за процену утицаја на животну средину заснован на истраживањима	Велика Британија
The code for Sustainable Homes	Пропис за одрживе куће	Велика Британија
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen Немачки савет за зелену градњу	Немачка
TQB Tool	Total Quality Building Tool Алат за оцену укупног квалитета зграда	Аустрија
LEnSE	Label for Environmental, Social and Economic Buildings ¹⁰⁷ Означаване еколошких, социјално и економски погодних зграда	ЕУ
HQE	High Quality Environment Висококвалитетна животна средина	Француска
Eco indicator	Еколошки индикатор	Холандија
EcoProfile	Еколошки профил	Норвешка
Protocollo Itaca	Institute ITACA (ИТНАКА): ¹⁰⁸ Модел за оцену одрживости зграда развијен у оквиру Института Итака	Италија
LiderA	Lider Assessment Лидерско оцењивање	Португал
VERDE	Зелено Назив модела развијеног у оквиру шпанског савета за зелену градњу	Шпанија
SBTool	Sustainable Buildings Tools Алат за одрживе зграде	Интернационални (ISBE) ¹⁰⁹
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design Лидерство у енергетском и еколошком пројектовању	САД
NABERS	The National Australian Built Environment Rating System Аустралијски систем оцене изграђене	Аустралија

¹⁰⁷ Модел је део пројекта ЕУ за стандардизацију грађења еколошки напредних зграда.

¹⁰⁸ Institute for innovation and transparency of contracts and the compalibity environmental – national Association of Regions and autonomus Provinces ITACA (ИТНАКА).

¹⁰⁹ The International Initiative for a Sustainable Built Environment.

	животне средине	
Green Star	Зелена звезда	Аустралија
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency Свеобухватни систем процене еколошке ефикасности зграда	Јапан

Од наведених модела, за потребе дисертације детаљно су проучени следећи:

- The code for Sustainable Homes – модел настао развојем BREEAM-а, првог модела за процену одрживости зграда, посебно развијен за стамбене зграде;
- TQB Tool – модел развијен у оквиру Савета за зелену градњу Аустрије;
- DGNB – модел друге генерације који укључује све аспекте одрживости – еколошке, социјалне и економске.

На подручју Босне и Херцеговине није развијен ниједан модел на националном или ентитетском нивоу.

Значајан допринос примени принципа одрживости у пројектовању породичних кућа дала је Саја Косановић, која је у оквиру своје докторске дисертације припремила модел за процену еколошке исправности, пропраћен и софтвером.¹¹⁰ Нажалост, њен модел и софтвер нису нашли адекватно место у практичној примени.

Осим модела, развијени су и посебни софтвери, било као део модела за оцењивање неких фаза, било самостални. Данас већина ових софтвера примењује LCA методологију за процену еколошких утицаја грађевинских материјала и производа, са сопственим базама података. За потребе дисертације обављено је истраживање, ради провере могућности примене, два софтвера – eco2soft, развијеног у аустријском институту IBO,¹¹¹ и Athena Impact estimator, развијеног у Канади.

¹¹⁰ Дисертација „Модел за оцену еколошке исправности кућа за индивидуално становање на подручју Београда“ одбрањена је на Архитектонском факултету у Београду 2012. године.

¹¹¹ IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH.

4.5.1. THE CODE FOR SUSTAINABLE HOMES¹¹²

Модел са најдужом традицијом, као и широком употребом у 73 државе света, јесте BREEAM [8]. [9]. [226]. Он је развијен у оквиру британског истраживачког института, који је прво био у државном власништву а сада је приватни BRE – Building Research Establishment.

BREEAM се примењује у 73 државе света, у неким у изворном облику, а негде прилагођен локалној регулативи, те постоје варијанте за Велику Британију, Блиски исток и Европу. Развијен је за посебне типове зграда, а прва верзија за оцену еколошких карактеристика станова била је Eco Homes [245]. Његовом трансформацијом и увезивањем у легислативу Велике Британије добијен је нови модел за станове, под називом The Code for Sustainable Homes [10]. The Code for Sustainable Homes – Пропис за одрживе станове, у примени је од априла 2007. године, а од априла 2008. постао је обавезан за све нове станове који се граде у Великој Британији.

Станови се по овом моделу вреднују у девет категорија: енергије и емисије CO₂, вода, материјали, одвођење површинске воде, отпад, загађење, здравље и добро осећање, управљање, екологија, и то прво у фази пројектовања, а после изградње добијају коначну оцену. Зависно од значаја који се даје одређеним категоријама, неке су обавезне, као енергија и вода, и морају да буду задовољени минимални стандарди за све нивое, за неке категорије одређено је да морају да задовоље минимум стандарда као обавезу за улазак у даљу процедуру, а за неке нису прописани ни минимални стандарди.

Свака категорија се бодује, а затим додатно пондерише, те се након тога добија коначан број бодова, а сабирањем поена за сваку категорију добија се укупна оцена стана. Појединачне вредности за пондерисање сваке категорије одређују се тако што се процентуално учешће у значају који има та категорија у укупној оцени дели са максималним бројем поена за ту категорију. На основу вредновања станови могу да добију оцену од 1 до 6 звездица, са тиме да је стан који добије 6 звездица угљенички неутралан.

¹¹² Пропис за одрживе станове.

The Code for Sustainable Homes је комплементаран са Директивом о грађевинским производима. Као помоћ при његовом и кориштењу осталих модела формирана је интернет база података *Green Guide* [275, 276]. Ова база података садржи конструктивне елементе зграда са 13 категорија утицаја и за шест типова зграда. Вредновани су еколошки утицаји: климатске промене, потрошња воде, потрошња минералних сировина, уништавање стратосферског озона, токсичност људи, екотоксичност свеже воде, нуклеарни отпад, екотоксичност земљишта, одлагање отпада, уништавање фосилних горива, еутрофикација, стварање фотохемијског озона, закисељавање. Зграде су типолошки подељене на: комерцијалне, образовне, здравствене, малопродајне, стамбене и индустријске. Елементи зграда који се вреднују јесу: спољашњи зидови, унутрашњи зидови, кровови, подови приземља и спрата, прозори, изолације и завршни материјали за подове. Детаљно су анализирани еколошки утицаји елемената зграда током целог животног циклуса, тј. од колевке до гроба (Cradle to Grave) и специфицирани у класе од А+, као најповољнији, до Е – са највећим утицајима.

Оцене утицаја разложене су за цео животно циклус – од вађења сировине и производње материјала и грађевинских производа, преко процеса грађења, кориштења са одржавањем, па све до краја разградњом и одвожењем материјала, са евентуалним рециклирањем или поновном употребом.

Уз базу података постоји и софтвер, који се користи путем интернета, *Green Guide Calculator tool*, њиме се врши прорачун еколошких карактеристика свих елемената. Приступ софтверу имају само овлаштена лица-оцењивачи, који имају лиценцу за обављање еколошког вредновања зграда.

Приказ свих категорија и поткатегорија, са бодовима, фактором и вредностима пондерисања дат је у Табели 15.

Табела 15. Преглед категорија еколошких утицаја са бодовањем и пондерисањем [10].

Категорија	Доступни бодови	Фактор пондерисања	Вредност пондерисања
ЕНЕРГИЈА И ЕМИСИЈЕ CO₂			
Оцењују се годишња потрошња енергије (грејање, хлађење, грејање воде, вентилација, осветљење, уређаји за домаћинство) и емисије CO ₂ по јединици површине и стану. Дефинисана је максимална потрошња енергије за различите типове зграда, те се за колективне зграде креће од 32 до 48 kWh/m ² a, ¹¹³ а за индивидуалне или двојне породичне зграде од 38 до 60 kWh/m ² a.			
Стопа емисије стана *	10		
Енергетска ефикасност структуре*	9		
Уређаји који показују потрошњу енергије	2		
Простор за сушење	1		
Бела техника са енергетским ознакама	2		
Спољна расвета	2		
Ниско и нула угљеничне технологије	2		
Остава за бицикл	2		
Радно место/ канцеларија у кући	1		
Укупно категорија	31	36,40	1,17
ВОДА			
Оцењује се потрошња воде у стану (дефинисана у l/p/d ¹¹⁴) и према њој додељују бодови, а оцењује се и то да ли је обезбеђено скупљање кишнице и њено кориштење за вањско наводњавање или не.			
Кориштење воде у унутрашњости*	5		
Кориштење воде споља	1		
Укупно категорија	6	9,00	1,50
МАТЕРИЈАЛИ			
Оцењују се елементи структуре (кров, спољашњи зидови, унутрашњи зидови, подови, прозори) и према њиховим карактеристикама додељују бодови, од 0 до 3 за сваку структуру, те се сабирају. За одговорну примену материјала, нпр. кориштење сертифицираног дрвета, додељују се бодови, посебно за основне и за завршне елементе.			

¹¹³ kWh/m²a: енергија исказана у kWh по јединици површине у m² за годину дана

¹¹⁴ l/p/d: литар/ особа/ дан

Еколошки утицаји материјала*	15		
Добијање материјала – основни елементи	6		
Добијање материјала – завршни елементи	3		
Укупно категорија	24	7,20	0,30

ОДВОЂЕЊЕ ПОВРШИНСКЕ ВОДЕ

Оцењује се управљање одводњом кишнице, да ли постоје објекти за задржавање кишнице, дренажу, поплочане површине као и то да ли је подручје изложено ризику од поплава.

Управљање отицањем површинске воде*	2		
Ризик од поплаве	2		
Укупно категорија	4	2,20	0,55

ОТПАД

Оцењује се да ли је обезбеђено одвојено прикупљање отпада, према врстама за рециклажу, а бодови добијају на основу капацитета складиштења. Зависно од начина управљања градилишним отпадом, врши се додела бодова. Постојање постројења за компостирање додатно се бодује.

Складиштење нерестирајућег и рециклирајућег кућног отпада*	4		
Управљање градилишним грађевинским отпадом	3		
Компостирање	1		
Укупно категорија	8	6,40	0,80

ЗАГАЂЕЊЕ

Оцењују се перформансе изолационог материјала према њиховом утицају на потенцијал глобалног загревања (GWP). Бодовање се врши и за систем за грејање простора и топле воде према њиховом утицају на потенцијал закисељавања.

Потенцијал глобалног загревања изолације	1		
NOx емисије	3		
Укупно категорија	4	2,80	0,70

ЗДРАВЉЕ И БЛАГОСТАЊЕ

Дефинишу се минимални услови за постизање бодова у свакој од поткатегорија: дневно светло, звучна изолација, приватни простор и животни век.

Дневно светло	3		
Звучна изолација	4		
Приватни простор	1		
Животни век*	4		
Укупно категорија	12	14,00	1,17

УПРАВЉАЊЕ

Оцењује се постојање једноставних приручника за сваку кућу, у којима се дају објашњења корисницима у вези са еколошким перформансама стана. Утицај грађења оцењују се кроз постојање плана градилишта, процену емисија CO₂, потрошњу воде и стварање загађења услед градилишних активности. Оцењује се и сигурност куће од провала.

Водич за употребу куће	3		
Разматрање плана грађења	2		
Утицаји градилишта	2		
Сигурност	2		
Укупно категорија	9	10,00	1,11

ЕКОЛОГИЈА

Оцељују се еколошке карактеристике локације, еколошка побољшања, заштита еколошких вредности, промена еколошких вредности места узрокована активностима грађења, те еколошки отисак зграде.

Еколошка вредност локације	1		
Еколошко унапређење	1		
Заштита еколошких карактеристика	1		
Промена еколошке вредности локације	4		
Еколошки отисак зграде	2		
Укупно категорија	9	12,00	1,33

УКУПНО

107 100,00

* обавезни услови

4.5.2. TQB Tool

Модел је развијен у оквиру Савета за зелену градњу Аустрије, а после верзије на немачком језику појавила се и верзија на енглеском. Модел су припремили аустријски Институт за екологију¹¹⁵ и аустријски Институт за биологију и екологију грађења (ИБО).¹¹⁶ Унос података о згради обавља се директно на сајту Савета,¹¹⁷ а за регистроване кориснике могуће је и преузимање прорачуна зграде. У уводном делу дају се општи подаци о згради, а затим уносе подаци за пет различитих категорија, од којих свака може да се максимално бодује са по 200 бодова, те је укупно могуће остварити 1.000 бодова. Посебно се оцењују следеће категорије:

- А) Локација и опрема;
- Б) Економија и технички квалитет;
- Ц) Енергија и снабдевање;
- Д) Здравље и комфор;
- Е) Ефикасност ресурса.

У Табели 16 дат је преглед категорија са краћим описом на шта се оцењивање односи, са поткатегоријама и вредностима бодова за сваку поткатегорију. Свака од поткатегорија детаљно се оцењује бројним показатељима, али се због обима рада неће приказивати детаљно.

¹¹⁵ Das Österreichisches Ökologie – Institut, <http://ecology.at>.

¹¹⁶ IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH.

¹¹⁷ [Http://oegnb.net](http://oegnb.net).

Табела 16. Преглед категорија еколошких утицаја са бодовањем

КАТЕГОРИЈЕ	БОДОВИ
А ЛОКАЦИЈА И ОПРЕМА	200
Врло детаљно се оцењују сви параметри локације (приступачност јавног превоза, удаљеност центра, локалног снабдевања у метрима, опрема станова – од остава за бицикле, заједничких просторија за децу па све до базена, угроженост локације од зрачења и сл.). За сваки од аспеката, зависно од постављених параметара, који су повезани са националним прописима, дефинисана је додела бодова.	
A.1 Инфраструктура	50
A.1.1. Инфраструктура	20
A.1.2. Веза са јавним превозом	10
A.1.3. Квалитет локалног снабдевања	10
A.1.4. Близина терена за рекреацију и рекреативни садржаји	10
A.2. Безбедност локације и квалитет грађевинског земљишта	50
A.2.1. Основни ризик од природног хазарда	10
A.2.2. Квалитет грађевинског земљишта	20
A.2.3. Наизменично магнетно поље у опсегу ниских фреквенција	10
A.2.4. Ниске фреквенције пулсирања – високи опсег фреквенција	10
A.3. Квалитет опреме	50
A.3.1. Развој унутрашњости	10
A.3.2. Опрема зграда	20
A.3.3. Отворени простори станова	10
A.3.4. Заштита од провале	10
A.4. Приступачност	50
A.4.1. Приступачност	50
Б ЕКОНОМИЈА И ТЕХНИЧКИ КВАЛИТЕТ	200
Оцењују се, са једне стране, економски квалитети (профитабилност кориштења енергије, управљања отпадом, трошкови одржавања и чишћења, интегрално планирање, управљање системима грејања, проветравања), а са друге технички квалитет (аспекти управљања градилиштем, отпадом на градилишту, димензионисање и статички концепт, трајност и заштита од пожара).	
B.1. Профитабилност у животном циклусу	100
B.2. Управљање градилиштем	30

Б.3.	Флексибилност и трајност	40
Б.4.	Заштита од пожара	30
Ц	ЕНЕРГИЈА И СНАБДЕВАЊЕ	200
<p>Оцењује се потреба за примарном и финалном енергијом, емисије CO₂ из финалне потрошње енергије, инсталисање фотонапонских панела и енергетски ефикасних система вентилације и поврата топлоте, поштовање пасивног стандарда у потрошњи енергије за грејање, паронепропусност конструкција и др. Оцењује се потрошња и квалитет воде, мерење потрошње, кориштење кишнице и поновна употреба отпадних вода, као и штедљивост санитарних уређаја.</p>		
Ц.1.	Потреба енергије	75
Ц.2.	Производња енергије	75
Ц.3.	Потрошња и квалитет воде	50
Д	ЗДРАВЉЕ И КОМФОР	200
<p>Оцењује се топлотни комфор зими и лети, примена аутоматизације, квалитет унутрашњег ваздуха, вентилација са повратом топлоте и без њега, примена нискоемисионих и нискозагађујућих материјала у ентеријеру, звучна изолованост елемената структуре, изолованост између станова у колективним зградама, као и просторија у индивидуалним кућама, осветљеност просторија дневним светлом, као и директна осунчаност зими.</p>		
Д.1.	Топлотни комфор	50
Д.2.	Квалитет унутрашњег ваздуха	50
Д.3.	Звучна изолација	50
Д.4.	Дневна светлост и сунчева светлост	50
Е	ЕФИКАСНОСТ РЕСУРСА	200
<p>Оцењивање се односи на примену критичних материјала (CFC, PVC, VOC), удаљеност три тежински најзаступљенија материјала, удио рециклираних материјала, примену производа са еколошком декларацијом – посебно за све елементе структуре, еко-ефикасност целе зграде оцењену еколошким индикатором ОIЗ, као и могућност одстрањивања – индикатор EI.¹¹⁸</p>		
Е.1.	Избегавање критичних материјала	50
Е.2.	Регионалност, удио рециклаже, сертификовани производи	50
Е.3.	Еко-ефикасност целе зграде	50
Е.4.	Уклањање	50
УКУПНО		1.000

¹¹⁸ EI индикатор је развијен од стране аустријског института IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH.

¹¹⁸ [Http://oegnb.net](http://oegnb.net).

У категорији Ефикасност ресурса детаљно су разврстани и бодовани материјали према томе да ли њихова производња штети околини, да ли су регионални, удаљеност градилишта од места производње, кориштење рециклираних материјала, да ли се, и у којим конструктивним елементима и у којем броју или проценту, користе производи са еколошким сертификатом, еко-ефикасност целе зграде са прорачунатим фактором ОИЗ, помоћу софтвера *eco2soft*.

4.5.3. DGNB

DGNB модел за оцену еколошке исправности зграда развио је Немачки савет за зелену градњу¹¹⁹ и прва верзија у Немачкој се појавила 2008. године [25].

Овај модел развијен је као један од последњих, али је врло брзо, због својих карактеристика, нашао примену у многим државама света. После прве верзије, која је била општа за све типове зграда, развијене су и посебне верзије, за различите типове зграда, као и за нове урбане области минималне величине два хектара. Развијени су модели за нове и постојеће пословне зграде, стамбене зграде (више од шест станова), станове, болнице, хотеле, зграде за образовање, зграде намењене различитим видовима трговине (малопродаја, супермаркети и трговачки центри), монтажне зграде, индустријске зграде, нова урбана подручја, нове пословне зоне, индустријске локације, зграде са становима за изнајмљивање.

Модел је примењив и у другим државама на два начина: кориштењем интернационалне верзије на енглеском језику, развијене 2014. године према важећим EN стандардима, или прилагођавањем локалној легислативи и условима, а у сарадњи са локалним партнерским организацијама.

Први начин примењује се у Грчкој, Словенији, Шпанији, Турској и Украјини, а други у Бугарској, Данској, Аустрији, Швајцарској и на Тајланду.

За интернационалну употребу преведен је модел за 14 кључних типова зграда: нове пословне зграде, постојеће пословне зграде, стамбене зграде, зграде намењене здравству, зграде намењене образовању, хотели, малопродајни објекти,

¹¹⁹ DGNB: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen.

монтажне зграде, индустријске зграде, нове урбане целине, зграде за изнајмљивање, нове пословне целине, индустријске локације. Модел је прилагођен EN легислативи, стандардима и техничким упутствима.

Модел процењује зграде током целог животног циклуса: од почетне фазе планирања и развоја пројекта процесом претквалификације, планирања и изградње, кориштења и обнове. Модел процењује са преко 40 критеријума, груписаних у шест група квалитета: еколошки, економски, социјални и функционални, технологија, производња и локација. Од јула прошле године сертификација се завршава доделом ознаке еколошког квалитета: бронза, сребро, злато и платина. Бронза се додељује само постојећим зградама са најмањим захтевима и потребно је да зграда постигне минимално 35% поена за индекс укупних перформанси. За постигнуте резултате у свим категоријама, осим оним које се односе на локацију, ради добијања сребра потребно је да зграда добије минимално 50% поена за индекс укупних перформанси, 65% за злато, а за платину 80%. Систем је праћен софтвером који омогућава једноставнији процес оцењивања.

Додатни део је база са грађевинским производима, која је организована у посебном делу, названом DGNB Navigator. Ова база података даје грађевинске производе са подацима о њиховој одрживости и помаже да се приликом пројектовања и извођења зграда примењују еколошки исправни производи, а произвођачима омогућава да на једном месту представе своје еколошке производе.

Табела 17. Преглед категорија и индикатора са тежинама [25]

Подручје оцењивања Група критеријума	КРИТЕРИЈУМ	Максималан бр. поена	Фактор тежине	Коначан број поена	Тежина групе	
Еколошки квалитет	LCA	GWP Потенцијал глобалног загревања	10,00	3	30,00	22,5%
		ODP Потенцијал оштећења озонског омотача	10,00	1	10,00	
		POCP Потенцијал стварања фотохемијског озона	10,00	1	10,00	
		AP Потенцијал закисељавања	10,00	1	10,00	
		EP Еутрофикацијски потенцијал	10,00	1	10,00	
		Локални еколошки утицаји	Локални еколошки утицај	10,00	3	
	Потрошња ресурса и прављење отпада	Одрживо кориштења ресурса/ Дрво	10,00	1	10,00	
		Потрошња примарне енергије из необновљивих ресурса	10,00	3	30,00	
		Укупна потрошња примарне енергије и проценат енергије из обновљивих извора	10,00	2	20,00	
		Потрошња воде за пиће и количина отпадних вода	10,00	2	20,00	
	Економски квалитет	Кориштење земљишта	10,00	2	20,00	
		Трошак током животног цикла	Трошак током животног циклуса зграде	10,00	3	30,00
Социокултурни и функц. квалитет	Економске перформансе	Погодност за независну употребу	10,00	2	20,00	
	Здравље, комфор и задовољство корисника	Топлотни комфор, зими	10,00	2	20,00	22,5%
		Топлотни комфор, лети	10,00	3	30,00	
		Квалитет ваздуха у унутрашњости	10,00	3	30,00	
		Акустични комфор	10,00	1	10,00	
Визуелни комфор	10,00	3	30,00			

	Функционалност	Утицај корисника на функционисање зграде	10,00	2	20,00			
		Квалитет спољашњег простора	10,00	1	10,00			
		Сигурност и безбедност	10,00	1	10,00			
		Приступачност	10,00	2	20,00			
		Ефикасност кориштења простора	10,00	1	10,00			
		Могућност конверзије	10,00	2	20,00			
		Јавни приступ	10,00	2	20,00			
		Погодност за бицикле	10,00	1	10,00			
		Квалитет пројекта и урбаног планирања кроз конкурсе	10,00	3	30,00			
		Интеграција јавне уметности	10,00	1	10,00			
Технички квалитет пројекта зграде и система	Технички квалитет пројекта зграде и система	Заштита од пожара	10,00	2	20,00	22,5%		
		Изолација од звука и буке у унутрашњости	10,00	2	20,00			
		Квалитет омотача зграде	10,00	2	20,00			
		Лако чишћење и одржавање	10,00	2	20,00			
		Лако уклањање и рециклирање	10,00	2	20,00			
		Квалитет у процесу планирања	Свеобухватни пројектни задатак	10,00	3	30,00	10,0%	
Квалитет процеса грађења	Квалитет у процесу планирања	Интегрално пројектовање	10,00	3	30,00			
		Свеобухватно пројектовање зграде	10,00	3	30,00			
		Аспекти одрживости у фази тендера	10,00	2	20,00			
		Документација за управљање објектом	10,00	2	20,00			
		Околински утицаји градилишта/ Процес грађења	10,00	2	20,00			
		Претквалификација извођача	10,00	2	20,00			
		Квалитет грађења	Квалитет грађења	Осигурање квалитета грађења	10,00	3	30,00	
				Систематско пуштање у рад	10,00	3	30,00	
		Квалитет локације	Квалитет локације	Ризици градилишне локације	10,00	2	20,00	
				Услови градилишне локације	10,00	2	20,00	
Јавна слика и социјални услови	10,00			2	20,00			
Приступ транспортима	10,00			3	30,00			
Приступ специјалној опреми	10,00			2	20,00			
Прикључци на комуналије	10,00			2	20,00			

Утицај примене материјала дефинисан је углавном у процени еколошког квалитета зграде: GWP – Потенцијал глобалног загревања, ODP – Потенцијал оштећења озонског омотача, POCP – Потенцијал стварања фотохемијског озона, AP – Потенцијал закисељавања, EP – Еутрофикацијски потенцијал, Одрживо кориштење ресурса/ дрво, у групи Технички квалитет – лако уклањање и рециклирање и у групи Квалитет процеса – аспекти одрживости у фази тендера.

Сваки индикатор има и свој фактор тежине, којим се добијени поени пондеришу, те се добија коначан број поена. Свака група квалитета има дефинисано учешће у укупном квалитету, а само се у укупном збиру не рачунају поени који се односе на квалитет локације. Квалитет овог система јесте у томе што се оцењују аспекти одрживости посматрани шире, тј. процењују се и економски и социокултурни, а не само еколошки аспекти одрживости.

4.5.4. СОФТВЕРИ ЗА ПРОЦЕНУ ЕКОЛОШКЕ ИСПРАВНОСТИ ЗГРАДА

Оцењивање еколошких карактеристика зграда првобитно је обављано само применом квалитативних модела, да би се временом развили и квантитативни модели. У циљу лакше примене процеса квантитативног вредновања развијени су бројни софтвери. Неки су развијени за примену у локалним условима и стандардима, док су други базирани на међународним нормама. Неки од њих су развијени као помоћ уз неки од већ постојећих модела, а неки потпуно самостално. Један број софтвера је развијен у оквиру међународних пројеката, уз учешће стручњака из разних држава. На основу проучавања литературе у којој се анализирају модели и софтвери за оцену еколошке исправности зграда, као и њихове примењивости, за потребе истраживања детаљније су проучена два софтвера – *Eco2soft* и *Athena Impact Estimator for buildings*, како би се одабрао онај који ће бити кориштен у раду, а анализе су дате у раду.

- Eco2soft

Софтвер је развијен у оквиру аустријског института за биологију и екологију грађења IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und Ökologie GmbH, прво само као верзија на немачком језику, а сад и на енглеском [290].

У основи софтвера налази се детаљна база података за већину грађевинских материјала који се примењују у грађењу у Аустрији, али и у суседним земљама, Швајцарској и Немачкој. Основа за процену еколошких перформанси елемената зграде јесте LCA анализа. Приликом рачунања утицаја на животну средину у обзир су узети сви елементи: од припреме сировине, њеног транспорта до места производње, производње прво материјала а затим и производа, све до изласка производа из фабрике (*cradle to gate*). Утицаји услед транспорта до градилишта, уградње и инсталације, те рушења и одлагања на депонију нису рачунати. Еколошке перформансе појединачних елемената $OI3_{kon}$ исказане су кроз индикаторе по јединици површине: GWP потенцијал глобалног загревања ($kg\ CO_{2eq}/m^2$), AP потенцијал закисељавања ($kgSO_{2eq}/m^2$), PENTR потрошња примарне енергије (MJ/m^2 или kWh/m^2).¹²⁰ Приликом прорачуна сваки слој материјала у елементу структуре се посебно оцењује и његова оцена дата је у облику фактора $\Delta OI3$, те се тако може видети утицај примењених материјала у сложеним елементима структуре, каква је већина. На тај начин омогућава се пројектантима да бирају материјале са бољим еколошким перформансама.

За целу зграду еколошка оцена исказана је у укупним количинама: GWP у $kg\ CO_{2eq}$, AP у $kgSO_{2eq}$, PENTR у MJ или kWh/m², а укупан еколошки квалитет као $OI3$.

За сваки елемент конструкције рачунају се и вредности коефицијената пролаза топлоте према EN ISO 6946, а за прозоре према EN ISO 10077.

У посебном делу, названом Калкулатор компонената, дати су већ готови елементи конструкција, са прорачунима еколошких утицаја. У овом делу постојећи конструктивни елементи могу се мењати и креирати сасвим нови, у складу са жељама пројектаната или према већ изведеним елементима за постојећу зграду. Након одабира свих потребних елемената зграде, од темеља, фасадних

¹²⁰ Може се бирати једна од могућности примене мерних јединица.

зидова, крова, преградних зидова и међуспратних конструкција – прелази се на прорачун еколошких перформанси целе зграде.

За прорачун зграде потребно је унети све тражене податке, од основних података о згради, животном веку зграде, па до уношења одабраних конструкција са свим слојевима и дебљинама, као и њиховим површинама.

Систем омогућава да се ради прорачун еколошких перформанси зграде без података о систему грејања и потрошњи енергената за грејање, а могуће је да се прорачун ради и са системом грејања, класичним, али и кориштењем колектора за грејање топле воде, као и фотонапонских панела.

Софтвер је врло прихватљив јер је могућа анализа еколошке исправности и елемената зграде, али и целе зграде.

- Athena Impact Estimator for buildings

Athena Impact Estimator for Buildings јесте софтвер за оцењивање утицаја на околину зграда током целог животног циклуса. Развијен је као средство помоћу кога архитекти могу да пореде различите зграде и њихове утицаје на околину још у фази пројектовања, те изаберу конструкције зграда са минимално штетним утицајима [239], [240].

Ово је једини софтвер у Северној Америци који је базиран на интернационалној методологији LCA анализа. Процена на основу LCA је сложен процес, али је софтвер дизајниран за једноставну употребу и кориснике различитих интересовања, од научника-истраживача, пројектанта до инвеститора. Постоје верзије за стамбене и комерцијалне зграде.

Анализе утицаја зграде базирани су на LCA методологији и у обзир се узимају све фазе животног циклуса зграде: фаза производње материјала, укључујући вађење сировина, као садржај рециклираних материјала, транспорт, извођење на лицу места, регионалне варијације у енергетској потрошњи, транспорту и другим факторима, тип зграде и животног века, одржавање и разградња, са одношењем, те оперативна енергија. Количине материјала за одлагалиште дате су на основу северноамеричког консензуса.

С обзиром на то да је софтвер направљен у Канади и предвиђен за кориштење у САД-у, у софтвер су унесени подаци о климатским карактеристикама градова у те две државе, као и подаци који претварају финалну у примарну енергију, а који су такође регионалног карактера. У верзијама за неке градове унесени су и сеизмички утицаји.

Након уношења основних података о згради, месту грађења, очекиваном животном веку, типу зграде према корисницима, опционално се уносе и количине финалне енергије по врсти горива. На основу избора материјала могуће је и одређивање различитог животног века зграде. Конструктивни склопови могу се узимати из базе података или креирати сопствени, кориштењем базе материјала. У систему се већ налази преко 1.200 конструктивних елемената, који се користе на подручју Северне Америке. За материјале се користи комбинација података за индустријску производњу из база NRMCA,¹²¹ и еколошких декларација производа, са регионалним дистанцама које су значајно различите од европских, што је ограничавајући фактор за примену софтвера у Европи.

Након уношења свих података о склопу зграде софтвер рачуна утицаје на животну средину од колевке до гроба (cradle to grave). Резултати процене утицаја могу бити приказани као укупни (збир свих индикатора), а могу се приказати и појединачни резултати (потрошња фосилних горива, потенцијал закисељавања, потенцијал глобалног загревања, критеријум људског здравља, потенцијал оштећења озона, потенцијал смога и еутропски потенцијал).

Резултати се могу посматрати у скраћеном облику таблица и графикана, за целу зграду или за поједине делове конструкција. Могуће је поређење до пет различитих зграда истовремено, те израда упоредних анализа различитих делова конструкција или целих зграда. Могу се поредити и зграде сличне по структури, али различитих подних површина, са исказаним резултатима по m².

Резултати процене су врло детаљно приказани ради задовољавања потреба различитих корисника. На крају се дају количине свих кориштених материјала са њиховим ценама за изабрани град.

Анализа два софтвера и оцене могућности њихове примене за потребе истраживања показале су да је примена канадског софтвера *Athena Impact*

¹²¹ NRMCA – National Ready Mixed Concrete Association: Канадско удружење произвођача бетона.

Estimator for buildings немогућа због превише различитих параметара примењених у њему – величине транспортних дистанци и климатских услова. Раздаљине на којима се врши транспорт сировине до производних погона, грађевинског материјала и производа од места производње до места уградње, изузетно су велике, много веће него дистанце у Босни и Херцеговини.

Иако овај софтвер даје веома детаљне анализе утицаја зграда на животну средину, неће бити примењен у раду, већ ће бити кориштен аустријски софтвер *Eco2soft*.

Приликом одабира софтвера аутор се одлучио са аустријски *Eco2soft*, иако постоје одређене разлике које могу да утичу на поузданост резултата, али су оне много мање него што је то случај са канадским. Према укупној површини, Аустрија има 1,5 пута већу површину од БиХ, те се допремање сировина у просеку врши на нешто већим удаљеностима него што је то у Босни и Херцеговини. Са друге стране, саобраћај железницом је добро развијен, те утицаји на животну средину услед већих раздаљина између места вађења сировине и капацитета за прераду/ производњу не морају бити знатно другачији од оних у Босни и Херцеговини, у којој се превоз сировина обавља и железницом, али и друмским саобраћајем. Кад је реч о технолошкој опремљености, она је у Аустрији на вишем нивоу, па кад се све околности имају у виду – може се констатовати да су резултати који се добијају применом овог софтвера релативно поуздани, али и једини избор у ситуацији када у држави не постоје подаци о еколошким перформансама производима који се израђују на њеној територији.

5. ВАЛОРИЗАЦИЈА СТАМБЕНИХ ЗГРАДА

Доминантан облик становања у Босни и Херцеговини јесте становање у породичним зградама намењеним индивидуалном становању, чије је учешће у укупном стамбеном фонду 97,46%.¹²² Становање у породичним зградама изразито је доминантан облик становања, те ће због тога у даљим разматрањима бити оцењиван овај тип стамбених зграда, пошто је њихов утицај на укупне еколошке карактеристике стамбеног фонда зграда због тога и највећи. Породичне стамбене зграде можемо типолошки анализирати на више начина, а за наше истраживање битна је типологија стамбених зграда у односу на обим примене дрвета.

5.1. ТИПОЛОГИЈА СТАМБЕНИХ ЗГРАДА У ОДНОСУ НА СТЕПЕН ПРИМЕНЕ ДРВЕТА

Типологија породичних стамбених зграда у односу на степен примене дрвета урађена је према доминантном материјалу и начину формирања елемената конструкције, тј. да ли се изводе класичним начином зидања или су направљене од дрвета, било у систему панелне или масивне градње.

Процена учешћа материјала може се извршити на основу података о запремини кориштених грађевинских материјала или према површини елемената структуре где је материјал примењен. У овом истраживању кориштене су анализе према површини елемената структуре где је материјал примењен.

Процент учешћа појединих елемената у укупној површини структуре варира у зависности од фактора облика зграде, као и њене просторне организације. Фасадни зидови имају највеће учешће у укупној површини свих елемената структуре. Удео површина међусpratних конструкција у директној је вези са бројем етажа у згради.


Материјализација доминантних структура одређује у највећој мери и еколошке карактеристике зграде. Због тога, а имајући у виду већ урађене анализе примене дрвета, дате у Табели 7 у Поглављу 3, стамбене зграде типолошки класификујемо у два основна типа: Тип А су зграде само са дрвеном кровном

¹²² Према необјављеним подацима пројекта *Типологија зграда у Босни и Херцеговини*, а детаљне анализе структуре стамбеног фонда зграда дате су у поглављу 2.1.

конструкцијом, а Тип Б су зграде са конструкцијом од дрвета, која може бити панелна и масивна.

Табела 18. Типологија зграда према степену примене дрвета

Елементи структуре	Тип А	Тип Б
Кров		
Међуспратна конструкција		
Зидови		

 Елементи структуре са применом дрвета као основног материјала

Тип А: Породична зграда изведена класичним зидањем елемената, најчешће шупљих опекарских блокова, са хоризонталним и вертикалним армиранобетонским серклажима, полумонтажном међуспратном конструкцијом са шупљим опекарским елементима или класичном армиранобетонском плочом изведеном на лицу места. У целој структури зграде једино је кровна конструкција изведена од дрвета.

Тип Б: Породична зграда изведена са елементима конструкције од дрвета, који су у облику префабрикованих панела или масивни, типа полубрвнаре или од CLT плоча. Сви елементи структуре: фасадни зидови, преградни зидови, међуспратне конструкције и кровна конструкција, изведени су са применом дрвета у значајним количинама.

Према проученим изворима,¹²³ учешће породичних зграда које припадају типу Б је изузетно мало и не чини ни 1% од укупног броја породичних зграда годишње изграђених у Босни и Херцеговини. То значи да се ова типологија може сматрати скоро само теоретском, јер се у пракси готово увек граде породичне зграде класичне масивне структуре применом опекарских производа и армираног бетона. Структуре у којима је примена дрвета у мањим количинама немају утицаја на формирање типологије. Аутор очекује да ће се ситуација у будућности променити, те да ће порасти проценат кућа које припадају типу Б, тј. имају конструкцију од дрвета.

¹²³ Статистички подаци из пописа становништва, подаци о индустријској производњи и др.

5.2. ИЗБОР РЕФЕРЕНТНИХ ТИПОВА ЗА ПРОЦЕНУ

Полазну основу за избор референтног типа чине резултати пописа зграда добијени у пројекту *Типологија зграда у Босни и Херцеговини*, који је још у току и који је финансиран од стране GIZ-а.¹²⁴ Аутор је члан експертског тима, те је добио одобрење да ове податке користи у свом истраживању и пре званичног публикавања, које се очекује у јесен 2016. године. Ово је до сада најопсежније истраживање структуре стамбеног фонда у Босни и Херцеговини, у којем је пописано 13.000 стамбених зграда. Све зграде су пописане помоћу општег упитника А, а за сваку четврту попуњаван је детаљан упитник Б у сарадњи са власником зграде, тј. представником заједнице станара за колективне стамбене зграде. Међутим, због ограниченог броја узорка, резултати пописа не дају податке о зградама које су грађене као лаке панелне префабриковане зграде. Аутор је у истраживао и друге изворе података о стамбеном фонду зграда, извештаје Агенције за статистику Босне и Херцеговине, ентитетских завода за статистику, као и резултате ранијих пописа.¹²⁵ На основу статистичких података, као и других извора [32], удео зграда које су грађене у неком од система лаке панелне градње не достиже ни 1%, што се може сматрати скоро занемаривим за њихово укључивање у процес избора референтног типа.

Пројектом *Типологија зграда у Босни и Херцеговини* дефинисане су типичне зграде за различите периоде грађења. У укупном фонду индивидуалних породичних зграда најзаступљеније су, са скоро 86%, зграде изграђене у периоду после 1971. године.¹²⁶




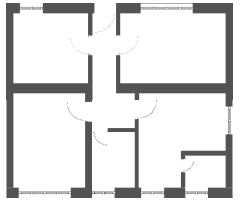
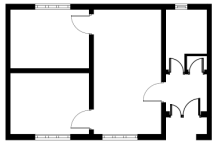
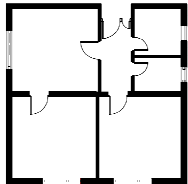
Преглед карактеристика типичних стамбених зграда према периодима грађења, а које су дефинисане на основу резултата истраживања у пројекту *Типологија стамбених зграда у Босни и Херцеговини*, дат је у Табели број 19.




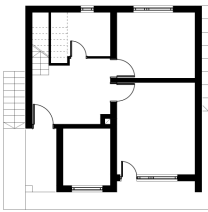
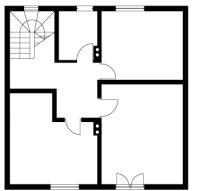
¹²⁴ GIZ: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

¹²⁵ У Босни и Херцеговини попис није рађен од 1991. до 2013. године, а резултати последњег још нису званично објављени.

¹²⁶ Видети резултате пописа зграда који је урађен у оквиру пројекта *Типологија зграда у Босни и Херцеговини*, датих у поглављу рада 2.1.

Табела 19. Преглед типичних зграда према периодима грађења у Босни и Херцеговини

Типичне зграде			
Период	До 1945.	1946–1960.	1961–1970.
Фотографија			
Основа приземља			
Бруто површина основе у m ²	91,67	54	68,89
Спратност	приземље	приземље	приземље
Материјал фасадних зидова	пуна опека	пуна опека	пуна опека
Дебљина фасадних зидова	44 cm	25 cm	25 cm
Материјал термоизолације	–	–	–
Дебљина термоизолације	–	–	–
Међуспратна конструкција	дрвена	дрвена	дрвена
Материјал оквира прозора	дрво	дрво	дрво
Тип прозора	двоструки са обичним стаклом	двоструки са обичним стаклом	двоструки са обичним стаклом
Материјал крова	дрво	дрво	дрво
Материјал термоизолације	–	–	–
Дебљина термоизолације	–	–	–
Подне облоге	обичан дрвени под	обичан дрвени под	обичан дрвени под
Тавански простор	не користи се за становање	не користи се за становање	не користи се за становање
Систем грејања	индивидуално/ пећи	индивидуално/ пећи	индивидуално/ пећи
Енергент за грејање	дрво	дрво	дрво
Енергија потребна за грејање	452,34 kWh/m ² a	473,96 kWh/m ² a	464,90 kWh/m ² a

Типичне зграде			
Период	1971–1980.	1981–1990.	1991–2014.
Фотографија			
Основа приземља			
Бруто површина основе у m ²	43,60	69,66	75,20
Спратност	приземље+спрат	приземље+поткровље	приземље+спрат
Материјал фасадних зидова	пуна опека	шуљи опекарски блок	шуљи опекарски блок
Дебљина фасадних зидова	25 cm	29 cm	25 cm
Материјал термоизолације	–	EPS	EPS
Дебљина термоизолације	–	5 cm	5 cm
Међуспратна конструкција	ТМЗ	ТМЗ	армирано-бетонска плоча
Материјал оквира прозора	дрво	дрво	дрво
Тип прозора	двоструки са обичним стаклом	двоструки са обичним стаклом	једноструки са термоизол. стаклом
Материјал крова	дрво	дрво	дрво
Материјал термоизолације	–	минерална вуна	минерална вуна
Дебљина термоизолације	–	5 cm	5 cm
Подне облоге	обичан дрвени под	паркет	паркет
Тавански простор	не користи се за становање	не користи се за становање	не користи се за становање
Систем грејања	индивидуално/пећи	сопствена котловница	сопствена котловница
Енергент за грејање	дрво	дрво	дрво
Енергија потреба за грејање	381,59 kWh/m ² a	135,93 kWh/m ² a	127,61 kWh/m ² a

Пратећи промене карактеристика типичних зграда по периодима, можемо да уочимо повећање спратности, које се дешава седамдесетих година прошлог века. Спратност П+1 је остала типична спратност више од тридесет година, иако се последњих година број етажа повећава.

Анализирајући типичне зграде по периодима, можемо да пратимо и промену материјала који је примењиван за грађење носивих зидова – од примене пуне опеке у зидовима већих дебљина, па преко смањивања дебљине зидова на 38 и 25 cm, све до замене пуне опеке шупљим опекарским блоковима.

Промене су уследиле и после доношења прописа о термичкој заштити зграда, те се зидови изолују слојевима термоизолационог материјала, у систему контактних фасада или, врло ретко, у облику сложеног фасадног система.

Промене су се дешавале и у системима и материјалима међуспратних конструкција – од дрвене међуспратне таванице, примењивање све до седамдесетих година у сеоским подручјима, па преко међуспратних конструкција изведених применом разних врста шупљих опекарских елемената у комбинацији са армираним бетоном, све до класичних армиранобетонских плоча, које постају доминанта последњих десетак година.

Столарија је такође доживела промене у облику и у конструкцији прозора, као и прозорских оквира и начина застакљивања. Дрвени оквир прозора био је доминантан све до периода од пре неколико година, када се све више примењују прозори са оквирима од PVC-а.

Конструкције кровова доживеле су најмање промене током посматраног периода и изводе се углавном као конструкције са класичним дрвеним роговима и црепом као кровним покривачем. Промене се огледају у примени топлотно-изолационих материјала, који се уграђују између носивих дрвених рогова, у случајевима када се поткровље користи за становање.

На основу кратког прегледа промена које су се дешавале у развоју стамбених породичних зграда можемо да уочимо да нема промена у облицима и местима примене дрвета.

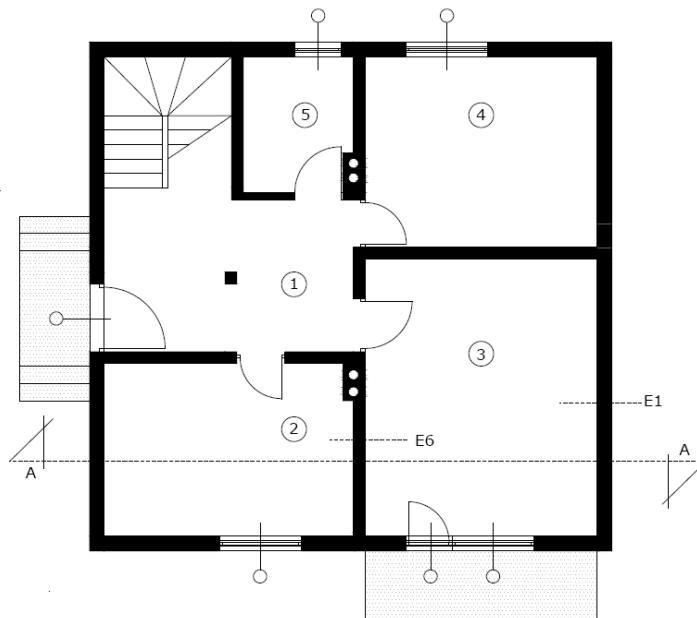
На основу карактеристика типичних зграда које су анализирани према периодима изградње, типична породична зграда која је грађена у периоду 1991–2014. године изабрана је као референтни тип. Зграде грађене у овом периоду чине

чак 35% од укупног броја индивидуалних породичних зграда и то је основни разлог зашто је типична зграда овог периода изабрана за референтни тип.

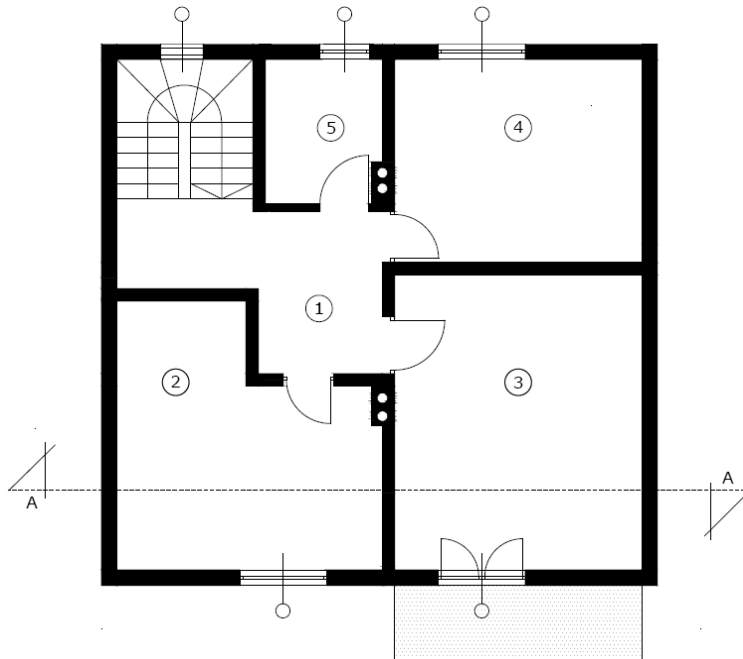
Референтна стамбена породична зграда (Т) јесте слободностојећа зграда на засебној парцели. Зграда је спратности П+1, тј. има две стамбене етажне. Подрум не постоји. Поткровље се не користи за становање. Бруто површина основе зграде је 77,4 м², а укупна бруто површина 158 м².

Зграда је изведена класичним системом масивне градње, са носивим зидовима од шупљих опекарских блокова дебљине 25 cm, са хоризонталним и вертикалним армиранобетонским серкљажима и армирано бетонском међуспратном плочом. Фасадни зидови су изоловани топлотном изолацијом од EPS-а дебљине 5 cm, у систему танкослојне контактне фасаде са завршним силикатним слојем. Столарија је дрвена, са термоизолационим стаклом (4+16+4 mm). Референтна зграда је одабрана из категорије типичних зграда за период 1991–2014. године, пописаних у пројекту *TABULA*, те су њене карактеристике истовремено и особине које одликују остале зграде тог периода.

Карактеристике референтне зграде приказане су на Сликама 91–93. На пресеку су означени елементи структуре који ће бити оцењивани, а њихове карактеристике налазе се у Табели 3.

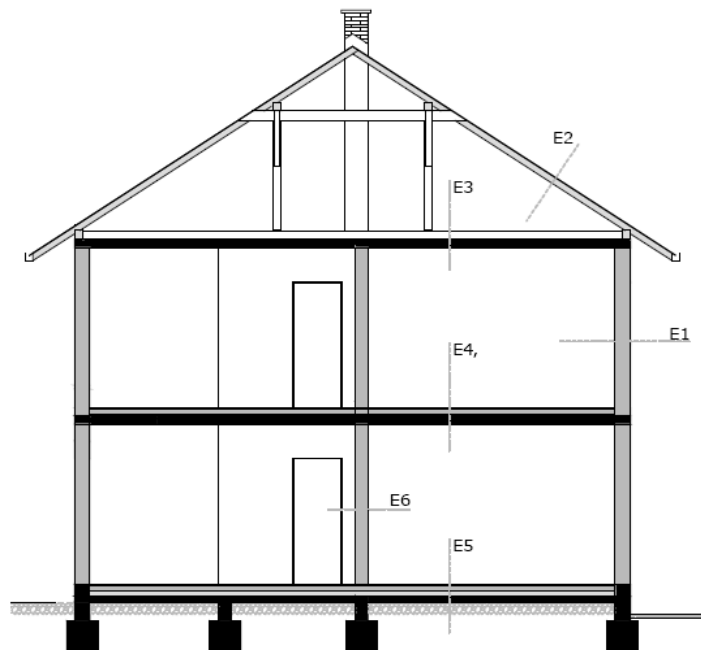


Слика 91. Основа приземља референтне стамбене зграде Т



Слика 92. Основа спрата референтне стамбене зграде Т

- 1 Ходник
- 2 Кухиња
- 3 Дневни боравак
- 4 Спаваћа соба
- 5 Купатило

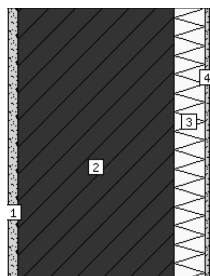
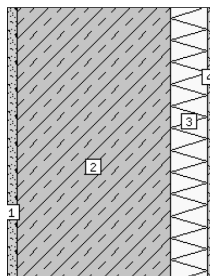
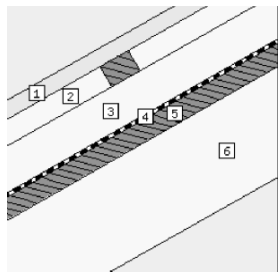


Слика 93. Пресек А-А референтне стамбене зграде Т са означеним елементима структуре

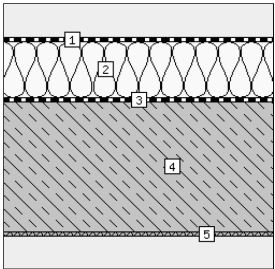
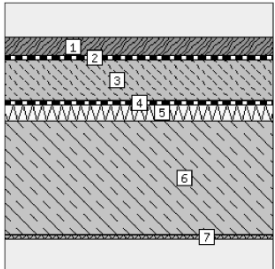
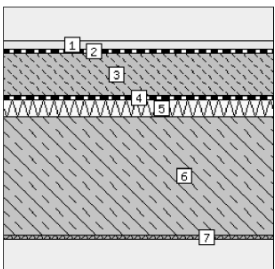
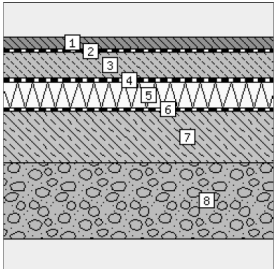
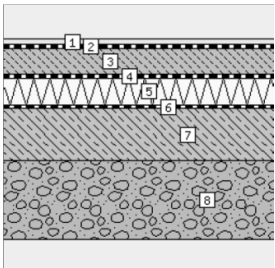
Референтни тип је полазна основа за формирање три варијанте референтног типа, које ће бити добијене процесом оптимизације еколошких перформанси елемената структуре основног типа. Оптимизација се огледа у већој примени дрвета у елементима структуре, као и унапређењу енергетских карактеристика омотача зграде.¹²⁷

Варијанту Т_Е чине оптимизирани елементи примењени у референтном типу, без промена у основној структури зграде. Варијанта Т_Р има зидове и међуспратне конструкције изведене од лаких префабрикованих панела на бази дрвета, а варијанта Т_С зидове, међуспратне конструкције и кровну конструкцију изведену од CLT плоча.

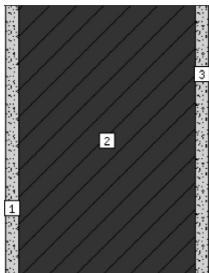
Табела 20. Преглед примењених елемената структуре на референтној згради Т

Ознака	Пресек	Бр	Опис	Д (cm)
E1 ^A		1	малтер	1,5
		2	шупљи опекарски блок	25
		3	топлотна изолација EPS	5
		4	силикатни малтер	0,19
E1 ^B		1	малтер	1,5
		2	армирани бетон	25
		3	топлотна изолација EPS	5
		4	силикатни малтер	0,19
E2 ^A		1	цреп	2
		2	дрвене гредице/ ваздух	3
		3	дрвене гредице/ ваздух	5
		4	паропропусна фолија	0,02
		5	даске	2,4
		6	дрвени рогови	12

¹²⁷ Према регулативи Републике Српске, која је у примени од 1.1.2016. године.

E3 ^A		<ul style="list-style-type: none"> 1 паропропусна фолија 0,02 2 ТИ стаклена вуна 5 3 РЕ парна брана 0,02 4 армирани бетон 14
E4 ^{A2}		<ul style="list-style-type: none"> 1 паркет 2,2 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 ТИ EPS 2 6 армирани бетон 14 7 гипс. слој за изравнавање 0,3
E4 ^B		<ul style="list-style-type: none"> 1 керамичке плочице 1 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 ТИ EPS 2 6 армирани бетон 14 7 гипс. слој за изравнавање 0,3
E5 ^{A2}		<ul style="list-style-type: none"> 1 паркет 2,2 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 ТИ EPS 5 6 хидроизолација 0,16 7 армирани бетон 10 8 набијени шљунак 15
E5 ^B		<ul style="list-style-type: none"> 1 керамичке плочице 2,2 2 лепило 0,02 3 естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 топлотна изолација EPS 5 6 хидроизолација 0,16 7 армирани бетон 10 8 набијени шљунак 15

E6^A



1	малтер	1,5
2	шупљи опекарски блок	19
3	малтер	1,5

5.3. ДЕФИНИСАЊЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ ПРОЦЕНЕ ЕКОЛОШКЕ ИСПРАВНОСТИ ЗГРАДА

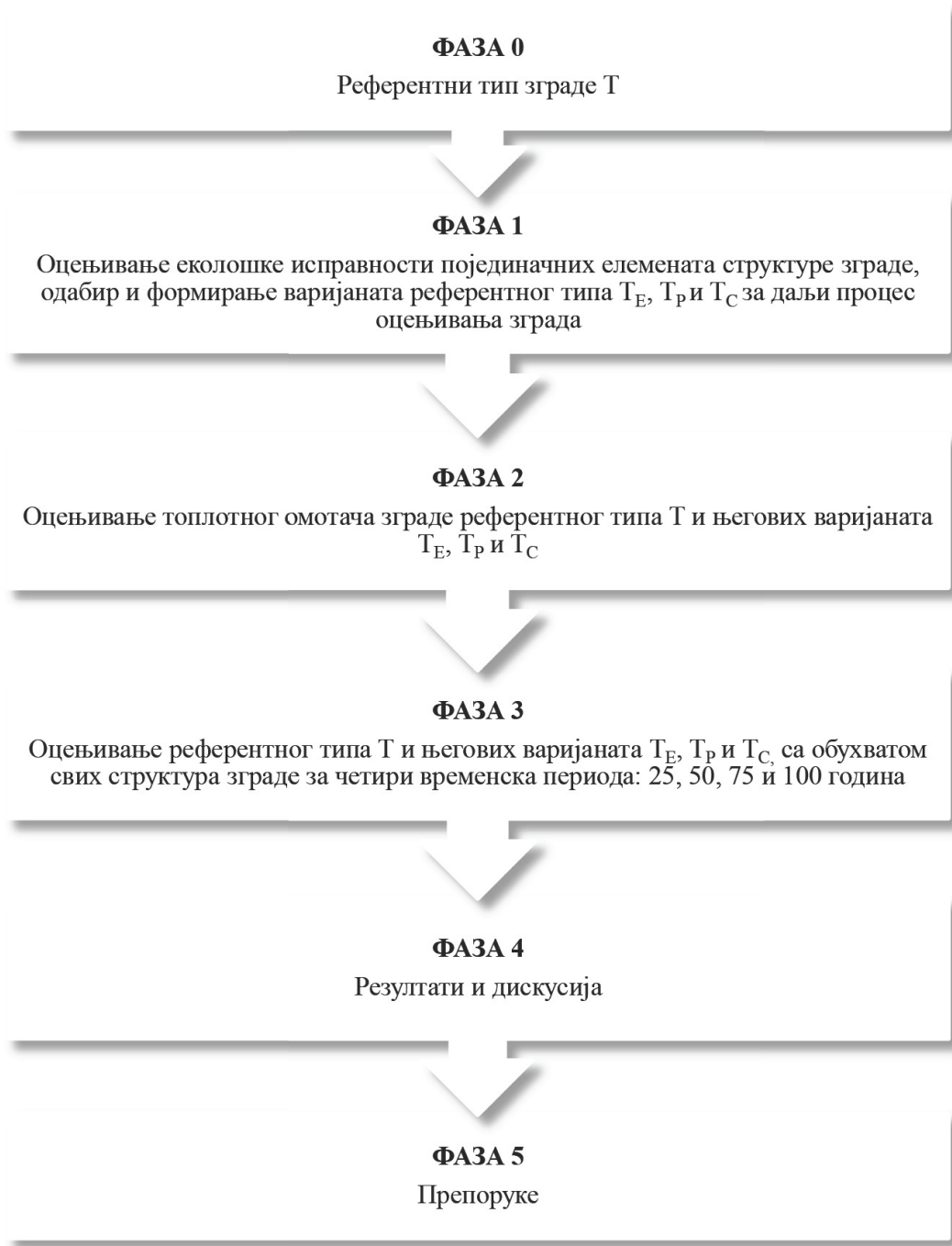
Како бисмо проценили утицај примене дрвета на еколошку исправност стамбених зграда, формиран је алгоритам на основу којег ће бити обављен сам процес оцењивања.

Законска регулатива у Босни и Херцеговини не дефинише потребу оцењивања еколошке исправности зграда ни конструкција, те се у пракси и не примењују било какви модели или софтвери за оцењивање зграда.

У Босни и Херцеговини, али ни у земљама непосредног окружења, не постоје званичне базе података за грађевинске материјале, а ни локални произвођачи још немају еколошке декларације за своје производе, па се у процесу оцењивања морају користити иностране базе података, уз све проблеме и отворена питања које такво кориштење носи. Иностране базе података за основ имају податке о производним капацитетима, транспортним удаљеностима за превоз сировина и енергената типичним за ту државу, као и енергетској мешавини која се користи у производњи тих производа.

У процесу оцењивања еколошке исправности елемената структуре целих зграда биће кориштен софтвер *eco2soft*. У самом софтверу формирана је база података о грађевинским материјалима, која се примењује у процесу оцене еколошких перформанси појединачних конструкција и целих зграда.

Сам процес оцењивања биће обављен према алгоритму који је формиран и приказан на Слици 94.



Слика 94. Алгоритам оцењивања еколошке исправности зграда

Усвојене су следеће претпоставке и ознаке:

- Т референти тип зграде;
- Т_Е варијанта референтног типа, оптимизирана основна структура;
- Т_Р варијанта референтног типа са применом лаких дрвених панелних елемената за извођење фасадних зидова, преградних зидова и међуспратних конструкција;
- Т_С варијанта референтног типа са применом CLT плоча у структури фасадних и преградних зидова, међуспратних таваница и у конструкцији крова.

Фаза 0 – улазни подаци о референтној згради

Подаци о референтном типу зграде дати су на сликама 91, 92, 93, и у Табели 20.

Фаза 1 – Оцењивање еколошке исправности појединачних елемената структуре зграде

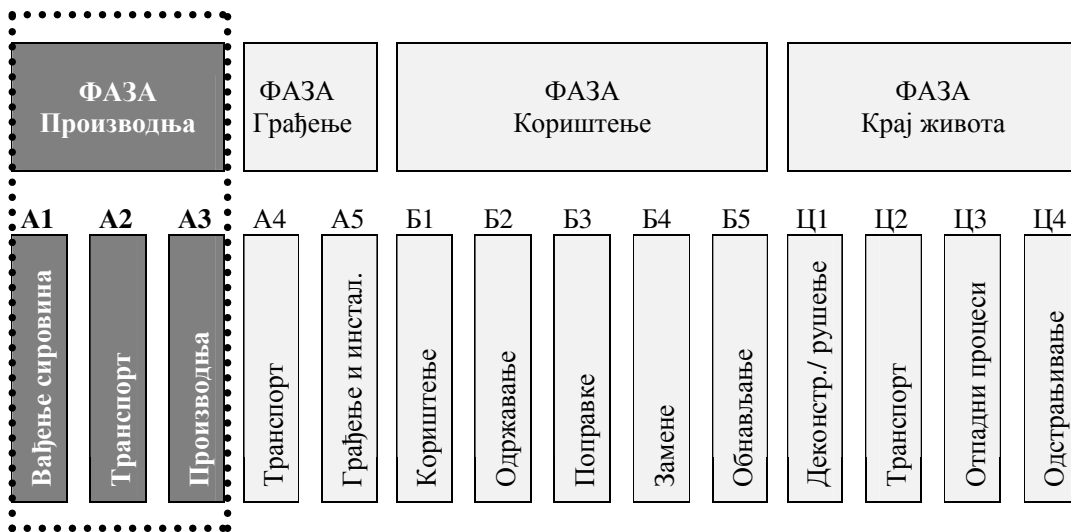
У овој фази извршиће се оцењивање различитих варијаната елемената структуре зграда применом софтвера есо2soft, а оцене ће бити исказане у бројчаним вредностима еколошког индикатора ОИЗ. Након тог биће одабрана еколошки најисправнија решења, која ће бити примењена у варијантама референтног типа Т_Е, Т_Р и Т_С. Биће оцењени следећи елементи структуре: фасадни зидови (Е1), кровови (Е2), међуспратне конструкције ка негрејаном тавану (Е3), међуспратне конструкције између спратова (Е4), конструкције на тлу Е5), преградни зидови (Е6), и прозори (Е7). Сваки елемент добија додатну ознаку према типу зград, нпр. Е_С је елемент варијанте Т_С, а уз то и ознаку обраде елемента, те је коначна ознака елемента Е_{Е,Р,С}-тип зграде^{А,В,С,Д..} – обрада елемента.

Преглед свих елемената структуре који су били предмет оцењивања дат је у Прилогу 1, а преглед варијаната зграда Т_Е, Т_Р, Т_С са одабраним елементима структуре у Прилогу 3.

Фаза 2 – Оцењивање еколошке исправности топлотног омотача зграде референтног типа Т и његових варијаната Т_Е, Т_Р и Т_С



Друга фаза је оцењивање еколошких карактеристика референтног типа и његових варијаната кроз фазу обухвата топлотног омотача зграде. Одлука да се врши оцена само топлотног омотача зграде резултат је чињенице да је омотач зграде подложен већим променама услед промена регулативе која се односи на енергетску ефикасност зграда, тј. повећава се дебљина слоја топлотне изолације. Због тога је овакав начин оцењивања примерен за вредновање последица повећаних дебљина топлотно-изолационих слојева омотача зграде на њене еколошке перформансе. Ово вредновање подразумева оцењивање дела животног циклуса зграде који се назива „од колевке до капије“ (Cradle to gate), којим се означава део животног циклуса од вађења сировина, њиховог транспорта до фабрике, до прераде у финални производ. Овакав облик оцењивања омогућава софтвер *eco2soft* и њиме се оцењује директан утицај примене материјала, без других утицаја, који се појављују у осталим фазама животног циклуса зграде. На Слици 95 означен је део животног циклуса који је анализиран фазом обухвата ВG0.

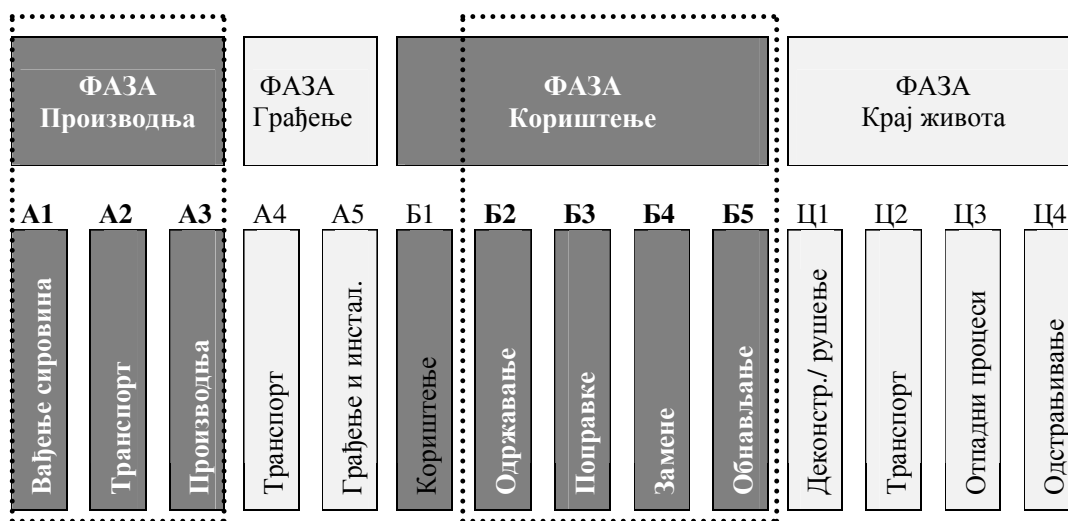


Слика 95. Део животног циклуса за који се оцењују зграде кроз обухват топлотног омотача зграде •••фаза ВG0

Фаза 3 – Оцењивање еколошке исправности референтног типа Т и његових варијаната T_e , T_p , T_c за четири временска периода – 25, 50, 75 и 100 година



У овој фази оцењује се цела структура зграде са проширењем фазе „од колевке до капије“ са утицајима који настају услед одржавања зграде. Под одржавањем се подразумевају сви радови на одржавању, поправке, замене и обнављање, а за све елементе и конструкције дефинисан је животни век. У софтверу ова фаза носи ознаку BG3. Оцењују се референтни тип Т, као и три варијанте референтног типа T_e , T_p и T_c . Према стандардима, животни циклус зграде се рачуна за период од 100 година, а у раду ће бити оцењиване и три додатне временске одреднице од 25, 50 и 75 година. Оперативна енергија и систем грејања се не рачунају у овом обухвату. Овај облик оцењивања примењује се у Аустрији за оцењивање еколошких перформанси зграда.



Слика 96. Део животног циклуса за који се оцењују зграде обухватом целе структуре зграде фазаBG3

Фаза 4 – резултати и дискусија

У овој фази биће дати резултати процеса оцењивања појединачних елемената структуре, а затим целих зграда применом одабраног софтвера *eco2soft*. Резултати

добијени поступком оцењивања елемената и целих зграда биће предмет дискусије.

Фаза 5 – препоруке

На основу закључака донесених након анализе резултата и дискусије биће дате препоруке које треба да допринесу већој примени дрвета у циљу грађења еколошки исправнијих зграда у Босни и Херцеговини.

5.4. ДЕФИНИСАЊЕ КРИТЕРИЈУМА ЗА ОЦЕНУ ЕКОЛОШКЕ ИСПРАВНОСТИ

Европски стандарди дефинишу критеријуме за оцењивања еколошких перформанси зграда, а њихова примена одређује се техничким прописима. С обзиром на то да регулатива у Босни и Херцеговини не прописује поступак еколошког оцењивања зграда, у овом раду биће примењена методологија избора еколошких индикатора која је послужила као основ за израду софтвера *eco2soft*. У овом софтверу постоји база података са скоро 4.000 грађевинских материјала и производа, који су оцењивањи применом најважнијих еколошких индикатора: потенцијала глобалног загревања (GWP 100), потенцијала закисељавања (AP), потенцијала оштећења озонског омотача (ODP), потенцијала еутрофикације (EP), као и укупне потрошње енергије (PENTR). База се формира дуги низ година и стално допуњује и ажурира.

За све материјале и производе дати су следећи подаци:

а) потрошња енергије са детаљном анализом:

- PENTR: укупна примарна енергија из необновљивих извора, MJ/kg;
- PENRM: примарна енергија из необновљивих извора, материјал, MJ/kg;
- PENRE: примарна енергија из необновљивих извора, енергетски ресурси, MJ/kg;
- PERT: укупна примарна енергија из обновљивих извора, MJ/kg;

- PERM: примарна енергија из обновљивих извора, материјал, MJ/kg;
- PERE: примарна енергија из обновљивих извора, енергетски ресурси, MJ/kg;
- б) подаци о потенцијалу глобалног загревања:
 - GWP 100 total: укупан потенцијал глобалног загревања $\text{kgCO}_2\text{eq./m}^2$;
 - GWP 100 C- Content: укупан потенцијал глобалног загревања – материјал, $\text{kgCO}_2\text{eq./m}^2$;
 - GWP 100 process: укупан потенцијал глобалног загревања – производња, $\text{kgCO}_2\text{eq./m}^2$;
- ц) AP: потенцијал закисељавања $\text{kgSO}_2 \text{ eq./m}^2$;
- д) ODP: потенцијал оштећења озонског омотача, CFC-11/kg;
- е) POCP: потенцијал стварања фотохемијског озона, $\text{kgC}_2\text{H}_4/\text{kg}$;
- ф) EP: потенцијал еутрофикације, $\text{kg PO}_4^{-3} \text{ eq.}$

Базни индикатори за прорачуне у овом софтверу су $\text{OИЗ}_{\text{KON}}^{128}$ и $\Delta\text{OИЗ}^{129}$. Индикатор OИЗ_{KON} односи се на један метар површине структуре и он је основни индикатор за оцењивање целе зграде. Индикатор $\Delta\text{OИЗ}$ оцењује један слој грађевинског материјала у елементу структуре, те се укупна оцена елемента структуре добија на основу оцена свих појединачних слојева. Овај индикатор је битан јер показује како појединачни слој утиче на укупну оцену структуре, те је веома важан процесу оптимизације структуре.

У прорачун еколошког индикатора OИЗ_{KON} улазе подаци о три најважнија еколошка индикатора – потрошња енергије (OИ_{PECTH}), потенцијал глобалног загревања (OИ_{GWP}) и потенцијал закисељавања (OИ_{AP}) према следећој формули:

$$\text{OИЗ}_{\text{KON}} = 1/3 \text{OИ}_{\text{PECTH}} + 1/3 \text{OИ}_{\text{GWP}} + 1/3 \text{OИ}_{\text{AP}}$$

Прорачун OИЗ_{KON} садржи податке о свим слојевима елемента грађевине, специфичну густину материјала свих слојева, дебљину слојева, у случају

¹²⁸ OИЗ – скраћеница настала од речи Öko Indicator (еколошки индикатор), а број 3 означава обухват целе структуре зграде који се користи при еколошком вредновању зграда, док KON означава да се индикатор односи на конструкцију.

¹²⁹ $\Delta\text{OИЗ}$ – delta Öko Indicator 3.

нехомогених слојева проценат учешћа сваког од материјала и кључне податке за грађевинске материјале из ИВО базе.

Мање вредности фактора $OI3_{KON}$ указују на боље еколошке перформансе елемента структуре. Уобичајене вредности овог индикатора за конвенционалне структуре су на скали од 0 до 100. Стандардне вредности за фасадни зид без икакве еколошке оптимизације крећу се око 70, а постизање вредности мањих од 15 предмет је посебне еколошке оптимизације.¹³⁰

Индикатор $\Delta OI3$ помаже оптимизацији структуре јер показује утицај слојева примењених материјала у структури елемента. За сваки слој елемента структуре израчунава се $\Delta OI3_{BS}$ према следећој формули:

$$\Delta OI3_{BS}^{131} = \frac{1}{3} [1/10 (OI_{PECnr})_{BS} + \frac{1}{2} (GWP)_{BS} + 100/0,25 (AP)_{BS}]$$

где је $(OI_{PECnr})_{BS}$ енергија из необновљивих извора енергије у MJ/m^2 , $(GWP)_{BS}$ потенцијал глобалног загревања у $kgCO_2eq./m^2$, а $(AP)_{BS}$ потенцијал закисељавања у $kgSO_2 eq./m^2$, и сви подаци се дају само за тај слој елемента структуре, док се за цео елемент, који се састоји од више слојева, рачунање врши по формули датој за $OI3_{KON}$.

Ова формула показује како се у рачунању еколошког индикатора слоја материјала, означеног са $\Delta OI3_{BS}$, једнако не вреднују еколошки утицаји који су исказани вредностима индикатора, већ врши њихово пондерисање.

Методологија ових процена укључује процес од „од колевке до капије“ (cradle to gate), тј. оцењивање се односи само на део од набавке сировине, транспорта до места производње и самог процеса производње, тј. до изласка производа из фабрике, и не укључује транспорт до градилишта, као ни само извођење. На овај начин се јасније сагледавају утицаји на животну средину који настају услед производње грађевинског материјала, као и разлике између материјала.

На основу одабраних критеријума даје се укупна оцена еколошких карактеристика појединачних материјала и слојева структурâ, исказана помоћу $\Delta OI3$. Уз сваку структуру уз збирну еколошку оцену дати су и подаци о

¹³⁰ ИВО – Guidelines to calculating the $OI3$ indicators for buildings.

¹³¹ $\Delta OI3_{BS}$ – Delta Building Structure (енгл.) – ознака за оцену слоја структуре.

потрошњи енергије из необновљивих извора, потенцијалу глобалног загревања и потенцијалу закисељавања.

За оцену зграда примењују се подаци о еколошким карактеристикама елемената структуре и даје укупна еколошка оцена исказана индикатором OI3, а која је резултат пондерисања еколошких перформанси и индикатора појединачних елемената структуре.

Што је вредност индикатора OI3 мања, то су еколошке карактеристике оцењиване зграде боље. Еколошки коректним зградама сматрају се оне чија је вредност индикатора OI3 за фазу обухвата BG3 мања од 300, док се зграде са вредностима преко 900 сматрају еколошки неприхватљивим.

6. ВРЕДНОВАЊЕ, РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Вредновање референтних типова зграда обављено је према дефинисаном алгоритму и уз кориштење софтвера *eco2soft*. Сам процес вредновања састоји се од прорачуна еколошких карактеристика појединих елемената структуре,¹³² а затим и целе зграде. Сврха вредновања је да се дâ оцена утицаја примене дрвета на еколошку исправност појединачних елемената структуре, али и целе зграде.

6.1. ВРЕДНОВАЊЕ ЕЛЕМЕНАТА СТРУКТУРЕ

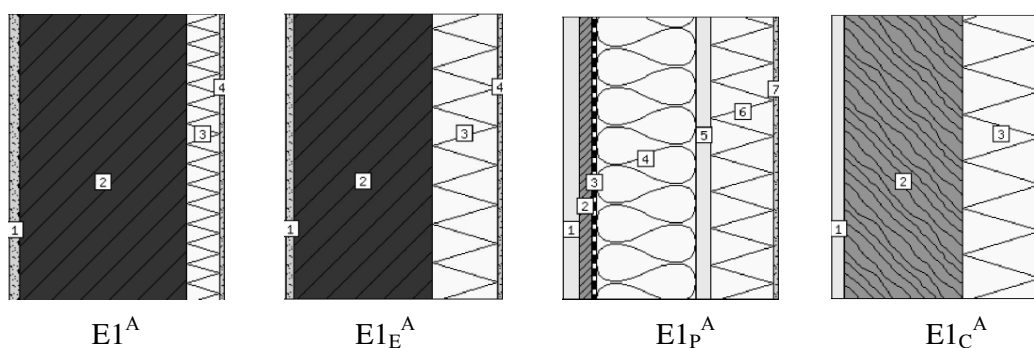
Процес вредновања укључује елементе структуре који су примењени на референтном типу зграде: фасадни зидови од шупљих опекарских блокова и делови фасадних зидова изведени као хоризонтални и вертикални армиранобетонски серклажи, изоловани топлотном изолацијом од експандираног полистирена (EPS) дебљине 5 cm, кровна конструкција изнад негрејаног тавана, међуспратна конструкција ка негрејаном тавану, међуспратне конструкције између две грејане етаже, са паркетом и керамичким плочицама као подним облогама, носиви преградни зидови од шупљих опекарских блокова, као и прозори са дрвеним оквирима. За процес вредновања одабране су и структуре које имају дрво примењено као носиви део елемента структуре. Након поступка вредновања различитих елемената структура биће одабране оне које су оцењене као најбоље, тј. постигну најмање вредности еколошког индикатора ОИЗ. Одабрани елементи биће примењени за формирање варијаната референтног типа T_e , T_p и T_c . Комплетни резултати оцењивања биће дати у облику графикона у овом делу рада, а табеле са завршном оценом исказаном у вредностима еколошког индикатора ОИЗ, потрошњом енергије из необновљивих извора (PENTR), потенцијалу глобалног загревања (GWP) и потенцијалу закисељавања (AP) у Прилогу 2, како би се стекла шира слика еколошких утицаја.

¹³² Састав и изглед елемената структуре дати су у Прилогу 1, а оцене у Прилогу 2.

6.1.1. Вредновање фасадних зидова (E1)

За процес вредновања одабрани су постојећи фасадни зидови референтне зграде од шупљих опекарских блокова ($E1^A$), са хоризонталним и вертикалним бетонским серклажима ($E1^B$) и топлотном изолацијом од EPS-а дебљине 5 cm. Осим ових зидова, оцењиване су и две различите носиве структуре зидова са већом применом дрвета – зидови изведени од лаких панела (E_P) и зидови изведени од CLT плоча (E_C). За сва три типа структуре зида за процес вредновања одабрана су варијантна решења фасадних система и примењених материјала:

- А – Контактна фасада са топлотном изолацијом од EPS-а;
- В – Контактна фасада са топлотном изолацијом од камене вуне;
- С – Контактна фасада са топлотном изолацијом од дрвених влакана;
- D – Проветравана фасада са топлотном изолацијом од стаклене вуне и облогом од дрвета;
- Е – Проветравана фасада са топлотном изолацијом од дрвених влакана и облогом од дрвета;
- F – Проветравана фасада са топлотном изолацијом од дрвених влакана и облогом од композитних плоча типа Fundermax.¹³³



Слика 97. Фасадни зид са контактном фасадом $E1^A$ референтне зграде $T(E1^A)$ и варијаната $T_E(E1_E^A)$, $T_P(E1_P^A)$ и $T_C(E1_C^A)$

Пресеци са описом конструкције свих фасадних зидова који су били предмет оцењивања дати су у Прилогу 1.

¹³³ Или слични производ под другим произвођачким називом.

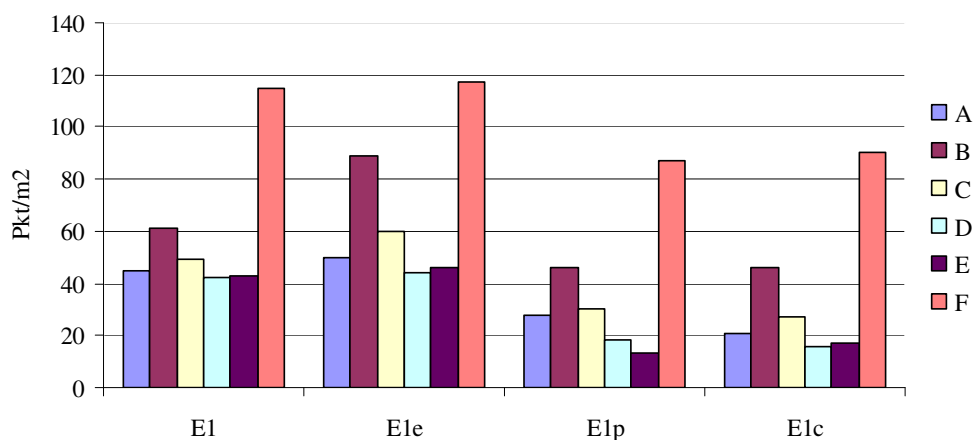
Избор варијаната фасадног система са примењеним материјалима урађен је на основу параметара:

- уобичајена решења која су у примени на типичним стамбеним зградама;
- решења која се ређе примењују – проветраване фасаде са дрвеном облогом и облогом од композита, са применом различитих врста топлотних изолација;
- коефицијенти пролаза топлоте за варијанте T_E , T_P и T_C одређени су према важећој регулативи Републике Српске, и нижи су у односу на оне који су на референтној згради T , те представљају унапређење енергетских перформанси референтне зграде.

За масиви фасадни зид од шупљих опекарских блокова вредновање је урађено и за делове зидова који су изведени од армираног бетона, тј. хоризонталне и вертикалне серклаже (ознака E^B), такође у свим системима као и основни зид. Ради постизања исте дебљине делова зида изведеног од шупљих опекарских блокова и од армираног бетона, примењене су топлотне изолације различитих топлотно-изолационих карактеристика, тј. на деловима изведеним од армираног бетона примењене су топлотне изолације бољих топлотно-изолационих карактеристика. Преглед детаља конструкција фасадних зидова које су предмет оцењивања дат је у Прилогу 1.

Резултати процеса вредновања показују који фасадни зидови имају најбоље еколошке карактеристике. Фасадни зидови са конструкцијом од дрвета – панелном и од CLT плоча, оцењени су као еколошки најисправнији. Фасадни панел у систему проветраване фасаде са дрвеном облогом и изолацијом од дрвених влакана најбоље је оцењен ($E1_P^E$), а тек незнатно лошије систем проветраване фасаде са стакленом вуном, дрвеном облогом и конструкцијом од CLT плоча¹³⁴ (Слика 98).

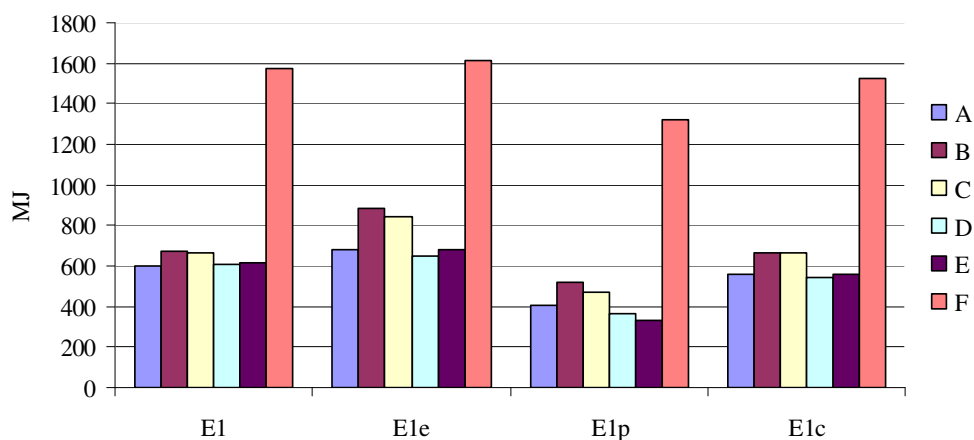
¹³⁴ Комплетни резултати добијени прорачуном помоћу софтвера *eco2soft* налазе се у Прилогу бр. 2.



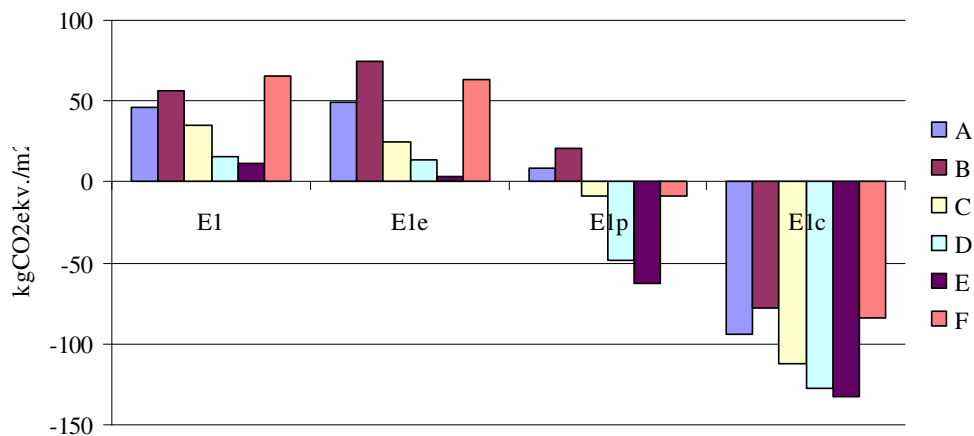
Слика 98. Резултати оцењивања фасадних елемената E1 за референтни тип T и његове варијанте T_E, T_P и T_C исказани у вредностима еколошког индикатора OI3

Анализе резултата вредновања показују да је без веће примене дрвета немогуће постићи значајније смањене вредности еколошког индикатора, тј. унапредити еколошку исправност фасадних елемената. У случају када је дрво примењено у основној конструкцији зида укупне еколошке оцене су много боље него у случају класичног зида од шупљих опекарских блокова, без озбира о којем се фасадном систему ради. Као еколошки потпуно неприхватљиво оцењени су фасадни системи са облогама на бази композита, типа Fundermax. Приликом производње плоча ове врсте троше се велике количине енергије из необновљивих извора, те узрокују негативне утицаје на животну средину.

Анализе вредности еколошког индикатора потрошња енергије из необновљивих извора указују да су еколошки најприхватљивији фасадни зидови изведени од лаких панела у систему проветраване фасаде, са топлотном изолацијом од плоча од дрвених влакана и дрвеном облогом, E1_P (Слика 99). Међутим, ако посматрамо вредности еколошког индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP) еколошки су најприхватљивије фасаде изведене од CLT плоча, система проветраване фасаде, са топлотном изолацијом од плоча од дрвених влакана и дрвеном облогом, E1_C (Слика 100).

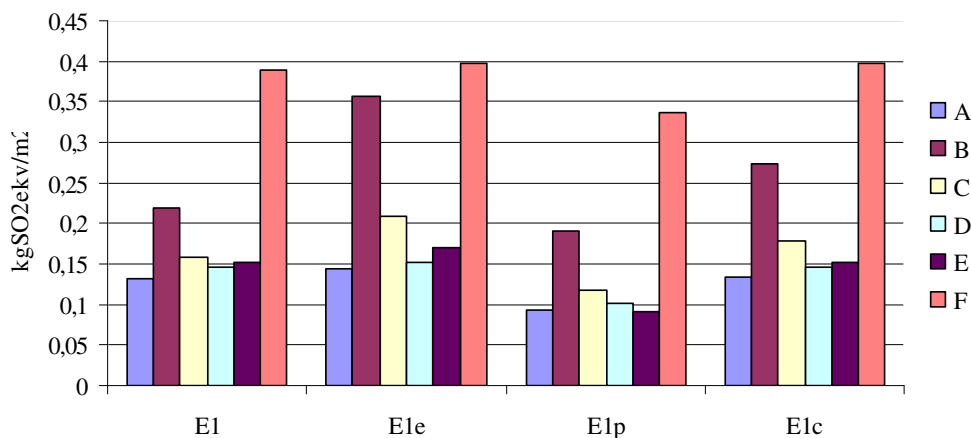


Слика 99. Вредности еколошког индикатора потребна енергија из необновљивих извора (PENTR) за фасадне системе примењене на зградама T , T_E , T_P и T_C



Слика 100. Вредности потенцијала глобалног загревања (GWP) за фасадне системе примењене на зградама референтног типа T и варијантима T_E , T_P и T_C

Према вредностима еколошког индикатора потенцијал закисељавања (AP) најбоље карактеристике имају проветраване фасаде са дрвеном облогом, изолацијом од плоча од дрвених влакана, изведене у панелном систему, T_P (Слика 101).



Слика 101. Вредности потенцијала за кисељвања (AP) за фасадне системе примењене на зградама референтног типа Т и варијантама T_E , T_P и T_C

6.1.2. Вредновање кровних конструкција (E2)

Основни тип конструкција које се примењују на крововима стамбених зграда породичног становања, и које су примењене и на референтном типу зграде Т, јесу конструкције са носивим гредама – роговима, изведеним од класичне дрвене грађе. Референтни тип зграде има кровну конструкцију изведену од носивих греда-рогова, без изолације, јер се таван не користи (Табела 20).

За процес оцењивања, осим конструкције карактеристичне за референтни тип Т, одабрана су још и два типа кровних конструкција – конструкције од ламелираних кровних носача и конструкције од CLT плоча.

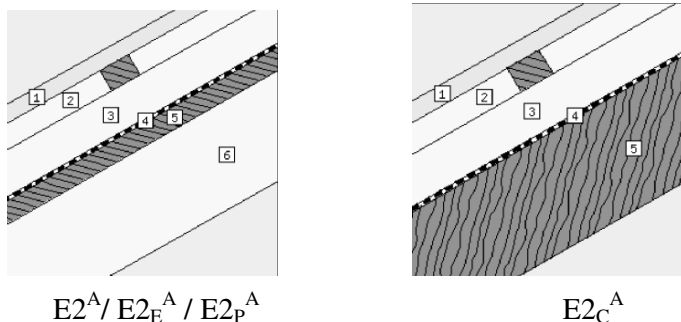
Оне су у прорачунима и на детаљима означене на следећи начин:

- E2 – класична конструкција са системом носивих рогова;
- E2_P – кровна конструкција од ламелираних рогова;
- E2_C – конструкција од CLT плоча.

Иако се у референтној згради и њеним варијантама таван не користи, у раду су вреднована и решења са изолованим крововима, јер се у пракси често примењују.

Ове основне конструкције су оцењиване у варијантним решењима:

- А – неизолован кров (таван се не користи);
- В – изолован кров са топлотном изолацијом од стаклене вуне;
- С – изолован кров са топлотном изолацијом од плоча од дрвених влакана.

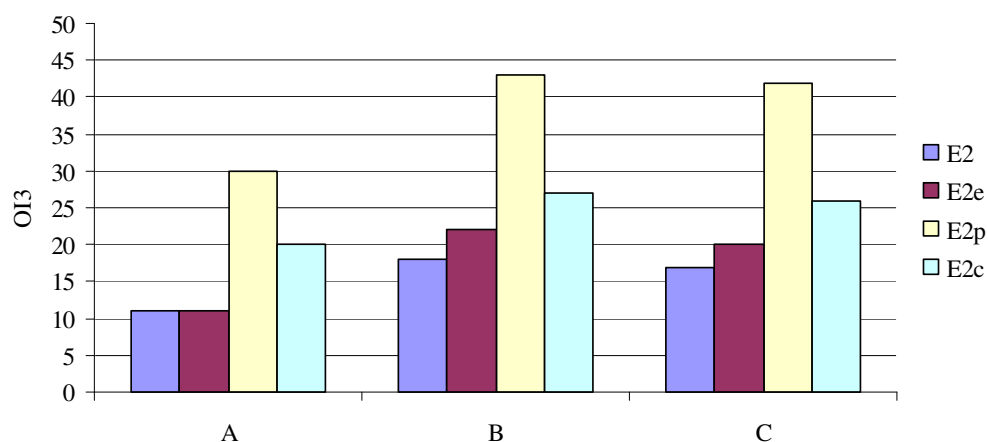


Слика 102. Кровна конструкција $E2^A$ референтне зграде Т ($E2^A$),
и варијаната $T_E (E2_E^A)$, $T_P (E2_P^A)$ и $T_C (E2_C^A)$

У Прилогу 1 дати су детаљи свих кровних конструкција које ће бити предмет оцењивања.

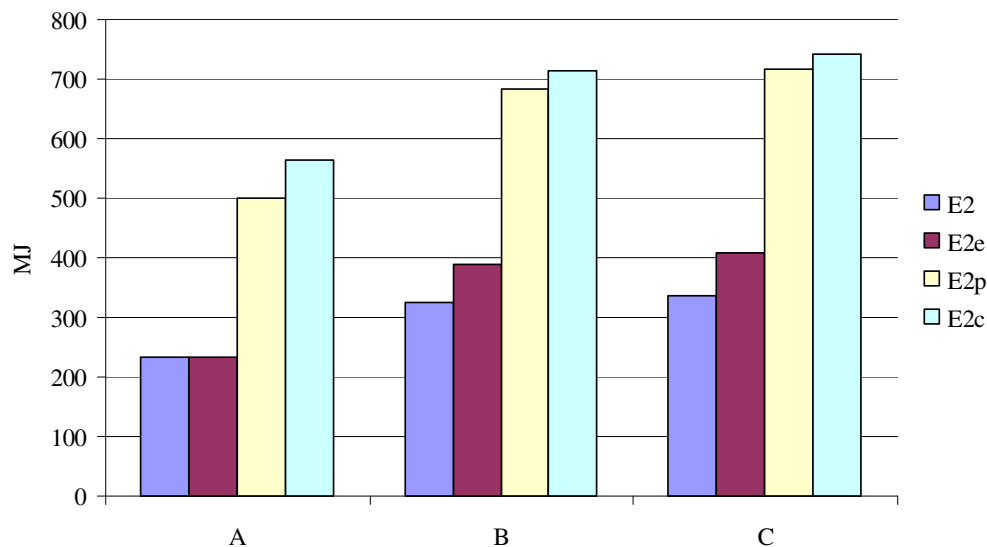
Класичне кровне конструкције са дрвеним роговима као носивим елементима ($E2$) најбоље су оцењене укупном еколошком оценом која је исказана у вредностима еколошког индикатора ОИЗ, било да је реч о неизолованом крову (А) или крову изолованом стакленом вуном (В) или плочама од дрвених влакана (С). Конструкције са роговима од ламелираних носача $E2_P$ еколошки су најмање прихватљиве (Слика 103).¹³⁵ Приликом производње ламелираних носача троши се већа количина енергије, која проузрокује негативне утицаје на животну средину.

¹³⁵ Комплетни резултати, добијени прорачуном помоћу софтвера *eco2soft*, налазе се у Прилогу 2.

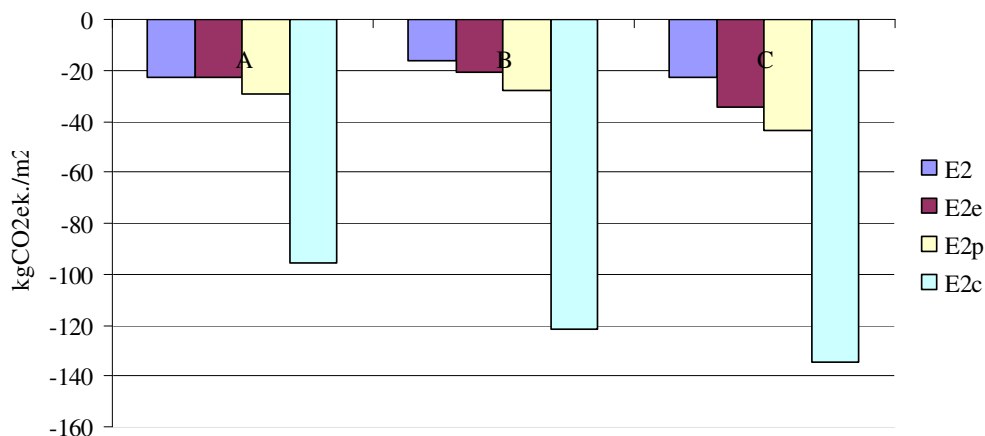


Слика 103. Вредности еколошког индикатора OI3 за оцењене кровне конструкције

Према анализама појединачних индикатора еколошких утицаја на животну средину, обичне кровне конструкције са класично изведеним дрвеним роговима најбоље оцене постижу у погледу потрошње енергије из необновљивих извора (PENTR), као и еколошког индикатора потенцијала закисељавања (AP) (Слике 104 и 106).

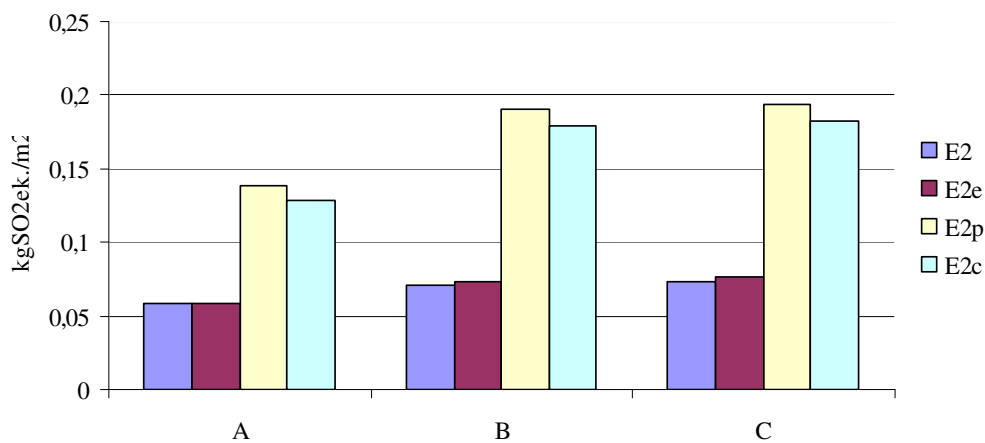


Слика 104. Вредности еколошког индикатора потрошња енергије из необновљивих извора (PENTR) за оцењене кровне конструкције



Слика 105. Вредности еколошког индикатора GWP за оцењене кровне конструкције

Конструкција од CLT плоча најбоље је вреднована помоћу еколошког индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP), а разлог је већа количина CO₂ заробљена у структури дрвета приликом његовог раста (Слика 105). Преглед детаља кровних конструкција које су предмет оцењивања дат је у Прилогу 1, а преглед резултата оцењивања у Прилогу 2.

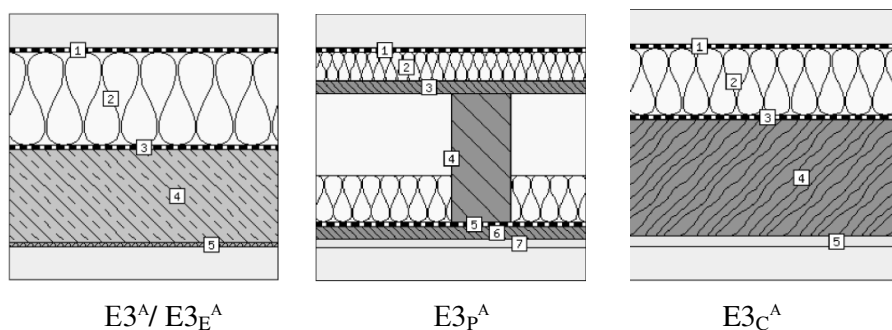


Слика 106. Вредности еколошког индикатора AP за оцењене кровне конструкције

6.1.3. Вредновање међуспратних конструкција према негрејаном тавану (E3)

Анализа еколошких перформанси међуспратних конструкција ка негрејаном тавану урађена је за случај да се таван не користи за референтни тип и варијанте:

- E3 – армиранобетонска плоча;
- E3_E – армиранобетонска плоча;
- E_P – лака панелна конструкција;
- E_C – конструкција од CLT плоча.



Слика 107. Међуспратне конструкције ка негрејаном тавану E3^A референтне зграде T (E3^A) и варијаната T_E (E3_E^A), T_P (E3_P^A) и T_C (E3_C^A)

У случајевима када се таван користи биће примењене варијанте међуспратних конструкција између приземља и спрата, које су посебно вредноване. За варијантни тип и његове подваријанте вредноване су:

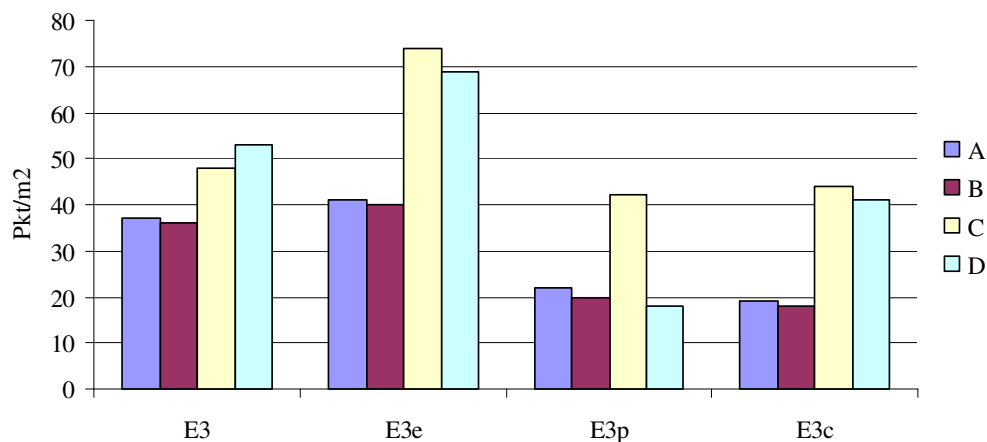
- A – конструкција изолована топлотном изолацијом од стаклене вуне;
- B – конструкција изолована топлотном изолацијом од дрвених влакана;
- C – конструкција са естрихом – изолација од стаклене вуне;
- D – конструкција са естрихом – изолација од дрвених влакана.

Типови конструкција одабрани су на основу функционалних захтева, варијанте A и B за случајеве да се не планира никакво одлагање ствари у таванском простору, а варијанте C и D омогућавају ограничено кориштење типа складиштења ствари.

Као топлотна изолација у вреднованим конструкцијама одабране су само две врсте изолација: изолација од стаклене вуне и од дрвених влакана. У процесу оцењивања фасадних зидова камена вуна показала се као најмање еколошки прихватљива, због количине потребне енергије из необновљивих извора и са њом повезаних утицаја на животну средину, а све узроковано технологијом њене производње, те није узимана у даље анализе.

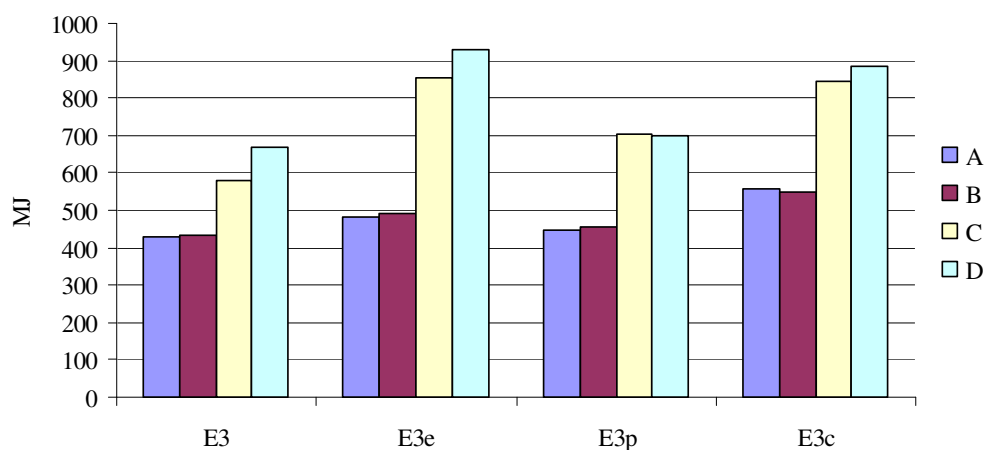
Примена топлотне изолације од дрвених влакана у мањој мери побољшава еколошку оцену елемента конструкције исказану индикатором ОIЗ. Највећи утицај на вредност еколошког индикатора, тј. еколошку оцену елемента, има структура носивог дела међуспратне конструкције. Најзначајније разлике забележене су у вредностима оцена армирано-бетонске конструкције и конструкција у којима је примењено дрво – панелне, ЕЗ_р, и масивне од CLT плоча, ЕЗ_с.

Преглед детаља међуспратних конструкција ка негрејаном тавану које су предмет оцењивања дат је у Прилогу 1, а преглед резултата оцењивања у Прилогу 2.



Слика 108. Вредности еколошког индикатора ОIЗ за оцењене конструкције ка тавану

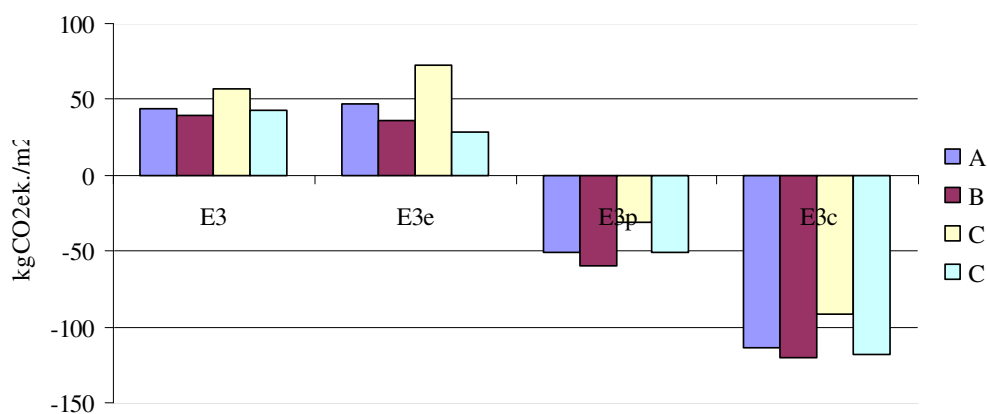
Потрошња енергије из необновљивих извора енергије (PENTR) најмања је за конструкције панелног система (Слика 109), а ова конструкција је најбоље оцењена и вредностима индикатора потенцијал закисељавања (AP) (Слика 111).



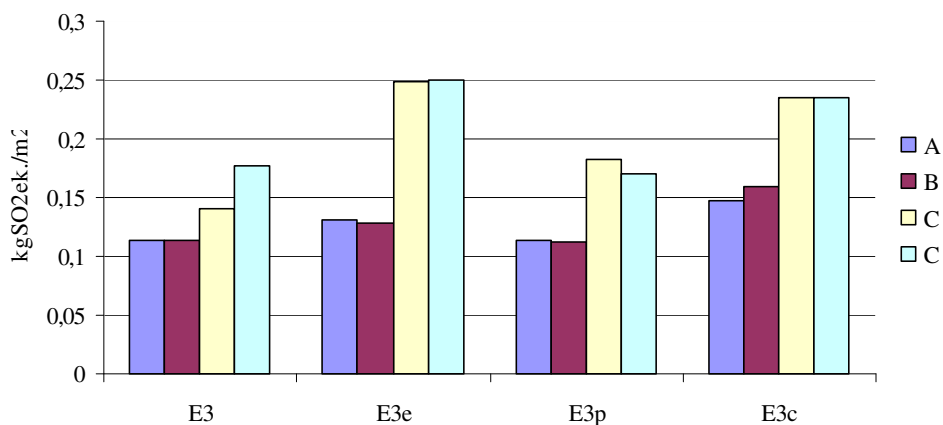
Слика 109. Вредности еколошког индикатора потрошња енергије из необновљивих извора (PENTR) за оцењене конструкције ка тавану

Конструкције од CLT плоча, E3_c, због највеће количине дрвета у њиховој структури и са тим повезаном заробљеном количином CO₂ имају најбоље еколошке оцене, исказане у вредностима потенцијала глобалног загревања (GWP).

Посматрањем два система подних облога, са естрихом преко топлотно изолационог слоја и без естриха, уочава се да су еколошки повољније међусупратне конструкције ка тавану са слојем топлотне изолације, без естриха, варијанте А и В (Слике 108–111).



Слика 110. Вредности еколошког индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP) за оцењене конструкције ка тавану



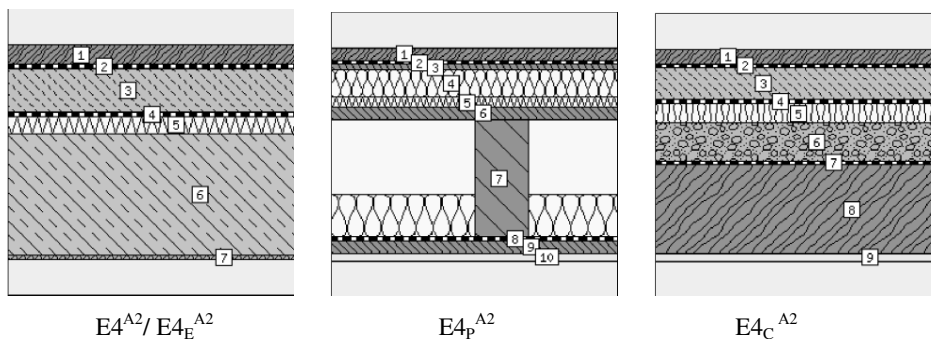
Слика 111. Вредности еколошког индикатора потенцијал закисељавања (AP) за оцењене конструкције ка тавану

6.1.4. Вредновање међуспратних конструкција (E4)

За процес вредновања одабране су међуспратне конструкције референтног типа и две носиве структуре таваница са већом применом дрвета.

Вредноване су:

- E4 – армирано-бетонске конструкције референтног типа T;
- E4_E – армирано-бетонска конструкција примењена у T_E;
- E4 – лака панелна конструкција;
- E4 – конструкција од CLT плоча.



Слика 112. Међуспратне конструкције E4^A референтне зграде T (E4^{A2}) и варијаната T_E (E4_E^{A2}), T_P (E4_P^{A2}) и T_C (E4_C^{A2})

Све конструкције оцењиване су са применом различитих врста подних облога и изолација:

А: дрвене подне облоге

- А1 – бродски под, изолација EPS;
- А1WF – бродски под, изолација дрвена влакна;
- А2 – обичан паркет, изолација EPS;
- А3 – вишеслојни паркет, изолација EPS;

В: керамичке плочице

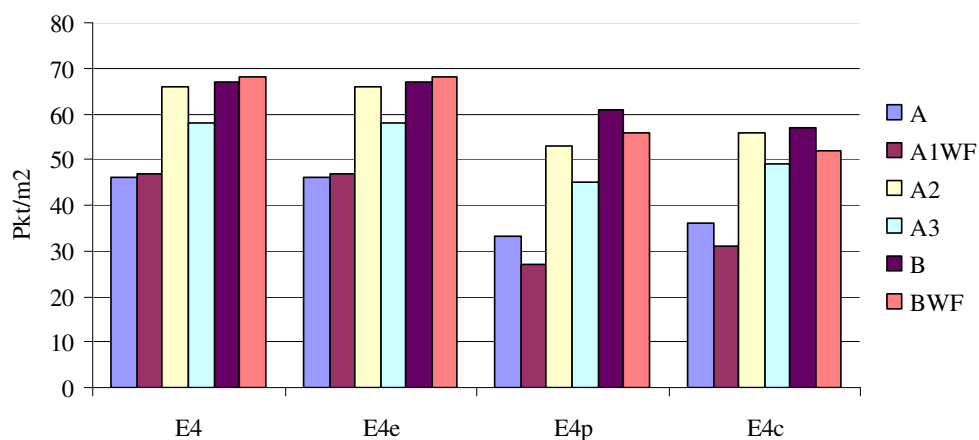
- В – керамичке плочице, изолација EPS;
- ВWF – керамичке плочице, изолација дрвена влакна.

За процес вредновања све варијанте са различитим подним облогама нису вредноване са изолацијом од дрвених влакана, јер се већ приликом оцењивања варијанте са обичним дрвеним подом видела разлика у еколошкој оцени, тј. плоче од дрвених влакана веће густине примењене у овој врсти конструкције имају лошије оцене од EPS-а, као и камена и стаклена вуна.

Детаљи конструкција које су предмет оцењивања дати су у Прилогу 1, а резултати оцењивања у Прилогу 2.

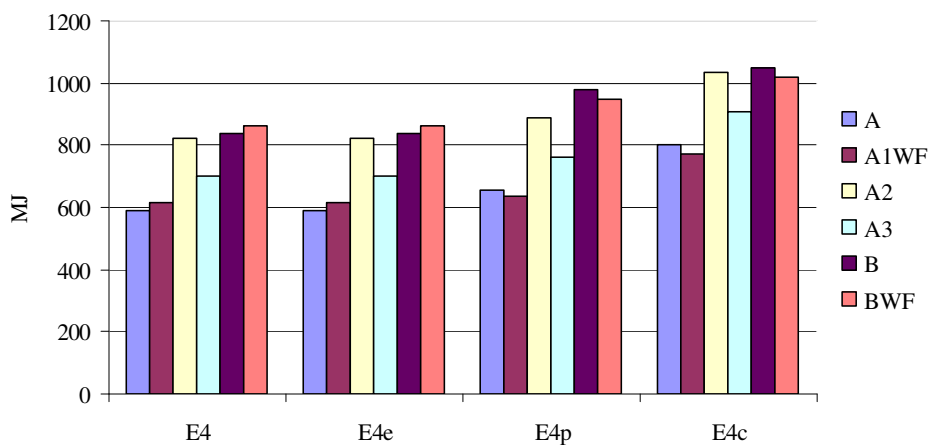
Укупна еколошка оцена исказана еколошким индикатором ОИЗ зависи од типа међуспратне конструкције и подне облоге, као и примењене врсте изолације. Најбоље су оцењене међуспратне конструкције од панела, Е4_р, а незнатно лошије конструкције са CLT плочама, Е4_с (Слика 113).

Оцене зависе не само од типа основне конструкције већ и од врсте подне облоге, па су еколошки најбоље међуспратне конструкције са обичним дрвеним подним облогама типа бродског пода, а најлошије са паркетом и керамичким плочицама (Слика 113–116).



Слика 113. Вредности еколошког индикатора OI3 за оцењене међусратне конструкције

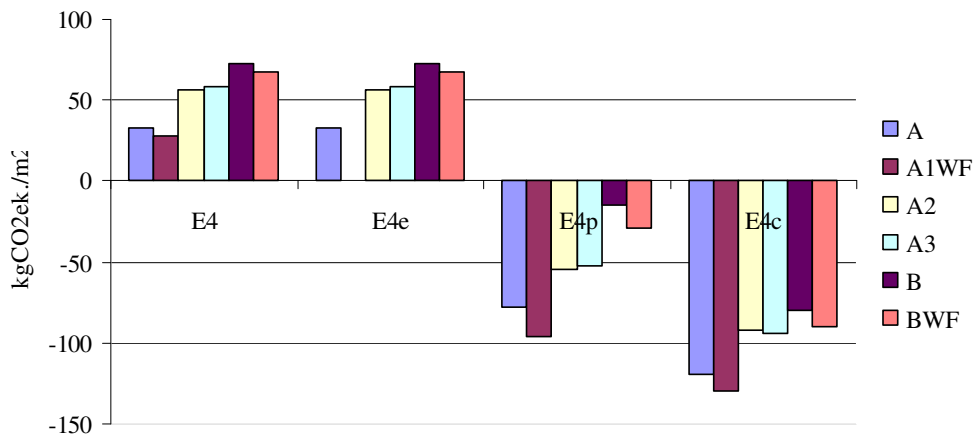
Класичне армирано-бетонске конструкције (E4 и E4_E) захтевају најмању потрошњу енергије из необновљивих извора енергије, а највећу конструкције са CLT почама, E4_C (Слика 114).



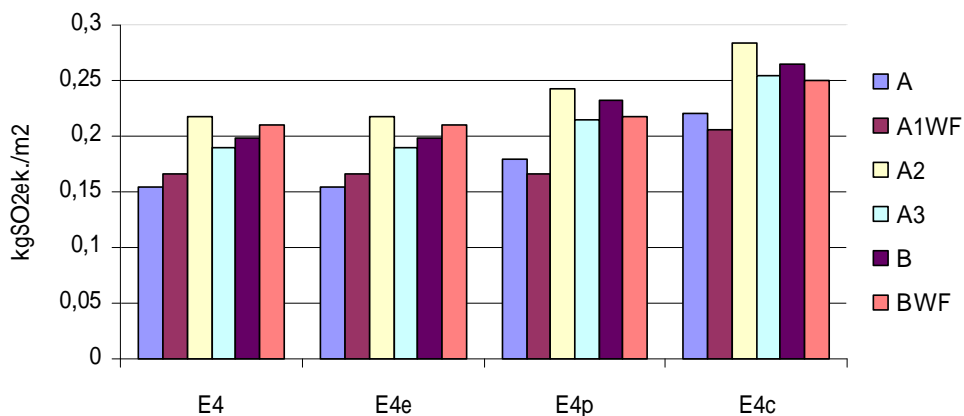
Слика 114. Вредности еколошког индикатора потрошња енергије из необновљивих извора енергије (PENTR) за оцењене међусратне конструкције

Анализе резултата оцењивања међусратних конструкција помоћу индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP) показују да су међусратне конструкције од CLT плоча (E4_C) еколошки најбоље.

Према оценама помоћу индикатора потенцијал закисељавања еколошки најповољније су армирано-бетонске конструкције, E4 и E4_E, а најлошије конструкције од CLT плоча, E4_C (Слика 116).



Слика 115. Вредности еколошког индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP) за оцењене међусратне конструкције



Слика 116. Вредности еколошког индикатора потенцијал закисељавања (AP) за оцењене међусратне конструкције

Комплетни резултати добијени прорачуном помоћу софтвера *eco2soft* налазе се у Прилогу 2.

6.1.5. Вредновање конструкција на тлу (E5)

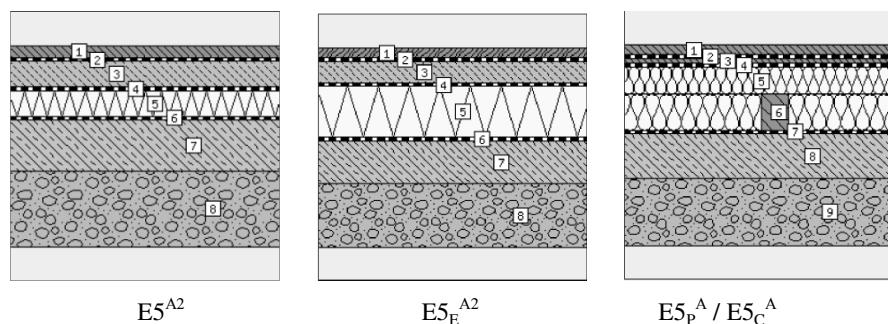
У процес оцењивања конструкција на тлу, осим класичних масивних подних конструкција E4 и E4_E, укључене су и лаке подне конструкције E_P. Ова врста конструкција врло се ретко примењује, а у процес вредновања укључене су ради оцене утицаја примене дрвета на њихову еколошку исправност. Оцењиване су конструкције са различитим врстама подних облога, које се најчешће примењују у типичним стамбеним зградама:

A: дрвене облоге

- E5^{A1} – бродски под;
- E5^{A1WF} – бродски под;
- E5^{A2} – обичан паркет;
- E5^{A3} – вишеслојни паркет.

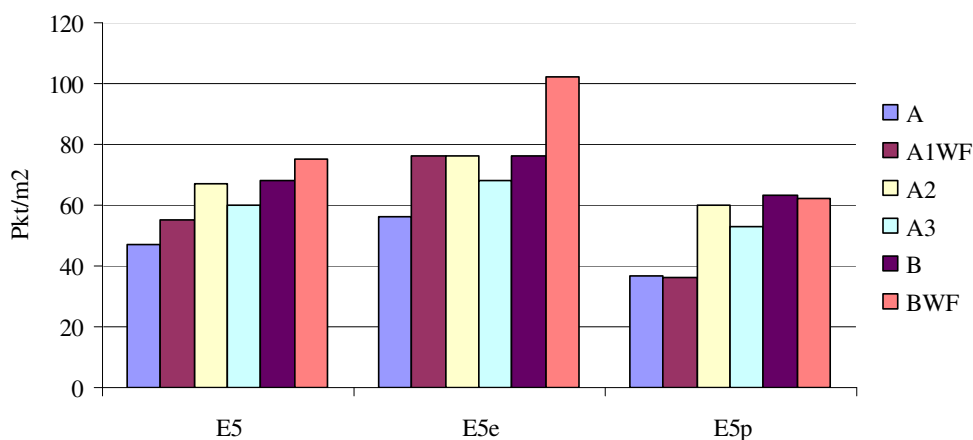
B: керамичке плочице

- E5^B – керамичке плочице;
- E5^{BWF} – керамичке плочице.



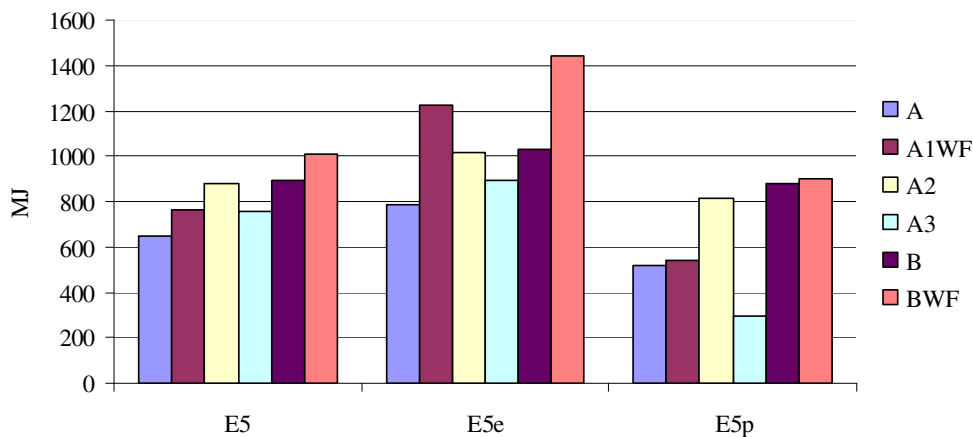
Слика 117. Конструкције на тлу са паркетом као подном облогом E5^{A2} референтне зграде T (E5^{A2}), и варијаната T_E (E5_E^{A2}), T_P (E5_P^A) и T_C (E5_C^A)

У масивним конструкцијама примењена је изолација од EPS-а, а у лаким конструкцијама изолација од дрвених влакана у случајевима са ознаком WF, а у осталим изолација од стаклене вуне. Детаљи оцењиваних конструкција дати су у Прилогу 1, а резултати оцењивања у облику табела у Прилогу 2, док су на сликама 118–120 приказани резултати оцењивања у облику графикана.



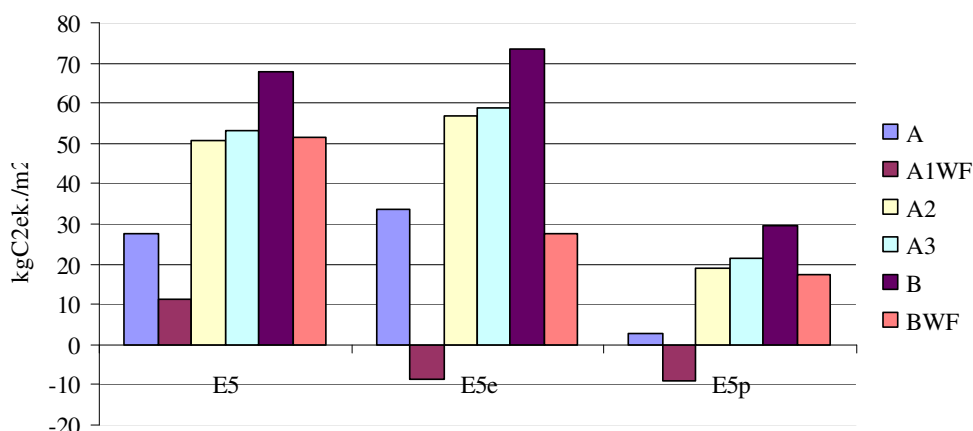
Слика 118. Вредности еколошког индикатора OI3 за оцењене подне конструкције на тлу

Вредновање различитих врста конструкција на тлу показује да примена дрвета у лаким подним конструкцијама резултује бољим еколошким оценама у односу на масивне, без обзира на то које су врсте подних облога примењене. У систему дрвених подних облога еколошки најисправнији је обичан дрвени под, посебно кад је примењен на лаким подним конструкцијама (Слика 118).



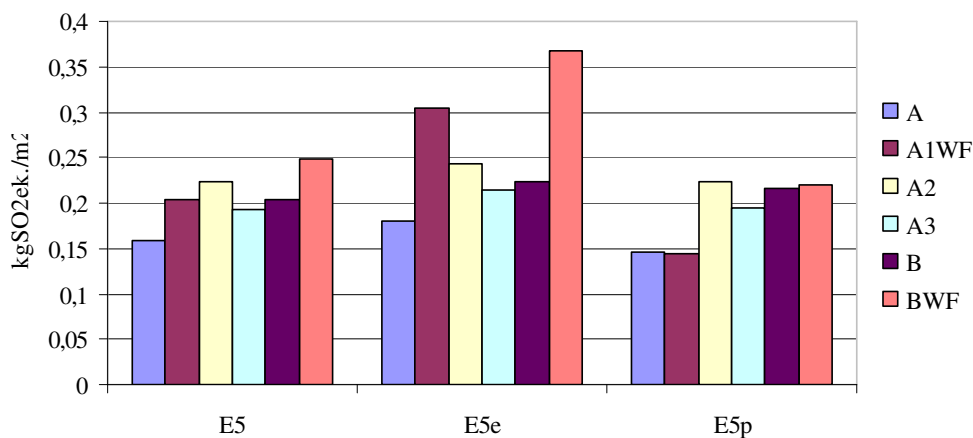
Слика 119. Вредности еколошког индикатора потребна енергија из необновљивих извора (PENTR) за оцењене подне конструкције на тлу

Потрошња енергије из необновљивих извора (PENTR) најмања је за подне конструкције изведене у лаком систему E5p, а највећа за варијанту масивног система према захтевнијим условима топлотног комфора зграда E5e (Слика 119).



Слика 120. Вредности еколошког индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP) за оцењене подне конструкције на тлу

Примена изолације од дрвених влакана резултује негативним карактеристикама еколошког индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP) због веће количине дрвета у целој конструкцији, $E5^{A1WF}$, док је за елементе референтног типа E5 та количина мања, јер је и дебљина топлотно-изолационог слоја мања.



Слика 121. Вредности еколошког индикатора AP за подне конструкције на тлу

Анализе показују да постоје разлике које настају применом различитих врста топлотне изолације. Иако су изолације од дрвених влакана боље оцењене, њиховом применом не постиже се увек и боља оцена конструкције, јер се због

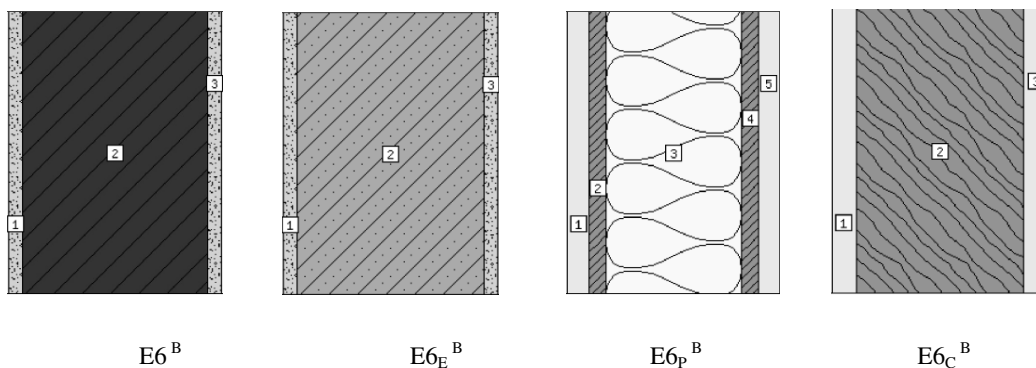
слабијих топлотно-изолационих карактеристика морају примењивати у већим дебљинама од других врста изолација.

6.1.6. Вредновање преградних зидова (Е6)

У процес оцењивања преградних зидова укључене су основне варијанте које се примењују у грађењу стамбених породичних зграда:

- Е6 – зидови од шупљих опекарских блокова, дебљине 29 cm (А) и 7 cm (В);
- Е6_Е – зидови од лаког бетона типа Ytong,¹³⁶ дебљине 20 cm (А) и 12 cm (В);
- Е6_Р – лаки преградни зидови, дебљине 33 cm (А) и 12,5 cm (В);
- Е6_С – зидови од CLT плоча, дебљине 12 cm (А) и 9 cm (В).

Зид веће носивости означен је са А, док В означава зид мање носивости. У примеру лаких преградних зидова оцењено је и варијантно решење са изолацијом од дрвених влакана (ВWF). Детаљи ових зидова дати су у Прилогу 1, а резултати оцењивања у облику табела у Прилогу 2, а у облику графикана на сликама 123–126.

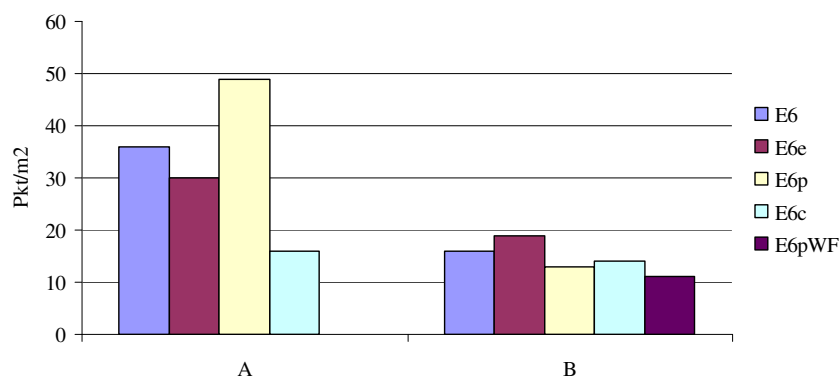


Слика 122. Преградни зидови Е6^В референтне зграде Т (Е6^В),
и варијаната Т_Е (Е6_Е^В), Т_Р (Е6_Р^В) и Т_С (Е6_С^В)

Поређење резултата оцењивања носивих зидова исказаних еколошким индикатором ОИЗ показује да најбоље карактеристике имају зидови изведени од CLT плоча, Е6_С, а најлошије зидови изведени у систему лаких преградних зидова,

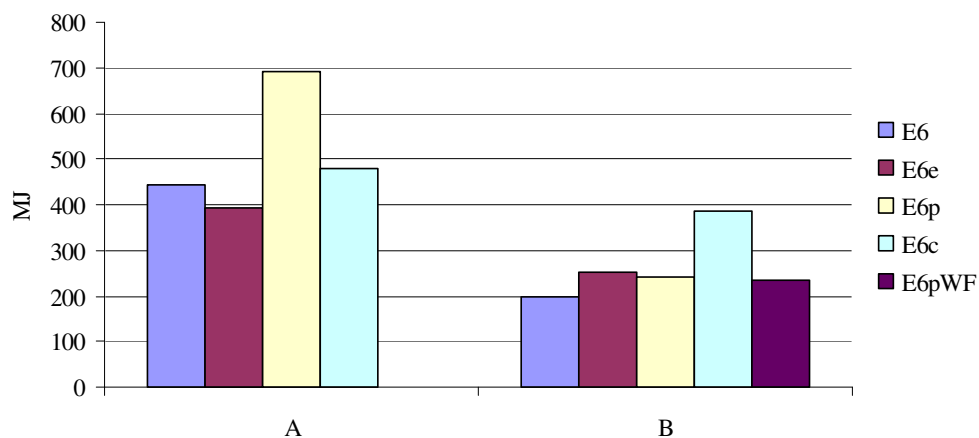
¹³⁶ Ytong – произвођачки назив блокова од лаког гас-бетона.

Е6_р. У систему неносивих преградних зидова најбоље оцене исказане еколошким индикатором ОIЗ имају зидови лаке панелне конструкције са изолацијом од дрвених влакана, Е6_р (Слика 123).

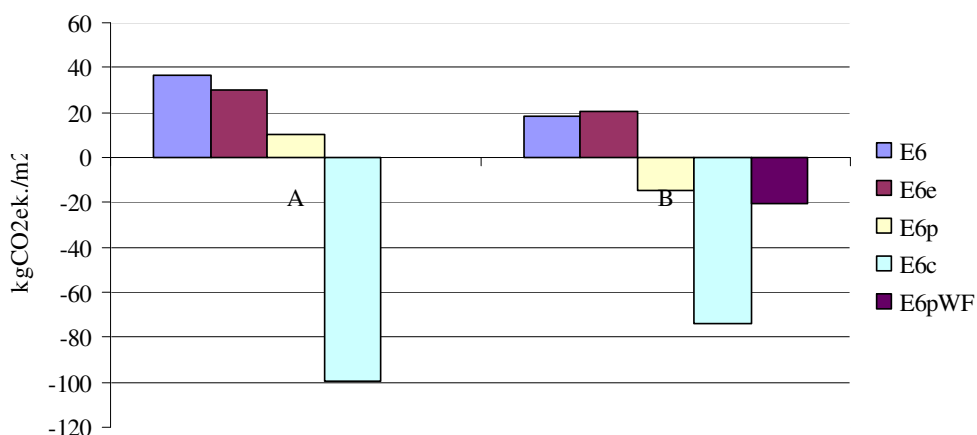


Слика 123. Приказ вредности еколошког индикатора ОIЗ за оцењене преградне зидове

Према вредностима еколошког индикатора потрошња енергије из необновљивих извора, у категорији носивих зидова најбоље су оцењени преградни зидови од лаког бетона, Е6_е, а у категорији неносивих, зидови од шупљих опекарских блокова, Е6 (Слика 124).



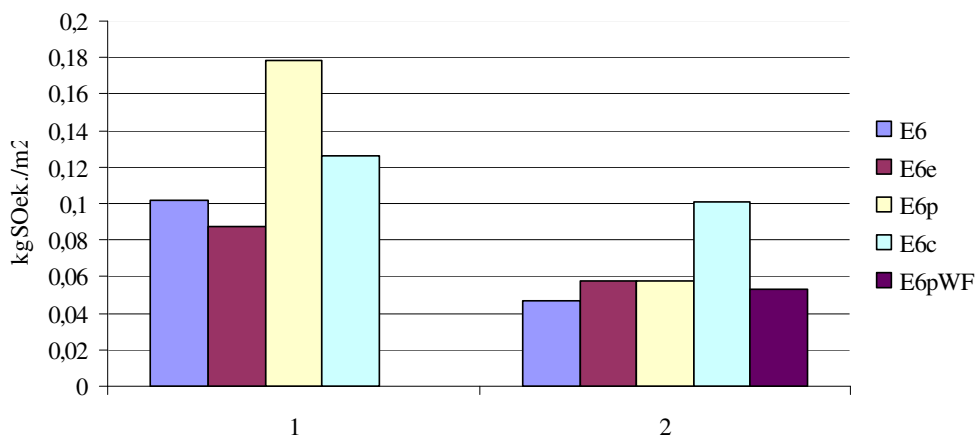
Слика 124. Приказ вредности еколошког индикатора потрошња енергије (PENTR) из необновљивих извора за оцењене преградне зидове



Слика 125. Приказ вредности еколошког индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP) за оцењене преградне зидове

Према вредностима индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP), најбоље су оцењени зидови изведени од CLT плоча, E6_c, обе варијанте – носиви и неносиви преградни зидови (Слика 125).

Према вредностима индикатора потенцијал закисељавања најбољи су, у категорији носивих, зидови изведени од лаког бетона, E6_e, а у категорији неносивих зидови од шупљих опекарских блокова, E6 (Слика 126).

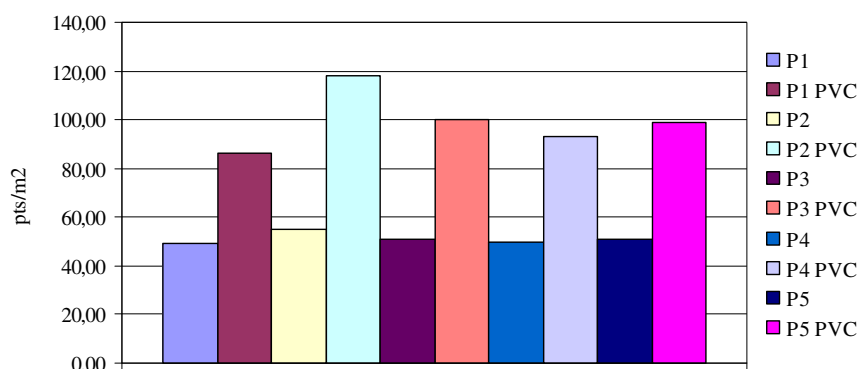


Слика 126. Приказ вредности еколошког индикатора потенцијал закисељавања (AP) за оцењене преградне зидове

6.1.7. Вредновање фасадне столарије – прозора (E7)

Предмет оцењивања је фасадна столарија – прозори са темоизолационим стаклима (4+16+4 mm), са варијантама оквира од дрвета и PVC-а. Референтна зграда је типични представник стамбених породичних зграда грађених од деведесетих година прошлог века до данас, и има прозоре са оквирима од дрвета. Међутим, пошто се последњих година проценат породичних зграда са оквирима од PVC-а значајно повећава, аутор је у процес оцењивања уврстио и ту врсту фасадне столарије. Димензије прозора који су оцењивањи преузете су из пројекта референтног типа, али су резултати и за друге димензије слични и донекле могу да варирају у зависности од величине отвора, као и односа површине оквира и стакла.

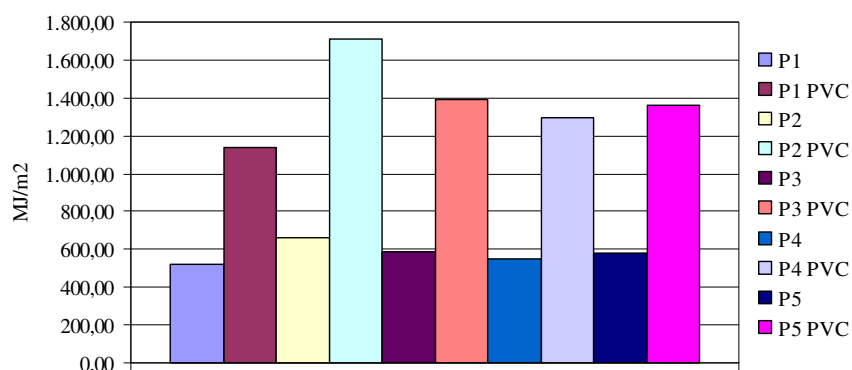
Резултати оцењивања показују да су вредновани прозори са дрвеним оквирима еколошки исправнији од прозора са PVC оквирима, ако се посматрају еколошке оцене помоћу индикатора OI3 (Слика 127).



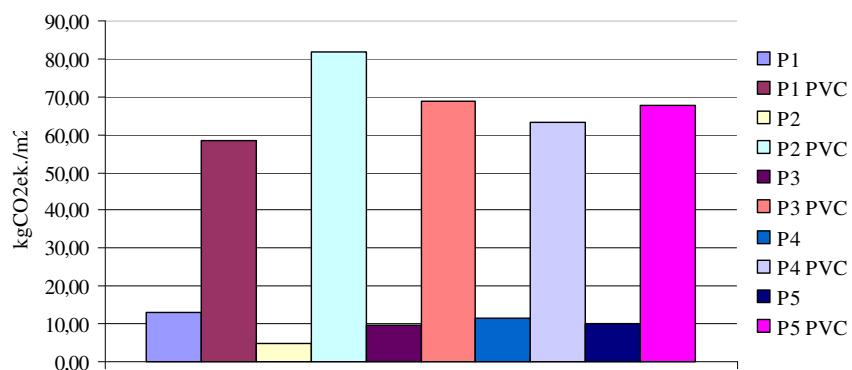
Слика 127. Вредности еколошког индикатора OI3 за прозоре са дрвеним и PVC оквирима

Највеће разлике у вредновању показују оцене у вредностима еколошког индикатора потенцијал глобалног загревања (Слика 129), нешто су мање у погледу потрошње енергије из необновљивих извора (Слика 128), а најмање, иако и даље значајне, у вредностима потенцијала закисељавања (Слика 130).

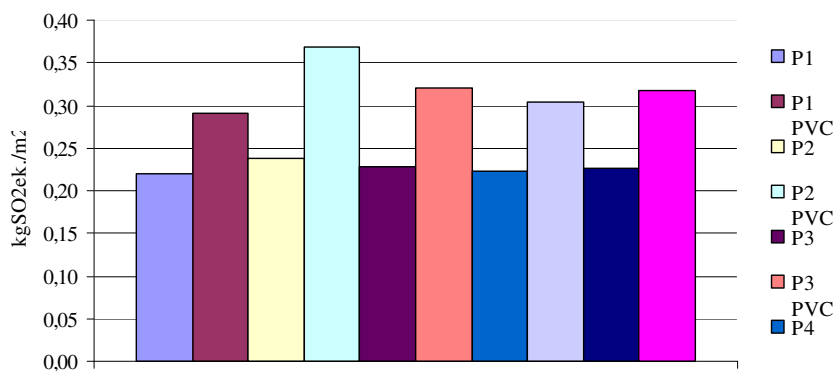
Вредновање је показало да су прозори са дрвеним оквирима еколошки много исправнији и да их треба примењивати као један од основних услова у еколошком грађењу.



Слика 128. Вредности еколошког индикатора потрошња енергије из необновљивих извора (PENTR) за оцењене прозоре са дрвеним и PVC оквирима



Слика 129. Вредности еколошког индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP) за оцењене прозоре са дрвеним и PVC оквирима



Слика 130. Вредности еколошког индикатора потенцијал закисељавања (AP) за оцењене прозоре са дрвеним и PVC оквирима

6.2. ВРЕДНОВАЊЕ РЕФЕРЕНТНИХ ТИПОВА ЗГРАДА

Након поступка вредновања различитих елемената структуре одабрани су елементи који су најбоље оцењени и они формирају структуру варијаната зграда T_e , T_p , T_c , а њихов преглед дат је у Табели 4. Детаљи са описима одабраних структура дати су у Прилогу 3. Тако формиране структуре биће предмет даљег поступка вредновања. Референтни тип T и његове варијанте T_e , T_p , T_c вредновани су у два обухвата структуре зграда:

- топлотни омотач зграде (у софтверу означен као фаза BG0);
- комплетна структура зграде, укључујући и темеље (у софтверу означена као фаза BG3).

Табела 21. Преглед одабраних елемената структуре за референтни тип и варијанте

Зграда	Елементи структуре						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
T	$E1^A, E1^B$	$E2^A$	$E3^A$	$E4^{A2}, E4^B$	$E5^{A2}, E5^B$	$E6^A$	$E7$ 1-7
T_e	$E1_E^D, E1_E^{BD}$	$E2^A$	$E3_E^A$	$E4^{A1}, E4^B$	$E5^{A1WF}, E5^B$	$E6_E^A$	$E7$ 1-7
T_p	$E1_p^E$	$E2_p^A$	$E3_p^B$	$E4_p^{A1WF}, E4_p^{BWF}$	$E5_p^{A1WF}, E5_p^{BWF}$	$E6_p^{BWF}$	$E7$ 1-7
T_c	$E1_c^D$	$E2_c^A$	$E3_c^B$	$E4_c^{A1WF}, E4_c^{BWF}$	$E5_p^{A1WF}, E5_p^{BWF}$	$E6_c^B$	$E7$ 1-7

Вредновање топлотног омотача зграда не укључује елементе унутрашње структуре зграде, као ни темељну конструкцију и тесно је повезано са оценама енергетских перформанси омотача зграде. Овом фазом животног циклуса зграде укључени су само утицаји на животну средину до изласка производа из фабрике, тј. „од колевке до капије“ (cradle to gate), а приказ је дат на Слици 95, у Поглављу 5.

Вредновање комплетне структуре зграде (BG3) укључује и утицаје који настају услед одржавања зграда (одржавање, поправке, замене и обнављање), уз утицаје који су рачунати и у фази BG0, а преглед обухвата дела животног циклуса приказан је на Слици 96, у Поглављу 5. Стандардни животни век је 100 година,

али су урађена и вредновања за периоде од 25, 50 и 75 година. Детаљни резултати прорачуна за референтну зграду Т и њене варијанте Т_е, Т_р и Т_с дати су у Прилогу број 4.

6.2.1. Вредновање топлотног омотача зграда

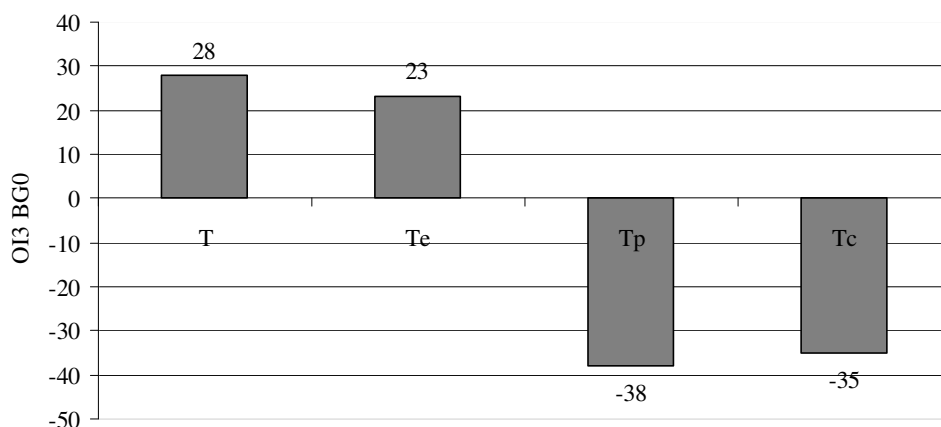
Поступком вредновања референтног типа Т и његових варијаната Т_е, Т_р и Т_с доказано је да се значајније унапређење еколошке исправности зграда може постићи само већом применом дрвета, и то у систему конструкције зграде. Мање промене у примени материјала, као што су у случају варијане Т_е,¹³⁷ могу допринети само незнатном смањењу еколошких утицаја.

Варијанте референтне зграде Т_р и Т_с, због веће количине дрвета која је примењена у структури зграде, имају негативне оцене утицаја који су исказани вредностима еколошког индикатора ОИЗ, првенствено због велике количине уграђеног СО₂ у елементима структуре. Негативне вредности значе повољнију еколошку оцену елемента пошто нема емисија СО₂, већ се он уграђује и тако се стварају тзв. понори. Преглед свих резултата вредновања дат је у Табели 22 и на сликама 131 до 134.

Табела 22. Резултати вредновања топлотног омотача оцењених зграда

ЗГРАДА	ОЦЕНА	ПЕНТР	GWP	AP
		МЈ	kgCO ₂ eq.	kgSO ₂ eq.
		по m ² референтне површине (ОИЗ)		
Т	28	1.417,56	108,893	0,35093
Т _е	23	1.437,97	66,051	0,35970
Т _р	-38	897,65	-106,256	0,25178
Т _с	-35	287,30	-141,840	0,28150

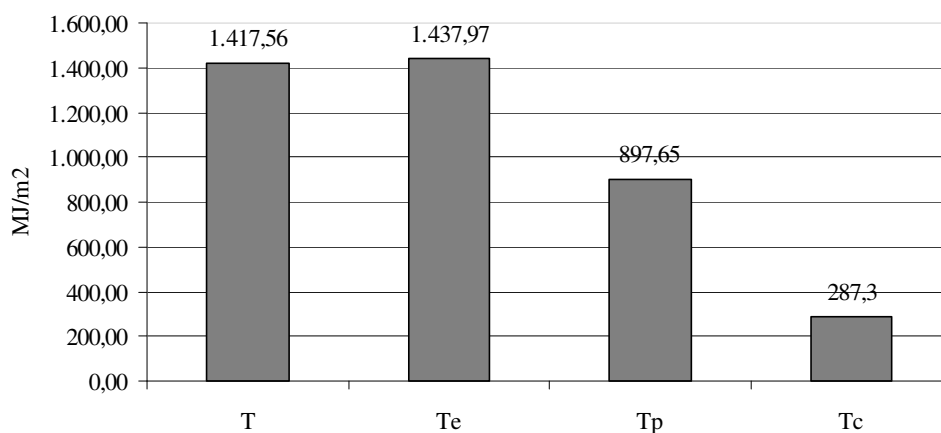
¹³⁷ Примена система проветраване фасаде са облогом од дрвета и обичних дрвених подова уместо паркета, као и топлотне изолације на бази дрвених влакана.



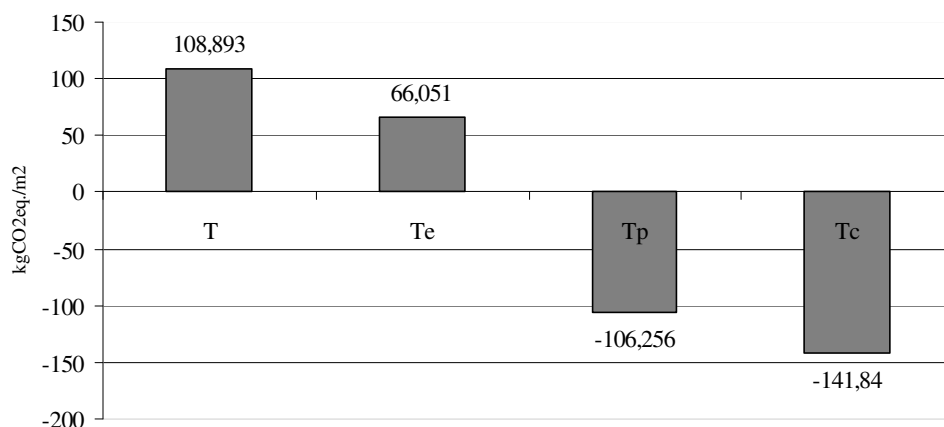
Слика 131. Вредности еколошког индикатора OI3 за оцењене зграде

Најбоље еколошке перформансе исказане индикатором потрошња енергије из необновљивих извора (PENTR) и потенцијалом глобалног загревања (GWP) има варијанта T_c са конструкцијом од CLT плоча, а само је нешто лошије оцењена варијанта T_p. Најлошије је оцењен референтни тип T (Слика 132 и 133).

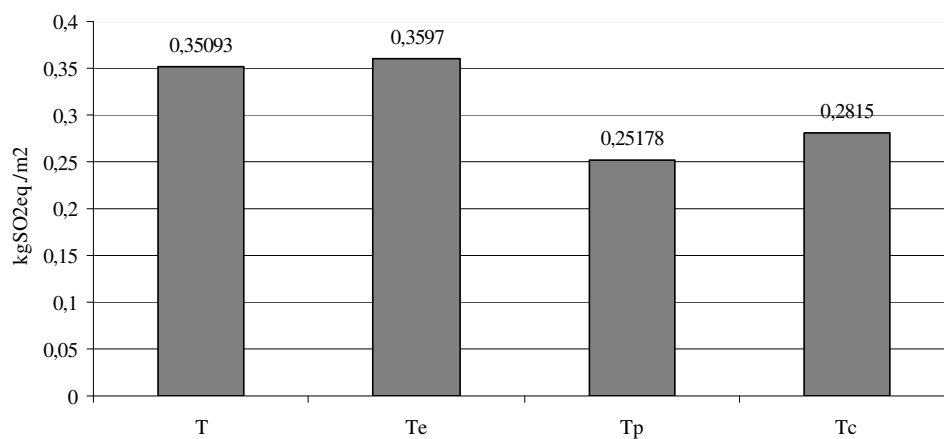
Вредности индикатора потенцијала закисељавања (AP), за разлику од вредности оцењених индикатором GWP, најбоље су за варијанту T_p, лаку панелну конструкцију, а најлошије за варијанту T_E (Слика 134).



Слика 132. Вредности индикатора потрошња енергије из необновљивих извора (PENTR) за оцењене зграде



Слика 133. Вредности индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP) за оцењене зграде



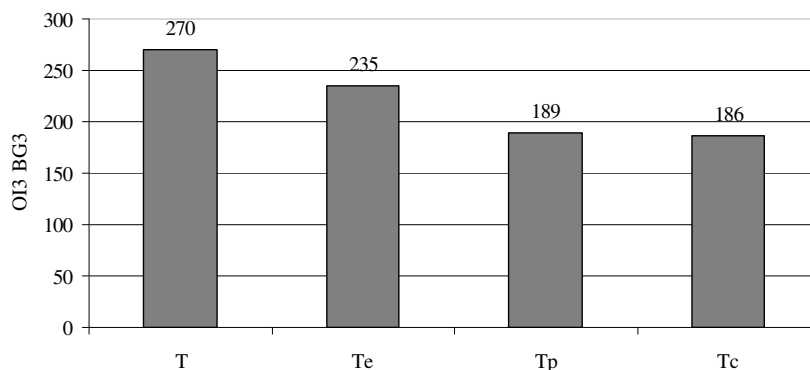
Слика 134. Вредности индикатора потенцијал закисељавања (AP) за оцењене зграде

6.2.1. Вредновање референтних зграда

Вредновање референтног типа Т и његових варијаната Т_Е, Т_Р, Т_С у којем су оцењени сви елементи структуре (фазат ВГ3) показује да најбоље еколошке карактеристике има варијанта Т_С, а само нешто мало лошије варијантна Т_Р. Најлошије резултате постигао је референтни тип зграде Т (Табела 23, Слика 135).

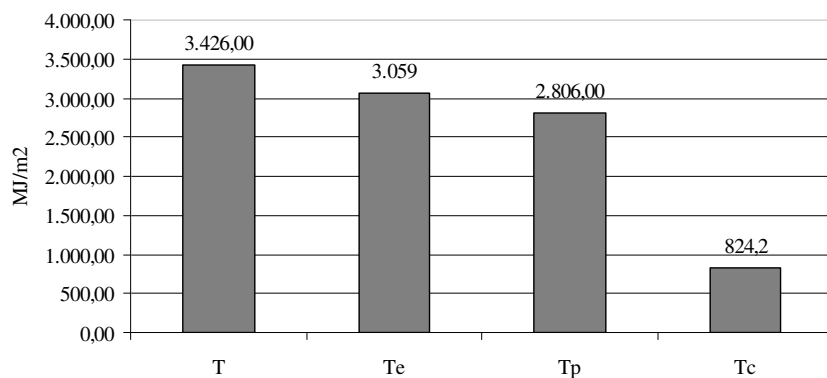
Табела 23. Резултати вредновања референтне зграде Т и варијаната T_e , T_p и T_c

ЗГРАДА	ОЦЕНА	PENTR	GWP	AP
		MJ	kgCO ₂ eq.	kgSO ₂ eq.
		по m ² референтне површине (ОИЗ)		
T	270	3.426,00	234,57	0,874
T _E	235	3.059,00	171,86	0,784
T _P	189	2.806,00	-23,88	0,745
T _C	186	824,20	-118,40	0,804

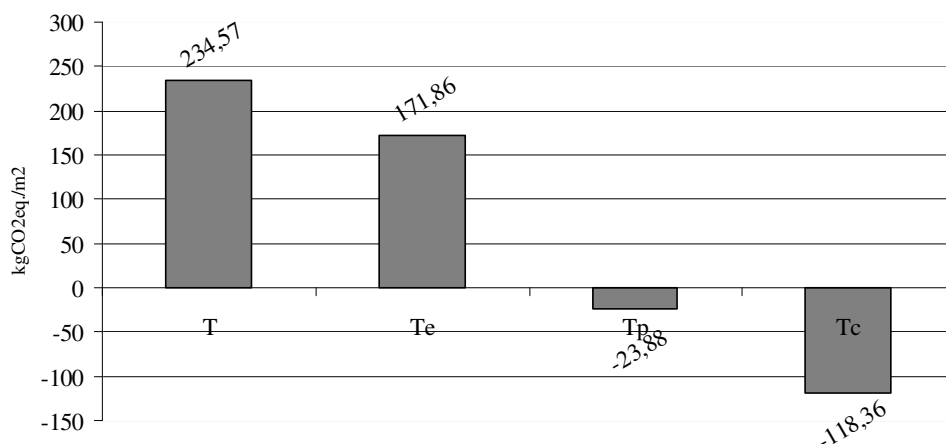


Слика 135. Вредности индикатора ОИЗ за фазу BG3 за референтне типове зграда

Вредности потрошене енергије из необновљивих извора (PENTR) показују да је потрошња енергије највећа у случају референтног типа Т, док најмању потрошњу енергије има варијанта Т_С (Слика 136). Најбоље оцене вредновањем помоћу индикатора глобалног загревања постигле су варијанте Т_С и Т_Р (Слика 137).



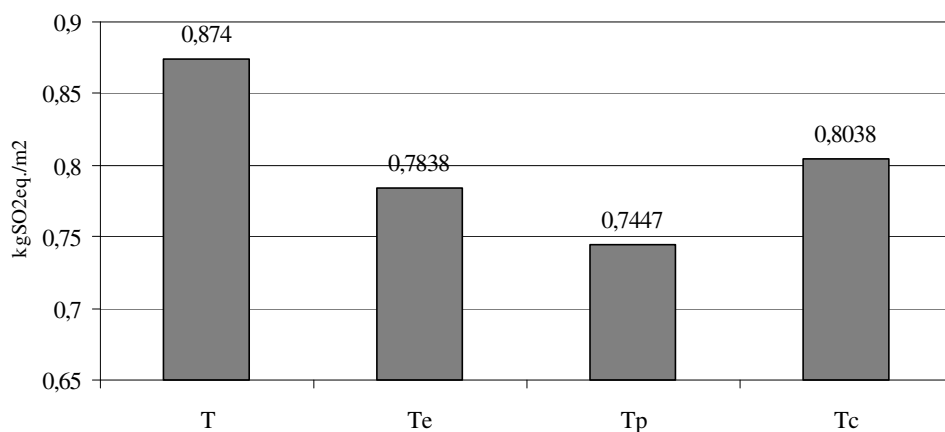
Слика 136. Вредности индикатора потрошње енергија из необновљивих извора енергије (PENTR) за оцењене зграде



Слика 137. Вредности индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP) за оцењене зграде

Негативне вредности индикатора потенцијал глобалног загревања забележене су у конструкцијама са већом применом дрвета, тј. варијантама Т_С и Т_Р, а резултат су заробљеног CO₂ у самој структури дрвета, приликом раста дрвета.

Референтни тип зграде Т најлошије је оцењен индикатором потенцијала закисељавања, док је варијанта Т_Р, од лаких панела, најбоље оцењена (Слика 138).



Слика 138. Вредности индикатора потенцијал закисељавања (AP) за оцењене зграде

6.3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

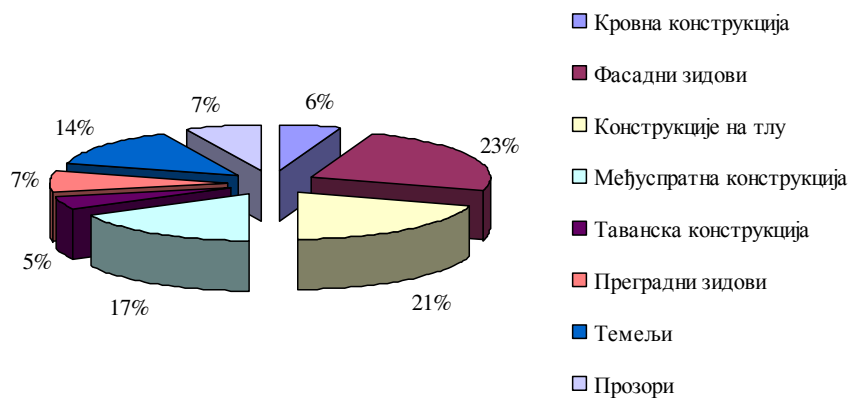
Процесом оцењивања референтног типа Т и његових варијаната Т_Е, Т_С и Т_Р доказано је да примена дрвета може да утиче на еколошке карактеристике зграда (слике 131–138). Резултати вредновања указују да варијанте Т_Р и Т_С имају сличне оцене, било да је реч о оцењивању кроз фазе обухвата ВG0 или ВG3.

У оцењивање еколошких перформанси референтних типова обухватом ВG3 улазе све структуре унутар зграде. Еколошке оцене појединачних елемената структуре и њихове површине одлучујући су елементи у процесу вредновања, од којих зависи укупна оцена еколошких перформанси зграде. Разумевање учешћа појединих елемената структуре зграде у укупној еколошкој оцени од изузетне је важности за процес еколошке оптимизације зграде.

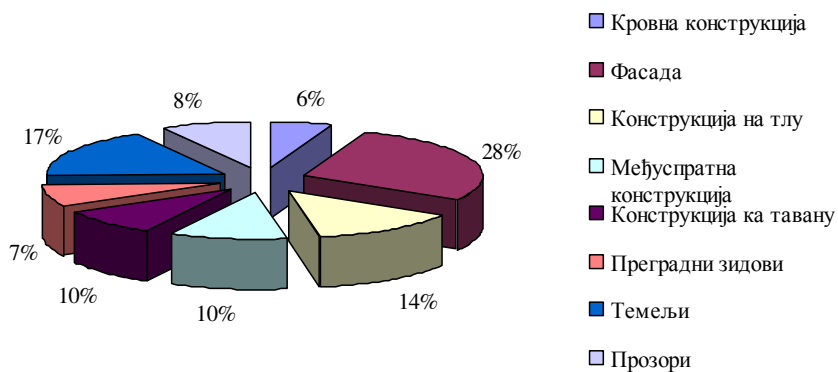
Анализе површина елемената структуре референтног типа¹³⁸ потврђују да је фасадна површина доминантна и чини 23% површина свих елемената структуре, на другом месту, са учешћем од 22%, јесте површина међуспратних конструкција (17% између приземља и спрата и 5% спрата и тавана), а најмање учешће има површина крова са 6% (Слика 139). За даља истраживања остаје да се проучи како примена материјала на зградама са различитим односима површина структуре (облика и спратности зграде, као и просторне организације стана) утиче на еколошке карактеристике.

Процењивати се може само топлотни омотач зграде (ВG0) или цела зграда, тј. сви елементи структуре (ВG3). Еколошка оцена у процесу оцењивања топлотног омотача зграде (ВG0) исказује се по јединици површине омотача, а у процесу оцењивања целе зграде (ВG3) у односу на корисну површину зграде. У оба случаја можемо вршити процене утицаја које поједини елементи структуре имају на укупну еколошку оцену. Утицај је различит и зависан од примене материјала и структура елемента у целини, као и његове површине. Резултати оцена за референтни тип Т и његове варијанте Т_Е, Т_Р и Т_С рачунати за фазу обухвата ВG3 дати су на сликама 139–142.

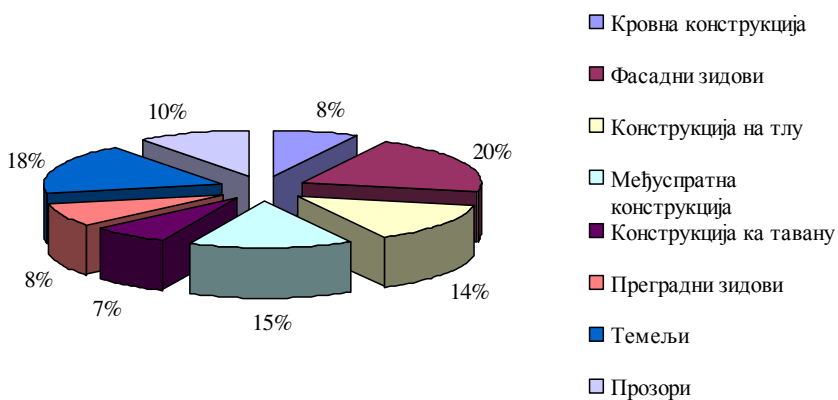
¹³⁸ Подаци о референтној згради дати су у Табели 20, као и на сликама 91, 92 и 93. у Поглављу 5.



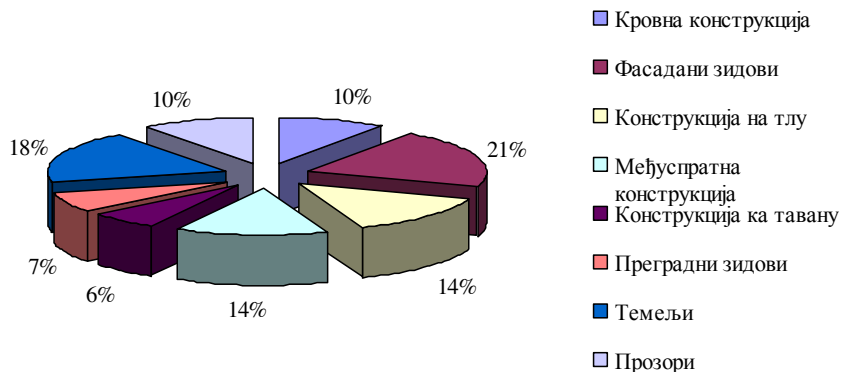
Слика 139. Учешиће елемената структуре у укупној оцени референтне зграде T за фазу BG3



Слика 140. Учешиће елемената структуре у укупној оцени зграде T_E за фазу BG3



Слика 141. Учешиће елемената структуре у укупној оцени зграде T_p за фазу BG3



Слика 142. Учешће елемената структуре у укупној оцени зграде T_C за фазу BG3

На основу резултата оцењивања уочава се да у укупној еколошкој оцени исказаној кроз вредност ОIЗ највеће учешће имају фасадни зидови – од 28% за варијанту T_E до 20% за варијанту T_P , конструкције на тлу – од 21% за варијанту T до 14% за варијанте T_E , T_P и T_C , а међуспратне конструкције – од 17% за референтни тип T до 10% за варијанту T_E . На основу свега можемо закључити да се оптимизацијом примене дрвета мењају и еколошке карактеристике, као и процентуално учешће појединих елемената структуре у укупној еколошкој оцени зграде.

Фасадни зидови зградâ, према претходним анализама, имају највећи утицај на оцену еколошких перформанси, те је због тога њихова оптимизација од изузетног значаја. Оптимизација је проведена избором фасадног система са најмањим утицајима на животну средину, а то је, према резултатима вредновања, систем проветраваних фасада са применом природног дрвета као фасадне облоге. Анализе примене фасадних плоча на бази композита, типа Fundermax, показале су да оне имају изузетно негативне утицаје на животну средину, те да овакве врсте фасадних облога треба избегавати. Негативне оцене композитних фасадних плоча резултат су потрошње већих количина енергије из необновљивих извора, што за последицу има негативне утицаје на животну средину.

Анализе појединачних елемената структуре указују на значај избора производа од дрвета чија примена резултује мањим еколошким утицајима. Што је

дрво у свом изворнијем облику, тј. мање прерађено, његове еколошке карактеристике су боље, а то је показало и вредновање конструкција на тлу и међуспратних конструкција са применом различитих врста дрвених подних облога. Резултати вредновања доказали су да се са једноставним мерама, тј. избором врсте подних облога, може постићи унапређење еколошке исправности елемената структуре, али и целе зграде. Исто је доказано и приликом вредновања кровне конструкције. Вредновање различитих система кровних конструкција показало је да примена ламелираних носача утиче на погоршање еколошких карактеристика кровова. Оптимизација структуре могућа је и применом топлотне изолације на бази дрвених влакана, било да је реч о проветраваном систему фасаде или систему контактне фасаде. Због нешто лошијих топлотно-изолационих способности, потребно је кориштење плоча већих дебљина, што некад може да представља проблем.

Примена топлотних изолационих плоча од дрвених влакана, као и осталих плоча на бази дрвета, које су анализирани, отварају питање еколошке исправности њихове примене у тренутку када се ове плоче не производе на територији Босне и Херцеговине. Међутим, њихова производња истовремено може бити и прилика за развој дрвопрерађивачког сектора кроз обнову некадашњих или отварање нових погона.

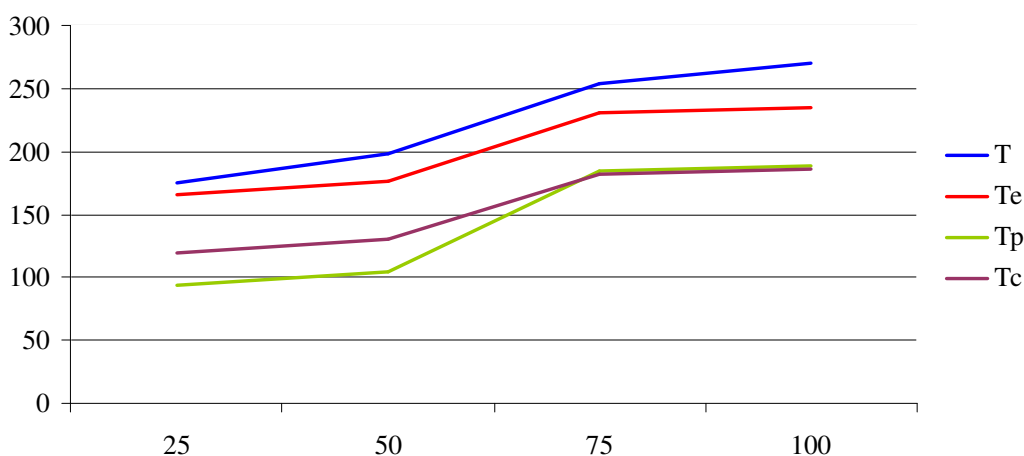
Оптимизација еколошких карактеристика зграда могућа је и промишљеним комбиновањем елемената структуре референтних типова када је то технички изводљиво. Примена лаких фасадних панела може значајно да допринесе укупној еколошкој исправности зграда, што може бити предмет даљих истраживања.

Истовремено, постављају се и питања примењивости одређених решења која су оцењивана и примењена на неким елементима структуре (зграде), као што су, нпр., конструкције лаких подова. Лаке подне конструкције до сада су врло ретко примењиване, а због повећања дебљина топлотних изолација услед нових прописа, потребно је тражити техничка решења која ће бити једноставна за извођење и примену.

Утицај прозора на целокупну еколошку оцену зграда није велик, али ни занемарљив. Оцењивање је јасно доказало постојање великих разлика у еколошким оценама прозора са оквиром од дрвета и PVC-а (слике 127–130).

Зграде су вредноване за временске периоде – за 25, 50, 75 и 100 година¹³⁹. На тај начин боље се могу анализирати утицаји које примена одређених материјала има на укупну оцену зграда, а која је зависна од трајности материјала и елемената структуре.

Посматрајући резултате, уочавамо да се после 100 година скоро изједначавају вредности еколошког индикатора ОИЗ за зграде Т_С и Т_Р, а да у вредностима за 25 и 50 година још увек постоје значајније разлике. У случају зграде референтног типа Т и варијанте Те ситуација је сасвим обрнута – разлике у оцени временом се повећавају и највеће су за период од 100 година. Разлике у оценама масивних и дрвених зграда, ако посматрамо референтну зграду Т и зграде Т_С и Т_Р, повећавају се кроз посматрани период од 100 година, што иде у прилог тврдњама да су дрвене зграде еколошки исправније (Слика 143).



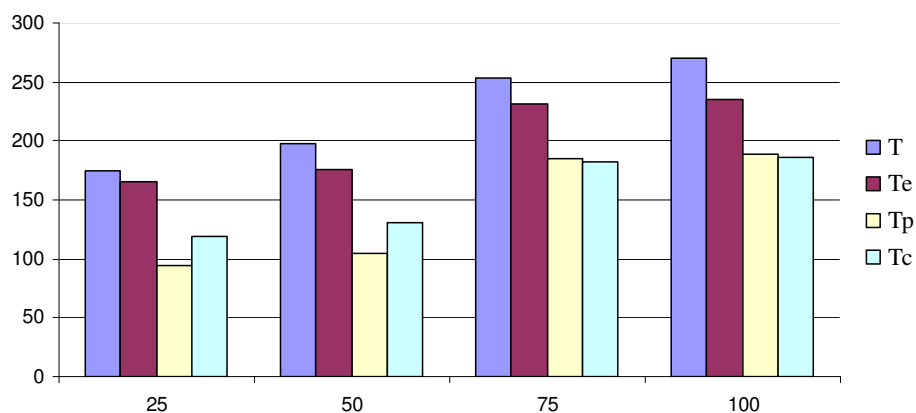
Слика 143. Оцене зграда исказане вредностима еколошког индикатора ОИЗ за периоде од 25, 50, 75 и 100 година

Скоро подједнак пораст вредности еколошке оцене имају Т и Т_С, као и Т_Е и Т_Р. Најинтензивније повећавање вредности еколошке оцене у периоду између 50 и 75 година има референтни тип зграде Т_С. Ове анализе показују да је приликом оцењивања зграде битно имати у виду и њен пројектован животни век. Зграде Т_С и Т_Р најбоље су оцењене еколошким индикатором ОИЗ за све временске периоде

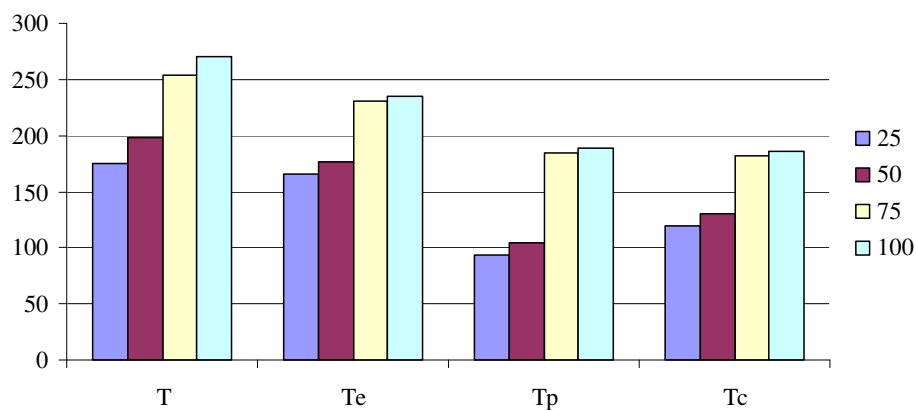
¹³⁹ Према EN 15804 период опсервације је 100 година.

оцењивања. Разлике у оценама ова два типа, забележена у почетном периоду, губе се већ после периода од 75 године (Слика 143).

За истраживање су значајни и резултати како се мењају појединачне оцене типова зграда у сваком од оцењиваних временских периода (Слика 144), као и промене оцена за сваки тип за различите временске периоде (Слика 145).



Слика 144. Вредности еколошког индикатора OI3 за периоде од 25, 50, 75 и 100 година за оцењене зграде T, Te, Tr, и Tc



Слика 145. Вредности еколошког индикатора OI3 за оцењене зграде T, Te, Tr, и Tc за периоде од 25, 50, 75 и 100 година

Оцењивање еколошких перформанси показује да најбоље еколошке карактеристике, у случају животног века зграде од 100 година, има зграда изграђена у систему масивне дрвене градње применом CLT плоча, Tc, а у случају животног века од 50 година зграда Tr је еколошки боље оцењена.

6.4. ПРЕПОРУКЕ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ИЗВОЂЕЊЕ

Пројектанти у Босни и Херцеговини се позитивно изјашњавају када је у питању примена дрвета и не постоје суштинске препреке за већу примену дрвета у њиховим пројектима. Међутим, и поред тога, дрво није нашло право место у њиховим пројектима. Недовољно познавање производа и система грађења дрветом, уз предрасуде инвеститора, најважнији су узроци недовољне примене дрвета у стамбеним зградама.¹⁴⁰

Како би се пројектантима на једноставан и лако примењив начин приближила градња дрвених зграда, требало би да струковна удружења или инжењерска комора у сарадњи са надлежним министарствима припреме Каталог еколошки напредних елемената структуре зграда. Пројектанти би могли да на једноставан начин одаберу елементе структуре чија примена гарантује постизање еколошке исправности зграда, са становишта примењених материјала. У Каталогу нашли би се сви еколошки напредни елементи структуре, посебно они са применом дрвета као грађевинског материјала. Сваки елемент структуре био би вреднован и оцењен те би њиховом применом били створени предуслови да цела зграда буде еколошки исправна са становишта њене материјализације. У Каталогу би, свакако, своје место требало да нађу производи са еко-ознаком, локалном или државе из које потичу, чију би примену требало препоручити.

Препоруке за пројектовање и извођење:

- породичне зграде пројектовати у систему лаке панелне градње или применом CLT плоча;
- кровне конструкције треба да буду распона који омогућавају примену грађе стандардних димензија, без примене лепљених ламелираних носача;
- пројектовати проветраване фасаде са облогом од дрвета, или као контактне са плочама од дрвених влакана као топлотном изолацијом;

¹⁴⁰ Резултати анкете проведене 2015. године у пет држава. Подаци су прикупљени у анкети проведеној путем интернета – online током лета 2015. године у пет држава: у Босни и Херцеговини, Србији, Хрватској, Словенији и у Аустрији. Анкетирано је 330 архитеката, који су одговарали на 14 питања, груписаних у неколико тематских целина: питања која се односе на систем школовања и стручно усавршавање по завршетку факултета, питања о њиховим ставовима према дрвету као грађевинском материјалу и питања о познавању производа који се могу наћи на тржишту државе.

- приликом пројектовања подова користити обичне дрвене подове, тј. бродски под, на подлози од естриха у приземљу, а на спратовима као лаке дрвене конструкције, са топлотном изолацијом од дрвених влакана;
- у пројектима искључиво применити столарију од дрвета, као једино еколошки исправно решење, примерено стамбеној архитектури;
- примењивати принципе еколошког грађења приликом пројектовања, а посебну пажњу усмерити на примењене материјале: примену локалних традиционално кориштених материјала, примену материјала из обновљивих извора, замену високоемисионих материјала нискоемисионим, као што је, нрп., дрво и производи од дрвета;
- приликом пројектовања енергетских обнова и санација стамбених зграда треба предвидети примену лаких панелних система, који се брзо и једноставно монтирају на фасадне зидове на лицу места, а еколошки су исправнији од система контактних фасада са изолацијом од EPS-а, који се уобичајено примењују;
- пројектовати и приликом извођења примењивати топлотно-изолационе плоче од дрвених влакана, као и производе од плуте;
- примењивати еколошки исправне производе од дрвета, а избегавати примену производа типа иверица и сл., у почетку на основу иностраних база података, а касније домаћих, које ће временом бити формиране;
- пројектовати/ примењивати производе од дрвета са мањом обрадом, као еколошки исправније, тј. уместо паркета – бродски под, уместо фасадних плоча на бази композита – дрвену облогу и сл.;
- преградне зидове пројектовати као лаке монтажне са дрвеном оквирном конструкцијом, који су еколошки исправнији, а уз то омогућавају и већу слободу у изменама просторне организације током целог животног века зграде;
- извођачи-произвођачи префабрикованих система грађења од дрвета треба да раде на еколошком унапређењу и сертификацији сопствених производа и система.

7. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Предмет истраживања су породичне зграде, као доминантан облик становања са учешћем од 97,46% у укупном фонду стамбених зграда у Босни и Херцеговини. Као референтна зграда изабрана је типична породична зграда из периода 1991–2014, и на основу њених карактеристика формиране су још три варијанте референтне зграде, које су биле предмет вредновања.

Циљ истраживања је испуњен јер је установљена једноставна методологија за оцењивање утицаја примене дрвета на еколошке карактеристике стамбених зграда. Методологијом је дефинисано да се прво оцењују појединачни елементи структуре стамбене зграде, затим се оцењује топлотни омотач зграде и, коначно, цела зграда. Да би зграда била еколошки исправна, неопходно је, пре свега, да елементи структуре зграде буду еколошки исправни. Нивои еколошке исправности могу да буду различито дефинисани и исказани у вредностима еколошког индикатора за поједине структуре зграде, за топлотни омотач зграде, као и за целу зграду. На тај начин могу се оцењивати само елементи структуре, независно од облика зграде, њене величине, спратности и сл., који могу да утичу на еколошку оцену целе зграде, а нису директно повезани са примењеним материјалима. Оцењивање се може применити на зграде које се пројектују, али и на постојеће зграде, када се жели истовремено унапређење енергетских и еколошких перформанси зграде. У том случају само се вреднује елемент структуре који се унапређује, или цео топлотни омотач зграде, ако се комплетно унапређује. Оцењивање је обављено применом софтвера *eco2soft*, којим су оцењивани елементи структуре, а затим топлотни омотач зграде и, на крају, цела зграда. У софтверу се налази база података о еколошким карактеристикама грађевинских материјала, као полазна основа за процес оцењивања елемената, а затим и зграда. Подаци у бази, као и цели процес оцењивања, базирани су на методологији LCA анализа. Основ за све анализе јесте фаза животног циклуса која се означава као фаза „од колевке до капије“ (*cradle to gate*), јер је то фаза у којој се најјасније уочава утицај материјализације зграде на њену еколошку исправност, тј. еколошку оцену. Ова фаза је основ за рачунање утицаја који су последица производње грађевинског материјала потребног за извођење топлотног

омотача зграде. У случају да се вреднује цела зграда укључује се и део фазе животног циклуса који се односи на кориштење: одржавање, поправке, замене и обнављање. Оцењивање се може вршити за животног век од 100 година, али и за краће периоде, што је и примењено у раду, те су урађене анализе за временске периоде од 25, 50 и 75 година.

Истраживањем су стечена следећа научна сазнања:

- У Босни и Херцеговини, као и у свету, не постоји јединствена методологија вредновања утицаја примене материјала на еколошку исправност зграда, већ се примењују бројни модели и софтвери, са резултатима који се не могу поредити. Многи од њих као основу за вредновање имају методологију LCA, али сви не укључују исте индикаторе у процес вредновања. Базе података које се примењују у прорачунима разликују се од државе до државе, што још више отежава могућност поређења резултата;
- У Босни и Херцеговини не вреднује се еколошка исправност зграда, а тек је у самом зачетку и процес енергетске сертификације зграда, који је добио законске основе у донесеној регулативи, али у пракси још није практично примењен;
- Приликом вредновања еколошке исправности зграда индикаторе који се примењују у процесу оцењивања треба свести на најважније који су повезани са применом материјала – потенцијал глобалног загревања и потенцијал закисељавања;
- Приликом поступка оцењивања зграда мора се посебно вредновати примена материјала са аспекта потрошње и порекла сировина за њихову производњу, тј. да ли потичу из обновљивих или необновљивих извора, као и могућност његове рециклаже, поновне употребе или кориштења у сврху производње енергије, који се појављује као отпад на крају животног циклуса зграде;
- Мора се посебно вредновати сваки производ који се примењује, јер није важна само количина употребљеног материјала већ и технологија његове производње;

- За укупно стање у животној средини од изузетног су значаја еколошке перформансе породичних стамбених зграда у Босни и Херцеговини, јер су оне доминантан тип становања;
- Породичне стамбене зграде које би биле грађене применом дрвене панелне градње или CLT плоча имају знатно боље еколошке карактеристике од кућа које се тренутно граде у Босни и Херцеговини, применом масивне градње од армираног бетона и опекарских блокова;
- Могуће је значајно допринети ублажавању климатских промена кориштењем дрвета као грађевинског материјала у извођењу носивих делова структуре зграда, због значајних количина уграђеног CO₂ у његову структуру, уз истовремено смањивање штетних емисија заменом висококарбонских материјала, као што су цемент и челик (конструкције од армираног бетона), производима од дрвета;
- Пренос савремених технологија грађења и производа као што су CLT плоче из европских држава може да допринесе грађењу еколошки исправнијих зграда. Ове плоче својим карактеристикама омогућавају извођење и зграда већих висина, што значи да се оне могу користити не само за грађење породичних зграда већ и зграда намењених колективном становању;
- Приликом енергетске обнове зграда еколошки је исправније примењивати лаке дрвене панеле при енергетским санацијама него контактне фасаде са топлотном изолацијом од EPS-а, какве се изводе на типичним зградама у Босни и Херцеговини;
- У процесу вредновања еколошких перформанси треба примењивати, пре свега, моделе и алате који квантитативно вреднују еколошке утицаје или их комбиновати са моделима на принципу квалитативног оцењивања.

Радам је доказана општа хипотеза да је оптимизацијом примене дрвета у грађевинској структури стамбених зграда могуће унапредити одрживе перформансе стамбене архитектуре и смањити негативне утицаје животну средину и кориснике. Истраживањем је утврђено да је једино применом дрвета, као основног материјала елемената структуре зграде, могуће значајније

унапређење еколошких карактеристика зграда. Дрво повољно утиче на смањивање количине CO₂ у атмосфери, јер се приликом раста у његову структуру он уграђује и остаје све док се дрво, тј. производ од дрвета, користи. Дрво представља и обновљиви ресурс, те се његовом применом штеде необновљиви ресурси. Дрво је у Босни и Херцеговини локални материјал, па његовом применом можемо да смањимо емисије произашле из горива утрошеног у превозу грађевинских материјала из удаљених производних погона.

Дрво је материјал са вишевековном традицијом примене у изградњи здравих породичних кућа, тј. еколошких кућа, још од времена када су традиционалне куће брвнаре биле једини тип објеката за становање. Савремена еколошка кућа од дрвета представља само наставак вишевековне традиције. Уколико се у обради и прављењу производа од дрвета не примењују материје штетне по здравље људи, дрво је одлично и са аспекта здравља корисника, а не само са аспекта утицаја на животну средину (исцрпљивање сировина, потрошња енергије из необновљивих извора и са њом повезане емисије штетних гасова, воде и сл.). Правилан избор производа од дрвета води ка еколошки исправним зградама од дрвета.

Радам су доказане и посебне хипотезе, постављене на почетку истраживања. Истраживањем је доказано да је применом дрвета у архитектури могуће градити зграде које имају минималну потрошњу енергије током експлоатације, али и смањити потрошњу енергије потребну за производњу грађевинског материјала који се користи за њихово грађење. У погледу енергетских карактеристика доказано је да варијанте референтног типа могу да задовоље савремене стандарде грађења. За даља истраживања остаје проучавање односа између еколошке оцене зграда и енергетских стандарда грађења у примерима дрвене градње. Повећаним слојевима топлотне изолације погоршавају се еколошке оцене у почетним фазама животног циклуса зграда (производња грађевинског материјала и грађење), али се смањују са редукцијом оперативне енергије током фазе кориштења зграде. Међутим, ако имамо у виду да се у Босни и Херцеговини као основни енергент за грејање зграда користи биомаса (појединачне пећи на дрва, и котлови на пелет) у која нема штетних емисија, јасно је да је значај грађевинских материјала на животну средину изузетно велик. Дрво је материјал са негативним вредностима

емисија CO₂, те, као такво, постаје приоритетни материјал за еколошко грађење и треба да нађе право место у архитектури Босне и Херцеговине.

Прерада дрвета и производња грађевинских елемената од дрвета немају великог утицаја на животну средину, јер су нискоинтензивни, тј. троше се мање количине енергије из необновљивих извора, за разлику од армираног бетона, за чију се припрему користе два високоугљенички интензивна материјала – цемент и челик. Такође, примена дрвета као грађевинског материјала омогућава да се на крају животног века производи поново користе, процесом рециклаже прераде у неки други производ од дрвета или претворе у енергију, процесом пиролизе или обичним горењем.

Истраживањем је доказано да вредновање утицаја примене дрвета на еколошку исправност стамбених зграда може да допринесе повећању обима и начина примене дрвета на простору Босне и Херцеговине, што иде у прилог адекватном располагању шумским богатством и унапређењу економског развоја земље. Постојећи потенцијал у шумском богатству и дуга традиција прераде и примене дрвета у грађењу породичних зграда у Босни и Херцеговини нису адекватно искориштени као шанса за економски развој државе, посебно регија које су богате шумом, а економски неразвијене. Интензивније грађење породичних кућа применом дрвета може да буде одличан покретач економског развоја и отварање нових радних места и производних погона, чији би производи били пласирани у Босни и Херцеговини, али и у иностранству. Пример одличне политике која развој дрвопрерађивачког сектора третира као развојну шансу може се пронаћи у Аустрији и искористити за креирање модела примереног ситуацији у Босни и Херцеговини.

Потребно је тражити решења у развоју законске регулативе на пољу заштите животне средине, а у области архитектуре у следећим правцима:

- Израда процене утицаја на животну средину треба да буде проширена на све грађевинске објекте, што значи и стамбене али и друге врсте зграда, са посебном оценом примене материјала и њиховог утицаја на животну средину (исцрпљивање необновљивих ресурса, потрошња енергије из необновљивих извора, воде и сл.);

- Увођење еколошког сертификовања зграда, које би било обавезно за све пројекте који су финансирани или суфинансирани од стране јавног сектора, у почетној фази, а касније и за све остале зграде;
- Обавезно означавање свих грађевинских производа из Босне и Херцеговине еко-ознаком, која је сада необавезна и не примењује се у пракси;
- Увођење система подстицаја еколошком грађењу, посебно примени производа од дрвета, путем различитих законских и финансијских механизма;
- Примена пројектантских приципа у погледу пројектовања еколошки исправне архитектуре, што пре свега значи примену дрвета као еколошког, локално доступног материјала, уз вођење рачуна о искуствима других држава;
- Израда Каталога препоручених елемената структуре зграда, који би омогућио пројектантима да без процеса вредновања зграда пројектују еколошки исправне зграде;
- Увођење обавезне перманентне едукације пројектаната, са акцентом на стицању знања о еколошком грађењу.

За даља истраживања остају теме:

- Корелација примене пасивних стандарда грађења и еколошке оцене зграда од дрвета;
- Односи између просторних карактеристика зграда (облик зграде, спратност, просторна организација и др.) и њихове еколошке исправности – примењени на зградама од дрвета;
- Примена лаких префабрикованих дрвених панела у пројектима енергетских санација стамбених зграда у Босни и Херцеговини са становишта одрживости у пуном значењу термина – еколошке, економске и социјалне;
- Примена дрвета у стамбеној архитектури са аспекта економске одрживости, тј. проучавања како већи број зграда изграђених у дрвету може да утиче на отварање нових радних места у постојећим или новим производним капацитетима.

ЛИТЕРАТУРА

КЊИГЕ, НАУЧНИ РАДОВИ, МОНОГРАФИЈЕ И ПРИРУЧНИЦИ

1. Anik, D., Voonostra, Ch., Mak, J. (1996) *Handbook of sustainable Building*. London: James&James
2. Арнаутовић Аксић, Д. (2009) *Архитектура цркава брвнара Бањалучке епархије*. Бањалука: Ингра инжењеринг
3. Арнаутовић Аксић, Д. (2007) Примена дрвета у савременим системима грађења у циљу рационализације потрошње енергије у развоју градова. *Међународни научни скуп Одрживи просторни развој градова, Тематски зборник радова, део 3*, pp. 162–180. Београд: ИАУС
4. Kaufmann, H., Nedinger, W. (2011) *Bauen mit Holz. Wege ind die Zukunft*. München–London–New York: Prestel
5. Blengini, G.A., Di carlo, T. (2010) The changing role of life cycle phases, subsystems and materials in the LCA of low energy buildings. *Energy and buildings*, 42, pp. 869–880.
6. Bokalders, V., Block, M. (2010) *The Whole Building Handbook*. London: Earthscan.
7. Бошковић, Ђ. (1976) *Архитектура Срењег века*. Београд: Научна књига
8. *BREEAM New Construction, Non-Domestic Buildings*. Technical Manual, <http://breeam.org/BREEAM2011SchemeDocument> , 12.11.2011.
9. *BREEAM Communities, SD5065B*. Tecnical Guidance Manual, August 2009.
10. *Code for Sustainable Homes*, Technical Guide, London November 2010, <http://breeam.org>, 12.11.2011.
11. Бугарски, А. (1971) Дашчани кровови у Босни. *Гласник Земаљског музеја у БиХ*. Свеска 26. (1976), pp. 230–245. Сарајево: Земаљски музеј у БиХ
12. Бугарски, А. (2008) *Старобосанка сеоска кућа са чардаком у поткровљу*. Сарајево: Арт 7
13. Börjesson P., Gustavsson L. (2000) Greenhouse gas balances in building construction: Wood versus concrete from life-cycle and forest land-use perspectives, *Energy Policy*, Vol. 28, Issue 9, 31, pp. 575-588.

14. Везилић, Н., Сењак, И., Штулхофер, А. (2014) Одрживост постојеће стамбене изградње и могућност процјене. *Простор*, 1 (47) 22, pp. 122-133.
15. Вуксановић, Д. (1998) *Традиционална архитектура Црне Горе и биоклиматизам*. Београд: Задужбина Андрејевић
16. Грабријан, Д. (1973) *Развојни пут наше савремене куће*. Београд: Грађевинска књига
17. Грабријан, Д., Најдхарт, Ј. (1973) *Архитектура Босне и Херцеговине и пут у савремено*. Сарајево: Веселин Маслеша
18. Gonzalo R, Habermann J.K. (2006) *Energy-efficient architecture, Basic for planning and construction*. Basel-Boston-Berlin, Munich: Birkhäuser
19. Gustavsson L, Sathre R. (2006) Variability in energy and carbon dioxide balances of wood and concrete building materials, *Building and Environment*, Volume 41, Issue 7, pp. 940–951.
20. Gustavsson L, Joelsson A, Sathre R. (2010) Life cycle primary energy use and carbon emission of an eight-storey wood-framed apartment building, *Energy and Buildings*, Volume 42, Issue 2, pp. 230–242.
21. Gustavsson L., Joelsson, A. (2010), Life cycle primary energy analysis of residential buildings, *Energy and Buildings*, Vol. 42, Issue 2, pp. 210–220.
22. Данијелс, К. (2009) *Технологија еколошког грађења, Основе и мере, Примери и идеје*, Београд: Јасен
23. Дероко, А. (1974) *Народна архитектура I, II*. Београд: Научна књига
24. Dadoo A, Gustavsson L, Sathre R. (2009) Carbon implications of end-of-life management of building materials, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 53, Issue 5, pp. 276–286.
25. DGNB German Sustainable Building Council (2011): *Excellence Defined. Sustainable building with a system approach*, Stuttgart: DGNB
26. European Commission Joint Research Centre-JRC Institut for Environment and Sustainability, Ispra (2010) *ILCD handbook, general guide for Life Cycle Assessment – Detailed guidance*. <http://www.jrc.europa.eu>, 23.4.2013.
27. European Construction Technology Platform (2005), *MATERIALS, Vision 2030 & Strategic Research Agenda, Focus Area Materials, Version 1*, <http://www.ectp.org>, 20.1.2013.

28. Zabalza Bribian, I., Valero Capilla, A., Aranda Uson, A. (2011) Life cycle assesment of building materials. Comparative analysis of energy and environment impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement. *Building and environment* 46, pp. 1133–1140.
29. Zbašnik Sengačnik, M.(2007) *Pasivna hiša*, Ljubljana: Fakulteta za arhitekturo
30. International Initiative for Sustainable Built Environmetn IISBE (2004) *Energy-Related Environmental Impact of Buildings, Annex 31, / IEA*, Otava, <http://www.iisbe.org>, 20.2.2013.
31. IBO (2011) *OI3-Indikator. IBO–Guidelines to calculating the OI3 indicator for buildings*, <http://ibo.at>, 20.3.2014.
32. Иличић, Л. (2011) Перспективе развоја дрвне индустрије у Босни и Херцеговини и њен утицај на укупну вањскотрговинску биланцу. *Транзиција број 28. Тузла–Траник–Загреб–Београд–Букурешт*: Економски институт Тузла
33. Jensen, A, et al. (2007) *Life Cycle assessment. A Guide to approaches, experiences and information sources*. European Environmental Agency. <http://issue/20report/20No/206%20.pdf>, 3.12.2015.
34. Лиречек, К. (1952) *Историја Срба I-II*. Београд: Научна књига
35. Јовановић Поповић, М. и др. (2013) *Национална типологија стамбених зграда Србије*. Београд: Архитектонски факултет и GIZ
36. Јовановић Поповић, М., и др. (2013) *Атлас вишепородичних зграда Србије*. Београд: Архитектонски факултет и GIZ
37. Јовановић Поповић, М. и др. (2012) *Атлас породичних кућа Србије*. Београд: Архитектонски факултет и GIZ
38. Јовановић Поповић, М., и др. (2003) *Анализа структуре грађевинског фонда*. Београд: Архитектонски факултет
39. Јукић, И.Ф. (1973) *Сабрана дјела*. Сарајево: Свјетлост
40. Kawazu, Y., Shimada, N., Yookoo, N., Ока, Т.: Comparison of the assessment result of BREEAM, LEES, GBTOOL and CASBEE, *The 2005 World Sustainable Building Conference*, Tokyo 2005., <http://www.sb05.com>
41. Кадић, М. (1967) *Старинска сеоска кућа у Босни и Херцеговини*. Сарајево: Веселин Маслеша

42. Kaufmann B, Feist W, John M, Nagel M.: Das Passivhaus – Energie-Effizientes-Bauen. *Informationsdienst Holz, München, 2002.*, [http:// www.infoholz.de](http://www.infoholz.de), 12.5.2014.
43. Kaufmann, H.,Nerdinger,W. (2011) *Buen mit Holz. Wege in die Zukunft.* München–London–New York: Prestel
44. Kitek Kuzman, M., Hrovatin., J. (2007) Raziskava stališč o leseni gradnji v Sloveniji v letu 2006. *Zbornik gozdarsva in lesarstva 82 (2007)*, pp. 63–70.
45. Kitek Kuzman, M.,Kušar, J., Hrovatin, J. (2007) Smernice in potencial lesene gradnje v Sloveniji, *AR, 1*, pp. 33–38.
46. Kitek-Kuzman M. (2010) Drvo kao građevni material budućnosti. *Građevinar, 62*, pp. 313–318.
47. Kitek Kuzman, M. (2010) *Les v sodobni slovenski arhitekturi: 2000–2010.* Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: Fakulteta za arhitekturo
48. Kitek Kuzman, M.,Vratuša, S. (2011) Energijsko varčna lesena gradnja v Sloveniji. *AR, 1*, pp. 29–34.
49. Kitek Kuzman, M., Hrovatin, J., Grošelj, P. (2011) usporedba različitih tipova konstrukcija stambenih zgrada. *Građevinar, 63(9/10)*, pp. 869–874.
50. Kitek Kuzman, M. (2012) *Lesene konstrukcije v stanovanjski in javni gradnji/ Slovenija.* Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
51. Kitek Kuzman, M. at el. (2009) *Gradnja z lesom.* Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
52. Kitek Kuzman, M. (2012) Analiza uporabe drvnih proizvoda u Sloveniji i Hrvatskoj. *Drvna industrija 63 (2).* pp. 71–79.
53. Kitek Kuzman, M., Kušar, J. (2004) Gradnja iz masivnega lesa. *Arhitektura, 1/2004*, pp. 74–77.
54. Klarić, S. (2015) *Održivo stanovanje: drvo, ovčija vuna i slama: izazovi i potencijali tradicionalnih prirodnih materijala.* Sarajevo: International Burch University
55. Knudstrup, M., Hansen, H., Brungsgaard (2009) Approaches to the design of sustainable housing with low CO₂ emission, *Renewable Energy, 34*, pp.2007–2015.
56. Косорић., С.(2008) *Еколошка кућа.* Београд: Грађевинска књига

57. Косановић, С.(2009) *Еколошки исправне зграде, Увод у планирање и пројектовање*. Београд: Задужбина Андрејевић
58. Krzović, Ibrahim (1987) *Arhitektura BiH 1878–1918*. Сарајево: UGBiH
59. Крзовић, И. (2004) *Архитектура сецесије у Босни и Херцеговини*. Сарајево: Сарајево Publishing
60. Кујунџић, В. (2014) *Дрвене конструкције у мојој архитектонској пракси*. Београд: ЛКВ центар, Архитектонски факултет, ИАС
61. Kuklik, P. et al. (2008) *Handbook 1 – Timber structures*. Online: Leonardo da Vinci Pilot Project, http://fast10.vsb.cz/temtis/documents/handbook1_final.pdf, 10.9.2015.
62. Курто, Н. (1998) *Архитектура Босне и Херцеговине: развој босанског стила*. Сарајево: Веселин Маслеша
63. Курпешкић, Б. (2001) *Путовање кроз Босну, Србију, Бугарску и Румелију 1530*. Београд: Чигоја
64. Lippke, В, Wilson, J. Perez-Garcia, J. Bowyer, J., Mei J. (2004) CORRIM: Life–Cycle Environmental Performance of Renewable Building Materials, *Journal forest products*, Vol.54, No 6, http://www.corrim.org/pubs/articles/2004/FPJ_Sept.2004, 12.5.2014.
65. Lips Ambs, F.J. (1999) *Holzbau heute*. Leinfelden: DRW-Verlangen
66. Максим, М. et al (2011) *Одрживи развој туризма у Европској унији и Србији*. Београд: ИАУС
67. Macqueen D, Mazers J, Reid H.(2004) *Colud wood combat climate change? And colud this help sustainable development?* , International Institute for environment and development London, <http://www.iied.org>, 12.05.2013.
68. Metz, В. et al. (2007) *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press
69. *Methodology Development towards a Label for Environmental, Social and Economic buildings, Sustainability assessment of buildings. Issue, scope and structure*, November 2006. <http://www.usgbc.org>
70. Мерингер, Р. (1889) Пучка кућа у Босни и Херцеговини, *Гласник Земаљског музеја БиХ 11*, 187–235, Сарајево: Земаљски музеј БиХ

71. Момировић, П. (1953) Две дрвене цркве у Босанској Крајини. *Наше старине I*, Годишњак Завода за заштиту споменика културе СР Босне и Херцеговине (1953), 151–162. Сарајево: Земаљски завод за заштиту споменика културе и природних ријеткости Н.Р. Босне и Херцеговине
72. Monahan, J., Powell, J.C. An embodied carbon and energy analysis of modern methods of construction in housing: A case study using a lifecycle assessment framework. *Energy and Buildings*, 43, pp. 179–188
73. Павловић, Д. (1962) Цркве брвнаре у Србији. *Саопштења*. Београд: Републички завод за заштиту споменика културе
74. Павловић, Д., и др. (1987) *Народно градитељство на Балкану*. Београд: Просвета
75. Пашић, А. (2010) *Архитектура Босне и Херцеговине 1918-1992*. Сарајево: Архитектонски факултет Сарајево, <https://www.scribd.com/doc/31536848/Arhitektura-BH-1878-1918>
76. Perez-Garcia J, Lippke B, Briggs D, B. Wilson J, Bowyer J, Meil J. (2006) The environmental performance of renewable buildings materials in the context of residential construction, *Wood and fiber science 37, Corrim special issue 2005*, 3–17, by the society of wood science and technology, <http://www.corrim.org/pubs/reports/2005/swst/3.pdf>, 20.12.2013.
77. Petersen K. A, Solberg B. (2002) Greenhouse gas emissions, life-cycle inventory and cost-efficiency of using laminated wood instead of steel construction.: Case: beams at Gardermoen airport, *Environmental Science & Policy*, Vol. 5, Issue 2, pp. 169–182.
78. Peulić, Đ. (1983) *Konstruktivni elementi zgrada, I, II*. Zagreb: Tehnička knjiga
79. Practical Recommendation for Sustainable Construction – (PRESCO), <http://etn-presco.net>
80. Pollak M. (2008) *Der Beitrag holz zum klimaschutz/ How wood helps to protect our climate*. Graz: ProHolz
81. Prins K, Hetsch S, Hirsch F, Michalak R, Pepke E, Steierter F.: *Forest, wood and climate change: Challenges and opportunities in the UNECE region*, <http://www.unece.org>, 23.4.2014.

82. Радивојевић, А. (2004) *Конструкције и технике грађења античког Рима*. Београд: Орион
83. Пуцар, М. (2006) *Биоклиматска архитектура, застакљени простори и пасивни соларни системи*. Београд: ИАУС
84. Пуцар М, Пајевић М, Јовановић-Поповић М. (2004) *Биоклиматско планирање и пројектовање, Урбанистички параметри*. Београд: Завет.
85. Reid H, Hoq S, Inkinen A, Macgregor J, Macqueen D, Mayers J, Murray L, Tipper R. (2004) *Using wood products to mitigate climate change: a review of evidence and key issues for sustainable development*. London: International institute for environment and development.
http://fao.org/fileadmin/user_upload/rome2007/docs/Using_wood_products_to_mitigate_climate_change.pdf, 25.6.2013.
86. Реџић, Х. (1974) *Развој архитектуре - Стари вијек*. Сарајево: Свјетлост
87. Roaf S, Crichton D, Fergus, N. (2005) *Adapting Buildings and Cities for Climate Change, A 21st century survival guide*. Burlington: Elsevier/ Architectural Press
88. Rodriguez Lopez, F., Fernandez Sanchez, G. (2009) Sustainability in construction projects. Analysis of a building with two sustainability assessment tools. *Selected Proceedings from the 13th International Congress on Project Engineering*. Badajoz
89. Ortiz O, Bonnet C, Bruno C. J, Castells F. (2009) Sustainability based on LCM of residential dwellings: A case study in Catalonia, Spain, *Building and Environment*, Volume 44, Issue 3, pp. 584–594.
90. Салиховић, Х. (2010) *Архитектура. Стваралачка синтеза традиционално–савремено*. Сарајево: Архитектонски факултет
91. Schickhofer, G. et al., (2009) *Grede i proizvodi od drva. Performanse, dimenzije, primjena*. Milano: Promo_Legno
92. Slavid R. (2005) *Holzarchitektur international*. München: Deutsche Verlag–Anstalt
93. Славковић, К., Радивојевић, А. (2013) Анализа животног циклуса: ограничења при мерењу уграђене енергије у Србији. *Научно-стручни*

- симпозијум Инсталације & Архитектура 2013*. Београд: Архитектонски факултет
94. Славковић, К., Радивојевић, А. (2014) Evaluation of energy embodied in the external wall of the single-family buildings in the process of energy optimisation. *Energy Efficiency*. Published online: 03. August 2014.
 95. Smith P. (2005) *Architecture in a Climate of Change – A Guide to sustainable design*. Burlington: Elsevier/ Architectural Press
 96. Спасојевић, Б. (1988) *Архитектура стамбених палата аустроугарског периода у Сарајеву*. Сарајево: Свјетлост.
 97. Срејовић, Д. (1969) *Лепенски вир*. Београд: Српска књижевна задруга
 98. Срејовић, Д., Бабовић, Љ. (1983) *Уметност Лепенског вира*. Београд: Југославија
 99. Stautmeister, T (2001) *Studija razvoja drvoprerađivačke industrije i industrije namještaja u Bosni i Hercegovini*. Sarajevo: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
 100. Stora Enso (2015) *Stora Enso Wood Products. Building solutions*. <http://www.dt.info/wp-content/uploads/2015/10/Technical-folder-CLT-EN.pdf>
 101. Swab, et al. *European Regulations for formaldehyde, Fraunhofer Institute for wood Research Wilhelm–Klauditz–Institut Braunschweig*, <http://owic.oregonstate.org/sites/default/files/pubs/schwab.pdf>
 102. Szokolay S. (2004) *Introduction to Architectural Science: The basic of Sustainable Design*. Oxford: Architectural Press in an imprint of Elsevier
 103. *Типологија стамбених зграда у Босни и Херцеговини, необјављени резултати пројекта финансираног од стране GIZ-а, а аутор је члан експертског тима и има одобрење за кориштење података*
 104. Теодосије (1973) *Житије Светог Саве*. Београд: Српска књижевна задруга
 105. Thomark, C. (2006) The effect of material choice on the total energy need and recycling potential of a building, *Building and Environment*, Volume 41, Issue 8, pp. 1019–1026.
 106. Трухелка, Т. (1901) Претхисторијске сојенице у кориту Саве код Доње Долине, *Гласник Земаљског музеја БиХ* 13, 227–285. Сарајево: Земаљски музеј БиХ

107. Туркулин (2011) Нови дрвни производи за градњу. *Конгрес: Нове технологије у градњи дрветом, Београд*. <http://www.proholz-stmk.at>, 10.02.2012.
108. Turkulin (2012), Savremeni materijali i proizvodi od drveta u graditeljstvu. *Seminar Gradnja drvetom u Srbiji*. <http://www.proholz-stmk.at>, 30.12.2013.
109. UNDP (2009) *Први национални извјештај Босне и Херцеговине у складу са Оквирном конвенцијом Уједњених нација*. Бањалука: UNDP
110. UNDP (2013) *Други национални извјештај Босне и Херцеговине у складу са Оквирном конвенцијом Уједњених нација*. Бањалука: UNDP
111. UNECE (2009) *Responing to climate change: Wood's place in a global approach to green building*. Geneva,/ <http://www.unece.org>, 12.5.2014.
112. UNEP (2007) *Buildings and climate change, Status, Challenges and Opportunities*, UNEP, year 2007, <http://www.unep.org>, 10.03.2013.
113. UNEP-SBCI (2010) *Sustainable Buildings and Climate Initiative*, Paris, 2010, <http://www.unep.org>, 12.2.2013.
114. UNECE (2010) *Global Forest Resources. Assessment Country reports. Bosnia and Herzegovina. FRA 2010/26*. Rome:UNECE
115. FAO (2015) *Analiza sektora šumarstva u Bosni i Hercegovini*, Sarajevo: Food and Agriculture Organisation of the United Nations
116. Финдрик, Р. (1994) *Народно неимарство*. Сирогојно: Старо село Сирогојно
117. Финдрик, Р. (1980) Прилози познавању кровних покривача од дрвене грађе у народном градитељству. *Рашка баштина 2*. pp. 215-231. Краљево: Завод за заштиту споменика културе
118. Fitzgerald, E., McNicholl, A., Alcockand, R., Lewis, O., et al. (2008) *A Green Vitruvius – Principle and Practice of Sustainable Architecture Design*. Dublin: Earthscan
119. Frenette, D.C., Bulle, C., Beauregard, R., Salenikovich, A, Derome, D. (2010) Using life cycle assessment to derive an environmental index for light-frame wood wall assemblies, *Building and Environment*, Volume 45, Issue 10, pp. 2111–2122.
120. Хадровић, А. (1993) *Градска кућа оријенталног типа у БиХ*, Сарајево: Avicena Publisher

121. Haker, et al (2008) Embodied and operational carbon dioxide emissions from housing: A case study on the effects of thermal mass and climate change, *Energy and Buildings*, 40, pp. 375–384.
122. Herzog, T. et al. (2004) *Timber Construction Manual*. Basel–Boston–Berlin: Birkhäuser – Publishers for Architecture
123. *Calculation of energy and environmental performance of buildings, Technical Synthesis Report–IEA ECBS Annex 21 / IEA SHC Task 12B*, University of Warwick Science Park, Coventry 1998.
124. *Casbee for Urban Development, Comprehensive assessment System for Building Environmental Efficiency*, Technical Manual 2007 Edition.
125. *Comparison of LEED for Homes First Edition 2008 and National Green Building Standarda ICC 700-2008*, AIA,
http://www.aiaacincinnati.org/community/LEED_NAHB_Final.pdf, 12. 1.2011
126. CEI-BOIS (2012) *Tackle climate change: build with wood*, <http://www.cei-bois.org/files/BuildWithWood.pdf>, 12.10.2015.
127. CEI-BOIS (2012) *Tackle Climate Change: Use Wood.*, <http://www.cei-bois.org/files/b03500-p01-84-ENG.pdf>, 10.1.2013.
128. Цветковић Томашевић, Љ. (1983) Улпијана, Археолошка ископавања у средишту и јужном делу античког града. *Саопштења XV. (1983)*. Београд: Републички завод за заштиту споменика културе
129. Цветковић Томашевић, Љ. (1987) Упоредно испитивање вишеслојних налазишта у Хераклеји Линкеститс, Улпијани и Сингидунуму. *Саопштења XIX*. Београд: Републички завод за заштиту споменика културе
130. Љок, G. (2014) Residential Buildings and Sustainable Development in Slovenia. *Prostor*, 22, pp. 135–147.
131. Џаја, М. *Бања Лука у путописима и записима*. Бања Лука: Глас
132. Šijanec-Zavrl M. (2010) *Trajnostne, zelene stavbe v teoriji in praksi*, Ljubljana: Inženirska zbornica Slovenie
133. Штраус, И. (1996) *Архитектура Босне и Херцеговине 1945-1995*. Сарајево: Око
134. Wines J. (2008) *Grüne architecture*. Köln: Taschen

135. Winter S, Kejl D. (2002) *Holzhäuser, Werthaltigkeit und Lebensdauer*, Univerzitet u Leipzigu, [http:// www.uni-leipzig.de/holzbau](http://www.uni-leipzig.de/holzbau), 24.3.2014.
136. Winter S, Kehl D.(2003) Wertermittlung von Hlozhäusern,Qualitätskriterien für den Holzbau, *Informationsdienst Holz*, Minchen, [http:// www.infoholz.de](http://www.infoholz.de), 13.4.2013.
137. Woolley T., Kimmins, S., Harrison, P., Harrison, R. (2006) *Green Building Handbook, Volume 1*. London and New York: Taylor&Francis

ПРОПИСИ, ПРЕПОРУКЕ, И ДРУГИ ИЗВОРИ

138. BiH (2003) *NEAP Akcioni plan za zaštitu okoliša*.
http://www.mvteo.gov.ba/org_struktura/sektor_prirodni_resursi/odjel_zastita_okolisa/Strategije_u_BiH/BiH/default.aspx?id=2324&langTag=bs-BA, 20.12.2014.
139. EC (2012) *Directive 2012/27/EC of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directive 2009/125/EC and 2010/30/EC and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC*
140. EU (2011) *Directive 2011/92/EU of the European Parliament and of the Council of 13December 2011 on the assesment of the effects of certain public and private projects on the envirnment (codification) (Texts with EEA relevance)*
141. EU (2010) *Directive 2010/30/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the indication by labelling and standard product information of the consumption of energy and other resources by energy-related products (recast)*
142. EU (2010) *Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)*
143. EC (2009) *Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products (recast)*

144. EC (2006) *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy*
145. EC (2002) *Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings*
146. EC (2010) *Regulation No 66/2010 of the European Parliament of the Council of 25 November 2009 on the EU Ecolabel*
147. EC (2006) *Regulation No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 1999/45/EC and repealing Council Regulation (EEC) No 793/93 and Commission Regulation (EC) No 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directive 91/155/EEC, 93/67/EEC and 2000/21/EC*
148. EN 16309:2014+A1:2014 *Sustainability of construction works - Assessment of social performance of buildings – Calculation methodology*
149. EN 16627:2015 *Sustainability of construction works – Assessment of economic performance of buildings – Calculation methods*
150. CEN/TR 15941:2010 *Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Methodology and data for generic data*
151. EN 15942:2011 *Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Communication format – Business to Business*
152. EN 15978:2011 *Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method*
153. EN 15804: 2012+A1:2013 *Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products*
154. EN 15643-1:2010 *Sustainability of construction works - Sustainability assessment of buildings - Part 1: General framework*
155. EN 15643-2:2011 *Sustainability of construction works - Assessment of buildings - Part 2: Framework for the assessment of environmental performance*

156. EN 15643-3:2012 *Sustainability of Construction Works - Assessment of Buildings - Part 3: Framework for the assessment of social performance*
157. EN 15643-4:2012 *Sustainability of Construction Works - Assessment of Buildings - Part 4: Framework for the assessment of economic performance*
158. EN 338:2009 *Structural timber. Strength classes*
159. EN 385:2001 *Finger jointed structural timber. Performance requirements and minimum production requirements*
160. EN 1995-1-1:2004+A2:2014 *Eurocode 5: Design of timber structures. general. Common rules and rules for buildings*
161. EN 316:2009 *Wood fibre boards. Definition, classification and symbols*
162. EU (2011) *Regulation No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC*
163. EU (2010) *Revision of the Energy Efficiency Action Plan (2010/2107(INI) European Parliament resolution of 15 December 2010.*
164. *Закон о уређењу простора и грађењу. "Службени гласник Републике Српске", бр. 40/13*
165. *Закон о управљању отпадом. "Службени гласник Републике Српске", бр. 111/13*
166. *Закон о заштити животне средине. "Службени гласник Републике Српске", бр. 71/12*
167. *Закон о измјенама и допунама Закона о заштити животне средине. "Службени гласник Републике Српске", бр. 79/15*
168. *Законо фонду и финансирању заштите животне средине Републике Српске. Службени гласник Републике Српске", бр. 117/11*
169. *Закон о заштити природе. "Службени Гласник Републике Српске", бр. 50/02*
170. *Закон о заштити ваздуха. "Службени Гласник Републике Српске", бр. 124/11*
171. *Закон о просторном планирању и кориштењу земљишта на нивоу Федерације Босне и Херцеговине.,„Службене новине Федерације БиХ“, бр. 2/06, 72/07, 32/09,4/10, 13/10, 45/10*

172. *Закон о управљању отпадом. „Службене новине Федерације БиХ“, бр. 72/09, 33/03*
173. *Закон о заштити околиша. „Службене новине Федерације БиХ“, бр. 38/09, 33/03*
174. *Закон о фонду за заштиту околиша. „Службене новине Федерације БиХ“, бр. 33/03*
175. *Закон о заштити вода. „Службене новине Федерације БиХ“, бр. 70/06*
176. *Закон о заштити природе. „Службене новине Федерације БиХ“, бр. 33/03*
177. *Закон о заштити зрака. „Службене новине Федерације БиХ“, бр. 04/10, 33/03*
178. *ISO 14044:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines*
179. *ISO/TS 12720:2014 Sustainability in buildings and civil engineering works - Guidelines on the application of the general principles in ISO 15392*
180. *ISO 16745:2015 Environmental performance of buildings - Carbon metric of a building - Use stage*
181. *ISO/TS 21929-1:2010 Sustainability in building construction – Sustainability indicators - Part1- framework for development indicators for buildings*
182. *ISO/TS 21929-2:2015 Sustainability in building construction – Sustainability indicators - Part1- framework for development indicators for buildings*
183. *ISO 21931- 1:2010 Sustainability in building construction – Framework for methods of assessment of the environmental performance of construction works – Part 1: Buildings (revision ISO/TC 21931-1:2006)*
184. *ISO 15392:2008 Sustainability in building construction – General principles*
185. *ISO 21930:2007 Sustainability in building construction – Environmental declaration of building products*
186. *ISO 14020:2000 Environmental labels and declarations – General principles*
187. *ISO 14021:1999 Environmental labels and declarations – Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)*
188. *ISO 14024:1999 Environmental Labels and Declarationsa – Type I environmental declarations – Principles and Procedures*

189. ISO 14025:2006 *Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures*
190. ISO 14040:2006 *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*
191. *Југословенски стандарди са обавезном применом из области термичке заштите објеката: ЈУС У.Ј5.510 – Методе прорачуна коефицијената пролаза топлоте у зграда; ЈУС У.Ј5.520 – Методе прорачуна дифузије водене паре у зградама, ЈУС У.Ј5.530 – Методе прорачуна карактеристика топлотне стабилности спољашњих грађевинских конструкција зграда за летње раздобље, "Службени лист СФРЈ", бр. 3 из 1980. године*
192. *Оквирна конвенција о климатским променама (UNFCCC); <http://unesc.org>*
193. *Правилник о југословенским стандардима за топлотну технику у грађевинарству. "Службени лист СФРЈ", бр. 3 из 1980. године*
194. *Правилник о минималним захтевима за енергетске карактеристике зграда. "Службени Гласник Републике Српске", број 30/15*
195. *Правилник о методологији за израчунавање енергетских карактеристика зграда. "Службени Гласник Републике Српске", број 30/15*
196. *Правилник о вршењу енергетског прегледа зграда и издавању енергетског сертификата. "Службени Гласник Републике Српске", број 30/15*
197. *Правилник о постројењима која могу бити изграђена и пуштена у рад садмо уколико имају еколошку дозволу. "Службени гласник Републике Српске", бр. 124/12*
198. *Правилник о пројектима за које се спроводи процена утицаја на животну средину и критеријуми за одлучивање о потреби спровођења и обиму процене утицаја на животну средину. "Службени Гласник Републике Српске", бр. 124/12*
199. *Правилник о еко ознакама и о начину управљања еко ознакама. "Службени гласник Републике Српске", бр. 108/13.*
200. *Правилници о техничким прописима за рационалну употребу енергије и топлотној заштити објеката., "Службене новине Федерације БиХ", бр. 49/09*

201. *Правилник о техничким прописима за системе гријања и хлађења грађевина.* "Службене новине Федерације БиХ", бр. 49/09
202. *Правилник о техничким прописима за системе вентилације, дјелимичне климатизације и климатизације.* „Службене новине Федерације БиХ“, бр. 49/09
203. *Правилник о енергетском цертифицирању објеката.* „Службене новине Федерације БиХ“. бр. 50/10
204. *Правилник о условима и мјерилима за особе које проводе енергетске прегледе и енергетско цертифицирање објеката.* „Службене новине Федерације БиХ“, бр. 50/10
205. *Просторни план Републике Српске до 2015. године (2008).* Бањалука: Урбанистички завод Републике Српске
206. СРБиХ Републички завод за статистику (1982) *Статистички годишњак Босне и Херцеговине.* Година XVI. Сарајево: СРБиХ Републички завод за статистику
207. СРБиХ Републички завод за статистику (1991) *Статистички годишњак Босне и Херцеговине.* 25. година. Сарајево: СРБиХ Републички завод за статистику
208. СРБиХ Републички завод за статистику (1991) *Попис становништва, домаћинства, станова и пољопривредних газдинстава 1991. Први резултати за становништво, домаћинства, станове и пољопривредна газдинстава по општинама и насењеним мјестима.* *Статистички билтен.* Сарајево: СРБиХ Републички завод за статистику
209. *Смјернице за провођење енергијског прегледа за нове и постојеће објекте с једноставним и сложеним техничким системом.* „Службене новине Федерације БиХ“, бр. 49/09
210. *Стратегија развоја шумарства Републике Српске (2010-2020), приједлог нацрта, Бањалука, 2010.*
211. *The Declaration of Independence for a Sustainable Future of the UIA/AIA* World Congress of Architects in Chicago, June 1997.
212. *The ACE Policy on Environment and Sustainable Architecture,* April 2007.

213. *The Leipzig Charter on Sustainable European Cities adopted by the EU Ministers for Urban Development and Territorial Cohesion, Leipzig, 2007.*
214. *The Code for Sustainable Homes, National Standard for sustainable design and construction of new homes for England and Wales, London, 27. February 2008*
215. UN (1992) *Report of the United Nations Conference on Environment and Development Annex I Rio declaration on environment and development, <http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm>, 10.3.2013.*
216. UN (1992) *Агенда 21 <http://habitat.igc.org/agenda21/index.htm>*
217. *Упутство о садржају студије утицаја на животну средину. „Сл. Гласник РС“ бр.108/13*
218. COM 445 (2014) *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social Committee and Committee of the Regions on Resources efficiency opportunities in the Building sector*
219. COM 147/4 (2009) *White paper. Adapting to climate change: Towards a European framework for action, Commission of the European Communities of 2 April 2009.*
220. COM 30 (2008) *20 20 by 2020 Europe's climate change opportunity, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social Committee and the Committee of the Regions, of 23.1.2008.*
221. COM 772 (2008) *Energy efficiency: delivering the 20% target, Communication from the Commission, of 13.11.2008*
222. COM 397 (2008) *Action Plan on the Sustainable Consumption and Production and Sustainable Industrial Policy, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the Regions of 16 July 2008.*
223. COM 354 (2007) *GREEN PAPER „Adapting to climate change in Europe – options for EU action”, from the Commission to the Council, the European Parliament, the European economic and social Committee and the Committee of the Regions, of 29.6.2007*

224. COM 718 (2005) *Thematic Strategy on the Urban Environment, Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, of 11. January 2006.*
225. COM 161 (2005) *Sustainable Development Indicators to monitoring the implementation of the EU Sustainable Development Strategy*
226. COM (2008) *Action Plan on the Sustainable Consumption and Production and Sustainable Industry Policy*
227. COM 264 (2001) *A Sustainable Europe for a Better World: A European Union Strategy for Sustainable Development of 15.5.2001.*
228. *Council Conclusions on Architecture: Culture's Contribution to Sustainable Development, of November 2008.*
229. *Council Directive 89/106/EEC of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products.*
230. ISO 14041 *Environmental management – life cycle assessment – goal and scope definition – inventory analysis*
231. ISO 14042:2000 *Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment*
232. ISO 14043:2000 *Enivornmental management – Life cycle assessment – Life cycle interpretation*
233. *Правилник о еко-ознакама и начину управљања еко-ознакама. "Службене новине ФБиХ", бр. 92/07 из 2008.*

ИЗВОРИ СА ИНТЕРНЕТА

234. Agencija za statistiku Bosne i Hercegovine (2012) *NIP BiH/PRODCOM 2012.* Сарајево: Agencija za statistiku BiH, <http://www.bhas/PRODCOM2012.pdf>
235. Агенција за статистику БиХ (2013) *Прелиминарни резултати Пописа становништва, домаћинстава и станова у Босни и херцеговини 2013.,* [http://www.bhas/obavjestenja/ Preliminarni_sr.pdf](http://www.bhas/obavjestenja/Preliminarni_sr.pdf), 5.2.2014.
236. Агенција за статистику БиХ (2011) *Индустријска производња Босна и Херцеговина, године 2005 – 2010,* Сарајево: Агенција за статистику БиХ,

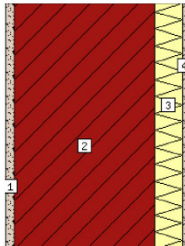
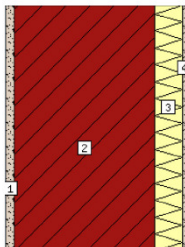
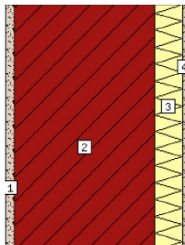
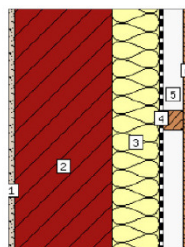
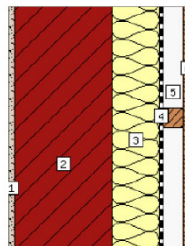
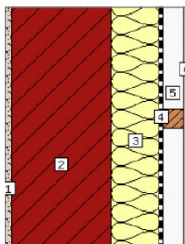
- <http://www.bhas.ba>, 06.12.2014.
237. Агенција за статистику Бих (2013) *Статистичли билтени, године 1999–2011*, Сарајево: Агенција за статистику БиХ, <http://www.bhas.ba>, 10.12.2014.
 238. Агенција за статистику Бих (2012) *БиХ у бројкама, године 2008, 2009, 2010, 2011*, Сарајево: Агенција за статистику БиХ, <http://www.bhas.ba>, 3.5.2014.
 239. *Athena EcoCalculator for Assemblies*, <http://www.athenasmi.org>, 10.1.2016.
 240. *Athena Impact Estimator for Buildings & LCA Databases*, <http://www.athenasmi.org>
 241. Boonstra, Ch., Pettersen, T. (2003) Tools for environmental assessment of existing buildings, *UNEP Industry and Environment April-September 2003*, 80–83, <http://www.unep.org>
 242. *Green Built Home, New Home Checklist, Wisconsin Environmental Initiative*, <http://www.greenbuilthome.org>, http://wi.org/uploads/media/FINAL-NEW-HOME_Cklist_V100109GBH_CHKLIST_08.pdf, 12.5.2011
 243. *Green Built Home, Multifamily Checklist, Wisconsin Environmental Initiative*, <http://www.greenbuilthome.org>, 12.5.2011.
 244. *Green Globes Design for New Buildings and Retrofits, Rating System and Program Summary*, Toronto, December 2004, <http://www.greenglobes.com>, 12.5.2011.
 245. *EcoHomes XB, The environmental rating for existing housing*, http://www.breeam.org/extranet/downloads/The_EcoHomes_XB_2006_Credit_Estimator_May_06.pdf, 12.3.2013.
 246. *ENSLIC BUILDING, Energy Saving through Promotion of life Cycle Assessment in Buildings*, <http://www.enslic.eu>, 13.5.2014.
 247. *European wood factsheets, 4. Wood products and climate change*. <http://www.e-pages.dk/traeinfo/85/fullpdf/1.pdf>
 248. *Itaca protokol*, http://www.icmq.it/en/buildings_itaca.php, 02.12.105.
 249. *ICC 700 Green Building Standard*, <http://www.nahbgreen.org/ScoringTool.aspx>, 12. 5.2 011.
 250. *LEED 2009 for new construction and major renovation*, Washington, 2008, <http://www.usgbc.org>
 251. *LEED for homers Rating System*, Washington, 2008, www.usgbc.org

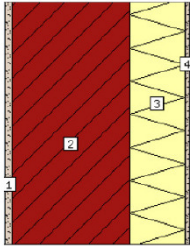
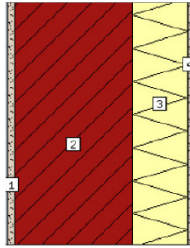
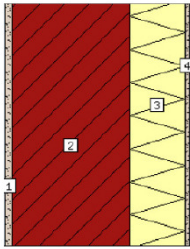
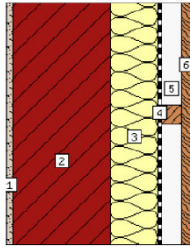
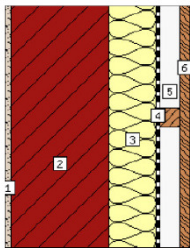
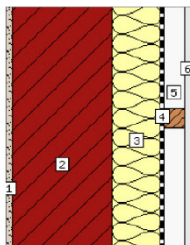
252. *LEnSE-tool.demo*, <http://www.lensebuilding.com>
253. Привредna komora BiH (2013) *Izvozna strategija BiH. Pregled drvnog sektora*.
<http://komorabih.ba/wp-content/uploads/2013/06/bhepa-izvozna-strategija-drvnog-sektora.pdf>, 03.05.2015.
254. *Reducing the carbon footprint and environmental impacts of new buildings*,
Centre for sustainable architecture with wood (CSAW), Tasmanian timber,
http://www.tastimber.tas.gov.au/Species/pdfs/Reduce_brief.pdf
255. *SBTool 2010*, <http://www.iisbe.org>
256. *Tabula, rezultati projekta za Srbiju*, <http://episcope.eu/building-typology/webtool>, 12.3.2015.
257. *Tabula, rezultati projekta za Sloveniju*, <http://episcope.eu/building-typology/country/rs>, 03.12.2014.
258. *Tabula*, <http://episcope.eu/building-typology/country/si>, 12.05.2015.
259. http://www.breeam.org/extranet/downloads/The_EcoHomes_XB_2006_Credit_Estimator_May_06.pdf, 12.4.2012.
260. http://bre.co.uk/filelibrary/greenguide/PDF/Environmental_Profiles_Methodology_2007_Draft.pdf, 12.5.2011.
261. [http://www.forestry.gov.uk/pdf/8_using_timber.pdf/\\$file/8_using_timber.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/8_using_timber.pdf/$file/8_using_timber.pdf),
12.4.2015 (*Wood is smart choice. Mitigation: Using timber as a renewable, low energy material. Forest Commison, England*)
262. http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/countries/europe/g13hor_ba.png 30.6.2015
263. <http://www.unece.org/env/eia/documents/legaltexts/conventiontextenglish.pdf>,
18. 5. 2011.
264. <http://wi.org/uploads/media/MultCHKLST.pdf>, 12.5.2011.
265. <http://dataholz.com> baza podataka, 24.1.2014
266. <http://www.breeam.org/extranet/document.jsp?pid=13>
267. <http://www.ibec.org.jp/CASBEE/english/index.htm>
268. <http://www.sipad.ba>
269. <http://www.usitfbih.ba>
270. <http://oegnb.net>
271. <http://ecology.at>
272. <http://www.ibo.att>

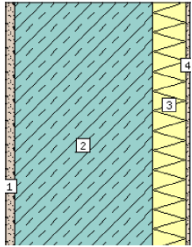
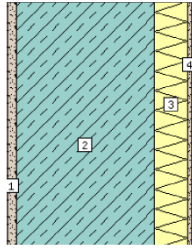
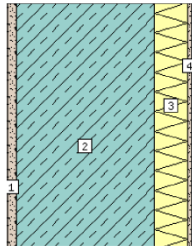
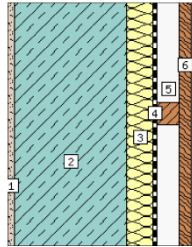
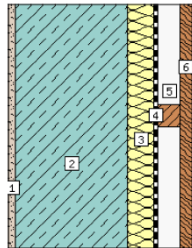
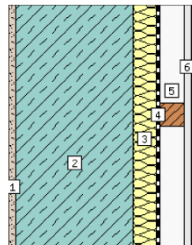
273. <http://www.montazanekuceberic.com>
274. <http://www.dominvestbih.com>
275. <http://greenbooklive.com>
276. <http://thegreenguide.org.uk>
277. <http://www.fao.org>
278. <http://www.holzbox.com>
279. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/efsos/data/Country_profiles.pdf
280. <http://www.promo.ba>
281. <http://www.krivajahomes.com>
282. <http://www.stecocentar.com>
283. <http://www.adles.ba>
284. <http://www.drvenekuce-grossist.com>
285. <http://www.brvnare-sipovo.com>
286. <http://www.savox.ba>
287. <http://www.natureplus.org>
288. <http://www.nordic-ecolabel.org>
289. <http://www.blauer-engel.de>
290. <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel>
291. <http://www.dataholz.at>
292. http://sia.eionet.europa.eu/CLC2006/CLC2006_status_final.jpg, 01.07.2014.
293. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/corine-land-cover-types-2006>
294. <http://www.kager.si>
295. <http://www.huf-haus.com>
296. <http://www.institutims.rs/docs/IMS-ser%20final.pdf>
297. <http://www.wald-in-oesterreich.at/interessantes-zur-fhp-holzbaucharta>
298. <http://www.foresteurope.org/docs/SoeF2015/PART%20II%20CRITERION%201.pdf>

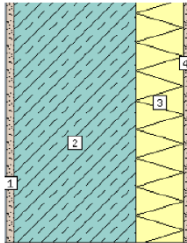
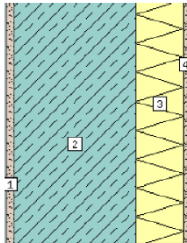
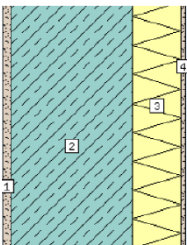
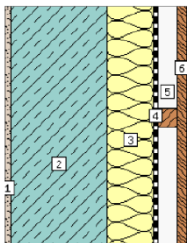
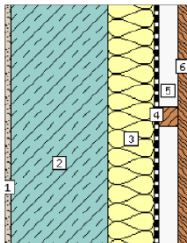
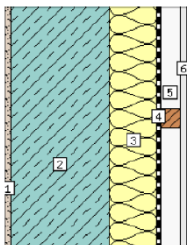
ПРИЛОГ 1

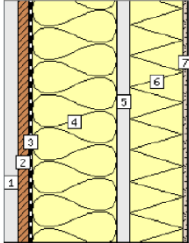
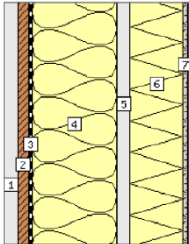
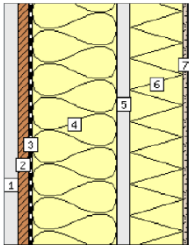
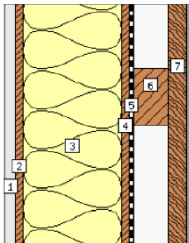
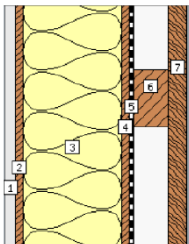
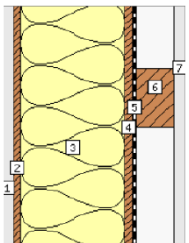
ПРЕГЛЕД ВРЕДНОВАНИХ ЕЛЕМЕНАТА СТРУКТУРЕ ЗГРАДА

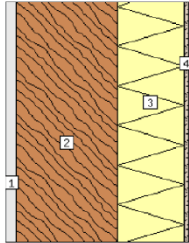
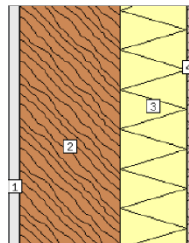
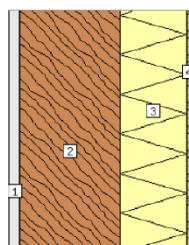
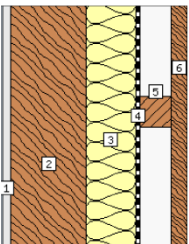
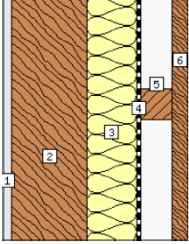
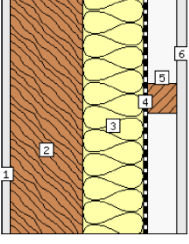
ОЗНАКА	ПРЕСЕК	БРОЈ	ОПИС	Д cm
E1 ^A		1 2 3 4	малтер шупљи опекарски блок ТИ EPS силикатни малтер	1,5 25 5 0,19
E1 ^B		1 2 3 4	малтер шупљи опекарски блок ТИ камена вуна силикатни малтер	1,5 25 5 0,19
E1 ^C		1 2 3 4 5 6 7	малтер шупљи опекарски блок ТИ дрвена влакна силикатни малтер	1,5 25 6 0,19
E1 ^D		1 2 3 4 5 6	малтер шупљи опекарски блок ТИ стаклена вуна паропропусна фолија дрвене гредице / ваздух дрвена облога	1,5 25 5 0,02 5 2,5
E1 ^E		1 2 3 4 5 6	малтер шупљи опекарски блок ТИ дрвена влакна паропропусна фолија дрвене гредице / ваздух дрвена облога	1,5 25 6 0,02 5 2,5
E1 ^F		1 2 3 4 5 6	малтер шупљи опекарски блок ТИ стаклена вуна паропропусна фолија дрвене гредице / ваздух облога типа „Fundermax“	1,5 25 5 0,02 5 1,5

$E1_E^A$		<ul style="list-style-type: none"> 1 малтер 1,5 2 шупљи опекарски блок 25 3 ТИ EPS 10 4 силикатни малтер 0,19
$E1_E^B$		<ul style="list-style-type: none"> 1 малтер 1,5 2 шупљи опекарски блок 25 3 ТИ камена вуна 12 4 силикатни малтер 0,19
$E1_E^C$		<ul style="list-style-type: none"> 1 малтер 1,5 2 шупљи опекарски блок 25 3 ТИ дрвена влакна 14 4 силикатни малтер 0,19
$E1_E^D$		<ul style="list-style-type: none"> 1 малтер 1,5 2 шупљи опекарски блок 25 3 ТИ стаклена вуна 12 4 паропропусна фолија 0,02 5 дрвене гредице / ваздух 5 6 дрвена облога 2,5
$E1_E^E$		<ul style="list-style-type: none"> 1 малтер 1,5 2 шупљи опекарски блок 25 3 ТИ дрвена влакна 14 4 паропропусна фолија 0,02 5 дрвене гредице / ваздух 5 6 дрвена облога 2,5
$E1_E^F$		<ul style="list-style-type: none"> 1 малтер 1,5 2 шупљи опекарски блок 25 3 ТИ стаклена вуна 12 4 паропропусна фолија 0,02 5 дрвене гредице / ваздух 5 6 облога типа „Fundermax“ 1,5

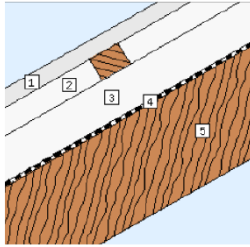
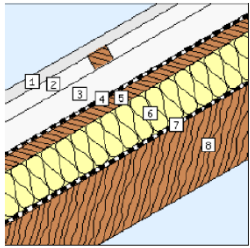
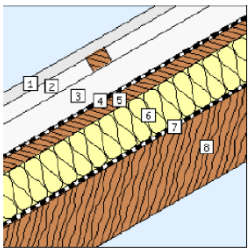
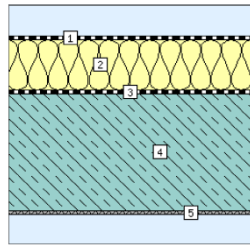
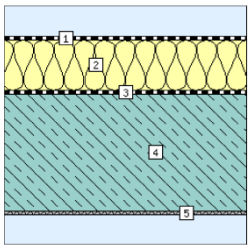
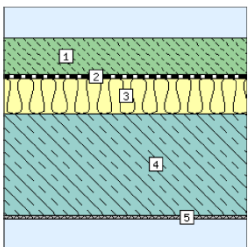
$E1^{AB}$		<ul style="list-style-type: none"> 1 малтер 1,5 2 армирани бетон 25 3 ТИ EPS 5 4 силикатни малтер 0,19
$E1^{BB}$		<ul style="list-style-type: none"> 1 малтер 1,5 2 армирани бетон 25 3 ТИ камена вуна 5 4 силикатни малтер 0,19
$E1^{CB}$		<ul style="list-style-type: none"> 1 малтер 1,5 2 армирани бетон 25 3 ТИ дрвена влакна 6 4 силикатни малтер 0,19
$E1^{DB}$		<ul style="list-style-type: none"> 1 малтер 1,5 2 армирани бетон 25 3 ТИ стаклена вуна 5 4 паропропусна фолија 0,02 5 дрвене гредице / ваздух 5 6 дрвена облога 2,5
$E1^{EB}$		<ul style="list-style-type: none"> 1 малтер 1,5 2 армирани бетон 25 3 ТИ дрвена влакна 6 4 паропропусна фолија 0,02 5 дрвене гредице / ваздух 5 6 дрвена облога 2,5
$E1^{FB}$		<ul style="list-style-type: none"> 1 малтер 1,5 2 армирани бетон 25 3 ТИ стаклена вуна 5 4 паропропусна фолија 0,02 5 дрвене гредице / ваздух 5 6 облога типа „Fundermax“ 1,5

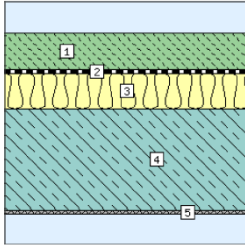
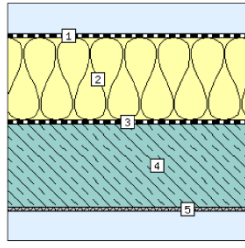
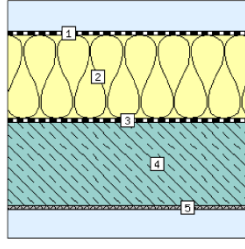
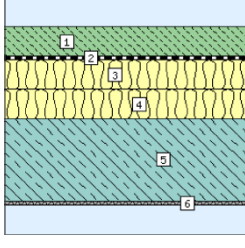
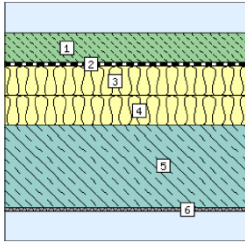
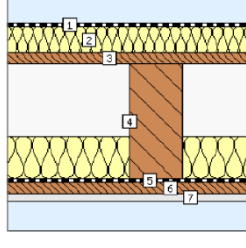
$E1_E^{AB}$		<ol style="list-style-type: none"> 1 малтер 2 армирани бетон 3 ТИ EPS 4 силикатни малтер 	<ol style="list-style-type: none"> 1,5 25 10 0,19
$E1_E^{BB}$		<ol style="list-style-type: none"> 1 малтер 2 армирани бетон 3 ТИ камена вуна 4 силикатни малтер 	<ol style="list-style-type: none"> 1,5 25 12 0,19
$E1_E^{CB}$		<ol style="list-style-type: none"> 1 малтер 2 армирани бетон 3 ТИ дрвена влакна 4 силикатни малтер 	<ol style="list-style-type: none"> 1,5 25 14 0,19
$E1_E^{DB}$		<ol style="list-style-type: none"> 1 малтер 2 армирани бетон 3 ТИ стаклена вуна 4 паропропусна фолија 5 дрвене гредице / ваздух 6 дрвена облога 	<ol style="list-style-type: none"> 1,5 25 12 0,02 5 2,5
$E1_E^{EB}$		<ol style="list-style-type: none"> 1 малтер 2 армирани бетон 3 ТИ дрвена влакна 4 паропропусна фолија 5 дрвене гредице / ваздух 6 дрвена облога 	<ol style="list-style-type: none"> 1,5 25 14 0,02 5 2,5
$E1_E^{FB}$		<ol style="list-style-type: none"> 1 малтер 2 армирани бетон 3 ТИ стаклена вуна 4 паропропусна фолија 5 дрвене гредице / ваздух 6 облога типа „Fundermax“ 	<ol style="list-style-type: none"> 1,5 25 12 0,02 5 1,5

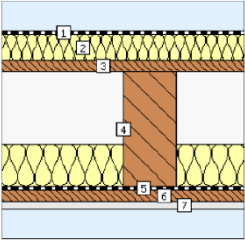
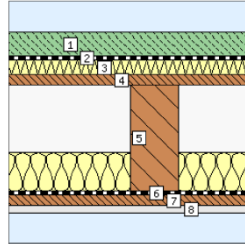
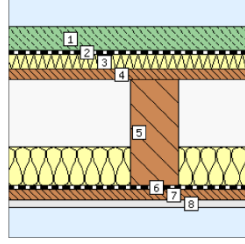
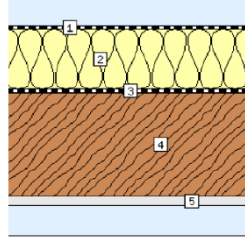
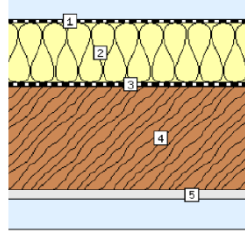
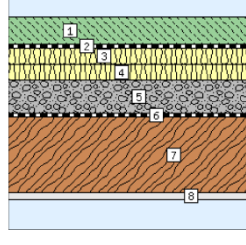
E1 _p ^A		<ul style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 1,25 2 OSB плоче 1 3 парна брана 0,02 4 ТИ стаклена вуна 8 5 гипскартонске плоче 1,25 6 ТИ EPS 5 7 силикатни малтер 0,19
E1 _p ^B		<ul style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 1,25 2 OSB плоче 1 3 парна брана 0,02 4 ТИ стаклена вуна 8 5 гипскартонске плоче 1,25 6 ТИ камена вуна 5 7 силикатни малтер 0,19
E1 _p ^C		<ul style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 1,25 2 OSB плоче 1 3 парна брана 0,02 4 ТИ стаклена вуна 8 5 гипскартонске плоче 1,25 6 ТИ дрвена влакна 6 7 силикатни малтер 0,19
E1 _p ^D		<ul style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 1,25 2 OSB плоче 1 3 ТИ стаклена вуна 14 4 OSB плоче 1 5 паропропусна фолија 0,02 6 дрвене гредице / ваздух 5 7 дрвена облога 2,5
E1 _p ^E		<ul style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 1,25 2 OSB плоче 1 3 ТИ дрвена влакна 14 4 OSB плоче 1 5 паропропусна фолија 0,02 6 дрвене гредице / ваздух 5 7 дрвена облога 2,5
E1 _p ^F		<ul style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 1,25 2 OSB плоче 1 3 ТИ стаклена вуна 14 4 OSB плоче 1 5 паропропусна фолија 0,02 6 дрвене гредице / ваздух 5 7 облога типа „Fundermax“ 1,5

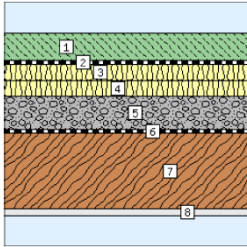
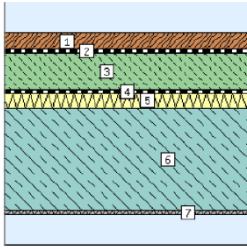
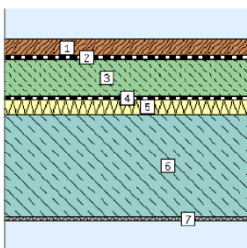
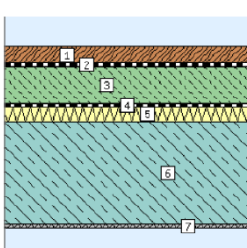
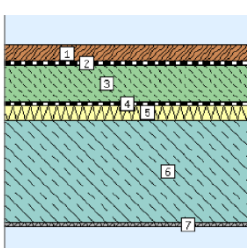
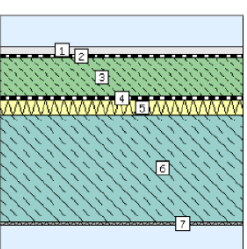
$E1_C^A$		<ol style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 2 CLT плоче 3 ТИ EPS 4 силикатни малтер 	<ol style="list-style-type: none"> 1,25 14 8 0,19
$E1_C^B$		<ol style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 2 CLT плоче 3 ТИ камена вуна 4 силикатни малтер 	<ol style="list-style-type: none"> 1,25 14 12 0,19
$E1_C^C$		<ol style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 2 CLT плоче 3 ТИ дрвена влакна 4 силикатни малтер 	<ol style="list-style-type: none"> 1,25 14 10 0,19
$E1_C^D$		<ol style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 2 CLT плоче 3 дрвене гредице / ТИ стаклена вуна 4 паропропусна фолија 5 дрвене гредице / ваздух 6 дрвена облога 	<ol style="list-style-type: none"> 1,25 14 8 0,02 5 2,5
$E1_C^E$		<ol style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 2 CLT плоче 3 гредице / ТИ дрвена влакна 4 паропропусна фолија 5 дрвене гредице / ваздух 6 дрвена облога 	<ol style="list-style-type: none"> 1,25 14 8 0,02 5 2,5
$E1_C^F$		<ol style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 2 CLT плоче 3 гредице / ТИ дрвена влакна 4 паропропусна фолија 5 дрвене гредице / ваздух 6 облога типа Fundermax™ 	<ol style="list-style-type: none"> 1,25 14 8 0,02 5 1,5

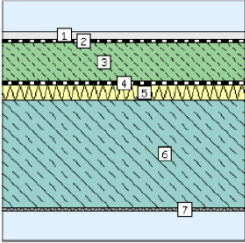
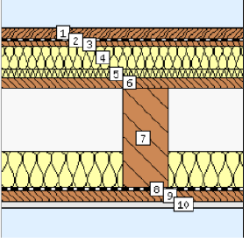
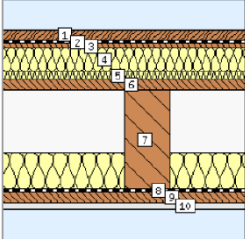
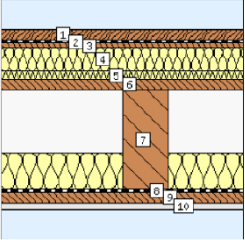
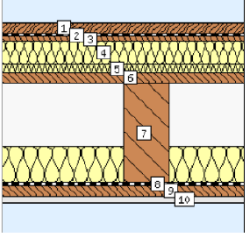
E2 ^A / E2 _E ^A		<table border="0"> <tr><td>1</td><td>цреп</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>дрвене гредице / ваздух</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>дрвене гредице / ваздух</td><td>5</td></tr> <tr><td>4</td><td>паропропусна а водонепропусна фолија</td><td>0,02</td></tr> <tr><td>5</td><td>даске</td><td>2,4</td></tr> <tr><td>6</td><td>дрвени рогови / ваздух</td><td>12</td></tr> </table>	1	цреп	2	2	дрвене гредице / ваздух	3	3	дрвене гредице / ваздух	5	4	паропропусна а водонепропусна фолија	0,02	5	даске	2,4	6	дрвени рогови / ваздух	12									
1	цреп	2																											
2	дрвене гредице / ваздух	3																											
3	дрвене гредице / ваздух	5																											
4	паропропусна а водонепропусна фолија	0,02																											
5	даске	2,4																											
6	дрвени рогови / ваздух	12																											
E2 ^B		<table border="0"> <tr><td>1</td><td>цреп</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>дрвене гредице / ваздух</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>дрвене гредице / ваздух</td><td>5</td></tr> <tr><td>4</td><td>паропропусна а водонепропусна фолија</td><td>0,02</td></tr> <tr><td>5</td><td>даске</td><td>2,4</td></tr> <tr><td>6</td><td>дрвени рогови / ТИ стаклена вуна</td><td>12</td></tr> <tr><td>7</td><td>парна брана</td><td>0,02</td></tr> <tr><td>8</td><td>гипскартонске плоче</td><td>1,25</td></tr> </table>	1	цреп	2	2	дрвене гредице / ваздух	3	3	дрвене гредице / ваздух	5	4	паропропусна а водонепропусна фолија	0,02	5	даске	2,4	6	дрвени рогови / ТИ стаклена вуна	12	7	парна брана	0,02	8	гипскартонске плоче	1,25			
1	цреп	2																											
2	дрвене гредице / ваздух	3																											
3	дрвене гредице / ваздух	5																											
4	паропропусна а водонепропусна фолија	0,02																											
5	даске	2,4																											
6	дрвени рогови / ТИ стаклена вуна	12																											
7	парна брана	0,02																											
8	гипскартонске плоче	1,25																											
E2 ^C		<table border="0"> <tr><td>1</td><td>цреп</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>дрвене гредице / ваздух</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>дрвене гредице / ваздух</td><td>5</td></tr> <tr><td>4</td><td>паропропусна а водонепропусна фолија</td><td>0,02</td></tr> <tr><td>5</td><td>даске</td><td>2,4</td></tr> <tr><td>6</td><td>дрвени рогови / ТИ дрвена влакна</td><td>12</td></tr> <tr><td>7</td><td>парна брана</td><td>0,02</td></tr> <tr><td>8</td><td>гипскартонске плоче</td><td>1,25</td></tr> </table>	1	цреп	2	2	дрвене гредице / ваздух	3	3	дрвене гредице / ваздух	5	4	паропропусна а водонепропусна фолија	0,02	5	даске	2,4	6	дрвени рогови / ТИ дрвена влакна	12	7	парна брана	0,02	8	гипскартонске плоче	1,25			
1	цреп	2																											
2	дрвене гредице / ваздух	3																											
3	дрвене гредице / ваздух	5																											
4	паропропусна а водонепропусна фолија	0,02																											
5	даске	2,4																											
6	дрвени рогови / ТИ дрвена влакна	12																											
7	парна брана	0,02																											
8	гипскартонске плоче	1,25																											
E2 _p ^A		<table border="0"> <tr><td>1</td><td>цреп</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>дрвене гредице / ваздух</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>дрвене гредице / ваздух</td><td>5</td></tr> <tr><td>4</td><td>паропропусна а водонепропусна фолија</td><td>0,02</td></tr> <tr><td>5</td><td>даске</td><td>2,4</td></tr> <tr><td>6</td><td>ламелирани рогови</td><td>12</td></tr> </table>	1	цреп	2	2	дрвене гредице / ваздух	3	3	дрвене гредице / ваздух	5	4	паропропусна а водонепропусна фолија	0,02	5	даске	2,4	6	ламелирани рогови	12									
1	цреп	2																											
2	дрвене гредице / ваздух	3																											
3	дрвене гредице / ваздух	5																											
4	паропропусна а водонепропусна фолија	0,02																											
5	даске	2,4																											
6	ламелирани рогови	12																											
E2 _p ^B		<table border="0"> <tr><td>1</td><td>цреп</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>дрвене гредице / ваздух</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>дрвене гредице / ваздух</td><td>5</td></tr> <tr><td>4</td><td>паропропусна а водонепропусна фолија</td><td>0,02</td></tr> <tr><td>5</td><td>иверица</td><td>2,4</td></tr> <tr><td>6</td><td>ламелирани рогови / ТИ стаклена вуна</td><td>12</td></tr> <tr><td>7</td><td>дрвене гредице / ТИ стаклена вуна</td><td>5</td></tr> <tr><td>8</td><td>парна брана</td><td>0,02</td></tr> <tr><td>9</td><td>гипскартонске плоче</td><td>1,25</td></tr> </table>	1	цреп	2	2	дрвене гредице / ваздух	3	3	дрвене гредице / ваздух	5	4	паропропусна а водонепропусна фолија	0,02	5	иверица	2,4	6	ламелирани рогови / ТИ стаклена вуна	12	7	дрвене гредице / ТИ стаклена вуна	5	8	парна брана	0,02	9	гипскартонске плоче	1,25
1	цреп	2																											
2	дрвене гредице / ваздух	3																											
3	дрвене гредице / ваздух	5																											
4	паропропусна а водонепропусна фолија	0,02																											
5	иверица	2,4																											
6	ламелирани рогови / ТИ стаклена вуна	12																											
7	дрвене гредице / ТИ стаклена вуна	5																											
8	парна брана	0,02																											
9	гипскартонске плоче	1,25																											
E2 _p ^C		<table border="0"> <tr><td>1</td><td>цреп</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>дрвене гредице / ваздух</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>дрвене гредице / ваздух</td><td>5</td></tr> <tr><td>4</td><td>паропропусна а водонепропусна фолија</td><td>0,02</td></tr> <tr><td>5</td><td>иверица</td><td>2,4</td></tr> <tr><td>6</td><td>ламелирани рогови / ТИ дрвена влакна</td><td>12</td></tr> <tr><td>7</td><td>дрвене гредице / ТИ дрвена влакна</td><td>5</td></tr> <tr><td>8</td><td>парна брана</td><td>0,02</td></tr> <tr><td>9</td><td>гипскартонске плоче</td><td>1,25</td></tr> </table>	1	цреп	2	2	дрвене гредице / ваздух	3	3	дрвене гредице / ваздух	5	4	паропропусна а водонепропусна фолија	0,02	5	иверица	2,4	6	ламелирани рогови / ТИ дрвена влакна	12	7	дрвене гредице / ТИ дрвена влакна	5	8	парна брана	0,02	9	гипскартонске плоче	1,25
1	цреп	2																											
2	дрвене гредице / ваздух	3																											
3	дрвене гредице / ваздух	5																											
4	паропропусна а водонепропусна фолија	0,02																											
5	иверица	2,4																											
6	ламелирани рогови / ТИ дрвена влакна	12																											
7	дрвене гредице / ТИ дрвена влакна	5																											
8	парна брана	0,02																											
9	гипскартонске плоче	1,25																											

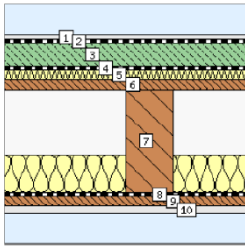
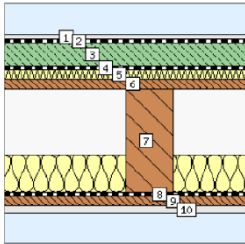
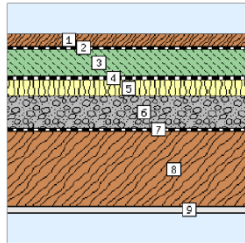
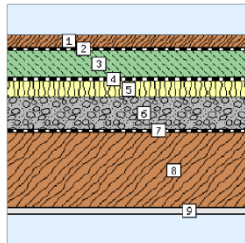
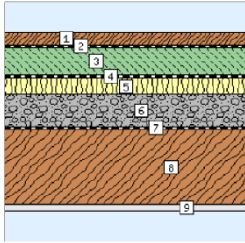
E2c ^A		<ul style="list-style-type: none"> 1 цреп 2 2 дрвене гредице / ваздух 3 3 дрвене гредице / ваздух 5 4 паропропусна а водонепропусна фолија 0,02 5 CLT плоче 12
E2c ^B		<ul style="list-style-type: none"> 1 цреп 2 2 дрвене гредице / ваздух 3 3 дрвене гредице / ваздух 5 4 паропропусна а водонепропусна фолија 0,02 5 даска 2,4 6 дрвене гредице / ТИ стаклена вуна 8 7 парна брана 0,02 8 CLT плоче 12
E2c ^C		<ul style="list-style-type: none"> 1 цреп 2 2 дрвене гредице / ваздух 3 3 дрвене гредице / ваздух 5 4 паропропусна а водонепропусна фолија 0,02 5 даска 2,4 6 дрвене гредице / ТИ дрвена влакна 8 7 парна брана 0,02 8 CLT плоче 12
E3 ^A		<ul style="list-style-type: none"> 1 паропропусна а водонепропусна фолија 0,02 2 ТИ стаклена вуна 5 3 парна брана 0,02 4 армирани бетон 14 5 гипсани слој за изравнавање 0,3
E3 ^B		<ul style="list-style-type: none"> 1 паропропусна а водонепропусна фолија 0,02 2 ТИ дрвена влакна 6 3 парна брана 0,02 4 армирани бетон 14 5 гипсани слој за изравнавање 0,3
E3 ^C		<ul style="list-style-type: none"> 1 цементни естрих 5 2 РЕ фолија 0,02 3 ТИ стаклена вуна 5 4 армирани бетон 14 5 гипсани слој за изравнавање 0,3

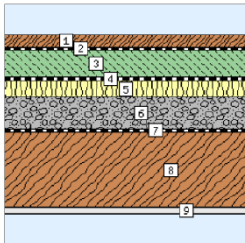
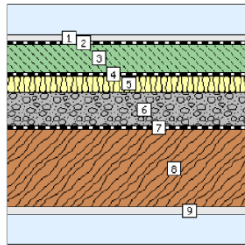
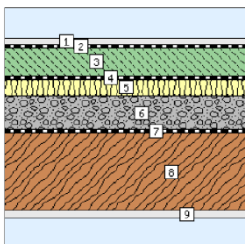
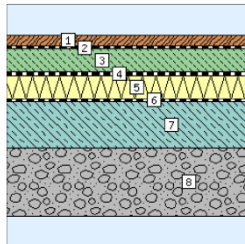
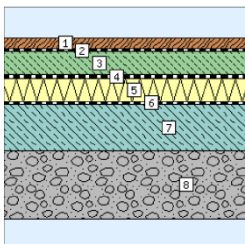
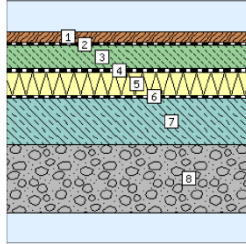
E3 ^D		<ul style="list-style-type: none"> 1 цементни естрих 5 2 РЕ фолија 0,02 3 ТИ дрвена влакна 6,3 4 армирани бетон 14 5 гипсани слој за изравнавање 0,3
E3 ^E ^A		<ul style="list-style-type: none"> 1 паропропусна а водонепропусна фолија 0,02 2 ТИ стаклена вуна 14 3 парна брана 0,02 4 армирани бетон 14 5 гипсани слој за изравнавање 0,3
E3 ^E ^B		<ul style="list-style-type: none"> 1 паропропусна а водонепропусна фолија 0,02 2 ТИ дрвена влакна 14 3 парна брана 0,02 4 армирани бетон 14 5 гипсани слој за изравнавање 0,3
E3 ^E ^C		<ul style="list-style-type: none"> 1 цементни естрих 5 2 РЕ фолија 0,02 3 ТИ стаклена вуна 10 4 армирани бетон 14 5 гипсани слој за изравнавање 0,3
E3 ^E ^D		<ul style="list-style-type: none"> 1 цементни естрих 5 2 РЕ фолија 0,02 3 ТИ дрвена влакна 12,6 4 армирани бетон 14 5 гипсани слој за изравнавање 0,3
E3 ^P ^A		<ul style="list-style-type: none"> 1 паропропусна а водонепропусна фолија 0,02 2 ТИ стаклена вуна 5 3 OSB плоче 1 4 дрвене греде / слој ТИ стаклена вуна 22 / 8 5 парна брана 0,02 6 OSB плоче 1 7 гипскартонске плоче 1,25

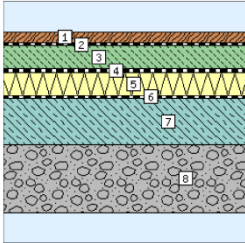
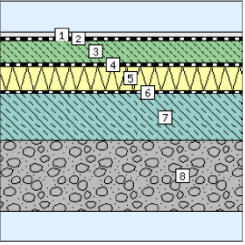
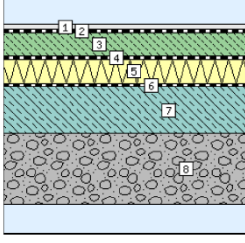
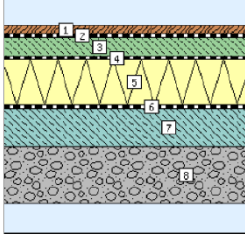
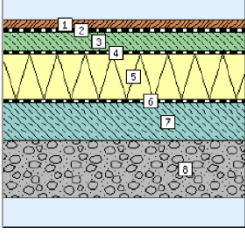
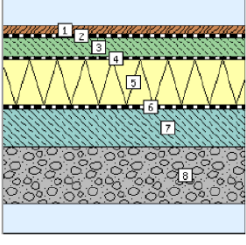
E3 _p ^B		<ul style="list-style-type: none"> 1 паропропусна а водонепропусна фолија 0,02 2 ТИ дрвена влакна 5 3 OSB плоче 1 4 дрвене греде / слој ТИ дрвена влакна 22 / 8 5 парна брана 0,02 6 OSB плоче 1 7 гипскартонске плоче 1,25
E3 _p ^C		<ul style="list-style-type: none"> 1 цементни естрих 5 2 PE фолија 0,02 3 ТИ стаклена вуна 5 4 OSB плоче 1 5 дрвене греде / слој ТИ дрвена влакна 22 / 8 6 парна брана 0,02 7 OSB плоче 1 8 гипскартонске плоче 1,25
E3 _p ^D		<ul style="list-style-type: none"> 1 цементни естрих 5 2 PE фолија 0,02 3 ТИ дрвена влакна 5 4 OSB плоче 1 5 дрвене греде / слој ТИ дрвена влакна 22 / 8 6 парна брана 0,02 7 OSB плоче 1 8 гипскартонске плоче 1,25
E3 _c ^A		<ul style="list-style-type: none"> 1 паропропусна а водонепропусна фолија 0,02 2 ТИ стаклена вуна 8 3 парна брана 0,02 4 CLT плоче 14 5 противпожарне гипскартонске плоче 1,25
E3 _c ^B		<ul style="list-style-type: none"> 1 паропропусна а водонепропусна фолија 0,02 2 ТИ дрвена влакна 8 3 парна брана 0,02 4 CLT плоче 14 5 противпожарне гипскартонске плоче 1,25
E3 _c ^C		<ul style="list-style-type: none"> 1 цементни естрих 5 2 PE фолија 0,02 3 ТИ стаклена вуна 3 4 ТИ стаклена вуна 3 5 насип 6 6 парна брана 0,02 7 CLT плоче 14 8 противпожарне гипскартонске плоче 1,25

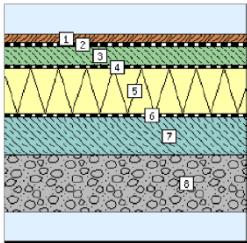
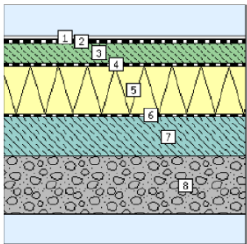
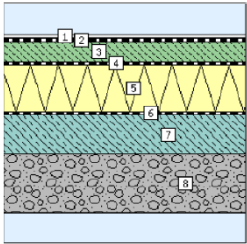
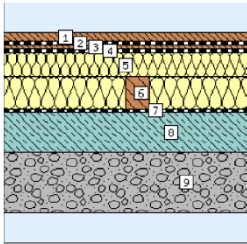
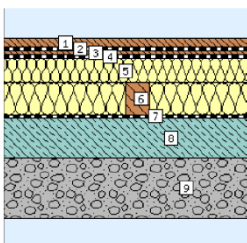
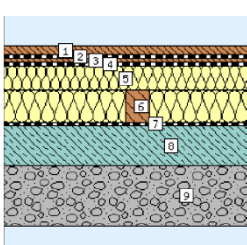
E3 ^D		<ul style="list-style-type: none"> 1 цементни естрих 5 2 РЕ фолија 0,02 3 ТИ дрвена влакна 3,5 4 ТИ дрвена влакна 5,6 5 насип 6 6 парна брана 0,02 7 CLT плоче 14 8 противпожарне гипскартонске плоче 1,25
E4 ^{A1}		<ul style="list-style-type: none"> 1 дрвени под – бродски под 2,2 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 звучна изолација EPS 2 6 армирани бетон 14 7 гипсни слој за изравнавање 0,3
E4 ^{A1WF}		<ul style="list-style-type: none"> 1 дрвени под – бродски под 2,2 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 звучна изолација дрвена влакна 2,2 6 армирани бетон 14 7 гипсни слој за изравнавање 0,3
E4 ^{A2}		<ul style="list-style-type: none"> 1 паркет 2,2 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 звучна изолација EPS 2 6 армирани бетон 14 7 гипсни слој за изравнавање 0,3
E4 ^{A3}		<ul style="list-style-type: none"> 1 вишеслојни паркет 2,2 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 звучна изолација EPS 2 6 армирани бетон 14 7 гипсни слој за изравнавање 0,3
E4 ^B		<ul style="list-style-type: none"> 1 керамичке плочице 1 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 звучна изолација EPS 2 6 армирани бетон 14 7 гипсни слој за изравнавање 0,3

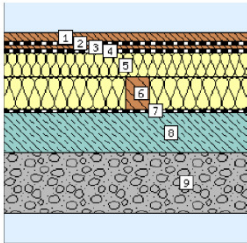
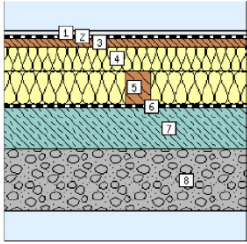
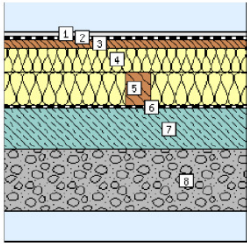
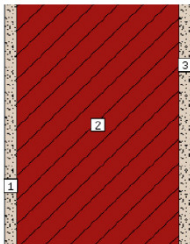
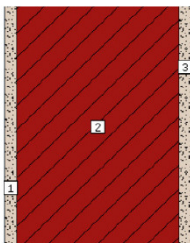
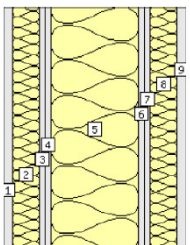
E4 ^{BWF}		<ol style="list-style-type: none"> 1 керамичке плочице 2 лепило 3 цементни естрих 4 PE фолија 5 звучна изолација дрвена влакна 6 армирани бетон 7 гипсни слој за изравнавање 	<ol style="list-style-type: none"> 1 0,02 5 0,02 2,2 14 0,3
E4 _p ^{A1}		<ol style="list-style-type: none"> 1 дрвени под – бродски под 2 лепило 3 OSB плоче 4 гредице / ТИ стаклена вуна 5 звучна изолација стаклена вуна 6 OSB плоче 7 дрвене греде / слој ТИ стаклена вуна 8 парна брана 9 OSB плоче 10 гипскартонске плоче 	<ol style="list-style-type: none"> 2,2 0,02 2,2 5 2 2,2 22 / 8 0,02 2,2 1,25
E4 _p ^{A1WF}		<ol style="list-style-type: none"> 1 дрвени под / бродски под 2 лепило 3 OSB плоче 4 гредице / ТИ дрвена влакна 5 звучна изолација дрвена влакна 6 OSB плоче 7 дрвене греде / слој ТИ дрвена влакна 8 парна брана 9 OSB плоче 10 гипскартонске плоче 	<ol style="list-style-type: none"> 2,2 0,02 2,2 6 2 2,2 22 / 8 0,02 2,2 1,25
E4 _p ^{A2}		<ol style="list-style-type: none"> 1 паркет 2 лепило 3 OSB плоче 4 гредице / ТИ стаклена вуна 5 звучна изолација стаклена вуна 6 OSB плоче 7 дрвене греде / слој ТИ стаклена вуна 8 парна брана 9 OSB плоче 10 гипскартонске плоче 	<ol style="list-style-type: none"> 2,2 0,02 2,2 6 2 2,2 22 / 8 0,02 2,2 1,25
E4 _p ^{A3}		<ol style="list-style-type: none"> 1 вишеслојни паркет 2 лепило 3 OSB плоче 4 гредице / ТИ стаклена вуна 5 звучна изолација стаклена вуна 6 OSB плоче 7 дрвене греде / слој ТИ стаклена вуна 8 парна брана 9 OSB плоче 10 гипскартонске плоче 	<ol style="list-style-type: none"> 2,2 0,02 2,2 6 2 2,2 22 / 8 0,02 2,2 1,25

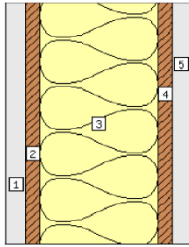
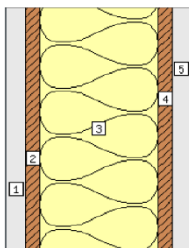
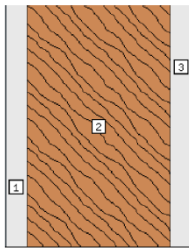
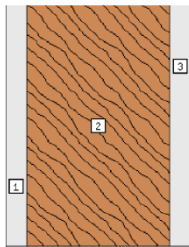
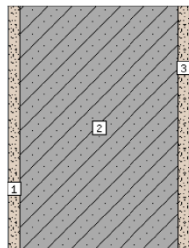
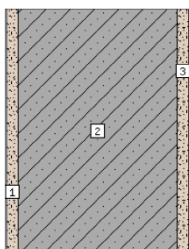
E4 _p ^B		<ol style="list-style-type: none"> 1 керамичке плочице 2 лепило 3 цементни естрих 4 PE фолија 5 звучна изолација стаклена вуна 6 OSB плоче 7 дрвене греде / слој ТИ стаклена вуна 8 парна брана 9 OSB плоче 10 гипскартонске плоче 	<ol style="list-style-type: none"> 1 0,02 5 0,02 2 2,2 22 / 8 0,02 2,2 1,25
E4 _p ^{BWF}		<ol style="list-style-type: none"> 1 керамичке плочице 2 лепило 3 цементни естрих 4 PE фолија 5 звучна изолација дрвена влакна 6 OSB плоче 7 дрвене греде / слој ТИ дрвена влакна 8 парна брана 9 OSB плоче 10 гипскартонске плоче 	<ol style="list-style-type: none"> 1 0,02 5 0,02 2 2,2 22 / 8 0,02 2,2 1,25
E4 _c ^{A1}		<ol style="list-style-type: none"> 1 дрвени под – бродски под 2 лепило 3 цементни естрих 4 PE фолија 5 звучна изолација стаклена вуна 6 насип 7 PE фолија 8 CLT плоча 9 гипскартонске плоче 	<ol style="list-style-type: none"> 2,2 0,02 5 0,02 3 6 0,02 12 1,5
E4 _c ^{AWF}		<ol style="list-style-type: none"> 1 дрвени под – бродски под 2 лепило 3 цементни естрих 4 PE фолија 5 звучна изолација дрвена влакна 6 насип 7 PE фолија 8 CLT плоча 9 гипскартонске плоче 	<ol style="list-style-type: none"> 2,2 0,02 5 0,02 3 6 0,02 12 1,5
E4 _c ^{A2}		<ol style="list-style-type: none"> 1 паркет 2 лепило 3 цементни естрих 4 PE фолија 5 звучна изолација стаклена вуна 6 насип 7 PE фолија 8 CLT плоча 9 гипскартонске плоче 	<ol style="list-style-type: none"> 2,2 0,02 5 0,02 3 6 0,02 12 1,5

E4 _C ^{A3}		<ol style="list-style-type: none"> 1 вишеслојни паркет 2,2 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 звучна изолација стаклена вуна 3 6 насип 6 7 РЕ фолија 0,02 8 CLT плоча 12 9 гипскартонске плоче 1,5
E4 _C ^B		<ol style="list-style-type: none"> 1 керамичке плочице 1 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 звучна изолација стаклена вуна 3 6 насип 16 7 РЕ фолија 0,02 8 CLT плоча 12 9 гипскартонске плоче 1,5
E4 _C ^{BWF}		<ol style="list-style-type: none"> 1 керамичке плочице 2 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 звучна изолација дрвена влакна 3 6 насип 6 7 РЕ фолија 0,02 8 CLT плоча 12 9 гипскартонске плоче 1,5
E5 ^{A1}		<ol style="list-style-type: none"> 1 паркет 2,2 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 ТИ EPS 5 6 хидроизолација 0,16 7 армирани бетон 10 8 набијени шљунак 15
E5 ^{A1WF}		<ol style="list-style-type: none"> 1 дрвени под – бродски под 2,2 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 ТИ дрвена влакна 6 6 хидроизолација 0,16 7 армирани бетон 10 8 набијени шљунак 15
E5 ^{A2}		<ol style="list-style-type: none"> 1 дрвени под – бродски под 2,2 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 ТИ EPS 5 6 хидроизолација 0,16 7 армирани бетон 10 8 набијени шљунак 15

E5 ^{A3}		<ul style="list-style-type: none"> 1 вишеслојни паркет 2,2 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 ТИ EPS 5 6 хидроизолација 0,16 7 армирани бетон 10 8 набијени шљунак 15
E5 ^B		<ul style="list-style-type: none"> 1 керамичке плочице 1 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 ТИ EPS 5 6 хидроизолација 0,16 7 армирани бетон 10 8 набијени шљунак 15
E5 ^{BWF}		<ul style="list-style-type: none"> 1 керамичке плочице 1 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 ТИ дрвена влакна 6 6 хидроизолација 0,16 7 армирани бетон 10 8 набијени шљунак 15
E5 _E ^{A1}		<ul style="list-style-type: none"> 1 дрвени под – бродски под 2,2 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 ТИ EPS 12 6 хидроизолација 0,16 7 армирани бетон 10 8 набијени шљунак 15
E5 _E ^{A1WF}		<ul style="list-style-type: none"> 1 дрвени под – бродски под 2,2 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 ТИ дрвена влакна 16 6 хидроизолација 0,16 7 армирани бетон 10 8 набијени шљунак 15
E5 _E ^{A2}		<ul style="list-style-type: none"> 1 дрвени под – бродски под 2,2 2 лепило 0,02 3 цементни естрих 5 4 РЕ фолија 0,02 5 ТИ EPS 12 6 хидроизолација 0,16 7 армирани бетон 10 8 набијени шљунак 15

E5 _E ^{A3}		<ol style="list-style-type: none"> 1 вишеслојни паркет 2 лепило 3 цементни естрих 4 PE фолија 5 ТИ EPS 6 хидроизолација 7 армирани бетон 8 набијени шљунак 	<ol style="list-style-type: none"> 2,2 0,02 5 0,02 12 0,16 10 15
E5 _E ^B		<ol style="list-style-type: none"> 1 керамичке плочице 2 лепило 3 цементни естрих 4 PE фолија 5 ТИ EPS 6 хидроизолација 7 армирани бетон 8 набијени шљунак 	<ol style="list-style-type: none"> 1 0,02 5 0,02 12 0,16 10 15
E5 _E ^{BWF}		<ol style="list-style-type: none"> 1 керамичке плочице 2 лепило 3 цементни естрих 4 PE фолија 5 ТИ дрвена влакна 6 хидроизолација 7 армирани бетон 8 набијени шљунак 	<ol style="list-style-type: none"> 1 0,02 5 0,02 18 0,16 10 15
E5 _p ^{A1}		<ol style="list-style-type: none"> 1 дрвени под – бродски под 2 паропропусна фолија 3 гредице/ ТИ стаклена вуна 4 гредице/ ТИ стаклена вуна 5 хидроизолација 6 армирани бетон 7 набијени шљунак 	<ol style="list-style-type: none"> 2,2 0,02 6 8 0,16 10 15
E5 _p ^{A1WF}		<ol style="list-style-type: none"> 1 дрвени под – бродски под 2 паропропусна фолија 3 гредице / ТИ дрвена влакна 4 гредице / ТИ дрвена влакна 5 хидроизолација 6 армирани бетон 7 набијени шљунак 	<ol style="list-style-type: none"> 2,2 0,02 8 8 0,16 10 15
E5 _p ^{A2}		<ol style="list-style-type: none"> 1 паркет 2 лепило 3 OSB плоче 4 гредице / ТИ стаклена вуна 5 гредице / ТИ стаклена вуна 6 хидроизолација 7 армирани бетон 8 набијени шљунак 	<ol style="list-style-type: none"> 2,2 0,02 1 6 8 0,16 10 15

E5 _p ^{A3}		<ol style="list-style-type: none"> 1 вишеслојни паркет 2 лепило 3 OSB плоче 4 гредице / ТИ стаклена вуна 5 гредице / ТИ стаклена вуна 6 хидроизолација 7 армирани бетон 8 набијени шљунак 	<ol style="list-style-type: none"> 2,2 0,02 1 6 8 0,16 10 15
E5 _p ^B		<ol style="list-style-type: none"> 1 керамичке плочице 2 лепило 3 OSB плоче 4 гредице / ТИ стаклена вуна 5 гредице / ТИ стаклена вуна 6 хидроизолација 7 армирани бетон 8 набијени шљунак 	<ol style="list-style-type: none"> 1 0,02 1 6 8 0,16 10 15
E5 _p ^{BWF}		<ol style="list-style-type: none"> 1 керамичке плочице 2 лепило 3 OSB плоче 4 гредице / ТИ дрвена влакна 5 гредице / ТИ дрвена влакна 6 хидроизолација 7 армирани бетон 8 набијени шљунак 	<ol style="list-style-type: none"> 1 0,02 1 8 8 0,16 10 15
E6 ^A		<ol style="list-style-type: none"> 1 малтер 2 шупљи опекарски блокови 3 малтер 	<ol style="list-style-type: none"> 1,5 19 1,5
E6 ^B		<ol style="list-style-type: none"> 1 малтер 2 шупљи опекарски блокови 3 малтер 	<ol style="list-style-type: none"> 1,5 7 1,5
E6 _p ^A		<ol style="list-style-type: none"> 1 гипскартонска противпожарна плоча 2 ТИ стаклена вуна у металном профилу 3 гипскартонска противпожарна плоча 4 гипскартонска противпожарна п плоча 5 гредице / ТИ стаклена вуна 6 гипскартонска противпожарна плоча 7 гипскартонска противпожарна плоча 8 ТИ стаклена вуна у металном профилу 9 гипскартонска противпожарна плоча 	<ol style="list-style-type: none"> 1,5 5 1,5 1,5 16 1,5 1,5 5 1,5

E6 _p ^B		<ol style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 2 OSB плоче 3 гредице / ТИ стаклена вуна 4 OSB плоче 5 гипскартонске плоче 	<ol style="list-style-type: none"> 1,25 1 8 1 1,25
E6 _p ^{BWF}		<ol style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 2 OSB плоче 3 гредице / ТИ дрвена влакна 4 OSB плоче 5 гипскартонске плоче 	<ol style="list-style-type: none"> 1,25 1 8 1 1,25
E6 _c ^A		<ol style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 2 CLT плоча 3 гипскартонске плоче 	<ol style="list-style-type: none"> 1,25 12 1,25
E6 _c ^B		<ol style="list-style-type: none"> 1 гипскартонске плоче 2 CLT плоча 3 гипскартонске плоче 	<ol style="list-style-type: none"> 1,25 9 1,25
E6 _e ^A		<ol style="list-style-type: none"> 1 малтер 2 Ytong блокови (гас-бетон) 3 малтер 	<ol style="list-style-type: none"> 1,5 20 1,5
E6 _e ^B		<ol style="list-style-type: none"> 1 малтер 2 Ytong блокови (гас-бетон) 3 малтер 	<ol style="list-style-type: none"> 1,5 12 1,5

ПРИЛОГ 2 ПРЕГЛЕД ОЦЕНА ВРЕДНОВАЊА ЕЛЕМЕНАТА СТРУКТУРЕ

E1 ФАСАДНИ ЗИДОВИ

Елемент	U W/m ² K	Еколошки индикатори елемента			
		PENTR MJ/m ²	GWP kgCO _{2eq} /m ²	AP kgSO _{2eq} /m ²	OI3
E1^A	0,423	601,77	45,75	0,131	45
E1 ^B	0,418	673,18	55,99	0,218	61
E1 ^C	0,399	661,84	34,74	0,158	49
E1 ^D	0,407	604,97	15,99	0,145	42
E1 ^E	0,406	620,15	11,34	0,152	43
E1 ^F	0,399	1573,14	65,21	0,389	115
E1 _E ^A	0,277	679,90	49,0427	0,142804	50
E1 _E ^B	0,239	882,53	74,9558	0,356579	89
E1 _E ^C	0,229	846,10	24,4412	0,208862	60
E1_E^D	0,241	648,,00	13,7064	0,152887	44
E1 _E ^E	0,244	681,39	2,9571	0,170303	46
E1 _E ^F	0,238	1.616,17	62,9300	0,396977	117
E1 _P ^A	0,292	408,22	8,5368	0,09404	28
E1 _P ^B	0,284	519,31	20,8627	0,190539	46
E1 _P ^C	0,290	471,97	-9,0683	0,117128	30
E1 _P ^D	0,288	366,03	-48,3842	0,10174	18
E1_P^E	0,292	333,69	-63,03	0,092	13
E1 _P ^F	0,299	1.321,03	-9,0219	0,336983	87
E1 _C ^A	0,301	557,05	-94,2971	0,13268	21
E1 _C ^B	0,297	677,63	-77,6333	0,27302	46
E1 _C ^C	0,275	668,70	-112,1674	0,178809	27
E1_C^D	0,282	547,21	-127,489	0,14583	16
E1 _C ^E	0,310	556,42	-132,9140	0,153299	17
E1 _C ^F	0,305	1.524,59	-83,6904	0,397389	90

Напомена:

За све варијанте референтне зграде T_E, T_P, T_C најбоље оцењени елементи су болдирани , а за референтну зграду болдирани су примењени елементи структуре.

E2 КРОВОВИ

Елемент	U W/m ² K	Еколошки индикатори елемента			
		PENTR MJ/m ²	GWP kgCO _{2eq} /m ²	AP kgSO _{2eq} /m ²	OI3
E2^A	1,045	234,22	-22,65	0,059	11
E2 ^B	0,348	324,41	-16,52	0,071	18
E2 ^C	0,349	334,97	-22,959	0,07	17
E2_E^A	1,045	234,22	-22,65	0,059	11
E2 _E ^B	0,192	390,2	-20,55	0,065	22
E2 _E ^C	0,208	408,24	-34,76	0,077	20
E2p ^A	1,62	500,38	-29,52	0,139	30
E2p ^B	0,201	683,21	-27,99	0,19	43
E2p ^C	0,194	717,94	-43,74	0,194	42
E2c^A	0,644	563,62	-95,86	0,128	20
E2c ^B	0,193	714,04	-121,42	0,179	27
E2c ^C	0,183	740,3	-134,6	0,182	26

ЕЗ КОНСТРУКЦИЈА ИЗНАД ГРЕЈАНОГ ПРОСТОРА КА ТАВАНУ

Елемент	U W/m ² K	Еколошки индикатори елемента			
		PENTR MJ/m ²	GWP kgCO _{2eq} /m ²	AP kgSO _{2eq} /m ²	OI3
E3^A	0,660	422,13	43,85	0,112	36
E3 ^B	0,590	432,94	39,72	0,113	36
E3 ^C	0,615	581,67	57,09	0,141	48
E3 ^D	0,637	666,63	42,89	0,177	53
E3 _E ^A	0,266	480,40	46,94	0,131	41
E3_E^B	0,278	490,53	36,50	0,129	40
E3 _E ^C	0,291	855,24	72,65	0,249	74
E3 _E ^D	0,295	928,63	28,253	0,250	69
E3 _P ^A	0,250	445,06	-50,24	0,114	22
E3_P^B	0,259	454,26	-59,72	0,112	20
E3 _P ^C	0,298	704,33	-31,21	0,182	42
E3 _P ^D	0,298	698,56	-50,58	0,170	38
E3 _C ^A	0,293	558,03	-113,53	0,147	19
E3_C^B	0,301	550,14	-119,91	0,160	18
E3 _C ^C	0,292	844,72	-91,93	0,235	44
E3 _C ^D	0,297	884,73	-118,34	0,235	41

Е4 МЕЋУСПРАТНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ИЗМЕЋУ СПРАТОВА
(ГРЕЈАНО-ГРЕЈАНО)

Елеменат	U W/m ² K	Еколошки индикатори елемента			
		PENTR MJ/m ²	GWP kgCO _{2eq} /m ²	AP kgSO _{2eq} /m ²	OI3
E4 ^A / E4 _E ^A	-	590,25	32,92	0,154	46
E4 ^{AIWF} / E4 _E ^{AIWF}	-	615,03	27,76	0,166	47
E4^{A2} / E4_E^{A2}	-	823,54	56,20	0,218	66
E4 ^{A3} / E4 _E ^{A3}	-	699,68	58,49	0,189	58
E4 ^B / E4 _E ^B	-	838,25	73,06	0,198	67
E4 ^{BWF} / E4 _E ^{BWF}	-	863,02	67,89	0,210	68
E4 _p ^{A1}	-	653,24	-77,87	0,180	33
E4_p^{AIWF}	-	636,67	-95,87	0,166	27
E4 _p ^{A2}	-	886,53	-54,60	0,243	53
E4 _p ^{A3}	-	762,67	-52,31	0,214	45
E4 _p ^B	-	977,13	-15,01	0,233	61
E4 _p ^{BWF}	-	949,65	-28,64	0,218	56
E4 _c ^{A1}	-	800,16	-119,54	0,220	36
E4_c^{AIWF}	-	769,78	-129,94	0,206	31
E4 _c ^{A2}	-	1033,45	-92,27	0,284	56
E4 _c ^{A3}	-	909,59	-93,98	0,255	49
E4 _c ^B	-	1048,16	-79,41	0,264	57
E4 _c ^{BWF}	-	1017,77	-89,80	0,250	52

E5 КОНСТРУКЦИЈЕ НА ТЛУ

Елемент	U W/m ² K	Еколошки индикатори елемента			
		PENTR MJ/m ²	GWP kgCO _{2eq} /m ²	AP kgSO _{2eq} /m ²	OI3
E5 ^{A1}	0,519	645,25	27,64	0,159	47
E5 ^{A1WF}	0,601	762,29	11,41	0,204	55
E5^{A2}	0,519	878,54	50,92	0,223	67
E5 ^{A3}	0,535	754,68	53,21	0,193	60
E5 ^B	0,632	893,24	67,66	0,203	68
E5 ^{BWF}	0,758	1010,28	51,54	0,248	75
E5_E^{A1}	0,265	783,71	33,48	0,180	56
E5 _E ^{A1WF}	0,293	1222,18	-8,69	0,304	76
E5 _E ^{A2}	0,265	1016,99	56,76	0,243	76
E5 _E ^{A3}	0,269	893,14	59,04	0,214	68
E5_E^B	0,292	1031,70	73,61	0,223	76
E5 _E ^{BWF}	0,292	1442,15	27,42	0,368	102
E5 _P ^{A1}	0,301	517,42	2,90	0,146	37
E5_P^{A1WF}	0,276	541,68	-8,86	0,145	36
E5 _P ^{A2}	0,294	816,78	19,19	0,224	60
E5 _P ^{A3}	0,299	292,92	21,47	0,195	53
E5 _P ^B	0,299	880,12	29,40	0,217	63
E5_P^{BWF}	0,275	904,38	17,54	0,219	62

Е6 ПРЕГРАДНИ ЗИДОВИ

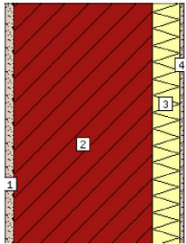
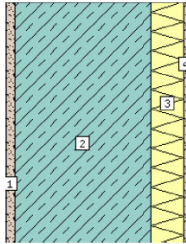
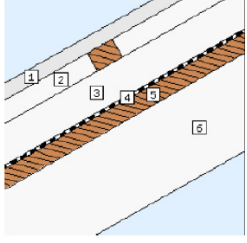
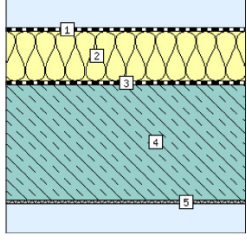
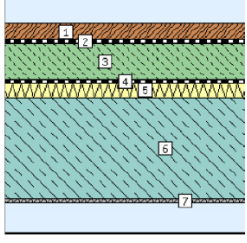
Елемент	U W/m ² K	Еколошки индикатори елемента			
		PENTR MJ/m ²	GWP kgCO _{2eq} /m ²	AP kgSO _{2eq} /m ²	OI3
E6 ^A	-	443,43	36,47	0,102	35
E6 ^B	-	198,11	17,95	0,047	16
E6 _E ^A	-	391,88	29,89	0,087	30
E6 _E ^B	-	250,52	20,33	0,058	19
E6 _P ^A	-	692,26	10,57	0,178	49
E6 _P ^B	-	240,76	-14,89	0,058	13
E6 _P ^{BWF}		232,49	-20,75	0,053	11
E6 _C ^A	-	478,30	-99,19	0,126	16
E6 _C ^B	-	385,24	-73,97	0,101	14

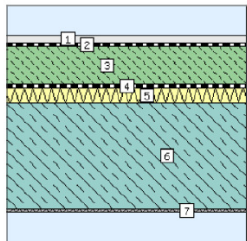
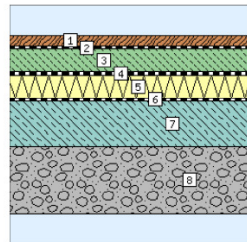
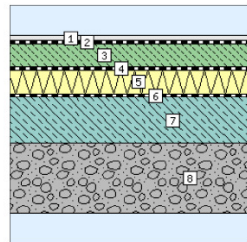
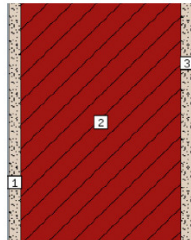
Е7 ПРОЗОРИ

Елемент	Еколошки индикатори елемента			
	PENTR MJ/m ²	GWP kgCO _{2eq} /m ²	AP kgSO _{2eq} /m ²	ΔOI3 Pts/m ²
E7 1	521,95	13,11	0,22	49
E7 1 PVC	1.136,18	58,52	0,29	86
E7 2	665,23	4,98	0,24	55
E7 2 PVC	1.710,96	81,98	0,37	118
E7 3	585,51	9,51	0,23	51
E7 3 PVC	1.387,35	68,77	0,32	100
E7 4	550,89	11,47	0,22	50
E7 4 PVC	1.294,75	63,15	0,30	93
E7 5	578,89	9,88	0,23	51
E7 5 PVC	1.360,47	67,67	0,32	99

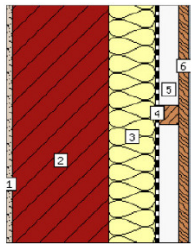
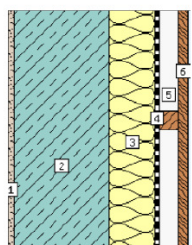
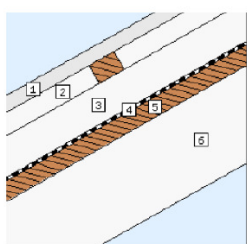
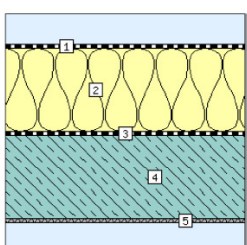
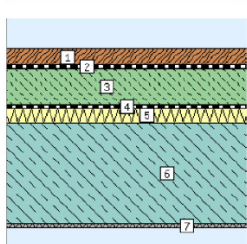
ПРИЛОГ 3. ВРЕДНОВАНЕ ЗГРАДЕ - ПРЕГЛЕД ЕЛЕМЕНАТА СТРУКТУРЕ

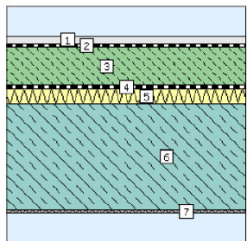
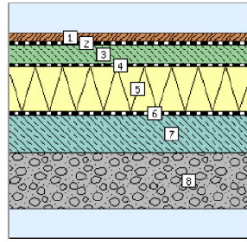
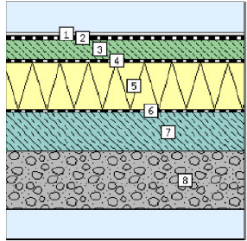
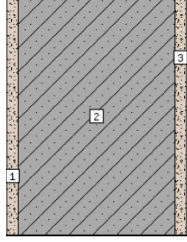
РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА Т

ОЗНАКА	ПРЕСЕК	БРОЈ	ОПИС	Д cm
E1 ^A		1 2 3 4	малтер шупљи опекарски блок ТИ EPS силикатни малтер	1,5 25 5 0,19
E1 ^{AB}		1 2 3 4	малтер армирани бетон ТИ EPS силикатни малтер	1,5 25 5 0,19
E2 ^A		1 2 3 4 5 6	преп дрвене гредице / ваздух дрвене гредице / ваздух паропропусна а водонепропусна фолија даске дрвени рогови / ваздух	2 3 5 0,02 2,4 12
E3 ^A		1 2 3 4 5	паропропусна а водонепропусна фолија ТИ стаклена вуна парна брана армирани бетон гипсни слој за изравнавање	0,02 5 0,02 14 0,3
E4 ^{A2}		1 2 3 4 5 6 7	паркет лепило цементни естрих РЕ фолија ТИ EPS армирани бетон гипсни слој за изравнавање	2,2 0,02 5 0,02 2 14 0,3

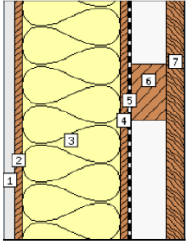
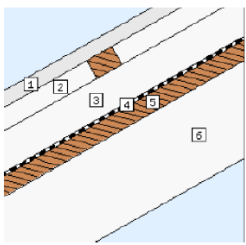
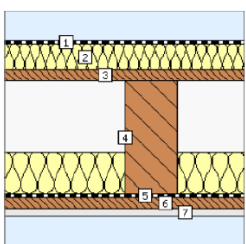
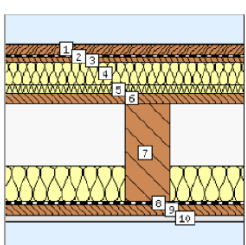
ОЗНАКА	ПРЕСЕК	БРОЈ	ОПИС	Д cm
E4 ^B		1 2 3 4 5 6 7	керамичке плочице лепило цементни естрих РЕ фолија ТИ EPS армирани бетон гипсни слој за изравнавање	1 0,02 5 0,02 2 14 0,3
E5 ^{A2}		1 2 3 4 5 6 7	паркет лепило цементни естрих РЕ фолија ТИ EPS хидроизолација армирани бетон	2,2 0,02 5 0,02 5 0,16 10
E5 ^B		1 2 3 4 5 6 7 8	керамичке плочице лепило цементни естрих РЕ фолија ТИ EPS хидроизолација армирани бетон набијени шљунак	1 0,02 5 0,02 5 0,16 10 15
E6 ^A		1 2 3	малтер шупљи опекарски блокови малтер	1,5 19 1,5

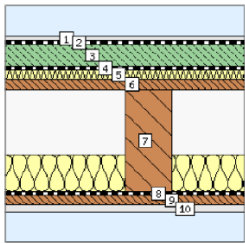
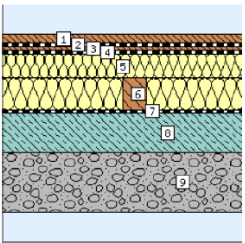
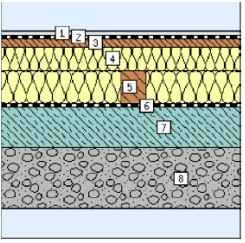
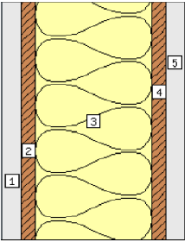
РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА T_E

ОЗНАКА	ПРЕСЕК	БРОЈ	ОПИС	Д cm
E1 _E ^D		1	малтер	1,5
		2	шупљи опекарски блок	25
		3	ТИ стаклена вуна	12
		4	паропрпусна а водонепропусна фолија	0,02
		5	дрвене гредице / ваздух	5
		6	дрвена облога	2,5
E1 _E ^{DB}		1	малтер	1,5
		2	армирани бетон	25
		3	ТИ стаклена вуна	12
		4	паропрпусна а водонепропусна фолија	0,02
		5	дрвене гредице / ваздух	5
		6	дрвена облога	2,5
E2 _E ^A		1	цреп	2
		2	дрвене гредице / ваздух	3
		3	дрвене гредице / ваздух	5
		4	паропрпусна а водонепропусна фолија	0,02
		5	даске	2,4
		6	дрвени рогови / ваздух	12
E3 _E ^A		1	паропрпусна а водонепропусна фолија	0,02
		2	ТИ стаклена вуна	14
		3	парна брана	0,02
		4	армирани бетон	14
		5	гипсни слој за изравнавање	0,3
E4 _E ^{A1}		1	дрвени под – бродски под	2,2
		2	лепило	0,02
		3	цементни естрих	5
		4	PE фолија	0,02
		5	ТИ EPS	2
		6	армирани бетон	14
		7	гипсни слој за изравнавање	0,3

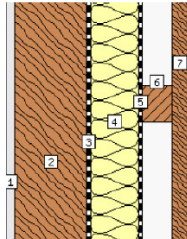
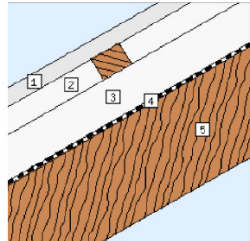
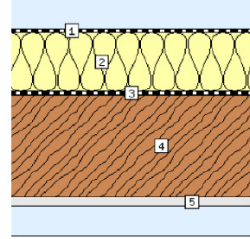
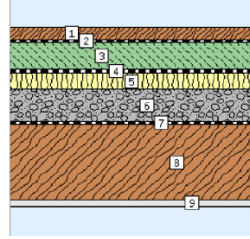
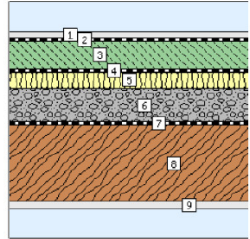
ОЗНАКА	ПРЕСЕК	БРОЈ	ОПИС	Д cm
E4 ^B		1 2 3 4 5 6 7	керамичке плочице лепило цементни естрих РЕ фолија ТИ EPS армирани бетон гипсни слој за изравнавање	1 0,02 5 0,02 2 14 0,3
E5 ^{E A2}		1 2 3 4 5 6 7 8	дрвени под – бродски под лепило цементни естрих РЕ фолија ТИ EPS хидроизолација армирани бетон набијени шљунак	2,2 0,02 5 0,02 12 0,16 10 15
E5 ^{E B}		1 2 3 4 5 6 7 8	керамичке плочице лепило цементни естрих РЕ фолија ТИ EPS хидроизолација армирани бетон набијени шљунак	1 0,02 5 0,02 12 0,16 10 15
E6 ^{E A}		1 2 3	малтер Ytong блокови (гас-бетон) малтер	1,5 20 1,5

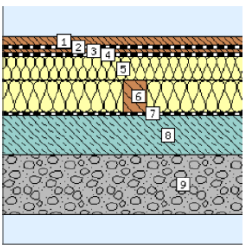
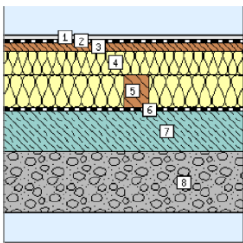
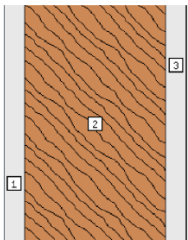
РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА Т_р

ОЗНАКА	ПРЕСЕК	БРОЈ	ОПИС	Д cm
E1 _р ^E		1 2 3 4 5 6 7	гипскартонске плоче OSB плоче ТИ дрвена влакна OSB плоче паропропусна фолија дрвене гредице / ваздух дрвена облога	1,25 1 14 1 0,02 5 2,5
E2 _р ^A		1 2 3 4 5 6	цреп дрвене гредице / ваздух дрвене гредице / ваздух паропропусна а водонепропусна фолија даске ламелирани рогови	2 3 5 0,02 2,4 12
E3 _р ^B		1 2 3 4 5 6 7	паропропусна а водонепропусна фолија ТИ дрвена влакна OSB плоче дрвене греде / слој ТИ дрвена влакна парна брана OSB плоче гипскартонске плоче	0,02 6 1 22 / 8 0,02 1 1,25
E4 _р ^{A1WF}		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	дрвени под – бродски под лепило OSB плоче гредице / ТИ дрвена влакна звучна изолација дрвена влакна OSB плоче дрвене греде / слој ТИ дрвена влакна парна брана OSB плоче гипскартонске плоче	2,2 0,02 2,2 6 2 2,2 22 / 8 0,02 2,2 1,25

ОЗНАКА	ПРЕСЕК	БРОЈ	ОПИС	Д cm
E4 _p ^{BWF}		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	керамичке плочице лепило пементни естрих PE фолија звучна изолација дрвена влакна OSB плоче дрвене греде / слој ТИ дрвена влакна парна брана OSB плоче гипскартонске плоче	1 0,02 5 0,02 2 2,2 22 / 8 0,02 2,2 1,25
E5 _p ^{A1WF}		1 2 3 4 5 6 7	дрвени под – бродски под паропропусна фолија гредице / ТИ дрвена влакна гредице / ТИ дрвена влакна хидроизолација армирани бетон набијени шљунак	2,2 0,02 8 8 0,16 10 15
E5 _p ^{BWF}		1 2 3 4 5 6 7 8	керамичке плочице лепило OSB плоче гредице/ ТИ дрвена влакна гредице / ТИ дрвена влакна хидроизолација армирани бетон набијени шљунак	1 0,02 1 8 8 0,16 10 15
E6 _p ^{BWF}		1 2 3 4 5	гипскартонске плоче OSB плоче гредице / ТИ дрвена влакна OSB плоче гипскартонске плоче	1,25 1 8 1 1,5

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА T_C

ОЗНАКА	ПРЕСЕК	БРОЈ	ОПИС	Д cm
E1 _C ^D		1 2 3 4 5 6	гипскартонске плоче CLT плоче дрвене гредице / ТИ стаклена вуна паропропусна фолија дрвене гредице/ ваздух дрвена облога	1,25 14 8 0,02 5 2,5
E2 _C ^A		1 2 3 4 5	преп дрвене гредице / ваздух дрвене гредице / ваздух паропропусна а водонепропусна фолија CLT плоче	2 3 5 0,02 12
E3 _C ^B		1 2 3 4 5	паропропусна а водонепропусна фолија ТИ дрвена влакна парна брана CLT плоче противпожарне гипскартонске плоче	0,02 8 0,02 14 1,25
E4 _C ^{AWF}		1 2 3 4 5 6 7 8 9	дрвени под – бродски под лепило цементни естрих PE фолија звучна изолација дрвена влакна насип PE фолија CLT плоча гипскартонске плоче	2,2 0,02 5 0,02 3 6 0,02 12 1,5
E4 _C ^{BWF}		1 2 3 4 5 6 7 8 9	керамичке плочице лепило цементни естрих PE фолија звучна изолација дрвена влакна насип PE фолија CLT плоча гипскартонске плоче	2 0,02 5 0,02 3 6 0,02 12 1,5

ОЗНАКА	ПРЕСЕК	БРОЈ	ОПИС	Д cm
E5 _p ^{A1WF}		1 2 3 4 5 6 7	дрвени под – бродски под паропропусна а водонепропусна фолија гредице / ТИ дрвена влакна гредице / ТИ дрвена влакна хидроизолација армирани бетон набијени шљунак	2,2 0,02 8 8 0,16 10 15
E5 _p ^{BWF}		1 2 3 4 5 6 7 8	керамичке плочице лепило OSB плоче гредице / ТИ дрвена влакна гредице / ТИ дрвена влакна хидроизолација армирани бетон набијени шљунак	1 0,02 1 8 8 0,16 10 15
E6 _c ^B		1 2 3	гипскартонске противпожарне плоче CLT плоча гипскартонске противпожарне плоче	1,25 9 1,25

ПРИЛОГ 4. ПРЕГЛЕД РЕЗУЛТАТА ВРЕДНОВАЊА ЗГРАДА

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА Т



ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ТОПЛОТНОГ ОМОТАЧА
ЗГРАДЕ- ФАЗА ВГ0

Елемент	Површина m ²	ΔOIЗ BG0,GFA по m ²		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv.} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv.} /
E2	70,55	16	36	188,01	19,530	0,04995
E1	33,25	15	71	179,20	17,783	0,04417
E1	171,38	49	45	651,08	49,498	0,14177
E5	58,88	22	59	279,98	17,347	0,07295
E5	7,40	3	60	35,87	2,968	0,00824
P2	1,44	0	55	6,05	0,045	0,00216
P3	1,76	1	51	6,51	0,106	0,00253
P5	2	1	51	7,31	0,125	0,00286
P4	7	2	50	24,35	0,507	0,00985
P1	11,90	4	49	39,21	0,985	0,01647
укупно				1417,56	108,893	0,35093

OIЗ BG0, GFA	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv.} / по m ² GFA	AP kgSO _{2ekv.} /

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА Т



ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ ФАЗА ВГ3 - 100 година

Елемент	Пошвршина m ²	ΔОІЗ ВГ0,GFA по m ²		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv.} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv.} /
E2	70,55	15	41	174	16,95	0,0461
E1	33,25	14	84	181	16,47	0,0422
E1	171,38	50	56	669	49,10	0,1444
E5	58,88	49	161	630	34,79	0,1649
E5	7,40	6	153	80	5,35	0,0172
P2	1,44	1	176	15	0,65	0,0053
P3	1,76	1	164	16	0,77	0,0062
P5	2,00	2	162	18	0,87	0,0070
P4	7,00	6	158	60	3,00	0,0242
P1	11,90	9	154	96	5,05	0,0404
AB	19,12	3	35	40	4,26	0,0106
E4	3,88	3	144	38	2,76	0,0084
E6	93,39	19	40	246	21,69	0,0575
E4	57,71	44	148	554	33,74	0,1507
E2	93,28	13	26	220	-4,66	0,0450
ТЕМ	57,65	34	115	390	43,78	0,8740
укупно				3.426	234,57	0,8740

ОІЗ ВГ3, реф. површина	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv.} /	AP kgSO _{2ekv.} /
	за реф. површину (ОІЗ)		
270	3.426	234,57	0,8740

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА Т



ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ ФАЗА ВГЗ

25 година

Елемент	Површина m ²	ΔОІЗ ВГ0,GFA по m ²		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
E2	70,55	13	36	154	16,0	0,0409
E1	33,25	12	71	147	14,5	0,361
E1	171,38	40	45	532	40,5	0,1159
E5	58,88	21	67	267	15,5	0,0676
E5	7,40	3	68	34	2,6	0,0077
P2	1,44	0	55	5	0,0	0,0018
P3	1,76	0	51	5	0,1	0,0021
P5	2,00	1	51	6	0,1	0,0023
P4	7,00	2	50	20	0,4	0,0081
P1	11,90	3	49	32	0,8	0,0135
AB	19,12	3	34	38	4,2	0,0101
E4	3,80	1	67	16	1,4	0,0039
E6	93,39	17	35	214	18,1	0,0492
E4	57,71	20	66	245	16,7	0,0650
E2	39,28	5	11	113	-10,9	0,0235
ТЕМ	57,65	34	115	390	43,8	0,1041
укупно				2.219	163,8	0,5519

ОІЗ ВГЗ, реф. површина	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} /	AP kgSO _{2ekv} /
	за реф. површину (ОІЗ)		
175	2.219	163,8	0,5519

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА Т



ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ ФАЗА ВГ3

50 година

Елемент	Површина m ²	ΔОИЗ BG0,GFA по m ²		PENTR	GWP 100	AP
				MJ	kgCO ₂ ekv./ m ² GFA	kgSO ₂ ekv. /
E2	70,55	13	36	154	16,0	0,0409
E1	33,25	12	71	147	14,5	0,0361
E1	171,38	41	46	544	41,1	0,1191
E5	58,88	28	91	355	19,8	0,0931
E5	7,40	3	90	46	3,3	0,0102
P2	1,44	1	115	10	0,3	0,0035
P3	1,76	1	107	11	0,4	0,0041
P5	2,00	1	107	12	0,5	0,0047
P4	7,00	4	104	40	1,7	0,0161
P1	11,90	6	101	64	2,9	0,0269
AB	19,12	3	34	38	4,2	0,0101
E4	3,8	2	88	22	1,8	0,0051
E6	93,39	17	35	214	18,1	0,0492
E4	57,71	27	69	332	21,0	0,0899
E2	93,28	5	11	113	-10,9	0,0235
ТЕМ	57,65	34	115	390	43,8	0,1041
укупно				2.491	178,6	0,6367

ОИЗ BG3, реф. површина	PENTR	GWP 100	AP
	MJ	kgCO ₂ ekv./	kgSO ₂ ekv. /
198	2.491	178,6	0,6367

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА Т



ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ ФАЗА ВГ3

75 година

Елемент	Површина m ²	ΔОИЗ BG0,GFA по m ²		PENTR MJ	GWP 100 kgCO ₂ ekv./ m ² GFA	AP kgSO ₂ ekv./
E2	70,55	15	41	174	16,95	0,0461
E1	33,25	14	84	181	16,47	0,0422
E1	171,38	49	55	657	48,45	0,1412
E5	58,88	42	137	542	30,43	0,1395
E5	7,40	5	132	69	4,67	0,0147
P2	1,44	1	176	15	0,65	0,0053
P3	1,76	1	164	16	0,77	0,0062
P5	2,00	2	162	18	0,87	0,0070
P4	7,00	6	158	60	3,00	0,0242
P1	11,90	9	154	96	5,05	0,0404
AB	19,12	3	35	40	4,26	0,0106
E4	3,80	2	123	32	2,41	0,0071
E6	93,39	19	40	246	21,61	0,0575
E4	57,71	37	125	468	29,47	0,1258
E2	93,28	13	26	220	-4,66	0,0450
ТЕМ	57,65	34	115	390	43,78	0,1041
укупно				3.222	224,24	0,8168

ОИЗ	PENTR MJ	GWP 100 kgCO ₂ ekv./	AP kgSO ₂ ekv. /
BG3, реф. површина	за реф. површину (ОИЗ)		
254	3.222	224,24	0,8168

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА T_EПРОРАЧУН ОБУХВАТА ТОПЛОТНОГ ОМОТАЧА ЗГРАДЕ
ФАЗА BG0

Елемент	овршина m ²	ΔOИЗ BG0,GFA по m ²		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
E3	70,55	18	40	218,48	16,258	0,05765
E1	171,38	47	44	688,22	18,428	0,16029
E1	33,25	13	64	160,79	15,493	0,04165
E5	7,40	3	68	42,34	3,240	0,00921
E5	58,88	18	47	244,72	10,865	0,05704
P2	1,44	0	55	6,05	0,045	0,00216
P3	1,76	1	51	6,51	0,106	0,00253
P5	2	1	51	7,31	0,125	0,00286
P4	7	2	50	24,35	0,507	0,00985
P1	11,90	4	49	39,21	0,985	0,01647
укупно				1.437,97	66,051	0,35970

OИЗ BG0, GFA	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / по m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА T_E

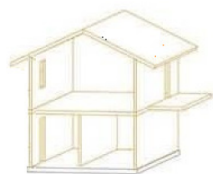


ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ ФАЗА BG3

100 година

Елемент	Површина m ²	ΔOИЗ BG0,GFA по m ²		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
E3	70,55	18	49	224	15,97	0,0586
E1	171,38	52	58	728	23,08	0,1768
E1	33,25	14	80	172	10,66	0,0461
E5	7,40	7	170	91	5,80	0,0188
E5	58,88	31	103	431	21,22	0,1002
P2	1,44	1	176	15	0,65	0,0053
P3	1,76	1	164	16	0,77	0,0062
P5	2,00	2	162	18	0,87	0,0070
P4	7,00	6	158	60	3,00	0,0242
P1	11,90	9	154	96	5,05	0,0404
AB	19,12	3	35	40	4,26	0,0106
E4	3,80	3	144	38	2,76	0,0084
E6	93,39	19	40	246	21,69	0,0575
E4	57,71	22	74	276	16,97	0,0748
E2	93,28	13	26	220	- 4,66	0,0450
ТЕМ	57,65	34	115	390	171,86	0,1041
укупно				3.059	171,86	0,7838

OИЗ BG3, реф. површина	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} /	AP kgSO _{2ekv} /
	за реф. површину (OИЗ)		
235	3.059	171,86	0,7838

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА T_E

ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ

ФАЗА BG3 25 година

Елемент	Површина m ²	ΔOИЗ		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
		BG0,GFA	po m ²			
E3	70,55	14	40	179	13,30	0,0471
E1	171,38	39	44	573	12,13	0,1353
E1	33,25	11	65	142	8,53	0,0381
E5	7,40	3	76	39	2,81	0,0085
E5	58,88	17	56	238	10,18	0,0546
P2	1,44	0	55	5	0,04	0,0018
P3	1,76	0	51	5	0,09	0,0021
P5	2,00	1	51	6	0,10	0,0023
P4	7,00	2	50	20	0,41	0,0081
P1	11,90	3	49	32	0,81	0,0135
AB	19,12	3	34	38	4,16	0,0101
E4	3,80	1	67	16	1,43	0,0039
E6	93,39	17	35	214	18,07	0,0492
E4	57,71	14	46	176	9,81	0,0461
E2	93,28	5	11	113	-10,91	0,0235
TEM	57,65	34	115	390	43,78	0,1041
укупно				2.188	114,73	0,5482

OИЗ	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
BG3, реф. површина	за реф. површину (OИЗ)		
165	2.188	114,73	0,5482

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА T_E



ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ

ФАЗА ВГЗ 50 година

Елемент	Површина m ²	ΔОІЗ		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
		ВГ0,GFA	по m ²			
E3	70,55	14	40	179	13,30	0,0471
E1	171,38	39	44	573	12,13	0,1353
E1	33,25	11	65	142	8,53	0,0381
E5	7,40	4	98	51	3,50	0,0110
E5	58,88	18	61	255	11,19	0,0607
P2	1,44	1	115	10	0,34	0,0035
P3	1,76	1	107	11	0,43	0,0041
P5	2,00	1	107	12	0,49	0,0047
P4	7,00	4	104	70	1,71	0,0161
P1	11,90	6	101	64	2,93	0,0269
AB	19,12	3	34	38	4,16	0,0101
E4	3,80	2	88	22	1,78	0,0051
E6	93,39	17	35	214	18,07	0,0492
E4	57,71	15	51	193	10,80	0,0520
E2	93,28	5	11	113	-10,91	0,0235
ТЕМ	57,65	34	115	390	43,78	0,1041
укупно				2.307	122,22	0,5916

ОІЗ	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} /	AP kgSO _{2ekv} /
ВГЗ, реф. површина	за реф. површину (ОІЗ)		
176	2.307	122,22	0,5916

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА T_E

ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ

ФАЗА BG3 75 година

Елемент	Површина m ²	ΔOИЗ		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
		BG0,GFA	по m ²			
E3	70,55	18	49	224	15,97	0,0586
E1	171,38	52	58	728	23,08	0,1768
E1	33,25	14	80	172	10,66	0,0461
E5	7,40	6	149	79	5,11	0,0163
E5	58,88	30	98	414	20,21	0,0941
P2	1,44	1	176	15	0,65	0,0053
P3	1,76	1	164	16	0,77	0,0062
P5	2,00	2	162	18	0,87	0,0070
P4	7,00	6	158	60	3,0	0,0242
P1	11,90	9	154	96	5,05	0,0404
AB	19,12	3	35	40	4,26	0,0106
E4	3,80	2	123	36	2,41	0,0071
E6	93,39	19	40	246	21,69	0,0575
E4	57,71	20	69	259	15,97	0,0689
E2	93,28	13	26	220	-4,66	0,0450
ТЕМ	57,65	34	115	390	43,78	0,1041
укупно				3.008	168,81	0,7681

OИЗ	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} /	AP kgSO _{2ekv} /
BG3, реф. површина	за реф. површину (OИЗ)		
231	3.008	168,81	0,7681

ЗГРАДА Тр



ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ТОПЛОТНОГ ОМОТАЧА ЗГРАДЕ-
ФАЗА ВГ0

Елемент	Површина m ²	ΔOI3 BG0,GFA по m ²		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
E5	58,88	11	29	163,73	-4,576	0,04665
E1	204,63	16	12	410,46	-77,514	0,11201
E5	7,44	3	55	37,72	0,666	0,00923
E3	70,55	9	20	202,33	-26,601	0,05004
P2	1,44	0	55	6,05	0,045	0,00216
P3	1,76	1	51	6,51	0,106	0,00253
P5	2,00	1	51	7,31	0,125	0,00286
P4	7,00	2	50	24,35	0,507	0,00985
P1	11,90	4	49	39,21	0,985	0,01647
укупно				897,65	- 106,256	0,25178

OI3 BG0, GFA	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / по m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /

ЗГРАДА Тр



ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ

ФАЗА ВГЗ 100 година

Елемент	Површина m ²	ΔОИЗ ВГ0,GFA по m ²		PENTR	GWP 100	AP
				MJ	kgCO _{2ekv} /	kgSO _{2ekv} /
				m ² GFA		
E5	58,88	20	66	275	3,10	0,0771
E1	204,63	37	35	642	-46,23	0,1723
E5	7,44	6	150	82	3,30	0,0186
E3	70,55	18	50	316	-13,87	0,0761
P2	1,44	1	176	15	0,65	0,0053
P3	1,76	1	164	16	0,77	0,0062
P5	2,00	2	162	18	0,87	0,0070
P4	7,00	6	158	60	3,00	0,0242
P1	11,90	9	154	96	5,05	0,0404
E2	93,28	13	26	220	-4,66	0,0450
E6	94,83	14	28	228	-3,87	0,0517
E4	57,71	25	83	400	-17,00	0,1062
E4	3,80	3	166	48	1,22	0,0108
ТЕМ	57,65	34	115	390	43,78	0,1041
укупно				2.806	- 23,88	0,7447

ОИЗ ВГЗ, реф. површина	PENTR	GWP 100	AP
	MJ	kgCO _{2ekv} /	kgSO _{2ekv} /
за реф. површину (ОИЗ)			
189	2.806	-23,88	0,7447

ЗГРАДА Тр



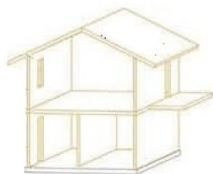
ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ

ФАЗА ВГ3 - 25 година

Елемент	Површина m ²	ΔОІЗ		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
		ВГ0,GFA	по m ²			
E5	58,88	11	36	165	-2,72	0,0451
E1	204,63	13	12	336	-63,40	0,0916
E5	7,44	2	62	35	0,67	0,0084
E3	70,55	7	20	165	-21,76	0,0409
P2	1,44	0	55	5	0,04	0,0018
P3	1,76	0	51	5	0,09	0,0021
P5	2,00	1	51	6	0,10	0,0023
P4	7,00	2	50	20	0,41	0,0081
P1	11,90	3	49	32	0,81	0,0135
E2	93,28	5	11	113	-10,91	0,0235
E6	94,83	6	11	114	-10,16	0,0258
E4	57,71	8	27	190	-28,57	0,0495
E4	3,80	1	56	19	-0,56	0,0043
ТЕМ	57,65	34	115	390	43,78	0,1041
укупно				1.594	-92,18	0,4210

ОІЗ	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} /	AP kgSO _{2ekv} /
ВГ3, реф. површина			
94	1.594	-92,18	0,4210

ЗГРАДА Тр



ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ

ФАЗА ВГ3 - 50 година

Елемент	Површина m ²	ΔОІЗ ВГ0,GFA по m ²		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
E5	58,88	13	41	182	-1,71	0,0511
E1	204,63	13	12	336	-63,40	0,0916
E5	7,44	3	84	46	1,36	0,0109
E3	70,55	7	20	165	-21,76	0,0409
P2	1,44	1	115	10	0,34	0,0035
P3	1,76	1	107	11	0,43	0,0041
P5	2,00	1	107	12	0,49	0,0047
P4	7,00	4	104	40	1,71	0,0161
P1	11,90	6	101	64	2,93	0,0269
E2	93,28	5	11	113	-10,91	0,0235
E6	94,83	6	11	114	-10,16	0,0258
E4	57,71	10	32	206	-27,57	0,0555
E4	3,80	2	78	25	-0,21	0,0055
ТЕМ	57,65	34	115	390	43,78	0,1041
укупно				1.714	-84,69	0,4644

ОІЗ ВГ3, реф. површина	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} /	AP kgSO _{2ekv} /
	105	за реф. површину (ОІЗ)	
	1.714	-84,69	0,4644

ЗГРАДА Тр



ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ

ФАЗА ВГЗ - 75 година

Елемент	овршина m ²	ΔОІЗ ВГ0,GFA по m ²		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
E5	58,88	18	61	258	2,08	0,0710
E1	204,63	37	35	642	-46,23	0,1723
E5	7,44	5	128	70	2,62	0,0161
E3	70,55	80	50	316	-13,87	0,0761
P2	1,44	1	176	15	0,65	0,0053
P3	1,76	1	164	16	0,77	0,0062
P5	2,00	2	162	18	0,87	0,0070
P4	7,00	6	158	60	3,00	0,0242
P1	11,90	9	154	96	5,05	0,0404
E2	93,28	13	26	220	-4,66	0,0450
E6	94,83	14	28	228	-3,87	0,0517
E4	57,71	23	78	384	-17,99	0,1003
E4	3,80	3	144	42	0,87	0,0095
ТЕМ	57,65	34	115	390	43,78	0,1041
укупно				2.754	-26,93	0,7290

ОІЗ	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} /	AP kgSO _{2ekv} /
ВГЗ, реф. површина	за реф. површину (ОІЗ)		
185	2.754	- 26,93	0,7290

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА T_c
 ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ТОПЛОТНОГ ОМОТАЧА ЗГРАДЕ
 ФАЗА ВГ0

Елемент	Површина m ²	ΔОИЗ		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
		BG0,GFA	по m ²			
E5	7,40	2	32	7,0	-0,711	0,0059
E1	204,63	26	20	171,3	-90,873	0,1572
E5	58,88	2	6	18,40	-15,509	0,0207
E3	70,55	11	24	67,4	-36,512	0,0639
P1	11,90	4	49	10,9	0,985	0,0165
P2	1,44	0	55	1,7	0,045	0,0022
P3	1,76	1	51	1,8	0,106	0,0025
P5	2,00	1	51	2,0	0,125	0,0029
P4	7,00	2	50	6,8	0,507	0,0098
укупно				287,3	-141,838	0,2815

ОИЗ BG0, GFA	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / по m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА T_c



ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ

ФАЗА BG3 100 година

Елемент	Површина m ²	ΔOИЗ		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
		BG0,GFA	по m ²			
E5	7,40	6	150	22,6	3,29	0,0185
E1	204,63	38	36	212,0	-88,81	0,2058
E5	58,88	20	66	76,4	3,10	0,0771
E3	70,55	12	33	67,4	-27,07	0,0637
P1	11,90	9	154	26,7	5,05	0,0404
P2	1,44	1	176	4,1	0,65	0,0053
P3	1,76	1	164	4,4	0,77	0,0062
P5	2,00	2	162	5,0	0,87	0,0070
P4	7,00	6	158	16,6	3,00	0,0242
E6	94,83	13	27	66,8	-20,67	0,0637
E4	3,80	3	146	12,0	0,48	0,0101
E4	57,71	23	76	100,8	-17,69	0,1011
E2	93,28	18	38	101,0	-25,14	0,0768
ТЕМ	57,65	34	115	108,4	43,78	0,1041
укупно				824,2	-118,36	0,8038

OИЗ	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} /	AP kgSO _{2ekv} /
BG3, реф. површина	за реф. површину (OИЗ)		
186	824,2	-118,36	0,8038

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА T_C

ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ

ФАЗА BG3 25 година

Елемент	Површина m ²	ΔOИЗ		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
		BG0,GFA	po m ²			
E5	7,40	2	62	9,6	0,67	0,0084
E1	204,63	23	22	160,6	-100,20	0,1541
E5	58,88	11	36	45,7	-2,72	0,0451
E3	70,55	9	24	55,7	-29,80	0,0524
P1	11,90	3	49	8,9	0,81	0,0135
P2	1,44	0	55	1,4	0,04	0,0018
P3	1,76	0	51	1,5	0,09	0,0021
P5	2,00	1	51	1,7	0,10	0,0023
P4	7,00	2	50	5,5	0,41	0,0081
E6	94,83	9	18	52,4	-24,23	0,0496
E4	3,80	1	59	5,5	-1,01	0,0049
E4	57,71	11	38	63,7	-27,37	0,0614
E2	93,28	12	25	75,4	-30,44	0,0617
ТЕМ	57,65	34	115	108,4	43,78	0,1041
укупно				596,0	-169,89	0,5694

OИЗ	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} /	AP kgSO _{2ekv} /
BG3, реф. површина	за реф. површину (OИЗ)		
119	596,0	-169,89	0,5694

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА T_C

ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ

ФАЗА BG3 50 година

Елемент	Површина m ²	ΔOИЗ		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
		BG0,GFA	по m ²			
E5	7,40	3	84	12,8	1,35	0,0108
E1	204,63	23	22	160,6	-100,20	0,1541
E5	58,88	13	41	50,5	-1,71	0,0511
E3	70,55	9	24	55,7	-29,80	0,0524
P1	11,90	6	101	17,8	2,93	0,0269
P2	1,44	1	115	2,7	0,34	0,0035
P3	1,76	1	107	3,0	0,43	0,0041
P5	2,00	1	107	3,3	0,49	0,0047
P4	7,00	4	104	11,1	1,71	0,0161
E6	94,83	9	18	52,4	-24,23	0,0496
E4	3,80	2	80	7,2	-0,66	0,0062
E4	57,71	13	43	68,3	-26,37	0,0674
E2	93,28	12	25	75,4	-30,44	0,0617
TEM	57,65	34	115	108,4	43,78	0,1041
укупно				629,2	-162,40	0,6128

OИЗ	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} /	AP kgSO _{2ekv} /
BG3, реф. површина	за реф. површину (OИЗ)		
130	629,2	-162,40	0,6128

РЕФЕРЕНТНА ЗГРАДА T_c



ПРОРАЧУН ОБУХВАТА ЗГРАДЕ

ФАЗА ВГЗ 75 година

Елемент	Површина m ²	ΔОІЗ BG0,GFA по m ²		PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} / m ² GFA	AP kgSO _{2ekv} /
E5	7,40	5	128	19,3	2,60	0,0160
E1	204,63	38	36	212,0	- 88,81	0,2058
E5	58,88	18	61	71,7	2,08	0,0710
E3	70,55	12	33	67,4	- 27,07	0,0637
P1	11,90	9	154	26,7	5,05	0,0404
P2	1,44	1	176	4,1	0,65	0,0053
P3	1,76	1	164	4,4	0,77	0,0062
P5	2,00	2	162	5,0	0,87	0,0070
P4	7,00	6	158	16,6	3,0	0,0242
E6	94,83	13	27	66,8	- 20,60	0,0637
E4	3,80	2	125	10,4	0,13	0,0088
E4	57,71	21	71	96,1	- 18,69	0,0952
E2	93,28	18	38	101,0	- 25,14	0,0768
ТЕМ	57,65	34	115	108,4	43,78	0,1041
укупно				810,0	- 121,40	0,7881

ОІЗ	PENTR MJ	GWP 100 kgCO _{2ekv} /	AP kgSO _{2ekv} /
BG3, реф. површина	за реф. површину (ОІЗ)		
182	810,0	-121,40	0,7881

ПРИЛОГ 5

Упитник А – Првостепени формулар

Упитник Б – Другостепени формулар

ПРВОСТЕПЕНИ ФОРМУЛАР ЗА ЕВИДЕНТИРАЊЕ КУЋА/СТАМБЕНИХ ЗГРАДА – ПОПУЊАВА АНКЕТАР

А Подаци о згради/кући		
A1	Адреса зграде/куће (<i>пописују само они објекти који имају кућне бројеве</i>)	Ентитет: _____ Кантон-регија: _____ Мјесто: _____ Општина/Опћина: _____ Улица _____ Кућни број/еви _____
A2	Тип стамбеног објекта:	1. Индивидуално/породично становање (до 3 стамбене јединице) ----- 2. Колективно/вишепородично становање (зграда са 4 и више стамбених јединица)
A3а	Тип стамбеног објекта ако је у питању индивидуално/породично становање: [АНК] <i>Проверити фото картицу --</i>	1. Слободностојећи објекат (на засебној парцели, не граничи се са сусједним објектима) 2. Објекат у низу (на засебној парцели, у оквиру низа објеката, граничи се са сусједним објектима)
A3б	Тип стамбеног објекта ако је у питању колективно/вишепородично становање: [АНК] <i>Проверити фото картицу --</i>	1. Слободностојећи објекат (на засебној парцели, не граничи се са сусједним објектима, до два кућна броја) 2. Стамбена зграда у низу/градском блоку (у оквиру низа објеката у градском блоку, граничи се са сусједним објектима) 3. Велики стамбени блок / стамбена ламела (зграде велике површине са три и више кућних бројева) 4. Слободностојећи објекат велике спратности – небодер 8+ (на засебној парцели, не граничи са сусједним објектима, 1-2 кућна броја)
A4	Које године је саграђен објекат? [АНК] <i>Погледати плочицу на улазу са информацијом о периоду изградње објекта или, уколико нема плочице, обавезно питати неког од станара.</i>	1. 1992-2014.г. 2. 1981-1991.г. 3. 1971-1980.г. 4. 1961-1970.г. 5. 1946-1960.г. 6. 1919-1945.г. 7. до 1918.г.
A5	Степен разуђености објекта у основи: [АНК] <i>Проверити фото картицу --</i>	1. Компактни објекат (једноставна форма у основи–квадрат, правоугаоник) 2. Издужени објекат (једноставна форма у основи–издужени правоугаоник) 3. Комплексни објекат (сложена, разуђена форма у основи, са различитим односом страна)
A6	Број спратова/етажа у згради/кући [АНК] <i>Приземље и поткровље се рачунају као спрат/ етажа.</i>	По + Пр + ____ + Пк (заокружити и уписати тачан број спратова); Укупан број спратова/етажа: ____
A7	Број станова у згради/кући: [АНК] <i>Проверити из стиска станара</i>	_____ (упишите тачан број станова)
A8	Укупна површина зграде/куће (површина основе) [АНК] <i>Груба процјена. Мисли се на површину са зидовима. Погледајте унутро како ћете оквирно најбоље процјенити површину.</i>	1. Дужина зграде: _____ m 2. Ширина зграде: _____ m 3. Укупна површина основе зграде: _____ m ²
A9	Каква је форма крова?	1. Коси кров 2. Равни кров 3. Друго _____
A10	Да ли је урађена фасада на згради/кући?	1. Да, приликом изградње објекта 2. Да, накнадном интервенцијом на објекту 3. Не (немалтерисано)
A11	Шта се налази у приземљу објекта?	1. Простор за становање 2. Пословни садржај – локал, заједничке просторије (мање од половине)

		приземља) 3. Пословни садржај – локал, заједничке просторије (више од половине приземља) 4. Пословни садржај у цјелости 5. _____друго (гараже, оставе, и сл.)	
A12	Који је тип објекта с обзиром на број прозора на згради/кући? <i>[АНК]: Провјерити фото картицу --</i>	1. Објекти са мало отвора (отвори су организовани појединачно) 2. Објекти са доста отвора (отвори су организовани појединачно) 3. Објекти са доста отвора (отвори организовани у виду прозорских трака)	
A13	Број прозора на фасади зграде/куће према старости.	1. Број старих прозора _____ 2. Број нових прозора _____ 3. Укупан број прозора: _____	
A14	ОБАВЕЗНО ФОТОГРАФИСАЊЕ ЗГРАДЕ НА ОСНОВУ ДОБИЈЕНИХ ИНСТРУКЦИЈА. <i>[АНК]: Сваки објект треба да има минимално 2 фотографије са различитих настраних углова тако да се виде по 2 фасаде и цијела висина објекта од приземља до крова.</i>		

ДРУГОСТЕПЕНИ ФОРМУЛАР ЗА ЕВИДЕНТИРАЊЕ КУЋА/СТАМБЕНИХ ЗГРАДА – ПОПУЊАВА АНКЕТАР

Добро јутро/дан/вече, моје име је _____ . Радим као анкетар за истраживачку агенцију _____ која редовно спроводи истраживања на различите теме. Био/ла бих вам захвалан/на уколико бисте ми одговорили на нека питања. Анкета је статистички анонимна а сви добијени подаци биће приказивани као групни и кориштени искључиво за потребе овог пројекта.

Напомена: У случају евидентирања колективних стамбених зграда, анкетар попуњава уштник у разговору са представником етажних власника.

В Подаци о кући/згради		
В1	Која је намјена таванског простора у Вашој кући/згради користи? [АНК]: Показати картицу --	1. Испод косог крова – не користи се за становање 2. Испод косог крова – дјеломично се користи за становање 3. Испод косог крова – у потпуности се користи за становање
В2	Која је намјена подрумског/сутеренског простора у Вашој кући/згради користи? [АНК]: Показати картицу --	1. Нема подрум/сутерен 2. Има подрум/сутерен, не користи се за становање 3. Има подрум/сутерен, дјеломично се користи за становање 4. Има подрум/сутерен, у потпуности се користи за становање
В3	Да ли је објект надograђен/реконструисан? [АНК]: Могуће је заокружити више одговора	1. Да, објект је дограђен _____ (када) 2. Да, објект је надograђен _____ (када) 3. Да, столарија је промијењена _____ (када) 4. Да, кров је промијењен _____ (када) 5. Да, урађена је нова фасада _____ (када) 6. Не

С Спољашност крова		
С1	Да ли постоји термичка изолација крова/таванице изнад гријаног простора?	1. Да 2. Не НЗ (Не зна)
С2	Која је дебљина термичке изолације крова/таванице?	Уписати дебљину у cm _____
С3	Који тип покривача је на крову Ваше зграде?	1. Цријеп 2. Лим 3. Тегола 4. Салонит 5. Непроходни равни кров-шљунак 6. Проходни равни кров-поплочано 7. Друго _____ НЗ (Не зна)

Д Вањски зидови куће/зграде		
Д1	Основна врста грађевинског материјала од којег су направљени вањски зидови: [АНК]: ЈЕДАН ОДГОВОР	1. Цигла / опека 2. Бетонски панели 3. Бетонски блокови („елементи“) 4. Гитер блок (опекарски блок) 5. Сипорекс / Ytong 6. Набој („бондрук“, черпић) 7. Друго, _____ ита? _____ -
Д2	Просјечна дебљина вањских зидова:	_____ (cm)

D3	<p>Да ли постоји термичка изолација вањских зидова у кући/згради?</p> <p>[АНК]: Питање се односи на изолацију цијеле зграде, а не на појединачне изолације које су могли ставити сами станари у свом стању у кући/згради.</p>	<p>1. Да</p> <p>2. Не НЗ (Не зна)</p>	
D4	<p>Која је дебелина термичке изолације вањских зидова?</p>	_____ (см)	
D5	<p>Врста термичке изолације спољних зидова:</p>	<p>1. Стиропор – бијеле боје</p> <p>2. Стиродур (тврди стиропор - најчешће у боји: зелена, плава, роза)</p> <p>3. Минерална вуна</p> <p>4. Друго, шта?</p>	
D6	<p>Да ли постоји термичка изолација према негрјаним дијеловима зграде?</p> <p>(Стубиште, гаража, подрум и други негрјани простори)</p>	<p>1. Да, термичка изолација постоји према свим негрјаним просторима</p> <p>2. Да, термичка изолација постоји према одређеним негрјаним просторима _____ (навести којим)</p> <p>3. Не</p>	
Е Прозори			
E1	<p>Од каквог је материјала оквир старих и нових прозора на згради/кући?</p> <p>[АНК] један одговор</p>	<p>СТАРИ ПРОЗОРИ</p> <p>1. Дрво</p> <p>2. PVC</p> <p>3. Алуминијум</p> <p>4. Друго, шта?</p> <p>_____</p>	<p>НОВИ ПРОЗОРИ</p> <p>1. Дрво</p> <p>2. PVC</p> <p>3. Алуминијум</p> <p>4. Друго, шта?</p> <p>_____</p>
E2	<p>Који тип прозора преовладава у згради?</p> <p>[АНК]: један одговор</p>	<p>1. Једноструки са обичним стаклом</p> <p>2. Једноструки са изолационим (дуплим) стаклом</p> <p>3. Двоструки са обичним стаклом</p> <p>4. Друго, шта?</p> <p>_____</p>	

F Систем гријања у стамбеном простору куће/зграде		
F1	Укупна нето површина стамбеног простора куће/зграде	_____ m ²
F2	Колико се нето стамбеног простора куће/зграде грије?	_____ m ²
F3	Који је преовлађујући систем гријања у Вашој згради/кући?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Даљински систем – систем за дистрибуцију топлоте са централизоване локације, тј. топлане 2. Сопствени систем котловница у згради/ кући 3. Самостално – сваки стан/ се посебно загријава (шјелни стан један систем – етажно грејање) 4. Самостално – свака просторија се посебно загријава
F4	<i>АНК</i> : Ако зграда има сопствени (одвојени) систем котловнице: Колико котлова има у згради/кући и колика је укупна топлотна снага котлова?	_____ (упишите број котлова) _____ (упишите укупну топлотну снагу котлова у kW)
F5	Врста горива коју највише користите за систем котлова? <i>Један одговор</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Струја 2. Гас 3. Лож уље 4. Угаљ 5. Дрва 6. Друго, шта? _____ <i>НЗ (Не зна)</i>
F6	<i>АНК</i> : Ако је главни систем даљински систем или ако зграда има сопствени систем котловница: Да ли користите догријавање?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Да 2. Не
F7	Чиме се догријавате?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Струја 2. Гас 3. Лож уље 4. Угаљ 5. Дрва 6. Друго, шта? _____ <i>НЗ (Не зна)</i>
F8	<i>АНК</i> : Ако зграда нема централно гријање (ни систем котловница, ни даљинско) Који преовладава систем, тј начин гријања који се користи за гријање појединих станова у згради/ куће?	<ol style="list-style-type: none"> 7. Појединачне пећи 8. Котлови 9. И једно и друго
F9	Која је врста горива основног система гријања? <i>АНК</i> : Један одговор	<ol style="list-style-type: none"> 1. Струја 2. Гас 3. Лож уље 4. Угаљ 5. Дрва 6. Друго, шта? _____ <i>НЗ (Не зна)</i>
F10	Да ли, током гријног периода, температура у стану пада испод прописаног нивоа (t=18°C)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Да 2. Не <i>НЗ (Не зна)</i>
F11	Да ли сте у току претходних 5 година радили реконструкцију система гријања?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Да 2. Не
F12	Које мјере је обухватала реконструкција? <i>АНК (Мogućност више одговора)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Заmjена радијатора 2. Заmjена вентила 3. Заmjена извора топлоте 4. Реконструкција шјевне мреже 5. Друго: _____

F13	Који је систем гријања у стану? <i>АНК (Могућност више одговора)</i>	1. Једноцјевни 2. Двоцјевни	
F14	Шта би, по вашем мишљењу, највише допринијело бољем гријању у вашој кући/згради? <i>АНК (Могућност више одговора)</i>	1. Побољшање (ремонт) система гријања 2. Замјена прозора 3. Уградња или побољшање изолације крова/таванце 4. Уградња или побољшање изолације вањских зидова 5. Уградња или побољшање изолације пода 6. Друго: _____	
F15	Колика је стварна потрошња енергента за гријање у току године ваше куће / зграде <i>АНК (Могућност више одговора)</i>	1. Струја _____ kWh 2. Гас _____ m ³ 3. Лож уље _____ литара 4. Угаљ _____ тона 5. Дрва _____ m ³ 6. Друго, шта? _____ <i>НЗ (Не зна)</i>	

--. Коментар испитаника:

C1	Датум анкетирања		C2	Вријеме завршетка	___ сати ___
C3	Име и презиме		C4	Телефон испитаника:	
C5	Адреса испитаника				
C6	Да ли бисте пристали на анкетирање путем е-маила, и ако бисте, која је ваша е-маил адреса?	_____@_____			
C7	Име и презиме				

ПОПИС СЛИКА И ТАБЕЛА

ПОПИС СЛИКА

Слика 1	Традиционални масивни систем [50]
Слика 2	Савремени масивни систем [50]
Слика 3	Конструктивни склоп традиционале брвнаре [116]
Слика 4	Детаљ везе облица [78]
Слика 5	Детаљ везе полуоблица [78]
Слика 6	Веза на угловима греда [78]
Слика 7	Пресек полуоблица [78]
Слика 8	Веза на углу цркве брвнаре [2]
Слика 9	Детаљи везе на углу куће [аутор]
Слика 10	Традиционална кућа са Нишићког платоа [12]
Слике 11	Детаљ зида савремене полубрвнаре [аутор]
Слике 12	Веза полуоблица [285]
Слике 13а	Конструкција брвнаре у току извођења [285]
Слике 13б	Изглед завршене зграде произвођача Дрво-монт [285]
Слика 14	Конструкције фасадних зидова од CLT плоча са отворима за прозоре и веза зидова са CLT плочом таванице [100]
Слика 15	Конструкција стрехе [100]
Слика 16	Везе CLT плоча у кровној конструкцији [100]
Слика 17	Конструкција косог крова [100]
Слика 18	Изглед зидова са фасадним отворима [100]
Слика 19 а, б	Начини везивања зидне плоче за темељну конструкцију: а) без армиранобетонског сокла и б) са аб соклом [100]
Слика 20 а, б	Начини извођења хоризонталне везе везе две таваничне CLT плоче [100]
Слика 21а, б	Процес извођења хоризонталне везе две таваничне CLT плоче [100]
Слика 22а,б	Начини извођења вертикалне везе две зидне CLT плоче [100]
Слика 23	Изглед вертикалне везе CLT плоча [100]

- Слика 24** Изглед сучељавања зидова [100]
- Слика 25** Угаона веза CLT плоча [100]
- Слика 26** Веза сучељавања CLT плоча [100]
- Слика 27** Детаљ проветраване фасаде са дрвеном облогом и везе CLT зидних и таваничних плоча [100]
- Слика 28** Детаљ фасадног зида са топлотном изолацијом од експандираног полистирена (EPS) и везе зидних и таваничних CLT плоча [100]
- Слика 29** Детаљи извођења фасадног зида са топлотном изолацијом од експандираног полистирена (EPS) [100]
- Слика 30** Детаљ међуспратне конструкције без подне облоге [265]
- Слика 31** Изглед куће извођача CBD-а из Словеније [50]
- Слика 32** Изглед куће Рико хише из Словеније [50]
- Слика 33** Скелетни систем зграда у Франкфурту [аутор]
- Слика 34** Кућа на Нишићкој висоравни [12]
- Слика 35** Детаљ формирања зидног платна – дрвени скелет са различитим врстама испуне [15]
- Слика 36** Детаљ формирања зидног платна [78]
- Слика 37** Амбар [аутор]
- Слика 38** Црква брвнара у Јаворанима [аутор]
- Слика 39** Скелетни систем градње Balloon Frame [50]
- Слика 40** Изградња куће системом Balloon Frame [51]
- Слика 41** Пример савремене скелетне градње у Словенији [51]
- Слика 42** Везе дрвених стубова и греда: варијанте са стубовима спратне висине и стубовима кроз две етажe [50]
- Слика 43** Изглед куће произвођача у Словенији Kager hiše [294]
- Слика 44** Ентеријер куће произвођача у Словенији Kager hiše [294]
- Слика 45** Изглед куће произвођача у Словенији Kager hiše [294]
- Слика 46** Конструкција куће произвођача из Немачке Huf Haus [295]
- Слика 47** Изглед куће произвођача из Немачке Huf Haus [295]
- Слика 48** Конструкција зидног панела [47]
- Слика 49** Састав панела – међуспратна конструкција ка тавану [291]

- Слика 50** Конструкција панела косог крова [291]
- Слика 51** Детаљи зидног панела STECO [282]
- Слика 52** Детаљи панела таванице STECO [282]
- Слика 53** Детаљи панела фабрике ПРОМО [280]
- Слика 54** Детаљ зидног панела Криваја ТМК нискоенергетске куће [281]
- Слика 55** Изглед куће Криваја ТМК [281]
- Слика 56** Изглед куће Криваја ТМК [281]
- Слика 57 а, б** Монтажа просторних јединица и изглед готове зграде Camp Wildapfen [50, извор Holzbox]
- Слика 58** Изглед просторне структуре HOLZ BOX у Аустрији [278]
- Слика 59** Стећци из некропола Клисе, Јела Шуме и Ккрижевића код Олова из 14.в. [117]
- Слика 60** Стећак из Згошће [116]
- Слика 61** Дио приказа зидања манастира Мораче са велике Кир Козмине иконе св. Саве и св. Симеуна из 1645. према А.Стојаковић [116]
- Слика 62** Панорама Јајца на старој разгледници [75]
- Слика 63** Мост од дрвене грађе који је претходио каменом, иделана реконструкција [75]
- Слика 64** Лакшића кућа у Мостару [75]
- Слика 65** Дрвени балкон [аутор]
- Слика 66** Из историје дрвопрерађивачке индустрије у Босни и Херцеговини [281]
- Слика 67** Број зграда према периодима грађења [103]
- Слика 68** Број зграда према периодима грађења и типовима становања [103]
- Слика 69** Процентуално учешће типова зграда по периодима грађења [103]
- Слика 70** Број станова према типологији становања [103]
- Слика 71** Број зграда према типологији становања [103]
- Слика 72** Климатска подручја на територији БиХ [109]

- Слика 73** Просторна дистрибуција средње годишње температуре ваздуха у БиХ за период 1961–1990. [109]
- Слика 74** Повећање просечне годишње температуре у последњој декади (1990–2000) у поређењу са референтним периодом (1961–1990) у БиХ изражено у °C [109]
- Слика 75** Просторна дистрибуција средње годишње количине падавина у БИХ 1961-1990 [109]
- Слика 76** Промене количина падавина у периоду 1999–2008. у односу на референтни период 1961–1990. [109]
- Слика 77** Годишња озраченост водоравне површине укупним Сунчевим зрачењем у kWh/m² [262]
- Слика 78** Карта Европе са приказом распострањености шума [292]
- Слика 79** Шумски покривач у Босни и Херцеговини [138]
- Слика 80** Површине шума у европским државама [298]
- Слика 81** Приказ различитих приступа одрживој архитектури (самодовољна, зелена, биоклиматска, нискоенергетска) и њихови пројектантски приципи и доминантни проблеми [55]
- Слика 82** Приказ различитих приступа одрживој архитектури (еколошка, одржива, енвајронментална, соларна) и њихови пројектантски приципи и доминантни проблеми [55]
- Слика 83** Грађење одрживости [6]
- Слика 84** Примери еко ознака: Blue Angel [289], Natureplus [287], Nordic Swan [288], IBO [272] и EU Ecolabel [290]
- Слика 85** Процес кружења угљендиоксида током животног циклуса дрвета [261]
- Слика 86** Емисије CO₂ ekv. из грађевинских материјала исказане по јединици тежине [87]
- Слика 87** Емисије CO₂ ekv. из грађевинских материјала исказане по јединици запремине [87]

- Слика 88** Поређење утицаја на животну средину кућа са челичном и бетонском конструкцијом у односу на дрвену оквирну [247]
- Слика 89** Фазе животног циклуса зграде према стандарду EN 15978:2011 [33]
- Слика 90** Фазе животног циклуса зграде према стандарду EN 15978:2011 [152]
- Слика 91** Основа приземља референтне стамбене зграде Т
- Слика 92** Ооснова спрата референтне стамбене зграде Т
- Слика 93** Пресек А–А референтне стамбене зграде Т са означеним елементима структуре
- Слика 94** Алгоритам оцењивања еколошке исправности зграда
- Слика 95** Део животног циклуса за који се оцењују зграде кроз обухват топлотног омотача зграде-фаза BG0
- Слика 96** Део животног циклуса за који се оцењују зграде обухватом целе структуре зграде-фаза BG3
- Слика 97** Фасадни зид са контактном фасадом E1^A референтне зграде и варијаната T_E, T_P и T_C
- Слика 98** Резултати оцењивања фасадних елемената E1 за референтни тип Т и његове варијанте T_E, T_P и T_C исказани у вредностима еколошког индикатора OI3
- Слика 99** Вредности еколошког индикатора потребна енергија из необновљивих извора (PENTR) за фасадне системе примењене на зградама Т, T_E, T_P и T_C
- Слика 100** Вредности потенцијала глобалног загревања (GWP) за фасадне системе примењене на зградама референтног типа Т и варијаната T_E, T_P и T_C
- Слика 101** Вредности потенцијала закисељавањ (AP) за фасадне системе примењене на зградама референтног типа Т и варијаната T_E, T_P и T_C
- Слика 102** Кровна конструкција E2^A референтне зграде и варијаната T_E, T_P и T_C

- Слика 103** Вредности еколошког индикатора ОIЗ за оцењене кровне конструкције
- Слика 104** Вредности еколошког индикатора потрошње енергије из необновљивих извора (PENTR) за оцењене кровне конструкције
- Слика 105** Вредности еколошког индикатора GWP за оцењене кровне конструкције
- Слика 106** Вредности еколошког индикатора AP за оцењене кровне конструкције
- Слика 107** Међуспратне конструкције ка негрејаном тавану E3^A референтне зграде T и варијаната T_E, T_P и T_C
- Слика 108** Вредности еколошког индикатора ΔOIЗ за оцењене конструкције ка тавану
- Слика 109** Вредности еколошког индикатора PENTR за оцењене конструкције ка тавану
- Слика 110** Вредности еколошког GWP за конструкције ка оцењене тавану
- Слика 111** Вредности еколошког AP за оцењене конструкције ка тавану
- Слика 112** Међуспратне конструкције E4^A референтне зграде T и варијаната T_E, T_P и T_C
- Слика 113** Вредности еколошког индикатора ОIЗ за оцењене међуспратне конструкције
- Слика 114** Вредности еколошког индикатора потрошња енергије из необновљивих извора енергије (PENTR) за оцењене међуспратне конструкције
- Слика 115** Вредности еколошког индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP) за оцење међуспратне конструкције
- Слика 116** Вредности еколошког индикатора потенцијал закисељавања (AP) за оцењене међуспратне конструкције
- Слика 117** Конструкције на тлу са паркетом као подном облогом E5^{A2} референтне зграде T и варијаната T_E, T_P и T_C

- Слика 118** Вредности еколошког индикатора ОИЗ за оцењене подне котструкције на тлу
- Слика 119** Вредности еколошког индикатора потребне енергије из необновљивих извора (PENTR) за оцењене подне конструкције на тлу
- Слика 120** Вредности еколошког индикатора GWP за оцењене подне конструкције на тлу
- Слика 121** Вредности еколошког индикатора AP за подне котструкције на тлу
- Слика 122** Преградни зидови Еб^В референтне зградеТ и варијаната Т_Е, Т_Р и Т_С
- Слика 123** Приказ вредности еколошког индикатора ОИЗ за оцењене преградне зидове
- Слика 124** Приказ вредности еколошког индикатора потрошња енергије (PENTR) из необновљивих извора за оцењене преградне зидове
- Слика 125** Приказ вредности еколошког индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP) за оцењене преградне зидове
- Слика 126** Приказ вредности еколошког индикатора потенцијал закисељавања (AP) за оцењење преградне зидове
- Слика 127** Вредности еколошког индикатора ОИЗ за прозоре са дрвеним и PVC оквирима
- Слика 128** Вредности еколошког индикатора потрошња енергије из необновљивих извора (PENTR) за оцењене прозоре са дрвеним и PVC оквирима
- Слика 129** Вредности еколошког индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP) за оцењене прозоре са дрвеним и PVC оквирима
- Слика 130** Вредности еколошког индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP) за оцењене прозоре са дрвеним и PVC оквирима
- Слика 131** Вредности индикатора ОИЗ за оцењене зграде

- Слика 132** Вредности индикатора PENTR за оцењене зграде
- Слика 133** Вредности индикатора GWP за оцењене зграде
- Слика 134** Вредности индикатора AP за оцењене зграде
- Слика 135** Вредности индикатора OI3 за фазу BG3 за референтне типове зграда
- Слика 136** Вредности индикатора потрошња енергије (PENTR) за оцењене зграде
- Слика 137** Вредности индикатора потенцијал глобалног загревања (GWP) за оцењене зграде
- Слика 138** Вредности индикатора потенцијала закисељавања (AP) за оцењене зграде
- Слика 139** Учешће елемената структуре у укупној оцени зграде T за BG3
- Слика 140** Учешће елемената структуре у укупној оцени зграде T_E за BG3
- Слика 141** Учешће елемената структуре у укупној оцени зграде T_P за BG3
- Слика 142** Учешће елемената структуре у укупној оцени зграде T_C за BG3
- Слика 143** Оцене зграда исказане у вредностима еколошког индикатора OI3 за периоде од 25, 50, 75 и 100 година
- Слика 144** Вредности еколошког индикатора OI3 за периоде од 25, 50, 75 и 100 година за оцењене зграде T, T_E, T_P, T_C
- Слика 145** Вредности еколошког индикатора OI3 за оцењене зграде T, T_E, T_P, T_C за периоде од 25, 50, 75 и 100 година

ПОПИС ТАБЕЛА

Табела 1	Преглед производа од дрвета [50], [91], [107], [108], [122] [265] [291]
Табела 2	Типологија стамбених зграда у Босни и Херцеговини [103]
Табела 3	Број зграда према типу становања и ентитетима [103]
Табела 4	Број зграда према периодима грађења и типовима становања у БиХ [103]
Табела 5	Број зграда према периодима грађења и ентитетима [103]
Табела 6	Број зграда и станова према типологији становања [103]
Табела 7	Преглед примењених материјала на стамбеним зградама у Босни и Херцеговини према периодима грађења
Табела 8	Захтеви за емисиону класу плоча Е1 према стандарду EN 13986 [101]
Табела 9	Поређење кућа са дрвеним, челичним и бетонским оквирним конструкцијама [247]
Табела 10	Преглед најважнијих ISO и EN стандарда из области одрживог грађења који су прихваћени у Босни и Херцеговини
Табела 11	Индикатори којима се описују утицаји на животну средину [153]
Табела 12	Индикатори којима се описује кориштење ресурса [153]
Табела 13	Индикатори којима се описују излазни токови из система [153]
Табела 14	Преглед модела за процену одрживости зграда
Табела 15	Преглед категорија еколошких утицаја са бодовањем и пондерисањем
Табела 16	Преглед категорија еколошких утицаја са бодовањем
Табела 17	Преглед категорија и индикатора са тежинама
Табела 18	Типологија зграда према степену примене дрвета

Табела 19	Преглед типичних зграда према периодима грађења у Босни и Херцеговини
Табела 20	Преглед примењених елемената структуре на референтној згради Т
Табела 21	Преглед одабраних елемената структуре за референтни тип и варијанте
Табела 22	Резултати вредновања тоplotног омотача оцењених зграда
Табела 23	Резултати вредновања референтне зграде Т и варијаната T_e , T_p и T_c

БИОГРАФИЈА АУТОРА

1. ОПШТИ ПОДАЦИ

Драгица Арнаутовић-Аксић је рођена 3. 6. 1958. у Белој Цркви (Војводина). Активно се служи енглеским и немачким језиком. Познаје и у раду користи следеће рачунарске програме: Windows 2010, AutoCAD 2023, PHPP 2007, MS Offiss (Word, Excel, Power Point, Internet Tools) и др.

2. ОБРАЗОВАЊЕ И УСАВРШАВАЊЕ

Основну школу и гимназију општег смера завршила је у Приједору. После завршене гимназије уписује се на Архитектонски факултет Универзитета у Београду, на којем је дипломирала 1985. године. Стручни испит из области урбанизма, архитектуре и грађевинарства, смер архитектонско-инжењерски, положила је 1987. године. Последипломске студије „Проучавање и заштита градитељског наслеђа“ уписује на Архитектонском факултету Универзитета у Београду и исте завршава одбраном магистарског рада „Цркве брвнаре на подручју Бањалучке епархије“, код ментора проф. др Нађе Куртовић-Фолић 2004. године, чиме је стекла академско звање магистра техничких наука из области архитектура и урбанизам.

3. РАД И НАПРЕДОВАЊЕ У СТРУЦИ

По завршетку основних студија запошљава се у грађевинском предузећу ГИРО „Мраковица“ у Приједору у којем обавља приправнички стаж и успешно полаже приправнички испит, те почиње да ради као оперативни инжењер. Године 1987. почиње да ради као професор стручних предмета у Хемијско-технолошкој и грађевинско-дрвопрерађивачкој школи у Приједору. У Урбанистичком заводу

Републике Српске ради годину дана као планер-пројектант. Као планер-пројектант радила је на изради више регулационих планова од којих се издвајају Регулациони план дела центра Дервенте и Регулациони план Лазарево у Бањалуци, као и Урбанистички план Бањалуке – културноисторијско наслеђе. У Међуопштинском заводу за заштиту споменика културе у Суботици ради током 1985. године на пословима проучавања и заштите културног наслеђа. Активно ради на снимању заштићених објеката као и на пројектима њихове ревитализације (Суботица, Бачка Топола, Хоргош, Сента, Кањижа). Преласком у Општину Суботица почиње да ради као самостални стручни сарадник на пословима урбанизма (издавање урбанистичких дозвола). Године 1999. почиње да ради као водећи пројектант архитектонске фазе у пројектном бироу грађевинског предузећа ГП „Крајина“ у Бањалуци, а уз израду пројеката (Насеље „Центар–Исток“) одговорни је руководиоца на изградњи храма Христа Спаситеља у Бањалуци, као и надзорни орган на више стамбено-пословних зграда. Од 2001. до 2012. године ради у предузећу „Ингра инжењеринг“, на месту директора и бави се пословима пројектовања, надзора, као и грађевинске физике. Од фебруара 2013. до маја 2014. године обавља дужност директора ЈУ „Нови урбанистички завод Републике Српске“.

Од 2001. године као техничко-комерцијални заступник фирме Урса Словенија, познатог европског произвођача стаклене вуне, бави се проблемима топлотне и звучне заштите зграда. У оквиру Урса тренинг центра одржала је бројна предавања из области енергетске ефикасности у зградарству. Као технички саветник учествовала је у изради елабората топлотне заштите многобројних зграда од којих се, као најзначајнија, издваја зграда Владе Републике Српске у Бањалуци. Захваљујући сарадњи са фирмом Урса Словенија присуствовала је бројним саветовањима, конференцијама и радионицама на којима је била у прилици да се упозна са савременим токовима и достигнућима у овој области.

На Архитектонско-грађевинском факултету у Бањалуци именована је у звање вишег асистента 2006. године, одлуком Наставно-научног вијећа Универзитета у Бањалуци број 05-498/06, за период од пет година. Током рада на Факултету учествовала је не само у настави већ и у научним пројектима Факултета.

Ангажована је била у раду на предметима: Заштита и ревитализација градитељског наслеђа и Историја архитектуре.

Током 2009 и 2010. године похађа обуку за стицање звања овлаштени аудитор, која је организована од стране норвешке организације „ЕНСИ“. По завршетку обуке и успешно положеног испита стекла је звање сертификирани аудитор зграда (ENSI Energy Saving International AS – Norway in B&H).

Као експерт из области енергетске ефикасности у зградама радила је на изради Одрживог акционог плана Града Бањалука до 2020. године („SEAP – Sustainable Energy Action Plan“).

Током 2010–2011. учествује у изради Националног плана енергетске ефикасности Босне и Херцеговине (BiH – First NEEAP 2010–2018).

Учествује на изради Првог националног извештаја о климатским променама (INC), као експерт за област просторног планирања и зградарства (2008–2009).

Учествује и у изради Другог и Трећег националног извештаја о климатским променама (SNC и TNC) као експерт за област зградарства, као и двогодишењег извјештаја FBUR-а према UNFCCC.

Учествује и у изради других докумената из области климатских промена и заштите животне средине: Стратегија нискокарбонског развоја (LEDs) и NAMAs Buildings.

Као национални експерт у области зградарства ангажована је од стране UNDP-а и држала је обуку у више градова у БиХ (UNDP „Capacity Building Program in Energy Efficiency BiH“).

Током 2013. и 2015. била је ангажована од стране GIZ-а ради одржавању обуке запосленим у партнерским општинама Босне и Херцеговине.

Тренутно је ангажована као експерт од стране GIZ-а на пројекту *Типологија стамбених зграда у Босни и Херцеговини*.

Поседује лиценце – овлаштења за израду техничке документације, извођење и надзор, и израду просторно планске документације које је издало Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске.

4. УЧЕШЋЕ У ПРОЈЕКТИМА

Учешће у пројектима:

- НИП „Урбана и градитељска обнова у духу одрживог развоја града Бањалуке – уводна разматрања“, Архитектонско-грађевински факултет у Бањалуци 2007, са радом: „Унапређење енергетских перформанси грађевинског фонда града Бањалука у духу одрживог развоја“
- „Прва соларна пасивна кућа у дрвету у БиХ“, пројекат суфинансиран од Министарства науке и технологије РС, вођа пројекта, 2008–2010.
- TEMPUS ПРОЈЕКАТ SD TRAIN – Развој одрживих инфраструктура за локалне заједнице у земљама Западног Балкана, као експерт у тиму Машинског факултета Универзитета у Бањалуци

5. ЧЛАНСТВО У ОРГАНИЗАЦИЈАМА

Члан Савета за климатске промене града Бањалука

Члан Одбора за енергетску ефикасност Савеза општина и градова Републике Српске

Председник Савеза архитеката Републике Српске

6. СПИСАК ОБЈАВЉЕНИХ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА

6.1. Рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком (М24):

Arnautović Aksić, D. (2016) „A Comparative Analysis of Architects' Views on Wood Construction“

6.2. Рад у зборнику радова са међународног научног скупа објављен у целини (М33):

Арнаутовић Аксић, Д. „Примена дрвета у савременим системима грађења у циљу рационализације потрошње енергије у развоју градова“, – *Међународни научни скуп ИАУС Одрживи просторни развој градова, Тематски зборник радова, део 3.* Београд, 2007, pp. 162–180.

Арнаутовић Аксић, Д. „Архитектура и климатске промјене – изазови 21. вијека“, – *Зборник радова Међународни научно-стручни скуп Савремена теорија и пракса,* Бањалука, 2010., pp. 279–294.

Арнаутовић Аксић, Д. „Утицај европских директива и стандарда у области грађења на смањење емисије штетних гасова и климатске промјене“, – *Зборник радова Други међународни конгрес Екологија, рад, здравље, спорт,* Бањалука, 2008., pp. 53–58.

Арнаутовић Аксић, Д. „Унапређење енергетских карактеристика зграда у циљу побољшања њихове енергетске ефикасности“, – *Зборник радова Интернационални научно-стручни скуп Грађевинарство – наука и пракса,* Жабљак, 2008., pp. 1345–1350.

Арнаутовић Аксић, Д. „Примјена дрвета у савременим системима грађења у циљу рационализације потрошње енергије“, – *Зборник радова Интернационални научно-стручни скуп „Грађевинарство – наука и пракса“,* Жабљак, 2008., pp. 1351–1356.

Арнаутовић Аксић, Д. „Утицај директиве ЕРВД и стандарда пасивне зграде на ублажавање климатских промјена“, – *Зборник радова Научно-стручни скуп са међународним учешћем Савремене технологије за одрживи развој градова,* Бањалука, 2008., pp. 917–926.

Арнаутовић Аксић, Д. „Могућности унапређења енергетских карактеристика омотача зграде у циљу побољшања њихове енергетске ефикасности“, – *Зборник радова Научно-стручни скуп Грађевинарство – теорија и пракса,* Бањалука, 2007., pp. 141–161.

6.3. Ауторизована дискусија са међународног скупа (M35)

Арнаутовић Аксић, Д. „Постојећи грађевински фонд у БиХ као неискориштен потенцијал у области штедне енергије“, – *Међународно савјетовање о комуналној енергетици,* Цетеор, Сарајево 2008.

Guzijan, J., **Arnautović-Aksić, D.**, „Application of principles of energy efficiency in the renewal of towns and cities with preserved historical and cultural complexes – a case study of Trebinje“, *International conference Energy management in cultural heritage*, Dubrovnik, 2011.

6.4. Монографија националног значаја (M42):

Арнаутовић Аксић, Д. *Архитектура цркава брвнара Бањалучке епархије*, Бањалука 2009. (ISBN 978-99955-656-0-2, COBISS.BIH-ID 1244696)

6.5. Поглавље у тематском зборнику националног значаја (M45)

Арнаутовић Аксић, Д., „Унапређење енергетских перформанси грађевинског фонда града Бањалуке у духу одрживог развоја“, – *Урбана и градитељска обнова града Бањалуке у духу одрживог развоја – уводна разматрања*, Бањалука, 2008., pp. 295– 311.

6.6. Уређивање научног часописа националног значаја (на годишњем нивоу) (M56):

Главни и одговорни уредник научно-стручног часописа *Простор С* у периоду 2008– 2012.

6.7. Одбрањен магистарски рад (M72):

Арнаутовић Аксић, Д. *Цркве брвнаре на подручју Бањалучке епархије*, Архитектонски факултет Универзитета у Београду, ментор проф. др Нађа Куртовић Фолић, 2004.

6.8. Арнаутовић Аксић, Д., et al. *Одрживо урбанистичко планирање*, приручник за запослене у јавној управи – резултат пројекта SD TRAIN, одобрен од стране Универзитета у Бањалуци Машински факултет, у процесу објављивања

Изјава о ауторству

Потписани-а: Драгица Арнаутовић Аксић

Број индекса:

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

ПРИМЕНА ДРВЕТА У СТАМБЕНОЈ АРХИТЕКТУРИ БОСНЕ И ХЕРЦЕГОВИНЕ СА СТАНОВИШТА ЕКОЛОШКЕ ИСПРАВНОСТИ ЗГРАДА

- 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, јуна 2016.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије
докторског рада

Потписани-а: Драгица Арнаутовић Аксић

Број индекса:

Студијски програм:

Наслов рада:

Примена дрвета у стамбеној архитектури Босне и Херцеговине са
становишта еколошке исправности зграда

Ментор: ванредни професор др Ана Радивојевић

Потписани/а: Драгица Арнаутовић Аксић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предо/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, јуна 2016.

Изјава о кориштењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Примена дрвета у стамбеној архитектури Босне и Херцеговине са
становишта еколошке исправности зграда

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 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, јуна 2016.

1. Ауторство – дозвољавате уножавање, 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. Дозвољавате 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. Дозвољавате 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 кориштења дела.

4. Ауторство – некомерцијално – делити под ситим условима. Дозвољавате 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 ситом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољавате 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. Дозвољавате 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.