

**УНИВЕРЗИТЕТ ПРИВРЕДНА АКАДЕМИЈА У НОВОМ САДУ  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИМЕЊЕНИ МЕНАџМЕНТ, ЕКОНОМИЈУ И  
ФИНАНСИЈЕ, БЕОГРАД**

---

**ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА ОПТИМИЗАЦИЈА УКУПНЕ ЦЕНЕ ПРОЈЕКТА  
ИЗГРАДЊЕ СПОРТСКИХ ОБЈЕКТА**

**Докторска дисертација**

Ментор

Проф. др Бранислав Јакић

Кандидат

Озрислава Милинковић

Београд, 2016.

## Прилог 1.

УНИВЕРЗИТЕТ ПРИВРЕДНА АКАДЕМИЈА У НОВОМ САДУ  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИМЕЊЕНИ МЕНАЏМЕНТ, ЕКОНОМИЈУ И  
ФИНАНСИЈЕ, БЕОГРАД

### КЉУЧНИ ПОДАЦИ О ЗАВРШНОМ РАДУ

Врста рада:	Докторска дисертација
Име и презиме аутора:	Озрислава Милинковић
Ментор (титула, име, презиме, звање, институција)	Проф. др Бранислав Јакић, редовни професор Факултета за примењени менаџмент економију и финансије
Наслов рада:	Вишекритеријумска оптимизација укупне цене пројекта изградње спортских објеката
Језик публикације (писмо):	Српски (ћирилица)
Физички опис рада:	Унети број: Страница 174 Поглавља 14 Референци 168 Табела 37 Слика 18 Графикана 13 Прилога 5
Научна област:	Менаџмент и бизнис
Предметна одредница, кључне речи:	Одрживи развој, заштита животне средине, грађевинска индустрија, одржива јавна набавка, енергетски ефикасне спортске хале, вишекритеријумска оптимизација.
Извод (апстракт или резиме) на језику завршног рада:	Одрживи развој се базира на препознавању чињенице да кад се ресурси троше брже него што се стварају, они се троше до потпуног нестанка. Грађевинска индустрија спада у велике потрошаче природних ресурса и загађиваче животне средине, али и индустрија која запошљава највећи број људи у свету. Услед све веће бриге због разорних ефеката које грађевинска индустрија има на животну средину у погледу загађења и потрошње природних ресурса, одрживост је постала приоритет и концепт који обликује, грађевинску индустрију и процес јавних набавки. Јавна набавка је ефикасно средство које влада једне земље може користити да направи баланс између економских, еколошких и социјалних питања, као и да наметне норме и стандарде којима би се стимулисала одржива градња и заштитила животна средина. Увођењем анализа базираним на вишекритеријумском приступу за оцену инвестиција у процесу јавних набавки спортских објеката, омогућиће се реално

	<p>сагледавање инвестиција и налажење практично најбољег решења које ће бити у складу с принципима одрживог развоја, као и свим важећим прописима Републике Србије и Европске уније. Европска унија спада међу најнапредније у погледу успостављања и имплементације мера које имају за циљ увођење одрживости у све фазе изградње. Европска унија је имплементацијом регулатива успела да уведе одрживост у процес јавних набавки грађевинских објеката. Велики напредак постигнут је у смањењу емисије угљен-диоксида, повећању енергетске ефикасности, коришћењу обновљивих извора енергије и смањењену потрошње ресурса. У процесу прикључења Европској унији, Републику Србију чекају велике реформе закона који се тичу градње и јавним набавкама, као и увођење нових анализа за оцену инвестиција које би могле оправдати и стимулисати улагање у енергетски ефикасне грађевинске објекте.</p>
<p>Датум одбране: (Попуњава накнадно одговарајућа служба)</p>	
<p>Чланови комисије: (титула, име, презиме, звање, институција)</p>	<p>Председник: Проф. др Марко Андрејић, редовни професор на Војној академији Универзитета одбране у Београду</p> <p>Ментор: Проф. др Бранислав Јакић, редовни професор на Универзитету Привредна академија у Новом Саду, Факултет за примењени менаџмент, економију и финансије, Београд</p> <p>Члан: Проф. др Миодраг Брзаковић, ванредни професор на Универзитету Привредна академија у Новом Саду, Факултет за примењени менаџмент, економију и финансије, Београд</p>
<p>Напомена:</p>	<p>Аутор докторске дисертације потписао је следеће изјаве:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изјаву о ауторству,</li> <li>2. Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и</li> <li>3. Изјаву о коришћењу.</li> </ol> <p>Ове изјаве се чувају на факултету у штампаном и електронском облику.</p>

UNIVERSITY BUSINESS ACADEMY IN NOVI SAD  
FACULTY OF APPLIED MANAGEMENT, ECONOMICS AND FINANCES

**KEY WORD DOCUMENTATION**

Document type:	Doctoral dissertation
Author:	Ozrislava Milinkovic
Menthor (title, first name, last name, position, institution)	Professor. dr. Branislav Jakic, professor on Faculty for applied management, economy and finances
Title:	Multi criteria optimization used to evaluate the total cost of constructing sports facilities project
Language of text (script):	Serbian language (cyrillic)
Physical description:	Number of: Pages 174 Chapters 14 Reference 168 Tables 37 Illustrations 18 Graphs 13 Appendices 5
Scientific field:	Management and business
Subject, Key words:	Sustainable development, environmental protection, construction industry, sustainable public procurement, energy efficient sport halls, multi criteria decision making methods.
Abstract (or resume) in the language of the text:	<p>Sustainable development is based on the recognition that, when resources are being used faster than they are created, they can be consumed up to their complete disappearance. The construction industry is one of the major consumers of natural resources, pollutant of the environment and industry which employs the largest number of people in the world. Due to the increasing consciousness about devastating effects that construction industry has on the environment regarding pollution and consumption of natural resources, sustainability has become a priority and a concept that shapes both the construction industry and the public procurement process. Sustainable public procurement is a means which the government of one country can use to create the right balance between economic, environmental and social issues and can be a tool that the state is</p>

	<p>using to impose norms and standards that would support sustainable construction and protect the environment. With the introduction of the analysis based on multi-criteria approach for evaluating investments in the procurement process of sport halls, realistic assessment of investment will be enabled and finding the best practical solution that will be in accordance to the principles of sustainable development, as well as with all applicable regulations of the Republic of Serbia and the European Union. European Union is the most advanced in the world regarding establishing and implementing measures aimed to encourage sustainability in all stages of construction process. So far European Union implemented measures and managed to introduce sustainability in the process of public procurement of construction objects. The incredible progress was made in reduction of carbon dioxide emission and use of natural resources, energy efficiency was increased as well as use of sustainable energy sources. In the process of joining European Union Republic of Serbia needs to reform law in regard to construction and public procurement as well as to introduce new analyses for assessment of investments which could justify and stimulate investments in energy efficient construction objects.</p>
<p>Defended: (The faculty service fills later.)</p>	
<p>Thesis Defend Board: (title, first name, last name, position, institution)</p>	<p>President: PhD, Marko Andrejic, full professor, Military Academy, University of Defence in Belgrade</p> <p>Mentor: PhD, Branislav Jakic, full professor, University Business Academy in Novi Sad, Faculty for Applied Management, Economics and finance, Belgrade</p> <p>Member: PhD, Miodrag Brzakovic, associated professor, University Business Academy in Novi Sad, Faculty for Applied Management, Economics and finance, Belgrade</p>
<p>Note:</p>	<p>The author of doctoral dissertation has signed the following Statements:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Statement on the authority,</li> <li>2. Statement that the printed and e-version of doctoral dissertation are identical and</li> <li>3. Statement on copyright licenses.</li> </ol> <p>The paper and e-versions of Statements are held at the faculty.</p>

## САДРЖАЈ

1. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА .....	1
1.1. Проблем истраживања.....	1
1.2. Хипотезе истраживања:.....	2
1.3. Предмет истраживања .....	2
1.4. Циљ истраживања .....	3
1.5. Преглед владајућих ставова и схватања у литератури на подручју истраживања.....	4
1.6. Научне методе истраживања .....	4
1.7. Очекивани ефекти и допринос докторске дисертације.....	5
1.8. Приказ рада по поглављима.....	5
2. ГРАЂЕВИНСКИ ПРОЈЕКТИ .....	8
2.1. Учесници у реализацији пројекта .....	8
2.2. Фазе грађевинских пројеката.....	9
2.3. Држава као наручилац грађевинских пројеката .....	12
2.4. Најчешћи облици корупције у јавној набавци грађевинских пројеката.....	13
3. ОДРЖИВИ РАЗВОЈ .....	15
3.1. Историја одрживог развоја .....	15
3.2. Одрживи развој и грађевинска индустрија .....	19
3.3. Одрживо пројектовање и изградња.....	21
3.4. Концепт одрживе јавне набавке у грађевинском сектору .....	24
4. ГРАЂЕВИНСКА ИНДУСТРИЈА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ.....	30
4.1. Тренутно стање у привреди .....	30
4.2. Тренутно стање грађевинске индустрије.....	31
4.3. Зелена градња.....	33
4.4. Република Србија на путу ка Европској унији .....	34
5. ПОСТОЈЕЋА ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ.....	38
5.1. Закон о планирању и изградњи .....	38
5.2. Закон о јавној набавци.....	42
5.3. Коментар Закона о јавним набавкама и Закона о планирању и изградњи .....	44
6. ГРАЂЕВИНСКА ИНДУСТРИЈА У ЕВРОПСКОЈ УНИЈИ .....	46
6.1. Тренутно стање у привреди .....	46
6.2. Индикатори одрживог развоја .....	47
6.3. Тренутно стање грађевинске индустрије.....	48

6.4.	Одрживост као основа конкурентности европске грађевинске индустрије .....	51
6.	РЕГУЛАТИВЕ ЕВРОПСКЕ УНИЈЕ О ГРАЂЕВИНСКИМ ПРОИЗВОДИМА .....	54
6.5.	Трошкови животног циклуса (Life Cycle Cost – LCC) .....	54
6.6.	Значај примене анализа трошкова животног циклуса (LCC) у јавним набавкама грађевинских производа .....	55
6.7.	Критеријуми за израчунавање LCC анализе .....	57
6.7.1.	Почетна цена изградње .....	60
6.7.2.	Брзина изградње .....	60
6.7.3.	Трошкови коришћења .....	61
6.7.4.	Топлотни губици .....	62
6.7.5.	Енергија утрошена за производњу грађевинског материјала .....	63
6.7.6.	Трошкови одржавања .....	64
6.7.7.	Укупна емисија угљен-диоксида .....	64
6.7.8.	Ватроотпорност .....	67
6.7.9.	Емисија штетних материја и зрачења из материјала .....	69
6.7.10.	Заштита од буке .....	71
6.7.11.	Механичка отпорност и стабилност објекта .....	72
6.7.12.	Трајност материјала .....	72
6.7.13.	Животни век грађевинског објекта и временски период за који се врши анализа .....	73
6.7.14.	Могућност рециклаже .....	73
6.8.	Construction Products Regulation No 305/2011 (CPR) .....	74
6.9.	Service Life Planning – SLP .....	75
6.10.	Directive 2010/31/EU .....	76
7.	СИСТЕМ СТАНДАРДИЗАЦИЈЕ СЕРТИФИКАЦИЈЕ И СТАНДАРДИ .....	78
7.1.	Дефинисање појмова .....	78
7.2.	BRE Environmental Assessment Method – BREEAM .....	81
7.3.	Leadership in Energy and Environmental Design – LEED .....	82
7.4.	International Organization for Standardization – ISO .....	83
7.5.	Harmonized European standard .....	84
7.6.	European Standards Organizations (ESOs) .....	85
7.6.1.	CEN, The European Committee for Standardisation“ .....	85
7.6.2.	European Committee for Electro technical Standardisation – CENELEC .....	86
7.6.3.	ETSI, European Telecommunications Standards Institute .....	86
7.7.	Српски стандард – Институт за стандардизацију Србије .....	86
8.	ШКОЛСКИ СПОРТ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ .....	89

8.1.	Значај и улога спорта у развоју деце и омладине .....	89
8.2.	Могућност бављења спортским активностима у основним и средњим школама .....	90
8.3.	Стратегија развоја спорта.....	91
8.4.	Типови најчешће грађених спортских хала.....	93
8.4.1.	Балон хала с дрвеном конструкцијом.....	94
8.4.2.	Челична хала са сендвич панелима .....	96
8.4.3.	Класично зидана хала с челичним кровом.....	98
8.4.4.	Префабрикована хала од армирано-бетонских сендвич елемената (АБ).....	100
8.4.5.	Префабрикована хала од фероцементних сендвич елемената (ФЦ) .....	101
9.	ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА ОПТИМИЗАЦИЈА .....	105
9.1.	Општи појмови о одлучивању .....	105
9.2.	Теорија оптимизације .....	106
9.3.	Основи вишекритеријумске оптимизације.....	107
9.4.	Трансформација атрибута .....	109
9.5.	Дефинисање тежинских коефицијената за критеријуме.....	109
9.6.	Методе вишекритеријумске оптимизације.....	110
9.6.1.	Методе Promethee .....	110
9.6.2.	Метода аналитичко-хијерархијских процеса (АНР).....	113
9.7.	Системи за подршку одлучивању .....	117
9.8.	Оптимизација система у грађевинарству .....	118
9.9.	Вишекритеријумска оптимизација избора школских спортских хала у процесу јавних набавки .....	119
10.	ИЗРАЧУНАВАЊЕ ВРЕДНОСТИ АНАЛИЗИРАНИХ ХАЛА ПРЕМА ОДАБРАНИМ КРИТЕРИЈУМА .....	120
10.1.	Временски период за који се врши анализа .....	120
10.2.	Вредности за анализу почетне цене изградње .....	121
10.3.	Вредности за анализу критеријума брзине изградње.....	122
10.4.	Вредности за анализу топлотних губитака на годишњем нивоу .....	122
10.5.	Вредности за анализу енергије потребне за производњу грађевинског материјала .	123
10.6.	Вредности за анализу трошкова одржавања на годишњем нивоу.....	124
10.7.	Вредности за анализу укупне емисије угљен-диоксида за производњу материјала .	125
10.8.	Вредности за анализу критеријума ватроотпорности .....	126
10.9.	Вредности за анализу штетних материја и зрачења из материјала.....	129
10.10.	Вредности за анализу критеријума заштите од буке .....	130



10.11.	Вредности за анализу механичке отпорности .....	131
10.12.	Вредности за анализу животног века материјала грађевинског објекта.....	131
10.13.	Вредности за анализу критеријума могућност рециклаже.....	132
10.14.	Сумаризација вредности анализираних критеријума .....	134
11.	СТУДИЈА СЛУЧАЈА: ИЗБОР СПОРТСКЕ ХАЛЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ ОПТИМИЗАЦИЈЕ .....	135
11.1.	Аналитичко-хијерархијски процес примењен у софтверу Expert Choice 2000 .....	136
11.2.	Метода Promethee примењена у софтверу Visual Promethee .....	143
11.3.	Тумачење резултата добијених анализом проблема избора типа спортске хале софтверима Visual Promethee и Expert Choice 2000 .....	150
12.	ЗАКЉУЧАК.....	152
13.	ЛИТЕРАТУРА.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Прилог 1.	.....	170
Прилог 2.	.....	172
Прилог 3.	.....	173
БИОГРАФИЈА АУТОРА.....		174

# 1. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

Све већа брига о разорним ефектима који грађевинска индустрија има на животну средину у погледу потрошње материјала, енергије, генерисања отпада, загађења воде и ваздуха довела је до потребе да се концепт одрживости уведе у законе који уређују грађевинску индустрију. Одрживост је сложен и широк концепт који је постао приоритет и стратегија развоја грађевинске индустрије, процеса јавних набавки, важно и моћно средство у промовисању и стимулисању одрживе градње. Еколошка свест и избор снажно утичу на концепт одрживости. Овај рад представља примену концепта одрживости у пројектима изградње, као и развој пракси, методологија и алата за вредновање инфраструктурних пројеката у процесу јавне набавке на примеру спортских објеката. У овој студији биће примењени методи вишекритеријумске оптимизације и приказани фактори који су кључни за спровођење концепта одрживости у грађевинској индустрији. Такође, у раду ће бити успостављена и објашњена веза између екологије, социјалних и економских фактора, грађевинске индустрије и јавне набавке, сагледана на дужи временски период.

Законске регулативе, стратегије и остварени учинак у области имплементације концепта одрживости у грађевинској индустрији и јавним набавкама у Европској унији биће коришћени као репер добре праксе и модела коме тежи Република Србија. Поређење тренутног стања у Европској унији и Републици Србији у погледу законских регулатива и уређености тржишта омогућиће бољи увид у сложеност и обим неопходних реформи које Република Србија мора да изврши како би се припремила за чланство у Европској унији у области одрживе градње.

## *1.1. Проблем истраживања*

Проблем истраживања овог рада јесте сагледавање процеса одлучивања и примене савремених метода вишекритеријумске оптимизације на одабир јавних инфраструктурних објеката (као што су затворени спортски објекти), узевши у обзир критеријуме који су у складу с принципима одрживог развоја и важећим прописима Европске уније. Анализом цена, према укупним трошковима за цео животни век објекта, омогућиће се објективније сагледавање одабира инвестиција (рангирање, односно бодовање) на јавним тендерима и испитивање њихове исплативости. У складу с тим, проблем истраживања усмерен је на рангирање и сагледавање релевантних критеријума за инвеститора, уз уважавање еколошких захтева, на примеру пет различитих типова спортских хала које се најчешће граде.

Република Србија као земља са статусом званичног кандидата за чланицу Европске уније мора много да уложи у одрживи развој, смањи потрошњу ресурса и уклопи се у важеће европске прописе и стандарде, посебно у грађевинској индустрији. Ово је могуће постићи променом критеријума и начином оцене инвестиција у процесу јавних набавки. Један од начина за одабир и оцену инвестиција од јавног значаја у овом

раду затворених спортских хала јесте примена одговарајућих анализа заснованих на вишекритеријумском приступу.

Одабир типа спортске хале је сложен процес јер су критеријуми одабира често противречни, као и интереси учесника у одлучивању. Најчешће супротстављени критеријуми су цена изградње, трошкови животног циклуса (Life Cycle Costing – LCC) и екологија. Наиме, неретко се дешава да објекти који имају ниску или нижу почетну цену изградње имају веома високу цену одржавања и употребе, која може премашити почетну цену изградње и по неколико пута. Такође имају негативан утицај на здравље човека, загађују животну средину, прекомерно троше природне ресурсе, па самим тим нису одрживи. У пракси, главни критеријум одабира инвестиција на јавним тендерима је почетна цена изградње без сагледавања трошкова одржавања, употребе и утицаја на животну средину. Вишекритеријумско одлучивање и његове методе могу много унапредити процес јавних набавки и допринети детаљнијој и тачнијој компаративној анализи инфраструктурних објеката по разним критеријумима, као што су економски, социјални и еколошки. Предложено најбоље решење има велику шансу да буде прихваћено као компромис између различитих конфликтних интереса учесника у одлучивању. Оваквим методичким приступом могле би се остварити значајне финансијске уштеде, смањити потрошња ресурса, загађење животне средине и омогућити брже уклапање у европске стандарде.

## ***1.2. Хипотезе истраживања:***

### Основне хипотезе:

- Реалан увид у стварне трошкове и исплативост инвестиција у грађевинске објекте може се стећи анализом цена која ће укључити цео животни век објекта.
- Одабир инвестиција на јавним тендерима је веома сложен проблем с великим бројем супротстављених критеријума, који треба решавати методама вишекритеријумске оптимизације који омогућавају поређење критеријума одабира, анализу и одређивању најбољег решења.

### Посебне хипотезе:

- Цена изградње објеката је само један од чинилаца трошкова објекта током просечно дефинисаног животног века тог објекта.
- Енергетски ефикасни објекти имају позитиван утицај на укупну цену животног циклуса објекта.

## ***1.3. Предмет истраживања***

Предмет истраживање овог рада је:

- приказ метода вишекритеријумског истраживања и њихова примена на конкретном примеру – проблему одабира јавних инфраструктурних објеката (спортских хала);
- дефинисање и рангирање релевантних критеријума одабира и
- објективније оцењивање исплативости инвестиција у инфраструктурне објекте, као и очекивања да у највећој могућој мери задовоље задате критеријуме.

#### ***1.4. Циљ истраживања***

Циљ истраживања усмерен је на грађевинске објекте који се граде за јавне потребе, њихову исплативост и дефинисање релевантних критеријума одабира, који су у складу с важећим европским стандардима и прописима. Трошкови животног циклуса (Life Cycle Costing – LCC) представљају економску методу за оцењивање инвестиција, која омогућава компаративне процене трошкова гледано из угла животног циклуса грађевинског објекта за дефинисани временски период. Ова метода посебно је погодна за оцењивање грађевинских пројеката. Њеном применом не сагледавају се само трошкови изградње, већ и будући трошкови експлоатације, одржавања, рушења и утицаја на животну средину. Употреба LCC анализе је нарочито важна у раној фази пројектовања кад се доносе одлуке везане за облик зграде, избор грађевинских материјала, конструктивних система, термотехничке опреме, распореда унутрашњих просторија и друго, које директно утичу на трошкове експлоатације, а који се често занемарују у фази пројектовања. LCC анализа омогућава реално сагледавање последица техничких карактеристика објеката и утицаја који ће имати на животну средину, као и економских аспеката.

Свака одлука која се донесе у вези с набавком јавних добара има утицај на животну средину, економију и друштво у коме живимо. Примена LCC концепта у процесу јавних набавки служи да се процени да ли је улагање у објекте, чија је почетна цена већа, оправдано смањењем у будућим трошковима. Одговор на ово питање могао би да оправда улагање у енергетски ефикасне објекте. Примену LCC анализе као подршке одлучивању могуће је подстаћи интензивном промоцијом и едукацијом доносиоца одлука о предностима коришћења додатних анализа заснованих на вишекритеријумском приступу у процесу јавних набавки. Такође, едукација управног кадра је потребна на пољу одрживог развоја, енергетске ефикасности, зеленој градњи и стандардизацији. У развијеним државама примена LCC концепта у јавним набавкама добила је много на значају последњих година, узимајући у обзир да је грађевинска индустрија један од водећих загађивача животне средине, као и растући тренд активног промовисања зелене градње и одрживог развоја, као начина да се осигура економска социјална и еколошка одрживост за будуће генерације.

### ***1.5. Преглед владајућих ставова и схватања у литератури на подручју истраживања***

До данас је објављен велики број радова о методама вишекритеријског одлучивања и њиховим применама на решавање различитих практичних проблема. Међутим, веома мали број аутора бави се применом метода вишекритеријумског одлучивања у процесу јавних набавки грађевинских објеката. Република Србија готово да нема публикација објављених на ову тему. Европске и светске публикације бавиле су се темом примене научних метода у процесу јавних набавки с циљем дефинисања критеријума, модернизације система и увођења концепта одрживог развоја.

У ауторе који су шире или уже обрађивали ову тему спадају:

1. Николић, И., Боровић, С., 1996, Вишекритеријумска оптимизација – методе, примена у логистици, софтвер, Војноиздавачки завод, Београд.
2. Оприцовић, С., 1998, Вишекритеријумска оптимизација система у грађевинарству, Грађевински факултет Универзитета у Београду
3. Мр Радоичић, Г., 2009, Примена метода вишекритеријумског одлучивања у пракси на примеру јавне набавке, Институт за истраживања и пројектовања у привреди, Београд 23/24–2009.
4. Žvaigždiniėnė, I., Rudauskienė, R., 2012, “Protecting The Environment Through Public Procurement: Lithuania’s Case“, Issues Of Business And Law Volume 4 Issn 2029–1094.
5. Веселиновић, И., 2014, „Multi-Criteria methods and models for decision making in public procurement“, Facta Universitatis Series: Economics and Organization Vol. 11, No 3.
6. Oluwole P. Akadiri, PhD thesis, 2011, Development of a Multi-Criteria Approach for the Selection of Sustainable Materials for Building Projects, University of Wolverhampton.
7. Vincke Ph., 1992, Multiple Criteria Decision-Aid, John Wiley & Sons, Chichester.
8. Perera, O., Morton, B., Perfrement, T., 2009, Life Cycle Costing in Sustainable Public Procurement: A Question of Value.
9. European Commission, 2010, Buying Green! Green public procurement in Europe.
10. Sarja, A., 2002, Integrated Life Cycle Design of Structures London, UK: Spon Press.

### ***1.6. Научне методе истраживања***

Током израде докторске дисертације коришћене су методе: генерализације, класификације, анализе, синтезе, дескрипције, компарације, методе студије случаја и моделирања.

## **1.7. Оčekивани ефекти и допринос докторске дисертације**

Допринос докторске дисертације огледа се у:

- теоријској поставци и практичној примени вишекритеријумских метода одлучивања на проблем одабира инфраструктурних објекта на јавним тендерима, на примеру затворених спортских хала;
- дефинисању релевантних критеријума и фактора који утичу на објективно сагледавање инвестиција;
- дефинисању значаја ране фазе пројектовања и едукације инвеститора;
- успостављању практично применљивог модела за оцену инвестиција;
- повезивању менаџмента, односно савремених теорија одлучивања у доношењу стратегијских одлука и инжењеринга у грађевинарству које су у складу с концептом одрживог развоја и важећим прописима Европске уније.

## **1.8. Приказ рада по поглављима**

У *Првом поглављу* објашњени су проблем, предмет, циљ истраживања и дефинисане хипотезе. Приказан је практичан допринос докторске дисертације и коришћена методологија истраживања. Дат је кратак преглед досадашњих истраживања и аутора који су се уже или шире бавили овом облашћу.

У *Другом поглављу* објашњени су основи грађевинских пројеката. С тим у вези објашњена је улога учесника у пројекту и фазе грађевинских пројеката. Дат је увид у сложеност пројектне документације, поступност израде, поступак јавне набавке грађевинских пројеката, тј. објеката и најчешће механизме корупције.

У *Трећем поглављу* дефинисан је појам одрживог развоја и приказан преглед његове историје. Успостављена је и објашњена веза између одрживог развоја, грађевинске индустрије и јавне набавке. Посебна пажња посвећена је примени принципа одрживог развоја у грађевинској индустрији (као једном од највећих потрошача природних ресурса и загађивача) и одрживој јавној набавци као алату за стимулисање одрживе градње. Објашњена је улога и значај пројектног задатка и техничке документације, као и важност примене принципа одрживог развоја у раној фази пројектовања. Дат је увид у изазове с којима се сусреће сектор јавних набавки у Европској унији, важеће прописе и регулативе предности примене и ограничења.

У *Четвртном поглављу* дат је кратак приказ тренутног стања привреде у Републици Србији, грађевинске индустрије и зелене градње као тренда који је још у зачетку. Такође, приказани су планови, циљеви, индикатори прогреса Србије у постизању напретка у области одрживог развоја, заштите животне средине, у циљу усклађивања с политиком Европске уније и преговора о прикључењу.

У *Петом поглављу* разматрана је постојећа законска регулатива у Републици Србији која се тиче изградње и процеса јавних набавки. Дефинисање основних појмова и прописа који се тичу енергетске ефикасности, техничке документације, механизма јавних набавки и критеријума за одабир инвестиција на јавним тендерима постигнуто је цитирањем релевантних чланова Закона о планирању и изградњи и Закона о јавним набавкама. Цитирањем релевантних чланова Правилника о садржини и начину израде техничке документације за објекте високоградње и Правилника о садржини, начину и поступку израде и начин вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката, дата су додатна објашњења релевантних делова Закона. На крају овог поглавља аутор је дао коментар Закона о планирању и изградњи и Закона о јавним набавкама, примену ових закона у пракси и њихова ограничења.

У *Шестом поглављу* дат је приказ тренутног стања привреде, грађевинске индустрије и индикатора одрживог развоја у Европској унији. Објашњено је на који начин је одрживост постала основа конкурентности европске грађевинске индустрије, као и планови и циљеви којима се тежи ради даљег унапређењу ове индустрије.

У *Седмом поглављу* приказана је важећа законска регулатива Европске уније о грађевинским производима. Дат је детаљнији приказ анализе трошкова животног циклуса – LCC као део ISO 15686-5:2008 стандарда, који је општеприхваћен и коришћен при оцени инвестиција. Описане су предности спровођења анализа трошкова животног циклуса (Life Cycle Costing – LCC) при оцени инвестиција у процесу јавних набавки, као једног од новијих алата за подршку одрживе јавне набавке и наведена су искуства развијенијих земаља у овој области. У склопу ове анализе детаљно су описани критеријуми: почетна цена изградње, трошкови коришћења на годишњем нивоу, брзина изградње, топлотни губици, трошкови одржавања на годишњем нивоу, енергија утрошена за производњу грађевинског материјала, емисија штетних материјала и зрачења из материјала, трајност, ватроотпорност, временски период за који се врши анализа, животног век грађевинског објекта, механичка стабилност и отпорност објекта, могућност рециклаже, заштита од буке и укупна емисија угљен-диоксида. Осим LCC анализе описане су регулатива Construction Products Regulation No 305/2011 – CPR, Service Life Planning – SLP и Directive 2010/31/EU – Energy performance of the Buildings.

У *Осмом поглављу* дефинисани су општи појмови везани за стандарде, стандардизацију и сертификацију и објашњена је њихова улога и значај, специјално у имплементирању концепта одрживости у грађевинској индустрији. У склопу овог поглавља дат је опис коришћених стандарда у земљи и свету: BRE Environmental Assessment Method – BREEAM, Leadership in Energy and Environmental Design – LEED, ISO, Harmonized European standard, European Standards Organizations (ESOs) и у њеном склопу CEN, the European Committee for Standardization, European Committee for Electro Technical Standardisation – CENELEC и ETSI, European Telecommunications Standards Institute и Српски стандард – Институт за стандардизацију Србије (ИСС).

У *Деветом поглављу* описан је значај спорта за нацију, развој деце и омладине. Дат је приказ тренутног стања у школама на територији Републике Србије у погледу

могућности обављања спортских активности. Приказана је Стратегија државе за развој спорта, неопходност унапређења спортске инфраструктуре и изградње затворених спортских објеката–хала. С тим у вези, описано је пет најчешће грађених спортских хала за потребе школа и спортских центара: балон хала с дрвеном конструкцијом, челична хала са сендвич панелима, класично зидана хала с челичним кровом, префабрикована хала од армирано бетонских елемената и префабрикована хала од фероцементних сендвич елемената.

У *Десетом поглављу* објашњени су општи појмови о одлучивању, теорије оптимизације и основи вишекритеријумске оптимизације. Описани су оптимизација система у грађевинарству, системи за подршку одлучивању и примену метода вишекритеријумске оптимизације у процесу јавних набавки школских спортских хала. Дат је приказ и опис метода вишекритеријумске оптимизације: Promethee примењен у софтверу Visual Promethee и метода аналитичких хијерархијских процеса АНР примењених у софтверу Expert Choice 2000.

У *Једанаестом поглављу* израчунате су вредности за критеријуме, претходно дефинисане у *Седмом поглављу*, за пет најчешће грађених спортских хала, описаних у *Деветом поглављу*.

У *Дванаестом поглављу* решен је конкретан проблем избора типа спортске хале према задатим критеријумима и методама вишекритеријумске оптимизације, примењеним у софтверима Visual Promethee и Expert Choice 2000. У софтверима су коришћене реалне вредности израчунате у *Једанаестом поглављу*. Резултати су упоређени и протумачени.

У *Тринаестом поглављу* изведен је закључак до кога се дошло на основу добијених резултата истраживања.

У *Четрнаестом поглављу* налази се списак коришћене литературе.



## 2. ГРАЂЕВИНСКИ ПРОЈЕКТИ

Пројекат је сложен процес који има за циљ постизање једног или групе циљева у будућности. У општем смислу могло би се рећи да је сваки пројекат јединствен, привремен, тежи постизању неког циља у дефинисаном временском року. Специфичност грађевинских пројеката огледа се у томе што они захтевају реализовање низа активности као што су: састављање идејног решења, планске и пројектне документације, уговарање и изградњу, значајна финансијска улагања и велико анђажавање људства и ресурса. Осим ових активности, грађевински пројекти могу у свој план активности укључити заштиту животне средине, анализу и одабир еколошких материјала, примену обновљивих извора енергије и др. Управљање грађевинским пројектом се најчешће материјализује унапред дефинисаним процедурама кроз које се испуњавају постављени циљеви .

### 2.1. Учесници у реализацији пројекта

Грађевински пројекти су веома комплексни и захтевају координацију људства, технике, технологије, адекватну поделу посла и план обављања зацртаних активности. У Републици Србији дефинисани су следећи учесници у пројекту: инвеститор, извођач радова, подизвођач, консултант, пројектант, ревидент, вршилац техничке контроле, стручни надзор и управни надзор.

*„Инвеститор* може бити држава, компанија или појединац. Инвеститор је други назив за правно или физичко лице које располаже потребним финансијама и жели да изгради грађевински објекат, тј. да реконструише постојећи. Планиран грађевински објекат мора да испуни законске норме, али и жеље инвеститора. Инвеститор своје јединствене жеље поводом планираног објекта саставља у писаној форми и склапа уговор с извођачем. Инвеститор даје новац, идеју за пројекат и сноси највећи ризик.“<sup>1</sup>

*„Уколико је инвеститор држава и гради објекат за потребе грађана, она своје жеље саставља у облику пројектног задатка и објављује тендер с условима које очекује да извођач, тј. објекат испуни. Извођачи шаљу своје понуде на јавни тендер и бира се најбоља понуда према Законом утврђеном поступку. За инвеститора је веома битна рана фаза пројектовања, у којој се одређују техничке спецификације будућег објекта и, што је најважније, предвиђају трошкови изградње, експлоатације и одржавања.“<sup>2</sup> Жеље инвеститора могу се тицати: функционалности објекта, квалитета, рока завршетка радова, трошкова и посебних захтева као што су врсте коришћеног материјала, начина изградње, топлотних губитака, заштите од буке и другог. Једном кад инвеститор донесе одлуку о почетку изградње грађевинског објекта, његова улога постаје контролна и*

---

<sup>1</sup> Ивковић, Б., Поповић, Ж., 2005, Управљање пројектима у грађевинарству, треће измењено и доуњено издање, Београд, стр. 5.

<sup>2</sup> Ивковић, Б., Поповић, Ж., 2005, Управљање пројектима у грађевинарству, треће измењено и доуњено издање, Београд, стр 16.

финансијска. Инвеститор контролише да ли су испоштовани договорени услови и има обавезу плаћању договорене цене извођачу.

*Извођач радова* је фирма која се бави састављањем понуде, техничким решењем, набавком материјала, сарадњом с пројектантом, координисањем активности.

*Подизвођача* ангажује извођач радова кад он није у могућности да изведе све радове сам, услед недостатка алата или вештина.

*Пројектант* је „лице са стеченим високим образовањем одговарајуће струке, односно смера, на академским студијама другог степена (мастер академских студија, мастер струковних студија, специјалистичке академске студије), односно на основним студијама у трајању од најмање пет година и лиценцом за пројектовање, издатом у складу са овим законом“.<sup>3</sup> Његова је улога да на основу услова које је поставио инвеститор напише пројекат. Такође, пројектант може да врши и техничку контролу пројекта. „Техничку контролу пројекта за грађевинску дозволу не може да врши одговорни пројектант који је израдио тај пројекат, односно који је запослен у привредном друштву које је израдило тај пројекат или предузећу које је инвеститор.“<sup>4</sup>

*Консултант* пружа саветодавне и услуге пројектовања и надзора над изградњом објеката, прединвестиционе и специјализоване пројектне услуге разраде и развоја и управљање пројектом.

## **2.2. Фазе грађевинских пројеката**

Фазе грађевинског пројекта можемо посматрати из угла инвеститора и из угла извођача радова.

Са аспекта инвеститора фазе инвестиционог пројекта су фаза изградње и фаза експлоатације грађевинског објекта. Фазу изградње можемо поделити на фазу израде идејног решења, пројектне документације и фазу реализације, тј. изградње. Израда идејног решења представља део такозване ране фазе пројектовања у којој се одређују техничке карактеристике објекта.

„Са аспекта извођача радова дефинисане су следеће фазе у реализацији пројекта: истраживање тржишта, израда понуде, уговарање, израда пројектне документације и припрема реализације посла, извођење радова, наплата, формирање и проширење базе историјских података.“<sup>5</sup> За инвеститора, као и за извођача радова најбитнију фазу грађевинског пројекта представља састављање пројектне документације.

---

<sup>3</sup> Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 128.

<sup>4</sup> Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 128а.

<sup>5</sup> Ивковић, Б., Поповић, Ж., 2005, Управљање пројектима у грађевинарству, треће измењено и доуњено издање, Београд, стр. 93.

Техничка документација подразумева:

- *Генерални пројекат* ради се с циљем утврђивања техничко-технолошких функционалних економских и других услова експлоатације објекта. На основу генералног пројекта даље се израђује претходна студија оправданости.
- *Идејно решење* ради се за потребе прибављања локацијских услова и као део урбанистичког пројекта за потребе урбанистичко-архитектонске разраде локације. Оно представља приказ планиране концепције објекта.
- *Идејни пројекат* ради се за потребе израде студије оправданости и за потребе прибављања Решења о одобрењу за извођење радова. Представља скуп међусобно усаглашених пројеката чији је циљ дефинисање намене положаја облика капацитета техничко-технолошких и функционалних карактеристика објекта.
- *Пројекат за грађевинску дозволу* ради се за потребе прибављања грађевинске дозволе. Представља скуп међусобно усаглашених пројеката којима се дефинише положај, капацитет, функционалност објекта, избор конструкцијских система, избор грађевинских материјала и друго.
- *Пројекат за извођење* ради се за потребе грађења објекта и извођење радова. Представља скуп међусобно усаглашених пројеката за извођење грађевинских занатских и других радова с циљем дефинисања грађевинских и техничких карактеристика објекта као и услова одржавања. Овај пројекат је веома битан у реконструкцији објекта.
- *Пројекат изведеног објекта* ради се за потребе прибављања употребне дозволе коришћења и одржавања објекта. Представља скуп међусобно усаглашених пројеката са свим детаљима израђеног објекта који су неопходни да би се утврдила његова подобност за употребу.

Општу садржину техничке документације чине главна свеска, пројекти, елаборати и студије.

- *Главну свеску* чине формулар који треба попунити подацима из пројекта, обавезне прилоге, пројектни задатак, копија локацијских услова и други документи.
- *Пројекти* се израђују у деловима према областима и садржају и подразумевају: архитектуру, конструкцију и другу грађевинске пројекте, хидротехничке инсталације, електроенергетске инсталације, телекомуникационе и сигналне инсталације, машинске инсталације, технологију, саобраћај, спољашње уређење и припремне радове.
- *Елаборати и студије* садрже мере за испуњење основних захтева за објекат, друга техничка упутства и податке од значаја за грађење објекта, извођење радова кад је то неопходно због посебности одређене врсте објекта или локације

на којој се објекат гради. Елаборати садрже текстуалне, нумеричке и графичке прилоге које је оверило овлашћено лице.

Основни кораци од идеје инвеститора до употребе објекта јесу:

1. *Утврђивање услова за изградњу и извођење радова.*
  - Информација о локацији.
  - Идејно решење.
  - Локацијски услови.
2. *Прибављање акта којим се одобрава грађење или извођење радова.*
  - Прибављање грађевинске дозволе:
    - Генерални пројекат и претходна студија оправданости.
    - Идејни пројекат и студија оправданости.
    - Пројекат за грађевинску дозволу.
    - Техничка контрола пројекта за грађевинску дозволу.
    - Извод из пројекта за грађевинску дозволу.
    - Имовинско-правни односи.
    - Грађење на неопремљеним локацијама.
    - Допринос за уређивање грађевинског земљишта.
    - Грађевинска дозвола.
    - Измена грађевинске дозволе.
  - Прибављање решења о одобрењу:
    - Идејни пројекат за радове који се врше на основу решења о одобрењу
    - Решење о одобрењу.
  - Посебни случајеви:
    - Објекти и радови који се могу изводити без акта.
    - Постављање и уклањање монтажних привремених објеката.
    - Изградња на основу привремене грађевинске дозволе.
    - Уклањање објеката.
3. *Извођење радова*
  - Пројекат за извођење.
  - Прибављање сагласности.

- Пријава радова.
- Извођење радова.
- Стручни надзор.

#### 4. *Завршни кораци*

- Прикључење објекта.
- Пројекат изведеног објекта.
- Технички преглед.
- Употребна дозвола.
- Укњижење објекта.

### **2.3. Држава као наручилац грађевинских пројеката**

Када се држава нађе у улози купца, тј. наручиоца грађевинских пројеката говоримо о јавним набавкама. Под јавним набавкама подразумева се куповина пројекта, објекта, услуга, материјала робе од стране државних органа (савезних, републичких и општинских). Јавне набавке подразумевају куповину, унајмљивање или неки други облик уговорног ангажовања ради обезбеђивања јавних потреба.

Јавне набавке су веома значајне за сваку земљу. Грубе процене су да јавне набавке у свету учествују са 10–15% у бруто домаћем производу (БДП). „У Европској унији јавне набавке учествују са 18% у БДП-у“.<sup>6</sup> „Регистровна вредност јавних набавки у Србији за 2014. годину износила је 298,3 милијарде динара, а 2013. године 262,9 милијарди. Укупно учешће јавних набавки у БДП-у износило је 2013. године 6,8%, а 2014. године 7,7%“.<sup>7</sup>

Кад је реч о јавној набавци грађевинских објеката, можемо говорити о :

- набавци пројекта за објекат и
- набавци по готовом пројекту кад се тражи само извођач радова.

Пројекат по коме се ради објекат мора да садржи све техничке информације о објекту, технике градње, материјале, изглед, функционалност и друге карактеристике објекта. Држава има избор да распише јавну набавку пројекта који ће бити у складу са Законом и специфичним жељама наручиоца и да израду овог пројекта плати, или да узме већ готов пројекат и потражи извођача радова. У пракси је ово најчешће случај и држава зарад уштеде од 800.000 до 100.000.000, динара колико се плаћа израда

<sup>6</sup>[http://ec.europa.eu/internal\\_market/scoreboard/performance\\_per\\_policy\\_area/public\\_procurement/index\\_en.htm#maincontentSec1](http://ec.europa.eu/internal_market/scoreboard/performance_per_policy_area/public_procurement/index_en.htm#maincontentSec1) (Приступ :10. 03. 2016).

<sup>7</sup> Удружење за комуналне делатности Привредне коморе Србије, 2015, Комуналне инфо, ПКСКОМУНАЛНЕинфо, јул 2015, стр. 1, Београд.

пројектне документације, наручује објекат по готовом пројекту по коме се касније наставља процедура за извођење и расписивања јавне набавке.

Углавном готови пројекти по којима се раде објекти представљају прерађене верзије постојећих, застарелих пројекта сличних објеката и не прате светску праксу у погледу коришћења еколошких материјала, нових техника градње и коришћења обновљивих извора енергије којима се обезбеђује уштеде у експлоатацији и одржавању објекта. Последице израде објекта по лошем или застарелом пројекту су велики финансијски губици изградње објеката који су скупи за одржавање и коришћење.

#### ***2.4. Најчешћи облици корупције у јавној набавци грађевинских пројеката***

Када држава улаже у грађевинске пројекте, реч је увек о великим сумама новца, па је и могућност корупције велика. Што је пројекат већи, и могућност корупције је већа. Корупција је могућа у свакој фази грађевинског пројекта.

У фази када држава пише пројектни задатак, тј. своје специфичне жеље у погледу објекта ставља на папир, често ангажује експерта. Експерт, у име државе, у пројектном задатку може наметнути обавезне услове које понуђач мора да испуни да би добио посао, тако да одговарају профилу само једне компаније. Често иницијатива за овакво обликовање пројектног задатка потиче од политичара који су укључени у изградњу објекта (председник општине, градоначелник), па они још у фази планирања изградње одређеног објекта утичу на формирање пројектног задатка по мери одређене фирме а с циљем стицања личне користи.

Експерт може бити ангажован и при процени пројеката који учествују на тендеру. Експертско мишљење се углавном заснива на субјективној процени заснованој на искуству и знању и битно опредељује ко ће учествовати у реализацији пројекта. Ово оставља место малверзацијама јер експерт може фаворизовати једног понуђача зарад стицања личне користи, иако његова понуда није најбоља.

До корупције може доћи и много пре него што се распише тендер и састави пројектни задатак. Фирме неретко праве контакте са доносиоцима одлука (добро позициониран им државним службеницима) чинећи им разне материјалне и нематеријалне услуге. За узврат, кад се јави потреба за изградњом, државни службеник одаје поверљиве информације или проналази начин да понуда одређене фирме буде изабрана.

У фази изградње објекта такође постоје бројне могућности малверзација. Доносилац одлуке је често условљен да понуда коју изабере на јавним тендерима буде најекономичнија. У циљу добијања посла фирма може дати нереално ниску цену, а онда у фази изградње смањити трошкове тако што ће користити мање квалитетан материјал него онај који је наведен у пројектној документацији, смањити количину материјала, фактурисати мању потрошњу од реалне и подмићивати инспекторе и пројектанте задужене за контролу.

Малверзације зарад стицања личне користи појединца у процесу јавних набавки су честе и могуће у свим фазама изградње и уговарања грађевинског објекта. Да би се ограничиле овакве појаве, потребно је јасно дефинисати критеријуме одабира пројекта, тј. објекта и ставити их на увид јавности, као и кредибилитет експерата консултантских кућа чије се мишљење уважава у процесу јавних набавки и, што је најважније, ограничити слободу наручиоца. Што наручилац има већу слободу, већа је могућност злоупотребе. Законом се мора по угледу на светску праксу ограничити слобода наручиоца и дефинисати јасни критеријуми одабира. Овим променама могле би се остварити велике финансијске уштеде, али и градити објекти високог квалитета.

### 3. ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

Одрживи развој може се дефинисати као „развој који испуњава тренутне потребе без угрожавања будућих генерација да испуне своје потребе“.<sup>8</sup> Базира се на препознавању чињенице да кад се ресурси троше брже него што се стварају или обнављају, они се троше до потпуног нестанка. Смањивање природних ресурса неизоставно води до повећања цена, а самим тим до повећања сиромаштва и опадања квалитета живота.

Одрживи развој се води визијом прогреса који уклапа тренутне и дугорочне циљеве, локалне и глобалне акције у вези с економским и еколошким питањима, као нераздвојивим компонентама људског прогреса. Одрживи развој се залаже за квалитетнији живот садашњих и будућих генерација. У свету који се води принципима одрживог развоја, исцрпљивање природних ресурса је у балансу с капацитетом природе.

Концепт одрживог развоја садржи три главне компоненте:

- Заштита животне средине – заштита ваздуха, воде копна и екосистема, као и очување природних ресурса.
- Социјална одговорност – поправљање квалитета живота за појединца, заједницу и целокупно људско друштво.
- Економски просперитет – смањивање трошкова и стварање економске шансе за индивидуе, организације, заједнице и нације.

Интересовању за концепт одрживог развоја допринело је све веће загађење животне средине, глобално загревање, појаве природних катастрофа, развој болести изазваних загађењем и сиромаштво. Повећање свести о значају очувања животне средине, смањењу загађења и потрошње ресурса довело је до тога да се концепт одрживог развоја налази иза законских уредби које регулишу скоро све сегменте друштва.

#### 3.1. Историја одрживог развоја

Питање о утицају развоја цивилизације на животну средину први пут је постављено пре 200 година. Томас Роберт Малтус је 1798. године у Енглеској написао „Есеј о принципима популације“ у коме је предвидео да ће у одређеном моменту људска популација гладовати или живети на рубу егзистенције јер ће производња хране бити мања и спорија од раста популације. Он је веровао да се људска популација држи под контролом бедом, болестима и моралним ограничењима. У том есеју је написао да „кад није под контролом, људска популација несразмерно расте“.<sup>9</sup> Захваљујући

<sup>8</sup> Brundtland Commission Report, 1992.

<sup>9</sup> Rogers P., Jalal K., Boyd J., 2008, *An Introduction to Sustainable Development*, Earthscan, London стр. 20.



напретку у науци и технологији, Малтусова визија се није остварила. Производња хране је премашила раст популације.

Конференција посвећена искључиво животној средини први пут је одржана 1972. године у Стокхолму. Конференцији је присуствовало 113 држава и 19 представника међународних организација. На конференцији је група од 27 експерата указала на везу између економског развоја и животне средине наводећи да „иако се чини да постоји конфликт између економских и еколошких приоритета, они су два лица истог новчића. Резултат конференције у Стокхолму јесте оснивање United Nations Environmental Program – UNEP са задатком да обезбеди лидерство и охрабри партнерство у заштити животне средине тако што ће инспирисати, информисати и омогућити нацијама и људима да поправе квалитет живота без угрожавања могућности будућих генерација да ураде исто.”<sup>10</sup>

Генерална скупштина Уједињених нација основала је 1983. године World Commission on Environment and Development, касније познату као Brundtland Commission, по својој председници Гро Харлем Брунтланд, премијерки Норвешке и лидеру Светске здравствене организације. Brundtland Commission објавила је 1987. извештај под називом „Our Common Future“, у коме се надовезала на постигнуте резултате у Стокхолму и први пут објавила дефиницију одрживог развоја. У том периоду „концепт одрживог развоја добио је велику политичку пажњу изазвану растућом забринутости земаља у развоју због глобалних еколошких промена“.<sup>11</sup>

Следећи корак у развоју концепта одрживог развоја је конференција UN Conference on the Environment and Development – UNCED, одржана у Рио де Женеиру 1992. „Конференцији је присуствовало 108 председника и 10.000 представника из 172 земаља, као и 2400 представника непрофитних организација“.<sup>12</sup> Главна достигнућа конференције су: Rio Declaration, Agenda 21 и Commission on Sustainable Development.

- Rio Declaration је сажет документ који се састоји од 27 тачака написаних са сврхом да служе као водич кроз имплементацију концепта одрживог развоја. Декларацију су потписале скоро све земље учеснице конференције.
- Агенда 21 је план акција у вези с одрживим развојем. Написана је на скоро 500 страна и садржи 40 поглавља која се баве сиромаштвом, заштитом атмосфере, земље, шума, воде, животиња, здравством, пољопривредом, одлагањем отпада итд. Такође, у документу је посвећена пажња положају деце, омладине, жена, пољопривредника и предузетника. Уједињене нације су преузеле на себе да помажу овим групама становништва што је представљао преседан у односу на дотадашњу праксу. У циљу имплементације Агенде 21, земље потписнице споразума су се обавезале да направе националне стратегије одрживог развоја.

---

<sup>10</sup> Vogler, J., 2007, *The international politics of sustainable development*, published in Handbook of Sustainable Development, Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham, стр.432.

<sup>11</sup> Vogler, J., 2007, *The international politics of sustainable development*, published in Handbook of Sustainable Development, Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham,, стр.435.

<sup>12</sup> <http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html> (Приступ: 25. 02. 2016)

- Commission on Sustainable Development је тело формирано да надгледа имплементацију Агенде 21 и Декларације из Рија.

Кјото конференција о климатским промена је одржана 1997. године у Јапану. Земље у развоју су се договориле о постизању конкретних циљева као што је смањење емисије угљен-диоксида. На конференцији су Сједињене Америчке Државе предложиле стабилизацију емисије гасова стаклене баште, док је Европска унија предложила смањење емисије за 15%. На крају конференције постигнут је договор да се гасови стаклене баште смање за 8% испод нивоа регистрованих 1990. године. Мере смањења требало је да покажу резултате у периоду од 2008. до 2012 године. Договор постигнут између земаља чланица резултовао је Кјото протоколом.

Кјото протокол означио је основне одредбе које се морају усвојити, али није дао прецизније објашњење како ће бити имплементирани. Комплексност преговора и конфузија у имплементацији одредби протокола утицале су на то да је протокол потписало само 84 земље учеснице конференције. Сједињене Америчке Државе нису биле међу потписницима, док је Европска унија потписала споразум, али није успела да смањи емисију гасова стаклене баште на договорени ниво у планираном року.

У септембру 2000. године одржан је Millennium Summit у Њујорку, где су се светски лидери договорили о Millennium Development Goals. За већину постављених циљева 2015. година је одређена као временски оквир кад ови циљеви треба да буду испуњени. Статистика забележена 1990. године је означена као референтна вредност у односу на коју ће се мерити успех у постизању зацртаних циљева.

Циљеви самита могли би се описати као скромни и амбициозни у исто време. Они представљају практичан приступ балансу између економских, социјалних и еколошких питања као стубовима одрживог развоја. Циљеви су укључивали:

- Смањење броја људи чији је буџет испод једног долара на дан и оних који пате од глади за 50%.
- Постизање универзалног основног образовања и промовисања једнакости полова.
- Смањење смртности код деце и побољшање здравља трудница.
- Заустављање ширења вируса HIV/AIDS.
- Интегрисање принципа одрживог развоја у законску легислативу држава.
- Смањење броја људи који имају ограничен приступ незагађеној пијаћој води за 50%.

The World Summit on Sustainable Development – WSSD одржан је у Јоханезбургу 2002. године и представља прекретницу у формирању партнерства између Уједињених нација, влада држава широм света, профитних и непрофитних организација у решавању проблема везаних за глобална питања животне средине, здравља и сиромаштва. Самит у Јоханезбургу потврдио је циљеве Millennium Development Goals и допунио их новим:

- Смањење броја људи који немају приступ санитарним чворовима за 50%, до 2015. године.
- Минимизирање штетног утицаја хемикалија.
- Заустављање губитка биодиверзитета.

Самит је попунио празнине које су постојале у Agenda 21 и Millennium Development Goals и указао на нове проблеме. Неки аутори сматрају самит „прогресом у развоју концепта одрживог развоја ка продуктивнијем схватању везе између економског развоја и утицаја који он има на квалитет животне средине“.<sup>13</sup> Самит је потврдио тренд започет 1992. године о све већем значају и повезаности социјалних економских и еколошких компоненти одрживог развоја.

У Њујорку је 25. септембра 2015. одржан UN Sustainable development Summit. Више од 193 земље је усвојило Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Агенда 2030 има „17 главних циљева описаних у 92 параграфа“.<sup>14</sup>

1. Смањење сиромаштва.
2. Заустављање глади, обезбеђивање залиха хране и промовисање одрживе пољопривреде.
3. Обезбеђивање добробити и здравља у свим животним добрима.
4. Промоција образовања и могућност образовања за све људе на планети.
5. Постизање једнакости полова и оснаживање жена и девојака.
6. Доступност воде и санитарних чворова свим људима, као и одрживо управљање водом.
7. Развој обновљивих извора енергије.
8. Промоција одрживог економског раста, смањење стопе незапослености.
9. Развој одрживе индустрије, инфраструктуре и иновација.
10. Смањење неједнакости између држава.
11. Унапређење градова у хумане, безбедне и одрживе насеобине.
12. Успостављање одрживих шаблона потрошње и производње.
13. Спровођење хитних акција за смањење климатских промена и њихових последица.
14. Заштита обнова и промоција одрживог коришћења екосистема.
15. Конзервација и одрживо коришћење океана и мора.
16. Промоција одрживог друштва, приступ правди и изградњи поузданих институција на свим нивоима.

<sup>13</sup> Asefa S., 2005, *The Concept of Sustainable Development: An Introduction*, published in *The Economics of Sustainable Development*, W.E. Upjohn Institute for Employment Research, Michigan, стр. 2.

<sup>14</sup> <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/summit> (Приступ: 25. 02. 2016)

17. Јачање партнерства између институција и држава на тему одрживог развоја и имплементације његових циљева.

### **3.2. Одрживи развој и грађевинска индустрија**

Наука и друштво суочени с проблемима насталим као последица глобализације и растуће популације све више пажње усмеравају на одрживи развој. Да би се остварили опипљиви резултати, принципи одрживог развоја се морају инкорпорирати у приручнике и регулативе који се могу и морају користити у свакодневном животу. Једна од индустрија у којој је неопходна примена принципа одрживог развоја јесте грађевинска индустрија. Смањење негативних утицаја које грађевинске активности имају на животну средину закупило је пажњу стручњака широм света због све веће свести о томе да планета Земља не може да издржи људску активност неограничено дуго.

Управо зато се одрживост у грађевинској индустрији као једним од највећих загађивача сматра приоритетом. Велика пажња научника и друштва посвећена је грађевинским објектима, њиховим техничким карактеристикама и утицају који имају на здравље човека и животну средину. Локација грађевинског објекта, потрошња енергије у процесу производње материјала, изградње и коришћења, дизајн објекта, сировине од којих су грађевински материјали направљени морају бити усклађени с принципима одрживог развоја.

„Грађевинска индустрија спада у веће потрошаче природних ресурса, загађиваче животне средине и индустрија која запошљава највећи број људи у свету. У Европској унији грађевинска индустрија је највећи индустријски сектор који генерише преко 1.600 милиона евра годишње, учествује са 10% у укупном друштвеном производу и директно или индиректно запошљава више од 25 милиона људи.“<sup>15</sup> „Укупно гледано, однос грађевинске индустрије и одрживог развоја могао би се описати: грађевинска индустрија има велики економски значај и велики утицај на животну средину, као и социјалну политику.“<sup>16</sup>

Грађевинска индустрија и животна средина су суштински повезане. Ефекат који грађевинска индустрија има на животну средину је веома разоран и често неповратан. Грађевинска индустрија утиче на животну средину кроз цео животни циклус грађевинског производа. Термин „животни циклус грађевинског производа односи се на све активности, од извлачења и прераде примарних сировина, преко производње грађевинског материјала грађења, до рушења и на крају рециклаже.

Конкретно, кад је реч о животном циклусу грађевинског објекта, мисли се на планирање, грађење, употребу, одржавање, реновирање, рушење и стварање отпада. Негативне последице по животну средину укључују смањење обрадивог земљишта и

---

<sup>15</sup> Pellicer, T. M., Pellicer, E. и Eaton, D., 2009, *A macroeconomic regression analysis of the construction industry*, Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 16, Iss: 6, стр. 580.

<sup>16</sup> Oluwole P. Akadiri, 2011, *Development of a Multi-Criteria Approach for The Selection of Sustainable Materials for Building Projects*, PhD Thesis University of Wolverhampton, стр. 84.

шума, повећање земљишта које се користи у стамбене или индустријске сврхе, стварање великих депонија, повећање броја рударских копова, услед растуће потребе за ресурсима, емисија угљен-диоксида, стварање ефекта „стаклене баште“, загађење вода и друго.

„У Европској унији грађевинска индустрија је одговорна за настанак 40%–50% укупног отпада годишње.“<sup>17</sup> Осим генерисања великог броја отпада, грађевинска индустрија троши велику количину енергије за производњу материјала, грађење и коришћење самог објекта. „Грађевински објекти су одговорни за потрошњу 40% укупне енергије потрошене у свим земљама чланица Европске уније.“<sup>18</sup> „Потрошња енергије и фосилних горива је уско повезана с емисијом угљен-диоксида и загађењем ваздуха.“<sup>19</sup> Сврха примене принципа одрживог развоја у грађевинској индустрији јесте управо у смањењу негативних последица. Ово је могуће учинити пажљивим планирањем, рециклирањем, коришћењем иновативног дизајна и материјала којима би се смањила потрошња природних ресурса.

Кључ одрживе градње налази се у балансирању између економских, еколошких и оперативних фактора. Циљ одрживе градње је креирање инфраструктуре и грађевинских метода који се не ослањају на природне ресурсе, којих је све мање; минимизирање отпада, загађења, буке, саобраћаја, као и безбеднијег радног окружења за све који су директно укључени у процес грађења и процес уклањања грађевина. „Одржива градња има за циљ смањење трошкова кроз смањење потрошње ресурса, енергије и повећање рециклаже.“<sup>20</sup>

Грађевинска индустрија мора тежити одрживости, али и остати економски стуб друштва. Принципи одрживости у грађевинској индустрији имају за циљ да заштите животну средину и омогуће људима да поправе економски и социјални статус и самим тим допринесу позитивном развоју друштва. Потребне будућих генерација су увек биле у центру одрживости. Из свега наведеног можемо закључити да је за одрживу градњу потребно:

- Градити грађевине које су издржљиве и имају дуг употребни век.
- Градити за будуће генерације тако да се им се омогући живот у незагађеној животној средини.
- Градити за планету користећи обновљиве изворе енергије и еколошке материјале.

---

<sup>17</sup> Sterner, E., 2002, *Green procurement of buildings: A study of Swedish clients considerations*, Construction Management and Economics, Vol. 20, Issue 1, стр. 25.

<sup>18</sup> Poel, B., Cruchten, G. и Balaras, C.A., 2007, *Energy performance assessment of existing dwellings*, Energy and Buildings, Volume 39, Issue 4, April 2007, стр. 400.

<sup>19</sup> Perez-Lombard, L., Ortiz, J. and Pout, C., 2008, *A review on building energy consumption Information*, Energy and Buildings, Volume 40, Issue 3, стр. 396.

<sup>20</sup> Mathiessen, L. & Morris, P., 2007, *Cost of Green Revisited: Reexamining the Feasibility and Cost Impact of Sustainable Design in the Light of Increased Market Adoption*. Davis Langdon, стр. 18.

Табела 1. Утицај грађевинске индустрије и грађевинских објеката на еколошке, социјалне и економске факторе

	Еколошки фактори	Социјални фактори	Економски фактори
Екстракција сирових материјала и потрошња природних ресурса	*		*
Раскрчивање шума	*	*	*
Потрошња енергије и емисија гасова стаклене баште	*		*
Друге емисије унутар и изван објекта	*		*
Потрошња воде и загађење воде	*		*
Повећан транспорт грађевинског материјала	*	*	*
Генерисање отпада	*		*
Повећање буке		*	*
Здравствени ризици		*	*
Естетска деградација окружења смањењем зелених површина		*	

### 3.3. Одрживо пројектовање и изградња

Пројектовање представља веома важан део изградње јер оно преноси жеље власника, корисника и друштва у пројекте и грађевинске објекте. У постојећој литератури на тему одрживе градње у раној фази пројектовања наглашава се фокусирање на шири скуп параметара и аспеката, осим оног уобичајеног – инвестиционих трошкова.

Рана фаза пројектовања подразумева дефинисање пројектног задатка, израду и разраду генералног пројекта, дефинисање идејног решења и израду идејног пројекта. Поред жеља купца и информација о локалитету, узимају се у обзир све важеће законске регулативе и жељени захтеви о квалитету зграде, пројектовани трошкови изградње одржавања и експлоатације, својства материјала, енергетска експлативост и укључују се у дизајн зграде. У раној фази пројектовања израђује се и техничка документација. “Техничка документација јесте скуп пројеката који се израђују ради утврђивања концепта објекта, разраде услова, начина изградње објекта и за потребе одржавања објекта.”<sup>21</sup>

„Пројектни задатак је писани документ у коме су представљени сврха и обим активности који треба да буду извршени, методе које треба да буду коришћене, стандарди на основу којих ће бити процењиван учинак, или ће бити вршене анализе, додељена средства временски период и захтеви везани за извештавање.”<sup>22</sup>

Пројектни задатак је темељ успешног пројекта, ради га инвеститор, тј. наручилац самостално или уз помоћ консултаната–стручних лица, и служи као главно средство избора, комуникације између инвеститора и извођача, као и контроле. Пројектни задатак је кључни документ на основу кога се може судити о раду извођача и незаобилазни део тендерске документације. На значај овог документа указује чињеница

<sup>21</sup> Закон о планирању и изградњи ("Сл. гласник РС", бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014) члан 2, став 29.

<sup>22</sup> Влада Републике Србије – Канцеларија за европске интеграције, 2011, *Приручник за припрему пројектног задатка*, Београд, Република Србија, друго издање ISBN 978-86-914485-2-3, стр. 6.

да се на основу пројектног задатка израђују: идејно решење; идејни пројекат; пројекат за грађевинску дозволу; пројекат за извођење и пројекат изведеног објекта.

Светска пракса показала је да се применом принципа одрживог развоја у раној фази пројектовања, интеграцијом архитектонских механичких и инжењерских решења могу остварити знатне уштеде природних ресурса у изградњи и експлоатацији, смањење степена загађења животне средине, као и значајне финансијске уштеде. „До времена кад је само 1% пројектних трошкова остварено, већ је одређено отприлике 70% трошкова животног циклуса зграде; до времена кад је 7% трошкова остварено, до 85% животног циклуса је одређено.“<sup>23</sup>

Као гаранцију да ће грађевински објекат представљати добро техничко решење за кориснике објекта, власника и за животну средину у раној фази пројектовања, треба сагледати последице техничких карактеристика објекта, економске аспекте, као и утицај на животну средину. Облик зграде, изабрани материјали, конструктивни систем, предвиђена термотехничка опрема, распоред унутрашњих просторија итд. су фактори који директно утичу на трошкове експлоатације, а који се често занемарују у фази пројектовања. Гледано на дужи временски рок, ови трошкови умногоме могу премашити трошкове саме изградње објекта.

Грађевински објекти су прављени да дуго трају, па тако могу имати просечан животни век и до 100 година. У многим земљама постоје објекти, мостови и друге грађевинске структуре које су старе више од 100 година. Ова чињеница упућује да дизајн зграде има дугорочне последице на грађевински објекат у смислу његових енергетских перформанси, утицај на животну средину, трошкове коришћења и друго . Да би се постигла енергетски ефикасност и избегли негативни утицаји на животну средину, неопходно је принципе одрживог развоја инкорпорирати у рану фазу пројектовања.

Потпуна одрживост објекта подразумева укључивање економских, социјалних и еколошких фактора у дизајн зграде. Ови фактори морају се укључити у све фазе животног циклуса – од изградње, рушења и рециклаже – да би изграђен објекат био енергетски ефикасан, финансијски исплатив и без негативних утицаја на животну средину.

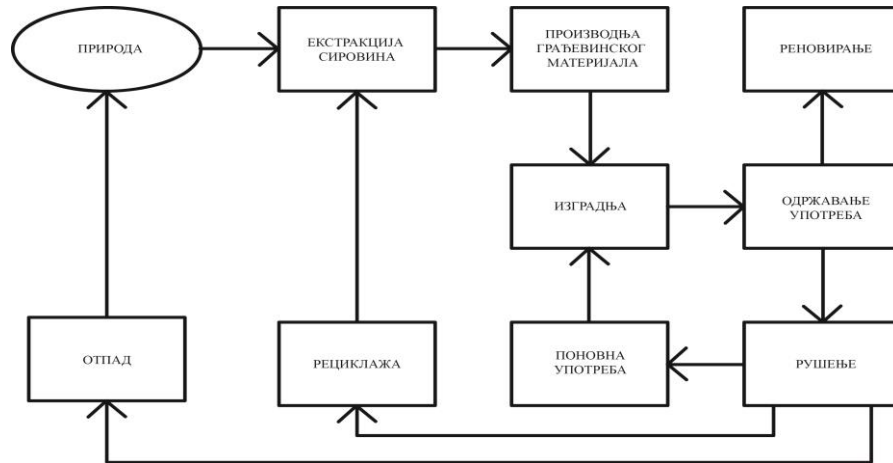
За постизање одрживости у грађевинској индустрији потребан је систематски приступ и добро разумевање сваке фазе животног циклуса објекта и фактора који на њих утичу. Традиционални начини грађења и пројектовања су фокусирани на квалитет, трошкове и грађевинске активности, али не укључују у пројекат циљеве као што су смањење потрошње ресурса, деградацију животне средине, енергетске карактеристике зграде и слично.

Ако бисмо дизајну грађевинског објекта приступили сагледавајући цео животни циклус објекта с циљем постизања одрживости, морали бисмо узети у обзир

---

<sup>23</sup> Hawken, P., Lovins, A.B. & Lovins, L.H., 2009, *Natural capitalism: Creating the next industrial revolution*, Boston, USA: Little, Brown and Company, стр. 119.

екскавацију сировина из природе, производњу материјала, енергију потребну за производњу материјала и коришћење објекта, управљање отпадом, одржавање, рушење и рециклажу и ефекат који сваки од описаних сегмената има на животну средину.

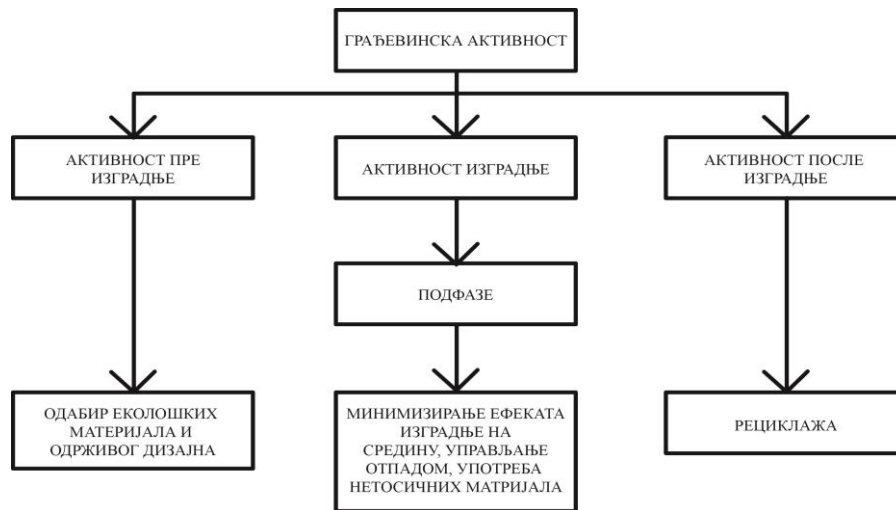


Слика 1. Фактори који утичу на одрживи дизајн грађевинског објекта

Посматрано из угла животног циклуса одрживог грађевинског објекта, грађевинска активност може се поделити у три фазе: активности пре изградње, изградња и активности после изградње.

- Активности пре изградње подразумевају одабир еколошких и трајних материјала, као и дизајна зграде који ће својим карактеристикама смањити потрошњу енергије и обезбедити трајност објекта чинећи га издржљивим у свим временским условима, финансијски одрживим и лаким за одржавањем.
- Активности изградње. Да би се постигла одрживост током фазе изградње коришћења и одржавања објекта неопходно је минимизирати ефекте који процес градње има на околину, минимизирање и управљањем отпадом и коришћење нетоксичних материјала.
- Активности после изградње подразумевају рециклирање материјала и њихову поновну употребу.





Слика 2. Грађевинска активност

### 3.4. Концепт одрживе јавне набавке у грађевинском сектору

Основа јавне набавке је економска и чини је тежња да се за новац пореских обавезника добије више и боље. Свака одлука која се донесе у вези с набавком јавних добара има утицај на животну средину, економију и друштво у коме живимо. Ако би се анализирано како је дошло до загађења животне средине, могао би се извести закључак да у већини случајева разлог није била једна погрешна одлука већ „бројне свакодневне одлуке које су постепено довеле до загађења животне средине“.<sup>24</sup> Јавну набавку, коју сваки државни орган мора да изврши да би набавио грађевинске објекте, можемо уврстити у те свакодневне одлуке. С тим у вези можемо рећи да је наручилац, или део проблема одрживог развоја, или део решења за заштиту животне средине.

Имплементација одређеног нивоа еколошких стандарда, концепта одрживости и обезбеђивање најбоље вредности за новац у процесу јавних набавки често се сматра конфликтним. Насупрот овом увреженом мишљењу, постоји синергија између обезбеђивања најбоље вредности за новац пореских обавезника и заштите животне средине. Обезбеђивање најбоље вредности за уложени новац захтева посматрање и анализирање трошкова целог животног циклуса производа или услуга који укључују трошкове одржавања, коришћења и других директних и индиректних трошкова, као и почетне цене.

„Европска комисија дефинише одрживу јавну набавку у комуникацији COM (2008) 400 – Public procurement for a better environment као добровољни процес којим власти једне државе настоје да набаве робу, услуге и радове с мањим утицајем на животну средину кроз њихов животни циклус, у поређењу с робом услугама и

<sup>24</sup> Krämer L., 2000, „Differentiation in EU Environmental Policy“, European Energy and Environmental Law Review, Volume 9, Issue 5, стр. 135.

радовима који би иначе били набављени.“<sup>25</sup> Одржива јавна набавка је средство које влада једне земље може користити да направи баланс између економских, еколошких и социјалних питања. Неопходност примене система одрживе јавне набавке не лежи само у чињеници да владе могу да користе своју куповну моћ као економски подстицај за одрживи развој државе у целини, већ и за подстицање одрживе потрошње и производње.

Применом овог модела “влада може да води сопственим примером у постизању одрживог развоја и да промовисањем концепта одрживе јавне набавке подстакне развој еколошких технологија и производа“.<sup>26</sup>

„Предности укључивања еколошких критеријума и принципа одрживости у јавну набавку грађевинских објекта су бројне:

- велика уштеда буџетских средстава, посебно ако се узме у обзир цео животни циклус грађевинског објекта, а не само почетна цена.
- куповином објекта који има ниску потрошњу струје неопходне за грејање и хлађење значајно се смањују трошкови коришћења објекта.
- власти које усвоје принцип одрживе јавне набавке ће бити боље припремљене да се суоче с растућим еколошким изазовима, као и да испуне обавезујуће политичке циљеве за смањење емисије угљен-диоксида, енергетске ефикасности и заштите животне средине.
- подржава иновативна решења, развој нових материјала који ће омогућити технолошки напредак и повећати број инвестиција у развој нових технологија.“<sup>27</sup>

У циљу имплементације одрживе јавне набавке у грађевинском сектору влада једне земље може захтевати и уврстити у пројектни задатак анализирање низа карактеристика производа и услуга које се набављају као што су:

- употреба нетоксичних и обновљивих материјала за градњу;
- потрошња енергије и воде током градње и коришћења објекта;
- рециклирање на крају животног циклуса;
- потрошња електричне енергије током изградње и експлоатације објекта;
- коришћење обновљивих извора енергије;
- емисија угљен-диоксида;

---

<sup>25</sup> Communication COM (2008) 400: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Public procurement for a better environment {SEC(2008)2124} {SEC(2008)2125} {SEC(2008)2126}

<sup>26</sup> Steurer, R., Berger, G., Konrad, A., Martinuzzi, A., 2007, *Sustainable public procurement in EU member states: Overview of government initiatives and selected cases*, Final Report to the EU High-Level Group on CSR.RIMAS. Vienna: Research Institute for Managing Sustainability, стр. 30.

<sup>27</sup> E. Alejandro, Traspaderne A., Ortiz de Elgea A., 2010, *Best practice on green or sustainable public procurement and new guidelines*, Research done for CESBA – The collective Initiative for a New Culture of Build Environment, стр.8.

- коришћење анализа као што су „Трошкови животног циклуса“ (Life Cycle Costing – LCC) ради лакше процене и поређења грађевинских објеката на јавним тендерима.

У Европској унији, увођење одрживе јавне набавке је процес на чијој се имплементацији интензивно ради. Европска комисија препознаје следеће баријере у имплементацији одрживе јавне набавке:

- различити еколошки критеријуми који се узимају у обзир, као и начини њиховог мерења у различитим земљама;
- недостатак заједничког правног оквира;
- забринутост због веће почетне цене одрживих објеката;
- недостатак „заједничке методологије праћења“<sup>28</sup> у земљама Европске уније;
- велики број нејасноћа и мањак информација о томе шта је то зелена градња, који су производи окарактерисани као еколошки и тако даље;
- пракса да се у процесу јавних набавки као критеријум одабира узима у обзир најнижа понуђена цена без сагледавања трошкова коришћења и одржавања објекта.

У циљу решавања ових баријера, Европска комисија објавила је следеће препоруке:

- дефинисање заједничких критеријума заштите животне средине, који би се користили у примени одрживе јавне набавке;
- појачана правна сигурност у вези с укључивањем критеријума животне средине у уговарање;
- информисаност о процењеним трошковима животног циклуса производа;
- дефинисање система мониторинга с показатељима.

И поред ових препорука, у практичној примени модела одрживе јавне набавке јавили су се проблеми, нарочито у правним оквирима. Конкретан проблем био је могућност инкорпорирања неких еколошких аспеката у уговоре, као и потешкоће да се на исправан начин сви аспекти уведу у различите делове тендерске документације. Највише полемике јавило се код техничких спецификација, наградних бодова за понуђаче, критеријума одабира понуђача и слично. Да би се решиле недоумице и проблеми, Европска комисија објавила је следеће документе о јавним набавкама грађевинских објеката:

---

<sup>28</sup> European Commission, 2011, *Buying Green! Green Public procurement in Europe*, A handbook on green public procurement 2<sup>nd</sup> edition Luxembourg: Publications Office of the European Union ISBN: 978-92-79-19930-1 doi: 10.2779/74936.

- Community law applicable to public procurement and the possibilities for integrating environmental considerations into public procurement – (COM (2001) 274). Овај документ датира пре усвајање садашњег законског оквира. Законски оквир који је претходио овом документу није нудио никаква објашњења како интегрисати еколошке критеријуме у процес јавних набавки, па је COM (2001) 274 попунила те празнине и дала прецизнија објашњења како укључити „еколошке критеријуме у сваку фазу процеса доделе уговора“<sup>29</sup> јавне набавке. Комуникација „представља водич, али не и законски дефинисану основу у односу на коју би државе могле да развију свој закон тако да учесници у процесу јавних набавки буду сигурни у своја права и обавезе“.<sup>30</sup> COM (2001) 274 је замењена новим директивама 2004. године.
- „Directive 2004/17/EC о координацији процедура доделе уговора о води, енергији, транспорту (комуналне услуге). Директива има за циљ доделе комуналних уговора на ефикасан и недискриминаторни начин. Тежи се поједностављењу, модернизацији и разјашњењу процедура.“<sup>31</sup> Такође се уводе нове технике јавне набавке, као што је електронска, и ставља већи акценат на социјалне и еколошке факторе које треба узети у обзир при оцени понуђача. У циљу усклађивања с одредбама ове директиве, земље чланице су биле у обавези да прилагоде своју законску легислативу до 31. јануара 2006. године. Директива је описана у 75 чланова и објављена у званичном часопису Европске уније.
- Directive 2004/18/EC<sup>32</sup> о координацији процедура доделе уговора роба, радова, услуга. Циљ директиве је да се обезбеди поштен и транспарентан процес јавних набавки у свим земљама чланицама Европске уније. Directive 2004/18/EC поједностављује и појашњава постојеће законе и пратеће процедуре и уводи такозвани „конкурентни дијалог“<sup>33</sup>, оквирни договор и електронску аукцију поред већ познатих поступака јавне набавке (отвореног, затвореног и преговарачког). У конкурентном дијалогу наручилац мора да огласи своје захтеве и започне дијалог са заинтересованим странама. Наручилац може да препозна решења која испуњавају његове захтеве током процеса дијалога са кандидатима. Наручилац може да спроводи преговарачки поступак у више узастопних фаза да би се смањио број наведених решења. Конкурентан дијалог је осмишљен да обезбеди већу флексибилност у компликованијим уговорима као што су приватно-јавна партнерства, кад је тешко дефинисати техничко решење и кад се захтева развој најбољег решења.
- „Sustainable Consumption and Production Action Plan and a Sustainable Industry Policy – COM (2008) 397. Циљ овог документа јесте да се уведе интегрисана

<sup>29</sup> Commission interpretative communication on the Community law applicable to public procurement and the possibilities for integrating environmental considerations into public procurement (COM (2001) 274)

<sup>30</sup> Arrowsmith, S., & Kunzlik, P., 2009, *Social and Environmental Policies in EC Procurement Law: New Directives and New Directions*, Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, стр. 93.

<sup>31</sup> Directive 2004/17/EC Of The European Parliament And Of The Council of 31 March 2004 coordinating the procurement procedures of entities operating in the water, energy, transport and postal services sectors

<sup>32</sup> Directive 2014/24/EU Of The European Parliament And Of The Council of 26 February 2014.

<sup>33</sup> Directive 2014/24/EU Of The European Parliament And Of The Council of 26 February 2014, члан 29.

политика производа која би побољшала енергетске и еколошке перформансе производа и уједно стимулисала тражњу купаца за одрживим производима и услугама.“<sup>34</sup> Интегрисани приступ дефинише нови оквир еколошке производне политике и промовише чистију производњу кроз целу Европску унију. Овај документ усвојен је 2008. године као део пакета мера за одрживу потрошњу, производњу и индустрију. COM (2008) 397 не садржи никакве обавезне циљеве које земље чланице морају да испуне, али је пропраћен с неколико предлога закона и комуникација.

- Public Procurement for a Better Environment COM (2008) 400.<sup>35</sup> Европска комисија предлаже примену низа мера усмерених на побољшање еколошких перформанси производа током њиховог животног века, смањење потрошње енергије и јачање понуде и потражње квалитетнијих производа. Овај документ објављен је 16. јула 2008. године и представља водич за редуковање деградације животне средине и примене одрживе јавне набавке као инструмента стимулисања иновација у еколошкој технологији, производима и услугама. У циљу праћења прогреса имплементације COM (2008) 400, Европска комисија предложила је стварање две врсте индикатора: квантитативни, који би служили за процену прогреса имплементације комуникације, и квалитативни, који би пратили еколошку и финансијску добит. На територији ЕУ, Европска комисија је успоставила циљеве да „до 2010. године, 50% свих јавних набавки мора бити одрживо“.<sup>36</sup> Комисија је на себе преузела задатак:
  - Успостављања заједничких индикатора одрживости јавних набавки за територију ЕУ.
  - Промовисања и упознавања јавностима о анализи трошкова животног циклуса (Life Cycle Costing-LCC).
  - Стварање законског оквира за укључивање еколошких критеријума у тендерску документацију.
- Упоредо с наведеним директивама, Европска комисија објављује Proposal for a directive of the European Parliament and the Council on public procurement (COM (2011)896) као део Европа 2020 стратегије за паметан, одржив и свеобухватан раст. Европска комисија покренула је Европа 2020 стратегију узимајући у обзир потребу да се развије економија која је зеленија, конкурентнија, ефикасније користи ресурсе. обезбеђује високу запосленост и пружа социјалне и територијалне кохезије. У овој стратегији, јавна набавка се сматра најважнијим

---

<sup>34</sup> Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the Sustainable Consumption and Production and Sustainable Industrial Policy Action Plan {SEC (2008) 2110} {SEC (2008) 2111} COM (2008) 397final.

<sup>35</sup> Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Public procurement for a better environment {SEC(2008) 2124} {SEC(2008) 2125} {SEC(2008) 2126} COM/2008/0400 final.

<sup>36</sup> Wozniacki, L., 2012, *Guidance To Foster Green Public Procurement*, Brussels, Belgium: European Environmental Bureau, стр. 4.

средством јер би “уговорни органи могли да придају већи значај одрживим критеријумима и даље узимајући у обзир принцип најбоље вредности за уложени новац”.<sup>37</sup> Proposal for a directive of the European Parliament and the Council on public procurement (COM (2011)896) ће након усвајања имати ефекат одбијања тренутних директива јавног сектора (Directive 2004/17/EC и 2004/18/EC). Предлогом ове директиве, Европска комисија желела је да постигне побољшање ефикасности процедура и омогућавање веће стратешке користи од јавних набавки у погледу заштите животне средине, социјалних питања, као и политике иновација. Једна од новина у предложеној директиви је концепт који није постојао у Directive 2004/18 – концепт цене животног циклуса. Циљ је охрабривање доносиоца одлука у јавном сектору да мисле „изван граница најниже понуђене цене“<sup>38</sup> и да у обзир узму цену коштања током целог животног циклуса производа услуга, као и њиховог ефекта на животну средину. Предлог чини трошкове животног циклуса (Life cycle costing – LCC) центром одрживе јавне набавке, детаљно објашњавајући њене особине и подстичући уговорне органе да је искористе. „Трошкови животног циклуса су још увек добровољна метода, тј. опција у вршењу јавне набавке, али ако се успостави заједничка методологија на нивоу Европске уније, трошкови животног циклуса ће постати обавезни”.<sup>39</sup> Предлог Нове директиве још увек није усвојен, па није извесно како ће изгледати када се заврше дискусије. Ипак, сасвим је извесно да ће примена LCC анализе, као средства одрживе јавне набавке, добијати све више на значају, све док се не усвоји заједничка методологија, кад ће примена ове методе постати обавезна.

---

<sup>37</sup>Commission Communication: Europe 2020, *A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*, COM (2010) 2020 final, Brussels, 3 March 2010.

<sup>38</sup> Dragos, D. & Neamantu, B., 2013, “*Sustainable Public Procurement: Life-Cycle Costing in the New EU Directive Proposal*“, *European procurement & public private partnership*, Volume 8 ,Issue 1, стр. 25.

<sup>39</sup> European Commission, Proposal for a directive of the European Parliament and the Council on public procurement, Brussels 20-12-2011, COM(2011)896 final, Brussels, Belgium: Directorate – General for Internal Market and Services; for the consolidated version, see Council of the EU, Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on public procurement – Presidency compromise text/Consolidated version, Inter institutional File: 2011/0438 (COD). Члан 67-3.

## 4. ГРАЂЕВИНСКА ИНДУСТРИЈА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

### 4.1. Тренутно стање у привреди

“Индустријска производња у Републици Србији у јануару 2016. године већа је за 8,3% у односу на јануар 2015, а у односу на просек 2015. године мања је за 9,8%.”<sup>40</sup>

У сезонском извештају писаном за инвеститоре заинтересоване за улагање у Републику Србију, истраживачки тим Raiffeisen банке коментарише да је тотална индустријска производња у Републици Србији била у благом порасту у јануару 2016. године за 0,9% у односу на децембар месец 2015, кад је забележен пораст од 0,6% у односу на новембар 2015. године. Благо пораст је евидентиран у прерађивачкој индустрији за 3,6% у јануару 2016. у односу на децембар 2015. године.

Индустријска производња у јануару 2016. забележила је пораст од 8,3% у односу на 2015. годину. За пораст је најзаслужније рударство (вађење руда и камена), као и производња електричне енергије, гаса и уређаја за климатизацију, који су у порасту 23,7%, док је прерађивачка индустрија у порасту за 2,1% у односу на прошлу годину. „Дуванска индустрија је забележила раст од 47,9%, производња компјутера 23,5%, дрвета 19,2% и хемикалија 17,9%. Индустрија је састављена од укупно 24 сектора од којих је 18 забележило пораст производње.“<sup>41</sup>

Подаци о индустријској производњи по наменским групама, за јануар 2016. године, показују да је у односу на исти месец претходне године, дошло до раста у производњи: енергије за 19,5%, трајних производа за широку потрошњу за 9,6%, интермедијарних производа, осим енергије, за 6,7%, капиталних производа за 3,0%, и нетрајних производа за широку потрошњу за 2,2%.

Производња малих предузећа у којима је број запослених мањи од 50 која нису обухваћена редовним статистичким истраживањем прати се на узорку изабраних јединица из сектора прерађивачке индустрије. Кад се укључи оцена индустријске производње малих предузећа из узорка, индустријска производња је у јануару 2016, у односу на просек 2015. године, код укупне индустријске производње мања за 10,5%, а код прерађивачке индустрије за 21,6%.

Незапосленост је у децембру 2015. забележила пораст на 17,9% у односу на трећи квартал 2015. године кад је била 16,7%. Раст незапослености био је у складу с успореним радом привреде у четвртм кварталу 2015. године. Могућ узрок повећања стопе незапослености је завршетак пољопривредних и радова у грађевинској индустрији. У јавном сектору број запослених стагнира као последица кашњења имплементације реформи и препорука ММФ-а о смањену броја запослених. Просечна

---

<sup>40</sup> Завод за статистику Републике Србије, 2016, Индекси индустријске производње у Републици, Србији, јануар 2016, Београд.

<sup>41</sup> Raiffeisen банка, 2016, Извештај тима за статистичка истраживања припремљен за иностране инвеститоре, Беч.

незапосленост у 2015. износи 17,9% , што представља бољитак у односу на 2014. кад је она била 19,4%.

На годишњем нивоу БДП је показао успорен раст 1,2% у односу на 2014. годину. Јавна потрошња је порасла за 0,8% у односу на прошлу годину. Предвиђа се да ће започети инфраструктурни пројекти имати позитиван утицај на економију у 2016. години. Такође, примећено је успоравање грађевинске индустрије за 8,0%, док пољопривреда показује негативан пад од 6,7% у односу на прошлу годину.

#### **4.2. Тренутно стање грађевинске индустрије**

„Грађевинска делатност је изузетно значајна за Републику Србију. Повезана је с више од 30 привредних делатности, чије производе користи као средство за рад, материјал за изградњу или уградњу у грађевинске објекте“.<sup>42</sup>

Некада једна од најекспанзивнијих извозних привредних грана, грађевинарство у Републици Србији данас је знатно слабије. Учешће ове индустрије значајно се смањило у БДП-у Србије. Грађевинарство учествује у укупном броју привредних друштава са 13,1% и укупном броју запослених са 11,8%. Према последњим подацима, грађевинску привреду Србије чини око 11.530 привредних друштава са око 116.760 радника.

Грађевинску привреду Србије пратимо кроз:

*Извођење грађевинских радова – грађевинску оперативу.*

Грађевинска оператива обухвата:

- Пројектовање, инжењеринг и други сродни архитектонски и инжењерски послови, који обухватају 3.265 привредних друштава са 18.300 радника.
- Високоградња обухвата изградњу станова, хотела, пословних зграда, пословних центара, зграде за саобраћај и телекомуникације, индустријске зграде, складишта, спортске објекте и друго. Ову област грађевине чине 2.690 привредних друштава са 31.235 радника. Делатности које су укључене у високоградњу су: рушење објеката–земљани радови, испитивање терена бушењем и сондирањем, груби грађевински радови и специфични радови.
- Нискоградња и хидроградња обухвата инфраструктурне објекте као што су: аутопутеви, путеви и улице, железничке пруге, аеродромске писте, мостови, вијадукти, тунели и подземни пролази, луке, пловни канали, бране и остали хидрограђевински објекти, цевоводи, комуникациони и електрични водови. Ова област обухвата 1.210 привредних друштава са 34.356 радника.

---

<sup>42</sup> Младеновић, И., 2013, *Грађевинарство као индустријски сектор у функцији опоравка привреде Републике Србије*, Економски хоризонти, издање 3, септембар-децембар, стр. 245.

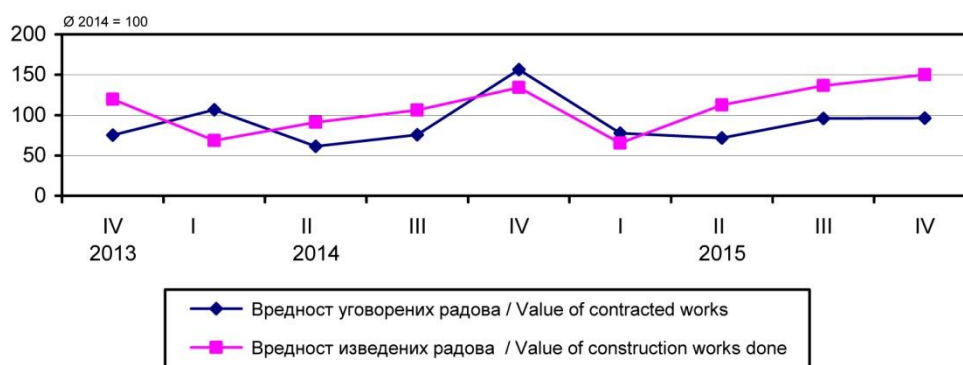


- Занатско-завршни радови представљају комплиментарну и допунску делатност високоградњи и нискоградњи. Ова област обухвата 2.245 привредна друштва са 17.060 радника. У занатско-завршне радове спадају: постављање електричних инсталација, опреме, изолације, цевних инсталација, као и малтерисање, уградња столарије, постављање подних и зидних облога, бојење, застакљивање и др.
- Остале делатности у које спадају изнајмљивање грађевинске опреме, развој пројеката о некретнинама, просторно планирање, техничко испитивање и анализе. Ова област обухвата 1.250 привредних друштва са 1.555 радника.

*Стамбена привреда.* Стамбена изградња треба да буде одржива, флексибилна и у складу с међународним стандардима. Према извршеним анализама, број домаћинстава која немају решено стамбено питање износи више од 300.000 а број потребних стамбених јединица на годишњем нивоу износи 25.000.

*Индустрија грађевинског материјала* умногоме зависи од обима извођења грађевинских радова, нарочито у високоградњи. Ова грађевинска област обухвата око 720 привредних друштава и запошљава 12.100 радника. Индустрија грађевинског материјала укључује вађење камена за грађевинарство, производњу битуменских материјала, опеке и црепа од глине, цемента, креча, производа од бетона и гипса, готове бетонске смеше, малтера, влакнасто-цементних производа, других производа од гипса, сечење, обликовање и обрада камена.

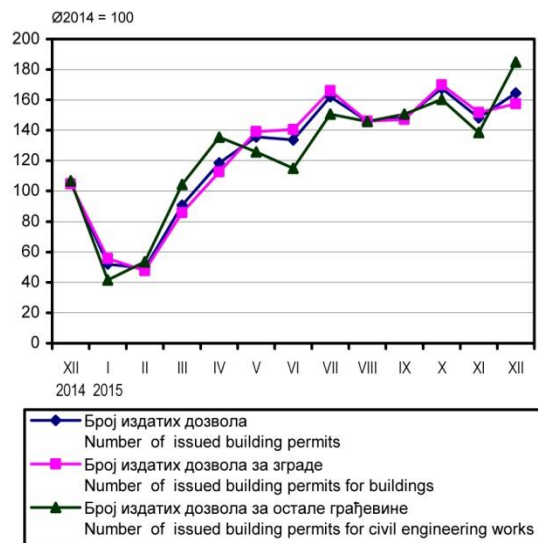
„Вредност изведених радова извођача из Републике Србије за период јануар–децембар 2015. године порасла је за 16,2% у односу на исти период 2014. године. Посматрано према врсти грађевина, вредност радова изведених на зградама у том периоду порасла је за 15,9%, док је на осталим грађевинама тај раст износио 16,3%. Вредност нових уговора извођача из Републике Србије за период јануар–децембар 2015. године опала је за 26,3% у односу на исти период 2014. године. Број издатих дозвола за зграде већи је за 26,6%, док је број издатих дозвола за остале грађевине већи за 25,6%.“<sup>43</sup>.



*Графикон 1. Индекси вредности уговорених и изведених радова извођача из Републике Србије*

<sup>43</sup> Завод за статистику Републике Србије, 2015, *Месечни статистички билтен број 11/2015*, Београд, стр. 41.

Извор: Републички завод за статистику, 2015,  
Месечни статистички билтен 12/2015 стр. 41



Графикон 2. Индекси броја издатих грађевинских дозвола укупно и према  
врстама грађевина

Извор: Републички завод за статистику, 2015,  
Месечни статистички билтен 12/2015, стр. 41

### 4.3. Зелена градња

У Републици Србији одржива тј. зелена градња, како се често назива у домаћој литератури, тек је у повоју. Свест о неопходности увођења концепта одрживости у грађевинску индустрију споро се развија. У процесу евроинтеграција Србија је почела да прилагођава своју законску легислативу с европском, али и даље је то у већини случајева само мртво слово на папиру. Зелена градња значи пројектовање грађевинског објекта до најситнијег детаља, тако да се користе еколошки материјали, штеде ресурси и смањи негативан утицај објекта на животну средину. Смањење негативног ефекта на животну средину укључује загађења воде, ваздуха, земље, управљање отпадом и друго.

Можемо рећи да је управо зелена градња шанса Србије да ревитализује грађевинску индустрију и оствари велике финансијске уштеде јер управо изградњом одрживих објеката се штеди на енергентима, води и смањује се загађење. Ради постизања одрживости специјално у грађевинској индустрији, држава има кључно место. Адекватним законским мерама држава може стимулисати одрживу градњу и производњу еколошког грађевинског материјала.

У Србији је Савет зелене градње основан 2010. године, као домаћи представник Светског савета зелене градње (World Green Building Council) и Европске мреже националних савета зелене градње (ERN – European Regional Network). ”До сада

чланству је приступило више од 46 компанија и организација међу којима су Енергопројект, Таркет, Лафарж, Кнауф. Према подацима Савета зелене градње, у Србији тренутно постоји једна сертификована зграда и још 14 објеката који су регистровани за процес сертификације по LEED стандарду, једном од светских стандарда зелене градње-”<sup>44</sup>

#### **4.4. Република Србија на путу ка Европској унији**

Пред Републиком Србијом као званичним кандидатом за чланство у Европској унији налазе се многе препреке и изазови. У процесу преговора Србије и Европске уније један од значајнијих изазова је преговарачко поглавље 27 које се бави темом животне средине и одрживог развоја.

„Поглавље 27, које се односи на животну средину је једно од најсложенијих и најзахтевнијих поглавља јер се трећина ЕУ законодавства односи на ову област, а примена захтева добро усмерене институционалне, људске и инфраструктурне капацитете“.<sup>45</sup> У локалној администрацији у Србији „проблемима заштите животне средине сада се бави 1–3% запослених, иако се 60% свих прописа који се односе на ту област спроводи на локалном нивоу.“<sup>46</sup>

У склопу Министарства пољопривреде и заштите животне средине оформљена је Агенција за заштиту животне средине 2004. године. Циљ Агенције јесте обезбеђивање основних поузданих и правовремених податка и информација о животној средини неопходним за ефикасно спровођење политике заштите животне средине. Агенција сарађује с осталим министарствима, факултетима, институтима, заводима, организацијама на свим нивоима државне управе ради успостављања информационог система о животној средини. Такође, Агенција за заштиту животне средине сарађује с Европском агенцијом за заштиту животне средине (ЕЕА) и другим међународним институцијама (Европска комисија, UNEP и UNDP) ради упознавању с искуствима других земаља из ове области и олакшавања процеса евроинтеграција.

Као главни проблем загађења животне средине у Републици Србији, Агенција за заштиту животне средине наводи застарелу технологију, опрему и ниску енергетску и сировинску ефикасност. Међутим, могло би се рећи да у узрочнике загађења спадају и лоша материјална ситуација, мањак информисаности о предностима коришћења обновљивих извора енергије и еколошких грађевинских производа, услуга и мотивисаност произвођача да улажу у нове технологије.

Заштита и контрола животне средине захтева реконструкцију и иновацију технолошких процеса едукацију и сертификацију предузећа ради увођења чистије производње. Иако је још увек у већини земаља Европске уније добровољан процес,

---

<sup>44</sup> <http://www.serbiagbc.org/rs/o-nama/> (Приступ: 10. 12. 2015).

<sup>45</sup> Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Агенција за заштиту животне средине, 2015, *Стање животне средине у Републици Србији - кратак преглед*, Београд, стр. 2.

<sup>46</sup> <http://zelenasrbija.rs/srbija/5809-zelena-gradnja-razvojna-ansa-srbije> (Приступ: 11. 11. 2015).

сертификација знатно олакшава пласирање производа и услуга на територију Европске уније и представља реалну економску шансу за српска предузећа.

У Националној стратегији одрживог развоја Републике Србије одрживи развој је дефинисан као „циљно оријентисан, дугорочан, непрекидан, свеобухватан и синергетски процес који утиче на све аспекте живота (економски, социјални, еколошки и институционални) на свим нивоима“.<sup>47</sup> У истој стратегији Влада Републике Србије коментарише: „Нове државе чланице ЕУ из Централне Европе су у периоду пре приступања ЕУ улагале у област животне средине од 1,5% до 2,5% БДП-а. Систем економских инструмената још увек није довољно развијен и не омогућава довољан подстицај за смањење загађења. Овакво стање није одрживо. Економски раст мора бити у сагласности са инвестирањем у чистију производњу, енергетску ефикасност, смањење емисија угљен-диоксида и заштиту животне средине. Једном речју, неопходно је усаглашавање са међународним стандардима у области животне средине јер ће у супротном деградација и штета по животну средину водити све већем економском губитку. Неопходно је трошкове коришћења природних ресурса и њихове деградације укључити у трошкове производње. Реализацијом познатих и прихваћених начела „загађивач плаћа“, „корисник плаћа“, као и начела „пројектовања укупног животног циклуса производа“, у цену производа се обједињују спољни трошкови, односно трошкови производње, употребе и одлагања производа.“<sup>48</sup>

„Реализација циљева предвиђених стратегијом прати се индикаторима одрживог развоја. Карактеристике ефикасних индикатора су поузданост, лакоћа разумевања и утемељеност на расположивим подацима. Key Performance Indicators – KPI је општеприхваћен скуп мерних алата изведених на основу података из базе британске институције за истраживања и тестирање BRE (Building Research Establishment).“<sup>49</sup> Овај систем пружа референтне вредности за мерење, усклађен је с важећим међународним протоколима и представља добру основу за сертификацију и стандардизацију.

У октобру 2010. године, у публикацији „Србија на свом путу ка одрживом друштву“, објављен је извештај о напретку Националне стратегије одрживог развоја и “мањи број неповезаних”,<sup>50</sup> али суштински битних индикатора напретка.

*Табела 2. Трендови индикатора одрживог развоја за област животне средине*

<b>Број усвојених стратегија локалног одрживог развоја</b>	2007. <b>105</b>	2008. <b>128</b>	У порасту
--	---------------------	---------------------	-----------

<sup>47</sup> Влада Републике Србије, 2008, Национална стратегија одрживог развоја 2008–2017, стр. 5, Београд.

<sup>48</sup> Влада Републике Србије, 2008, Национална стратегија одрживог развоја 2008–2017, стр. 128, Београд.

<sup>49</sup> Parmenter, D., 2010, Key Performance Indicators: Developing, Implementing and Using Winning KPIs Chapter 1. John Wiley and sons Hoboken New Jersey 2<sup>nd</sup>, стр. 7.

<sup>50</sup> Ђелић, Б., 2010, Србија на свом путу ка одрживом друштву, 2010, Суштински (core) индикатори, Београд, стр. 10.

Број еколошких удеса и штете у Њима	2008. <b>42</b>	2009. <b>15</b>	У порасту
Процент буџетских средстава утрошених за заштиту животне средине	2008. <b>0.38</b>	2009. <b>0.49</b>	У порасту
Енергетска интензивност	2007. <b>1.20</b>	2008. <b>1.16</b>	У порасту
Укупне годишње емисије гасова с ефектом стаклене баште	2006. <b>6,48</b>	2007. <b>6,73</b>	У опадању
Процент рециклаже укупне количине отпада	2008. <b>недоступно</b>	2009. <b>недоступно</b>	Недоступно
Процент површине заштићених природних добара	2008. <b>5.86</b>	2009. <b>5.86</b>	Непромењено

*Извор: Белић, Б., 2010, Србија на свом путу ка одрживом друштву, Суштински (соге) индикатори, стр.10*

Иако је националном стратегијом предвиђено веће улагање у одрживи развој, обновљиве изворе енергије, као и усклађивање с међународним стандардима, мало тога је до данас урађено. У периоду од 2001. до 2005. године, инвестиције у животну средину износиле су око 0,3% БДП-а. Пројекција ревидираног Меморандума о буџету економској и фискалној политици износи 0,4% БДП-а у 2008. години, док је финансирање од стране индустрије и приватног сектора окарактерисано као недовољно.

Од Републике Србије очекује се да усклађивање с прописом Европске уније у области заштите животне средине постигне до 2030. године у делу енергетске ефикасности и климатских промена. Сматра се да је ово једно од најзахтевнијих преговарачких поглавља а трошкови испуњења услова се процењују на 10,6 милијарди евра.

Политика Европске уније по питању борбе против климатских промена подразумева да до 2030. године емисија гасова стаклене баште буде смањена за 40% у односу на нивое ових гасова забележених 1990, а дугорочна политика предвиђа смањење од 80–95% до 2050. године. „Осим смањења гасова, планирано је повећање употребе обновљивих извора енергије, декарбонизација и повећање енергетске ефикасности за нове грађевинске објекте, као и при реконструкцији старих. Европа за област заштите животне средине у периоду од 2014–2020 одваја 20% буџета Уније у циљу борбе против климатских промена.“<sup>51</sup>

Досадашњи напредак Републике Србије у области заштите животне средине и климатских промена могао би се описати као скроман. Ради даљег усаглашавања са законом ЕУ потребно је повећати административни капацитет и финансијска улагања.

<sup>51</sup> Привредна комора Београда, 2014, Поглавље 27–Животна средина – Извештај. Београд, стр. 1.

Осим тога, неопходно је ускладити законе тако да се омогући ефективно увођење и примена нових прописа.

## 5. ПОСТОЈЕЋА ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

### 5.1. Закон о планирању и изградњи

Постојећа законска легислатива у Србији је први корак према усаглашавању с прописима ЕУ увођењем и дефинисањем неких од актуелних термина у оквиру Закона о планирању и изградњи:

- *Члан 3.* Закона дефинише одрживи развој као “усклађивање економских, социјалних и еколошких аспеката развоја, рационално коришћење необновљивих и обезбеђење услова за веће коришћење обновљивих ресурса, што садашњим и будућим генерацијама омогућава задовољавање њихових потреба и побољшање квалитета живота”.<sup>52</sup>
- *Члан 4.* Закона описује енергетску ефикасност овако: “Унапређење енергетске ефикасности је смањење потрошње свих врста енергије, уштеда енергије и обезбеђење одрживе градње применом техничких мера, стандарда и услова планирања, пројектовања, изградње и употребе зграда и простора. Зграда која за своје функционисање подразумева утрошак енергије мора бити пројектована, изграђена, коришћена и одржавана на начин којим се обезбеђују прописана енергетска својства зграда. Енергетска својства зграда јесу стварно потрошена или прорачуната количина енергије која задовољава различите потребе које су у вези са стандардизованим коришћењем, а односе се нарочито на енергију за грејање, припрему топле воде, хлађење, вентилацију и осветљење.”<sup>53</sup>

Ове одредбе Закона су разрађене Правилником о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката и Правилником о енергетској ефикасности зграда који прописује максималне вредности пролаза топлоте за сваки део грађевинског објекта. Овим правилником одређена су „енергетска својства и начин израчунавања топлотних својстава објеката високоградње, као и енергетски захтеви за нове и постојеће објекте”.<sup>54</sup> Прописана је обавезна термоизолација која се мора испланирати још у фази пројектовања, а разликује се према врсти и намени пројектованог објекта. За нове објекте је дефинисан елаборат енергетске ефикасности као посебна књига (захтева засебну лиценцу одговорног пројектанта) која је саставни и обавезни део пројекта за грађевинску дозволу без којег се она не може исходовати.

---

<sup>52</sup> Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр. 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014 ) члан 3, став 2.

<sup>53</sup> Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014 ) члан 4, став 3.

<sup>54</sup> Правилник о енергетској ефикасности зграда. (Сл. гласник РС, бр. 61/2011), члан 1.

Табела 3. Дозвољена годишња потрошња финалне енергије – нове зграде

Редни број	Врста грађевинског објекта	Дозвољена максимална годишња потрошња енергије за грејање [kWh/m <sup>2</sup> a]
1	Стамбене зграде с једним станом	65
2	Стамбене зграде с два или више станова	60
3	Управне и пословне зграде	55
4	Зграде намењене образовању	65
5	Зграде намењене здравству и социјалној заштити	100
6	Зграде намењене туризму и угоститељству	90
7	Зграде намењене спорту и рекреацији	80
8	Зграде намењене трговини и услужним делатностима	70
9	Зграде за друге намене које користе енергију укључујући и мешовите намене	/

Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, Сл. гласник РС, бр. 61/2011, члан 1

Као што је већ поменуто у претходном поглављу, на основу пројектног задатка израђују се следећа техничка документација:

1. генерални пројекат на основу кога се даље израђује студија оправданости;
2. идејно решење;
3. идејни пројекат;
4. пројекат за грађевинску дозволу;
5. пројекат за извођење;
6. пројекат изведеног објекта.

Закон о планирању и изградњи дефинише појмове техничке документације:

- „Генерални пројекат садржи нарочито податке о макролокацији објекта; општој диспозицији објекта; техничко-технолошкој концепцији објекта; начину обезбеђења инфраструктуре; могућим варијантама просторних и техничких решења, са становишта уклапања у простор; природним условима; процени утицаја на животну средину; инжењерско-геолошко-геотехничким карактеристикама терена с аспекта утврђивања генералне концепције и оправданости изградње објекта; истражним радовима за израду идејног пројекта;



заштити природних и непокретних културних добара; функционалности и рационалности решења.<sup>55</sup>

- „Идејно решење се израђује за потребе прибављања локацијских услова, а може бити део урбанистичког пројекта за потребе урбанистичко-архитектонске разраде локације.“<sup>56</sup>
- „Идејни пројекат се израђује за потребе изградње објеката и извођења радова из члана 145 овог закона, као и за објекте из члана 133 овог закона, када подлеже стручној контроли од стране ревизионе комисије.“<sup>57</sup>
- Члан 113 Закона о планирању и изградњи описује студију оправданости: „Претходном студијом оправданости утврђује се нарочито просторна, еколошка, друштвена, финансијска, тржишна и економска оправданост инвестиције за варијантна решења дефинисана генералним пројектом, на основу којих се доноси плански документ, као и одлука о оправданости улагања у претходне радове за идејни пројекат и израду студије оправданости. Претходна студија оправданости садржи генерални пројекат из члана 117 овог закона.“<sup>58</sup>
- Члан 131 Закона о изградњи „Грађевинску дозволу за изградњу објеката издаје министарство надлежно за послове грађевинарства (у даљем тексту: Министарство), ако овим законом није другачије одређено. Министарство издаје грађевинску дозволу за изградњу објеката“<sup>59</sup> за објекте:
  1. високих брана и акумулација напуњених водом, јаловином или пепелом;
  2. нуклеарних објеката и других објеката који служе за производњу нуклеарног горива;
  3. објеката за прераду нафте и гаса;
  4. објеката базне и прерађивачке хемијске индустрије, црне и обојене металургије;
  5. стадиона за 20.000 и више гледалаца;
  6. термоелектрана снаге 10 MW и више, термоелектрана-топлана;
  7. међурегионалних и регионалних објеката водоснабдевања и канализације;

---

<sup>55</sup> Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 1.

<sup>56</sup> Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 117а.

<sup>57</sup> Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 118.

<sup>58</sup> Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 113.

<sup>59</sup> Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 131.

8. регулационих радова за заштиту од градских великих вода;
9. објеката у границама непокретних културних добара од изузетног значаја;
10. постројења за третман неопасног отпада спаљивањем;
11. постројења за третман опасног отпада спаљивањем;
12. аеродрома за јавни ваздушни саобраћај;
13. путничких пристаништа, лука, пристана и марина;
14. државних путева првог и другог реда;
15. јавне железничке инфраструктуре с прикључцима и метроа;
16. објеката електронских комуникација, односно мрежа, система итд;
17. хидрограђевинских објеката на пловним путевима;
18. пловних канала и бродских преводница који нису у саставу хидроенергетског система;
19. регионалних депонија, односно депонија за одлагање неопасног отпада;
20. објеката за производњу енергије из обновљивих извора енергије снаге 10 MW и више.

Циљ Генералног пројекта је детаљније описан у Правилнику о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката: „Генерални пројекат има за циљ сагледавање ресурсних и просторних могућности и ограничења изградње објеката, са задатком да се кроз поступке вредновања усвоји генерална концепција, макролокација и просторна диспозиција објекта, утврде основне функционалне, технолошке и техничке карактеристике објекта, етапност градње, услови експлоатације, однос према простору и животној средини, као и основе за економску анализу. У случају да је у току израде генералног пројекта анализирано више варијантних решења, врши се избор оптималне варијанте на основу природних, техничких, технолошких, економских, функционалних, еколошких и других услова. За линијске инфраструктурне објекте, осим претходно наведеног, на основу генералног пројекта доносе се одлуке нарочито о оптималном коридору, етапности грађења, локацији и концепцији планираних објеката, условима експлоатације и др. Генерални пројекат се израђује за потребе израде претходне студије оправданости у складу са чланом 113 Закона и подлеже ревизији (стручној контроли) пројекта, у складу са чланом 131 Закона.“<sup>60</sup>

Правилник ближе описује и садржај идејног пројеката: “Текстуална документација идејног пројекта, у зависности од врсте и класе објекта, односно врсте радова који се изводе, садржи технички опис са општим подацима о објекту, односно

---

<sup>60</sup> Правилник о садржини, начину и поступку израде и начин вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката (Службени гласник РС, бр. 23/2015 и 77/2015), члан 34.

врсти радова, избор и опис предвиђених материјала, инсталација и опреме, попис предвиђених радова и др.“<sup>61</sup>

„Пројекат за грађевинску дозволу се израђује за потребе прибављања решења о грађевинској дозволи. За објекте за које је законом којим се уређује заштита од пожара прописана мера обавезне заштите од пожара, саставни део пројекта за грађевинску дозволу јесте и елаборат о заштити од пожара.“<sup>62</sup>

„Пројекат за извођење израђује се за потребе извођења радова на грађењу. Пројекат за извођење је скуп међусобно усаглашених пројеката којим се утврђују грађевинско-техничке, технолошке и експлоатационе карактеристике објекта са опремом и инсталацијама, техничко-технолошка и организациона решења за градњу објекта, инвестициона вредност објекта и услови одржавања објекта.“<sup>63</sup>

## 5.2. Закон о јавној набавци

Јавна набавка у Републици Србији је дефинисана Законом о јавним набавкама ("Сл. гласник РС", бр. 124/2012, 14/2015 и 68/2015, члан 3). „Јавна набавка је набавка добара, услуга или радова од стране наручиоца на начин и под условима прописаним овим законом“.<sup>64</sup> Наручилац у смислу овог закона може бити корисник буџетских средстава, правно лице и јавно предузеће.

Као основна начела јавне набавке закон наводи:

1. начело ефикасности и економичности;
2. начело обезбеђивања конкуренције;
3. начело транспарентности и поступка јавне набавке;
4. начело једнакости понуђача;
5. начело обезбеђивања животне средине и обезбеђивања енергетске ефикасности у коме се наводи: “Наручилац је дужан да набавља добра, услуге и радове који не загађују, односно који обезбеђују адекватно смањење потрошне енергије – енергетску ефикасност и да, када је то оправдано, као елемент критеријума економски најповољније понуде одреди еколошке предности предмета јавне набавке, енергетску ефикасност, односно укупне трошкове животног циклуса предмета јавне набавке.“<sup>65</sup>

<sup>61</sup> Правилник о садржини, начину и поступку израде и начин вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката (Службени гласник РС, бр. 23/2015 и 77/2015), члан 45.

<sup>62</sup> Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 118а.

<sup>63</sup> Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 123.

<sup>64</sup> Закон о јавним набавкама html (Сл. гласник РС, бр. 124/2012, 14/2015 и 68/2015), члан 3.

<sup>65</sup> Закон о јавним набавкама (Сл. гласник РС, бр. 124/2012, 14/2015 и 68/2015), члан 13.

Поступци јавних набавки могу бити: 1) отворени; 2) рестриктивни; 3) преговарачки поступак с објављивањем јавног позива; 4) преговарачки поступак без објављивања јавног позива; 5) конкурс за нацрте; 6) поступак јавне набавке мале вредности. Избор најповољније понуде по правилу се врши у отвореном поступку јавне набавке, у коме се објављује само један јавни позив у Службеном гласнику и на порталу јавних набавки, осим за јавне набавке малих вредности, односно на набавке чија процењена вредност није већа од 500.000 динара, а уколико ни укупна процењена вредност истоврсних набавки на годишњем нивоу није већа од 500.000 динара. Критеријуме за јавну набавку дефинише наручилац, а детаљи су разрађени конкурсном документацијом пре објављивања јавног позива.

За припрему конкурсне документације за све поступке одговорна је комисија за јавне набавке. Конкурсна документација садржи: “1) упутство понуђачима како да сачине понуду; 2) образац понуде; 3) услове и упутство како се доказује испуњеност услова; 4) модел уговора; 5) врсту, техничке карактеристике (спецификације), квалитет, количину и опис добара, радова или услуга, начин спровођења контроле и обезбеђивања гаранције квалитета, рок извршења, место извршења или испоруке добара, евентуалне додатне услуге и сл. (осим у случају набавке кредита као финансијске услуге када се сачињава кредитни захтев); 6) техничку документацију и планове, односно документацију о кредитној способности наручиоца у случају јавне набавке финансијске услуге кредита; 7) образац структуре понуђене цене, с упутством како да се попуни; 8) образац трошкова припреме понуде; 9) изјаву о независној понуди”.<sup>66</sup>

„Критеријум за оцењивање понуда су најнижа понуђена цена или економски најповољнија понуда“<sup>67</sup>, односно понуда која се заснива на различитим елементима критеријума, у зависности од предмета јавне набавке и то нарочито на: 1) понуђену цену; 2) попуст на цене из ценовника наручиоца; 3) рок испоруке или извршења услуге или радова у оквиру минимално прихватљивог рока који не угрожава квалитет, као и максимално прихватљивог рока; 4) текуће трошкове; 5) трошковну економичност; 6) квалитет; 7) техничке и технолошке предности; 8) еколошке предности и заштита животне средине; 9) енергетску ефикасност; 10) постпродајно сервисирање и техничку помоћ; 11) гарантни период и врсту гаранцију. Документ је важећи и у електронској форми без потписа! Забрањено је неовлашћено умножавање и неконтролисана дистрибуција; 12) обавезе у погледу резервних делова; 13) постгаранцијско одржавање; 14) број и квалитет ангажованих кадрова; 15) функционалне карактеристике и др.

---

<sup>66</sup> Република Србија, Управа за заједничке послове републичких органа, 2013, *Процедура за поступак јавне набавке*, Београд 5.5, Конкурсна документација, стр. 12.

<sup>67</sup> Република Србија, Управа за заједничке послове републичких органа, 2013, *Процедура за поступак јавне набавке*, Београд 5.6, Критеријуми за доделу уговора, стр. 15.

### **5.3. Коментар Закона о јавним набавкама и Закона о планирању и изградњи**

Члан 3. Закона о планирању и изградњи, који се односи на одрживи развој, нема обавезујући карактер. Члан 4. Закона, као и правилник о енергетској ефикасности обавезује и прописује максималне вредности пропустљивости топлоте и налаже коришћење изолационих материјала. Ове одредбе морају се поштовати и инкорпорирати у идејно решење и идејни пројекат. Међутим, системи градње чији је коефицијент пропустљивости топлоте нижи од прописаног нису ни на који начин награђени, нити имају бенефиције кад учествују на јавним тендерима. Решење које је енергетски ефикасно гледа се само по основу укупне цене изградње, а не по трошковима укупног животног циклуса као што је предложено у Националној стратегији. Оваква пракса не охрабрује понуђаче да улажу у развијање енергетски ефикасних система, већ шаље недвосмислену поруку да је само почетна цена изградње битна.

Према претходно наведеним члановима 117, 113 и 131 Закона о планирању и изградњи намеће се закључак да је Генерални пројекат непходан само за израду претходне студије оправданости и то само за специфичне објекте од државног интереса, за чију изградњу дозволу издаје надлежно Министарство, док у свим другим случајевима израда Генералног пројекта није обавезна. Правилником о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката мало је ближе дефинисан појам и циљ Генералног пројекта, међутим, и даље није дефинисано кад је неопходна његова израда, већ се Правилник поново позива на чланове 113 и 131 Закона о планирању и изградњи.

Закон о јавним набавкама дефинише процес јавне набавке, критеријуме за одабир инвестиција на јавним тендерима и међу основним начелима јавне набавке наводи „начело обезбеђивање животне средине и енергетске ефикасности“. Међутим, према члановима 73, 74, 75 и 76, Закон наручиоцу оставља слободу да пише пројектни задатак самостално, као и да поставља услове произвољно, поштујући једино прописану максималну топлотну пропустљивост. Све друге критеријуме везане за екологију, сертификате о стандардизацији, додатне техничке захтеве, наручилац има потпуну слободу да поставља сам. Слаба дефинисаност закона и велика слобода коју наручилац има у постављању услова у много случајева доводи до малверзација, намештања тендера, стицања личне користи за појединца, а на штету пореских обавезника. Наручилац у великом броју случајева потенцира на техничкој опремљености, финансијским референцама и сл. елиминишући иновативне производе.

Основни проблем у имплементацији одрживих објеката настаје још у раној фази пројектовања. У већини случајева, кад се расписује јавна набавка радова, она се врши по готовом пројекту, чиме се прескаче рана фаза пројектовања. Узевши у обзир да се израда пројекта плаћа, наручилац (јавни сектор) жели да што јефтиније дође до пројектата, па на рачун уштеде у раној фази пројектовања прибавља пројекте по ценама далеко испод препорука Инжењерске коморе, дефинисану Одлуком о начину

одређивања минималних цена израде просторних планова, урбанистичких планова, урбанистичких пројеката и пројектне документације за стамбене и стамбено-пословне објекте објављеном у Службеном гласнику РС бр. 88/05. Прескакањем ране фазе пројектовања прибављају се пројекти који углавном представљају прерађену верзију постојећих, застарелих пројекта сличних објеката, по којима се касније наставља процедура израде пројекта за извођење и расписивања јавне набавке, односно према предмеру из пројекта за извођење. У оваквим ситуацијама понуђач нема других опција, већ да нуди јединичне цене по готовом предмеру из расписа јавне набавке. Из наведеног се намеће закључак да се дискриминација при одабиру одрживих објеката врши још у изради генералног пројекта који није обавезан ни за један објекат, осим наведених у члану 133 Закона о изградњи.

Слабом дефинисаношћу, Закон допушта прескакање ране фазе пројектовања, израде Генералног пројекта и Идејног решења, и оставља могућност расписивања јавне набавке по готовом, често неадекватном, пројекту. Контрадикторност је да се први пут предрачунска вредност радова (објекта), као обавезни унос јавља у Идејном пројекту, и то у оквиру извода пројекта архитектуре или у табели „основни подаци о објекту и локацији“<sup>68</sup> у оквиру Правилника о садржају техничке документације, који представљају оквирну, а у пракси увек нетачну вредност, на основу које се добијају локацијски услови. У великом броју случајева коначна цена добијене понуде знатно се разликује од предрачунске, што за последицу има да наручилац добија неадекватан објекат без икакве уштеде, иако је платио мање и израду пројекта и сам објекат.

Закон о изградњи на више места помиње заштиту животне средине и коришћење метода сагледавања укупних трошкова животног циклуса објекта, али у пракси при оцењивању понуда на тендерима наручилац није у обавези да захтева од учесника податке о трајности објекта, материјала, трошкове одржавања, експлоатације, нити мора да оцењује понуде гледајући укупну цену животног циклуса. Пракса је показала да се на тендерима, а према Закону о јавним набавкама, гледа само цена прво пројекта, а онда објекта, што у много случајева доводи до изградње објеката с ниском почетном ценом изградње, а високом ценом одржавања и експлоатације. Постојећи Закон о изградњи датира из 2015. године и, осим увођења минималних топлотних губитака, ни на који начин није стимулисао концепт одрживих објеката.

---

<sup>68</sup> Правилник о садржини, начину и поступку израде и начин вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката (Службени гласник РС, бр. 23/2015 и 77/2015), Прилог 1, основни подаци о објекту и локацији, стр. 11.

## 6. ГРАЂЕВИНСКА ИНДУСТРИЈА У ЕВРОПСКОЈ УНИЈИ

### 6.1. Тренутно стање у привреди

Утицај економске кризе на ЕУ-28 може се јасно пратити преко индекса индустријске производње и индекса цена производње домаће индустрије. ЕУ-28 чине 28 чланица Европске уније: Аустрија, Белгија, Бугарска, Хрватска, Кипар, Чешка, Данска, Естонија, Финска, Француска, Немачка, Грчка, Мађарска, Ирска, Италија, Латвија, Шпанија, Литванија, Луксембург, Малта, Холандија, Пољска, Португал, Румунија, Словачка, Словенија, Шведска и Енглеска.

Индустријска производња се опоравила у периоду од две године гледано у односу на април 2009. У августу 2011. индустријска производња достигла је свој врхунац и забележила пораст од 13,9% у односу на април 2009, али и даље је индекс производње био нижи за 8,4% у односу на период пре врхунца кризе (април 2008. године). Затим је дошло до постепеног пада у ЕУ-28 индустријској производњи која је трајала све до новембра 2012. кад је пад производње смањен за 4,7%. Ипак, до јула 2015. индустријска производња је постепено расла повећавајући се за 4,3% током две године и осам месеци.

Насупрот томе, дошло је до повећања цена у августу 2009. године. Индекс цена индустријске производње надмашио је свој врх у периоду пре врхунца кризе у фебруару 2011. и наставио да се повећава све до априла 2012, кад се зауставио на 13,5% изнад најниже тачке у кризном периоду и 4,9% изнад периода пре кризе. Од априла 2012. индекс цена индустријске производње развијао се неравномерно с непромењеним индексом цена кроз 2013. годину. Цене индустријске производње су почеле да падају умереним интензитетом у периоду од скоро годину дана достижући најнижу тачку у јануару 2015, од када се могу сматрати стабилним.

„На територији ЕУ-28 процењује се да је у јануару 2016. године било 21.789 милиона незапослених мушкараца и жена, од којих се 16.647 милиона налазе у ЕУ-19. ЕУ-19 чине: Белгија, Ирска, Немачка, Естонија, Грчка, Шпанија, Кипар, Француска, Италија, Латвија, Литванија, Луксембург, Малта, Холандија, Аустрија, Португал, Словенија, Словачка и Финска. У поређењу с децембром 2015, број незапослених особа се смањио за 163.000 у ЕУ-28. У поређењу с јануаром 2015, број незапослених је мањи за 2.034.000 у ЕУ-28.“<sup>69</sup>

Међу државама чланицама најнижу стопу незапослености има Немачка (4,3%), Чешка (4,5%), Малта и Енглеска (5,1%). Највишу стопу незапослености имају Грчка (24,6%) и Шпанија (20,5%). У поређењу с јануаром 2015, стопа незапослености је у истом месецу 2016. нижа у 24 државе чланице. У Естонији стопа незапослености је остала стабилна, док се у Латвији повећала са 9,7% на 10,4%, Аустрији са 5,5% на 5,9% и Финској са 9,1% на 9,4%. Највеће смањење је регистровано у Шпанији где је стопа

<sup>69</sup> <http://ec.europa.eu/eurostat> (Приступ: 07. 03. 2016)

незапослености пала са 23,4 % на 20,5% , Словачкој са 12,3% на 10,3%, Ирској са 10,1% на 8,6% и Португалу 13,7% на 12,2%.

## **6.2. Индикатори одрживог развоја**

Политика одрживог развоја има за циљ постизање континуираног побољшања у квалитету живота грађана. Да би се овај циљ испунио, потребно је остварити економски прогрес уз промовисање социјалне правде и очувања животне средине. Економски, социјални и еколошки параметри су део стратегије Европске уније о одрживом развоју. Индикатори одрживог развоја у Европској унији се прате у неколико главних категорија: економска, социјална, глобална и институционална, социоекономски развој, одржива производња и потрошња, социјална инклузија, демографске промене, здравље становништва, климатске промене и енергија, одрживи транспорт, природни ресурси, глобално партнерство и добро управљање.

Према подацима Еуростата, реални БДП по становнику је главни индикатор за мерење социоекономског развоја. Индикатор се повећао за више од 13% у периоду од 2000. до 2014. године. Тренд раста био је константан до 2008, кад је почела финансијска криза. Благо пораст је евидентиран у 2010. и 2011. години, затим је уследило још једно смањење 2012. и 2013, па је у 2014. реални БДП по глави становника поново почео са растом који се није зауставио до 2016. године.

Параметар одрживе потрошње и производње представљен је такозваним индикатором продуктивности ресурса. Овај индикатор представља однос БДП-а и тоталне суме ресурса који се директно користе у производњи. Може се закључити да је индикатор значајно побољшан у односу на 2002. годину захваљујући смањењу у коришћењу ресурса и порасту БДП-а. Ово значи да је Европска унија успела да изазове већу економску вредност за сваки коришћени ресурс. Ипак, најзапаженије смањење у коришћењу ресурса је између 2008. и 2009. кад је осим у смањењу коришћених ресурса дошло и до смањења БДП-а. Зато можемо рећи да посматрани шаблон у продуктивности ресурса не представља смањење коришћења природних ресурса, већ је резултат економских турбуленција и кризе у грађевинској индустрији.

У погледу социјалног параметра одрживог развоја можемо рећи да су побољшања у погледу здравља људи и демографских промена евидентна. Па ипак, сиромаштво се повећало, из чега можемо закључити да је социјални прогрес неуједначен. Између 2005. и 2013. године, 2,7 милиона људи било је на ивици сиромаштва. Број људи погођеним једном од форми сиромаштва је у порасту у периоду од 2013. до 2016. године.

Еколошки индикатори дају помешану слику напретка. Емисија угљен-диоксида је опала, као и потрошња енергије гледано краткорочно, али разлог је углавном због смањене, односно успорене економске активности. Повећање се може очекивати с убрзавањем економске активности. Посматрано на дуже стазе, емисија гасова стаклене баште се смањила, па ако се овај тренд настави, Европска унија ће прећи циљеве које је



зацртала у Европа 2020 стратегији за смањење емисије за 20% у односу на нивое забележене 1990. године. Већ 2012. године Европа је била на само 2% од планираног циља. Овај тренд је настао као последица реформисаног енергетског сектора, постизања енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије као што су природни гас и соларна енергија уместо угља и нафте. Међутим, мора се узети у обзир да је на развој овог тренда такође утицала успорена економија, па се и овде може очекивати повећање.

Индикатор потрошње примарне енергије као још једног показатеља климатских промена и енергије, гледано дугорочно, развио се у негативном правцу. Ово је још увек последица прекомерне потрошње примарне енергије евидентиране 2000. године. Гледано у периоду од 2008. до 2016, ситуација се значајно променила највише као последица промене законских регулатива о грађевинским производима и јавној набавци о чему ће бити више речи у наредним поглављима. Ово смањење било је довољно за испуњење циљева Европа 2020 стратегије који се налажу повећање од 20% у енергетској ефикасности.

Параметар одрживог транспорта је исказан кроз индикатор потрошње енергије у транспорту у односу на БДП. Индикатор прати неповољан дугорочни тренд, али је врло позитиван гледајући краткорочно. Индикатор је опадао константно од 2000. године, али у периоду од 2000. до 2007. забележена је повећана потрошња енергије за транспорт, док је 2008. године потрошња опала као и БДП. Очекује се да ће убрзавањем економије доћи и до пораста потрошње енергије за транспорт.

Одржавање биодиверзитета показује негативан тренд јер Европска унија врши константно крчење шума и трансформације земљишта ради проширивања обрадивог земљишта, грађевинских парцела, инфраструктуре и другог. Као последица тога многе врсте су на ивици изумирања. Овај проблем је озбиљно схваћен и биодиверзитет је укључен у већину регулатива Европске уније, али још увек без видљивих резултата.

Пракса доброг управљања је један од водећих принципа стратегија одрживог развоја и њен циљ је да цене одражавају стварни трошак потрошње и производње и да загађивачи плате за штету нанету животној средини и људском здрављу. Овај део стратегије охрабрује државе чланице да наплаћају таксе фирмама за прекомерну потрошњу ресурса и загађивање природне средине, као и да се таксе више наплаћују привредним субјектима него радницима. У таксе које се наплаћују радницима спадају такса на зараду, социјална заштита и друго. Еколошке таксе укључују таксу на енергију, таксу за транспорт, таксу на загађење и таксу на прекомерну потрошњу ресурса.

### ***6.3. Тренутно стање грађевинске индустрије***

Грађевинска индустрија је од виталног значаја за економију Европске уније. Она има три милиона предузећа, с годишњим прометом од скоро 1.600 милиона евра, директно и индиректно запошљава 25 милиона људи и учествује са 10% у бруто

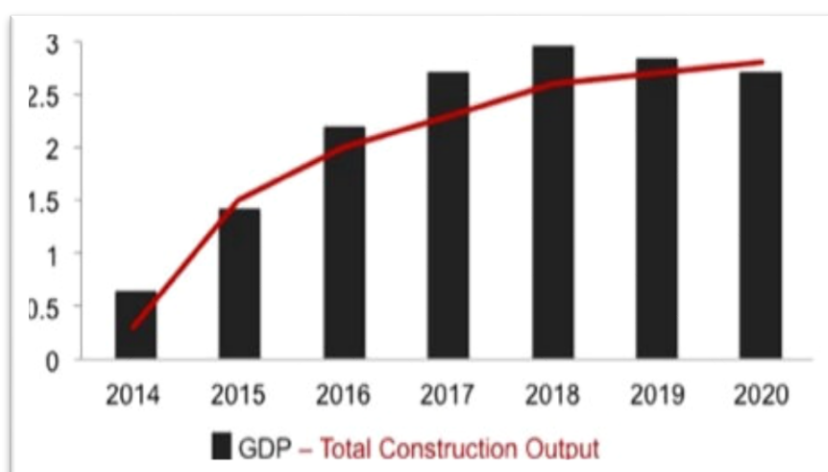
националном производу ЕУ. Мала и средња предузећа чине 99,9% европског грађевинског сектора која су одговорна за 80% грађевинске активности. Мала предузећа су одговорна за 60% производње и запошљавају 70% људи у грађевинској индустрији.

Према подацима Еуростата (The Statistical office of the European Union), први месеци 2015. били су веома тешки у грађевинском сектору и указују да је велики део малих и средњих предузећа у озбиљној кризи. Насупрот Еуростату, Еурокоњструкт (Euroconstruct – A private network for construction forecasts in 19 European countries) сматра да је “после седам година кризе грађевински сектор Европске уније ушао у фазу позитивног раста у 2014. од +1% који се очекује и у наредним годинама”.<sup>70</sup>

Индекс производње у грађевинском сектору за ЕУ-28 бележи благи пад у периоду 2012–2013, док се у 2014. години види благи пораст. Према подацима Еурокоњструкта, очекује се да ће од 2015. до 2017. године производња грађевинског сектора порастати и то посебно у делу нестамбених објеката. Подаци Еуростата нису толико оптимистични јер показују да је производња пала за -2.4% у фебруару 2015. у односу на исти месец 2014. године. Од 2015. бележи се тренд позитивног раста.

„Међу државама чланицама највећи пад у грађевинској индустрији забележен је у Немачкој (-8,1%), Француској (-7,9%), Италији (-5,8%) и Португалу (-4,5%). Насупрот њима, највеће повећање у грађевинском сектору забележиле су: Румунија (+19,5%), Шведска (+9,4%), Чешка (+6,2%), Мађарска (+5,1%) и Словенија (+4,9%) у периоду између фебруара 2014. и фебруара 2015. године.“<sup>71</sup>

Европска грађевинска индустрија је после рецесије ушла у период благог опоравка. Од 2015. године примећује се пораст БДП-а у скоро свим земљама чланицама. Према предвиђањима стручњака, очекује се пораст од 3% годишње у периоду од 2015. до 2020. године.



Графикон 3. БДП тотална производња грађевинског сектора

Извор: Euroconstruct, 2015, 80<sup>th</sup> Euroconstruct summary report, Budapest Hungary, стр. 30

<sup>70</sup> Euroconstruct, 2015, 80<sup>th</sup> Euroconstruct summary report, Budapest Hungary, стр. 20.

<sup>71</sup> [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Industry\\_and\\_construction](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Industry_and_construction) (Приступ: 3. 3. 2016).

Табела 4. Краткорочна прогноза развоја европске грађевинске индустрије

	2014 - ПРОИЗВОДЊА	% Промена у реалном року						
	Билиона еура	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Немачка	285	2,4	1,80	0,2	-0,4	0,3	0,39	0,48
Француска	200	-2,8	-0,4	1,8	1,6	1,66	2,13	2,47
Енглеска	177	5,2	5,1	3,5	2,4	3,12	4,122	5,1
Италија	163	-2,2	1,1	2,5	2,8	3,72	5,18	7,2
Шпанија	63	-2,4	1,8	3,6	5	6,5	7,93	9,04
Холандија	60	0,3	3,4	3,5	4,7	5,78	7,98	9,73
Швајцарска	53	0,8	-0,7	1,4	1,5	1,97	2,71	3,01
Норвешка	46	2,1	3,9	2,5	2,9	3,8	3,87	5,04
Пољска	44	4,9	7,1	6,2	6,7	7,5	8,78	10,45
Белгија	39	0,7	0	1,5	2,4	2,93	3,4	3,94
Шведска	34	5,3	1,3	1,1	1,6	2,13	2,6	3,25
Аустрија	32	1,7	1	1,3	1,5	1,91	2,63	3,52
Финска	29	-0,2	1,5	1,7	3,2	4,1	5,2	5,41
Данска	27	2,5	2,9	3,5	3,7	4,2	5,49	6,48
Чехословачка	16	1	2,5	3,3	4	4,96	5,56	7,67
Португал	15	-1	2,5	3,6	5	6,55	8,25	10,4
Ирска	9	10,1	9	10,6	9,2	9,29	9,94	9,94
Мађарска	9	14,3	5,1	3,8	2,9	3,45	4,35	5,52
Словачка	4	-0,4	1,8	2,7	3	3,51	4	4,16
Западна Европа	1232	1,9	2	2	2	2,7	2,97	3,12
Источна Европа	73	5,5	5,1	5,5	5,5	7,15	7,79	9,98
Земље Еуроконструкта	1305	2,1	2,2	2,2	2,2	2,4	2,52	2,72

Извор: Euroconstruct, 2015, 80<sup>th</sup> Euroconstruct summary report, Budapest Hungary стр. 41

На основу графикана објављених у Еуроконструкту види се позитиван раст грађевинског сектора на територији Европске уније. Према предвиђањима стручњака, грађевински сектор Европске уније се стабилизује и припрема за стабилан раст. У Немачкој, земљи с највећом и најачом економијом, стабилан раст од 1,2% годишње се очекује до 2017. године. Најлошију слику даје Француска са 0,1% раста годишње. У Ирској се очекује раст од 6% годишње и индицијама за потпуни опоравак економије.

У скандинавским земљама Еуроконструкт предвиђа раст тржишта у наредне три године, чак и у Данској, која је највише била погођена економском кризом. Највећи пораст евидентиран је у Шведској са 5% у 2015. и предвиђа се 4% у 2016. години. На територији целог скандинавског региона ситуација у грађевинском сектору може се окарактерисати као стабилна и представља добру подлогу за будући раст.

У јужној Европи ситуација није толико оптимистичка. Италија, Шпанија и Португал и даље имају тешкоћа у својим економијама. Стратегија ових земаља је пре стабилизација тржишта, него фокусирање на раст. Централна и источна Европа су на путу опоравка. Најјача земља у овом региону је Пољска, која остварује 60% производње.

Табела 5. Прогноза развоја производње по секторима

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Нови стамбени објекти	0,1	2,6	4,7	3,7	5	6,2	7,6
Нови нестамбени објекти	0,6	2,7	2,1	2,3	3,1	4,1	4,7
Реконструкција и одржавање	1,4	1,6	1,1	1,4	1,8	2,2	2,6
Изградња	1,4	2,2	2,6	2,7	3,7	4,4	4,9
<b>Тотал</b>	<b>1</b>	<b>2,1</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,9</b>	<b>3,6</b>	<b>4,2</b>

Извор: Euroconstruct, 2015, 80<sup>th</sup> Euroconstruct summary report, Budapest Hungary, стр.43

Анализа сектора грађевинске индустрије показује стабилан раст. Посебно је важан сектор изградње нових нестамбених објеката.

#### **6.4. Одрживост као основа конкурентности европске грађевинске индустрије**

Грађевинска индустрија има значајну улогу у економији Европске уније. Она генерише 10% БДП-а и обезбеђује посао за скоро 25 милиона људи, највећим делом у малим и средњим предузећима. С друге стране, грађевинска индустрија је највећи потрошач сировина и загађивач. Због свог економског значаја, учинак грађевинске индустрије утиче на целокупну економију Европске уније. Квалитет грађевинских радова директно утиче на квалитет живота у Европи. Енергетске карактеристике зграда и ефикасност коришћења ресурса у производњи, транспорту, коришћењу производа у процесу изградње и инфраструктуре имају веома битан утицај на енергију, климатске промене и животну средину.

Конкурентност грађевинских компанија је важно питање не само за заштиту животне средине, већ и за раст запослености. Грађевинска индустрија може много да допринесе стварању радних места тако што ће повећати активност у секторима као што су реновирање постојећих објеката и инфраструктуре, и њиховом унапређењу у погледу енергетске ефикасности, увођењем одговарајућих мера којима би се повећала тражња, али и инвестиције.

Грађевинска индустрија има веома важну улогу у остваривању циљева Европа 2020 стратегије за паметан и одржив развој. Такође, повећање енергетске ефикасности нових и постојећих објеката је кључ у трансформисању енергетског система Европе и испуњавања дугорочних циљева у остваривању 80–95% смањења у емисији гасова стаклене баште до 2050. године и прелазак на конкурентнију и зеленију економију. „У испуњењу ових циљева предвиђен допринос грађевинске индустрије је 40–50% до

2030. године и 90% до 2050. године у адаптацији климатским променама избегавањем деградације животне средине и промовисању одрживих инвестиција.<sup>72</sup>

Грађевински сектор је суочен с великим бројем структуралних проблема као што су мањак квалификованих радника, мала заинтересованост младих људи за ову индустрију због лоших радних услова и лимитиран капацитет иновација. Посматрано шире, тренутна ситуација у грађевинској индустрији је обликована економском и финансијском кризом, великом конкуренцијом међународних и домаћих компанија и горућим питањима о енергетској ефикасности и заштити животне средине.

Будућност грађевинске индустрије у Европској унији изгледа оптимистично највише због планова Европске комисије да стабилизује, ојача и унапреди грађевинску индустрију. Акциони план Грађевинарство 2020 донесен 2013. године као део Европа 2020 стратегије са сврхом да се ова грана индустрије ојача, постане конкурентнија и доживи процват на краћи и дужи рок. У овом акционом плану посебна пажња посвећује се конкурентности предузећа која се заснива на одрживости грађевинског сектора и предузећа. Разним субвенцијама мала и средња предузећа су подстакнута да граде и реновирају емитујући ниску стопу угљен-диоксида и других гасова стаклене баште у атмосферу. Овај акциони план се заснива на пет принципа:

1. Обезбеђивање инвестиција за реновирање постојећих објеката. У циљу постизања енергетске ефикасности и унапређења инфраструктуре предлаже се обезбеђивање финансијских средстава, иновативни приступ реновирању одржавању и усаглашавању постојећих законских прописа.
2. Ефикасно коришћење ресурса. Коришћење и усаглашавање метода за процену утицаја који грађевински објекат има на животну средину, као и његових перформанси. Промовисање употребе еколошких материјала, боље управљање отпадом метода процене и успостављање правног оквира.
3. Људски капитал. Улагање у младе стручњаке који би се бавили енергетски ефикасним реновирањем постојећих објеката и изградњом нових. Ширењем знања и свести о еколошким производима алатима процене утицаја који материјали и грађевински објекат има на животну средину.
4. Побољшање грађевинског тржишта унутар Уније. Развијање и успостављање јединственог европског стандарда унутар Уније којим би се превазишле препреке у трговини. Даље унапређење прописа и закона у области грађевинске индустрије с циљем промовисања одрживости и повећању квалитета производа и услуга.
5. Конкурентност на светском тржишту. Промоција ЕУ грађевинске индустрије знања и квалитета производа на светском тржишту.

Циљ Европске уније и стратегија којом се води грађевинска индустрија јесте промовисање зелене градње и концепта одрживости, улажући у иновацију и нову

---

<sup>72</sup> Communication From The Commission To The European Parliament And The Council Strategy for the sustainable competitiveness of the construction sector and its enterprises /\* COM/2012/0433 final \*/

технологију у грађевинском сектору. У односу на остатак света, Европска унија предњачи у успостављању и имплементирању мера којима се охрабрује одржива градња.

Побољшања у грађевинској активности и процесу изградње отварају додатне пословне могућности за мала и средња предузећа. Побољшања укупучују прилагођавања законских оквира и доношења уредби којима ће се подржати и даље развити одрживост у грађевинској индустрији. У циљу боље имплементације концепта одрживости у грађевинској индустрији развијени су хармонизовани стандард, индикатори и методе за процену одрживости грађевинских објеката. Ове акције би требало да обезбеде кохерентност и заједничко разумевање начина праћења ефеката који објекат има на животну средину, његове перформансе, грађевинске материјале, процес грађења и неометано функционисање тржишта.

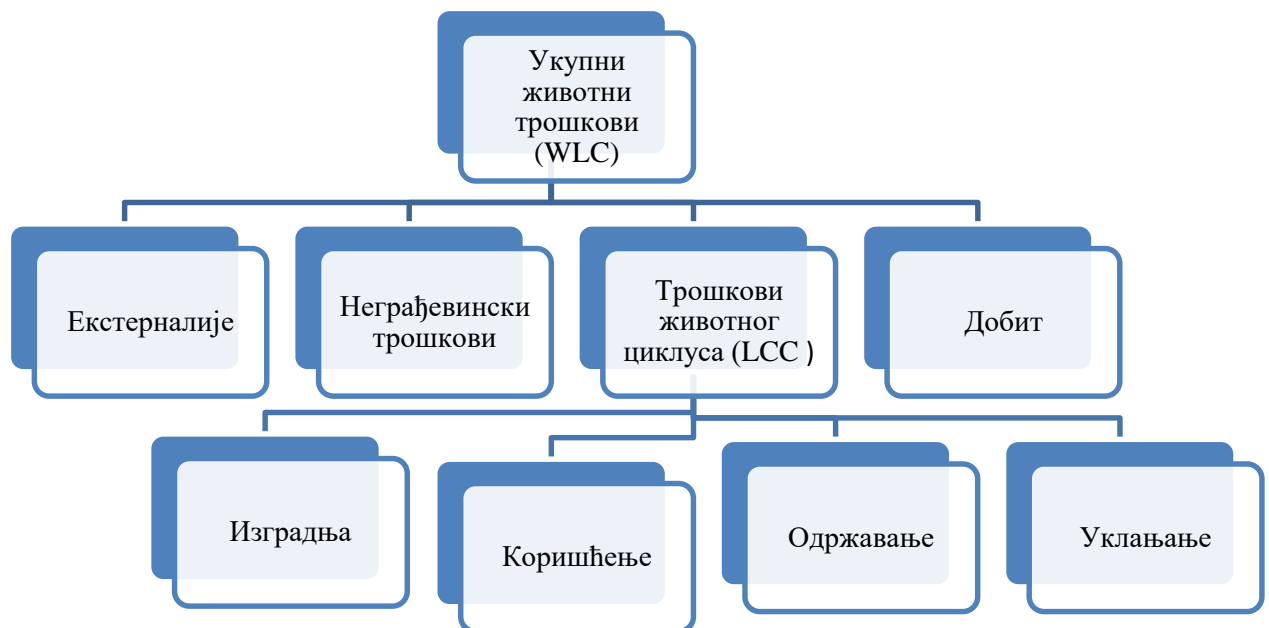
Акциони план Грађевинарство 2020 објашњава детаље о очекиваном резултату сваке од препорука. Имплементација акционог плана захтева координацију зарад стварања синергије у регулативама и максимизирању учинка на кратак, средњи и дуг рок. Узевши у обзир важност грађевинског сектора за економију Европске уније као и климатске промене, постизању циљева о енергетској ефикасности, одрживост у грађевинском сектору и његова конкурентност постала је приоритет и политички циљ.

## 6. РЕГУЛАТИВЕ ЕВРОПСКЕ УНИЈЕ О ГРАЂЕВИНСКИМ ПРОИЗВОДИМА

### 6.5. Трошкови животног циклуса (*Life Cycle Cost – LCC*)

Трошкове животног циклуса (*Life Cycle Costing – LCC*) дефинисала је Интернационална организација за стандардизацију (*International Organization for Standardization – ISO*), у стандарду 15686-5:2008. Према овој дефиницији, “LCC је методологија за систематску економску процену трошкова животног циклуса током периода анализе, дефинисаном у договореном обиму . Анализа трошкова животног циклуса (*Life Cycle Costing – LCC*) може да се изврши за период анализе која покрива цео животно циклус или један део животног циклуса”.<sup>73</sup>

„LCC представља трошак имовине или неког њеног дела кроз животно циклус, док испуњава захтеване, тј. задате перформансе. У истом стандарду појашњен је и дефинисан појам Укупних животних трошкова (*Whole Life Cost – WLC*) као методологија за систематско економско разматрање свих трошкова животног циклуса и добити током периода анализе, дефинисаном у договореном обиму”.<sup>74</sup> Разлика ова два појма јасно је објашњена следећим графиконом:



Слика 3. Структура укупних животних трошкова (*WLC*) и трошкова животног циклуса (*LCC*)  
Извор: ISO 15686-5:2008

<sup>73</sup> Society of Chartered Surveyors Ireland, 2010, SCS Guide to Life Cycle Costing, стр. 4.

<sup>74</sup> ISO 15686-5:2008 Buildings and constructed assets – Service life planning Part 5-Life Cycle Costing 3.1.1.7-3.1.1.8.

Државни службеници, власници, корисници и менаџери морају да доносе одлуке о набавци грађевинских објеката, материјала, опреме и слично. Почетни трошак, тј. цена неког објекта је обично јасно дефинисана и често је кључни фактор који утиче на избор. Међутим, почетни трошак, тј. цена неког објекта само је део трошкова, у току животног циклуса објекта, који треба узети у обзир при разматрању избора између више могућности за улагање капитала. Процес идентификације и документовања свих трошкова који су укључени у животни циклус имовине је познат као трошак животног циклуса “Life Cycle Costing – LCC“. “Главни циљ LCC анализе је да се установи најбољи начин за смањење трошкова поседовања грађевинског објекта у циљу постизања финансијски одрживе инвестиције.“<sup>75</sup>

Укупни трошкови које ће власник имати за грађевински објекат у току његовог животног циклуса је често далеко већи од почетне цене. Разматрање трошкова током целог животног циклуса грађевинског објекта обезбеђује солидну основу за доношење одлука. LCC може бити представљен једноставно, као очекивани годишњи трошкови, или може бити сложен компјутерски модел који омогућава креирање сценарија на основу претпоставке о будућим трошковима, као и значај будућих трошкова на одлуке које се доносе у организацији.

У грађевинској индустрији LCC се користи да квантификује трошкове целе зграде материјала и грађевинских компоненти и тиме помогне у доношењу одлука при избору капиталних инвестиција. Трошкови LCC подразумевају трошкове изградње или инвестиционе трошкове, трошкове употребе, одржавања и трошкове рушења. Примена LCC анализе је посебно важна током ране фазе пројектовања, кад се доносе одлуке везане за облик зграде, термотехничку опрему, изолацију, грађевински материјал и слично, које знатно утичу на трошкове коришћења објекта. Анализом трошкова животног циклуса грађевинског објекта могу се у раној фази пројектовања предвидети будући трошкови употребе, одржавања, као и негативне последице по животну средину. „LCC анализа помаже инжењерима да оправдају одабир материјала и опреме на основу укупних трошкова“<sup>76</sup>, али и доносиоцима одлука да оправдају улагање у грађевинске објекте који имају већу почетну цену. Обично трошкови коришћења објекта и одржавања надмашују све друге трошкове и по неколико пута.

## ***6.6. Значај примене анализа трошкова животног циклуса (LCC) у јавним набавкама грађевинских производа***

Да би се објективније извршио одабир инвестиција на јавним тендерима и испитала њихова исплативост и одрживост, потребно је имати тачне информација на основу којих ће се донети одлука. Трошкови животног циклуса (Life Cycle Costing – LCC) представљају економску методу оцењивање инвестиција која омогућава

---

<sup>75</sup> Highton, J., 2012, „Life-cycle costing and the procurement of new buildings: The future direction of the construction Industry“, Public Infrastructure Bulletin, Vol. 1, Iss. 8, стр. 5.

<sup>76</sup> Barringer, H. & Weber, D., 1996, Life Cycle Cost Tutorial, Houston, Texas: Fifth International Conference on Process Plant Reliability.



компаративне процене трошкова, гледано из угла животног циклуса грађевинског објекта за дефинисани временски период.

Значај примене концепта трошкова животног циклуса (LCC) у процесу јавних набавки јесте у промени критеријума и начина оцењивања инвестиција на јавним тендерима тако да се, поред цене изградње, сагледају и трошкови експлоатације, рушења, рециклаже, као и нефинансијски фактори и исплативост инвестиције на унапред дефинисан рок. Одржива јавна набавка није могућа без закона и уредби који ће смањити корупцију, онемогућити малверзације, с једне стране, а с друге усмерити и обавезати доносиоце одлука да при процесу одабира, поред цене изградње, узму у обзир и наведене факторе, који умногоме мењају целокупну слику. Оваква пракса стимулисала би понуђаче да прилагоде своју понуду, што би за последицу имало изградњу енергетски ефикаснијих и исплативијих објекта.

У Републици Србији доносиоцима одлука на јавним тендерима требало би да буде циљ да донесу одлуку и изаберу објекат који је енергетски ефикасан и не загађује животну средину, али су такође условљени да изаберу инвестицију којој је цена изградње најекономичнија. У пракси они немају законску обавезу да изаберу енергетски ефикасан објекат, али су условљени да изаберу објекат који има ниску цену изградње. У оваквом процесу одлучивања јавља се конфликт јер сагледавајући енергетски ефикасне објекте по критеријуму цене изградње, они немају најнижу цену, па се често одбацују. „Примена LCC концепта у процесу јавних набавки служи да се процени да ли је улагање у објекте, чија је почетна цена већа, оправдано смањењем у будућим трошковима“.<sup>77</sup> Одговор на ово питање могао би да оправда улагање у енергетски ефикасне објекте. Да би ово било могуће, потребно је едуковати доносиоце одлука о предностима коришћења додатних анализа у процесу јавних набавки, одрживом развоју, енергетски ефикасним објектима и стандардизацији.

У развијеним државама примена LCC концепта у јавним набавкама добила је много на значају последњих година, узимајући у обзир да је грађевинска индустрија један од водећих загађивача животне средине и да се активно промовише зелена градња и одрживи развој као начин да се осигура економска социјална и еколошка одрживост за будуће генерације. LCC анализа постала је средство којим се спроводи одрживост како у грађевинској индустрији, тако и у јавним набавкама, и средство за борбу против прекомерне потрошње ресурса и загађења животне средине.

Да би доносиоци одлука у процесу јавних набавки могли да изаберу најповољније решење, потребно је да имају добро дефинисане социјалне, економске и еколошке критеријуме у односу на које ће вршити оцену понуђених опција, као и детаљну базу података, да би процена и поређење били веродостојни. Сектор јавних набавки у земаљама широм света усваја широк спектар приступа и метода разлагања трошкова у својим LCC анализама. Као најкоришћенији јесте ISO стандард 15686-5 за дефинисање трошкова које треба узети у обзир при спровођењу LCC, као и одређивању трошкова који нису везани за изградњу.

---

<sup>77</sup> Clift, M., 2003, “Life cycle costing in construction sector. Sustainable building and construction”, Industry and Environment Review Volume 26 April-September No 2-3, стр. 39.

Интернационални институт за одрживи развој (IISD) спровео је истраживање на узорку од 28 земаља и дошао до закључка да су Сједињене Америчке Државе, Јапан, Швајцарска и Норвешка једине земље које примењују LCC методологију у јавним набавкама. Шведска Немачка, Француска, Кореја, Аустралија и Нови Зеланд делимично примењују LCC методологију. „Земље попут Русије, Канаде, Чилеа, Јужне Африке, Аргентине, Шпаније, Индије, Сингапура, Кине, Португала, Мексика, Костарике и Бразила су пријавиле да су експериментално примењивале LCC методологију у јавним набавкама енергетски ефикасних грађевина“.<sup>78</sup>

Предности коришћења LCC анализе у јавним набавкама су следеће:

- већа свест о укупним трошковима инвестиција;
- омогућава увид у будуће трошкове;
- већа могућност предвиђања и планирања;
- лакша и квалитетнија процена тендерских понуда;
- ефективно коришћење јавних ресурса;
- већа свест о оствареним уштедама;
- нематеријална добит (позитиван утицај на животну средину).

### **6.7. Критеријуми за израчунавање LCC анализе**

„Према Џорџу Норману, циљ примене методологије трошкова животног циклуса је максимизација повраћаја на инвестиције и постизање оптималног баланса између садашњих и будућих расхода“.<sup>79</sup> Норман групише критеријуме за израчунавање LCC анализе у четири категорије: изградња – инвестициони трошкови, трошкови коришћења, трошкови одржавања и трошкови рушења.

---

<sup>78</sup> Perera, O., Morton, B., Perfrement, T., 2009, *Life Cycle Costing in Sustainable Public Procurement: A Question of Value*, International Institute for Sustainable Development (IISD), стр. 3,

<sup>79</sup> Norman, G., 1990, “*Life cycle costing*”, Property management, Volume 8, Issue 4, стр. 349.

Изградња - инвестициони трошкови	Трошкови коришћења	Трошкови одржавања	Трошкови рушења
<ul style="list-style-type: none"> <li>• трошкови земљишта</li> <li>• трошкови пројектне документације</li> <li>• трошкови грађења</li> <li>• трошкови изградње инфраструктуре</li> <li>• трошкови везани за специфичне жеље наручиоца пројекта</li> <li>• други трошкови везани за изградњу</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• трошкови грејања</li> <li>• трошкови хлађења</li> <li>• трошкови струје за осветљење</li> <li>• трошкови за воду и одводњавање</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• редовно превентивно одржавање</li> <li>• изненадни кварови</li> <li>• замена истрошених елемената</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• трошкови рушења</li> <li>• трошкови уклањања отпада</li> <li>• трошкови рециклаже</li> <li>• трошкови чишћења земљишта</li> </ul>

Слика 4. Трошкови изградње, коришћења, одржавања и рушења грађевинског објекта

Извор: Norman, G., 1990, *Life cycle costing, Property management, London*, стр 4

Аутор А. Сарја развио је „интегрисани дизајн животног циклуса који садржи четири аспекта – хумани услови, култура, екологија и финансије“.<sup>80</sup> Сарја је изабрао четири аспекта за које је сматрао да би требало да буду укључени у рани процес пројектовања, с циљем обезбеђивања оптималних услова у погледу безбедности и удобности корисника објекта, минималних трошкове одржавања и коришћења, минималног утицаја на животну средину и максималне енергетске ефикасности у току целог животног циклуса грађевинског објекта.

На основу прикупљене литературе о критеријумима коришћеним и вреднованим у склопу LCC анализе и факторима који се узимају у обзир при оцени инвестиција у Европској унији и Републици Србији, у раду су разматрани следећи критеријуми: почетна цена изградње, трошкови коришћења на годишњем нивоу, брзина изградње, топлотни губици, трошкови одржавања на годишњем нивоу, енергија утрошена за производњу грађевинског материјала, емисија штетних материјала и зрачења из материјала, трајност, ватроотпорност, механичка стабилност и отпорност објекта, апсорпција буке, укупна емисија угљен-диоксида, временски период за који се врши анализа, животни век грађевинског објекта и могућност рециклаже и рушења.

<sup>80</sup> Sarja, A., 2002, *Integrated Life Cycle Design of Structures*, London, UK: Spon Press. ISBN 0-415-25235-0, стр. 4.



Слика 5. Критеријуми за израчунавање LCC анализе – интегрисани приступ

### **6.7.1. Почетна цена изградње**

Вредност грађевинског објекта може бити изражена кроз укупну цену коштања и јединицом мере изграђеног објекта. У Републици Србији уобичајена је пракса да се за јединицу мере изграђеног простора користи  $m^2$ . На цену, поред брзине изградње, утичу и следеће ставке:

- припремни радови на уређењу терена за зидање;
- радови на изради темеља и подне плоче;
- радови на изради монтажне конструкције хале;
- занатски радови (зидарски, стаклорезачки, молерско-фарбарски, керамички, лимарски и др.);
- унутрашњи грађевински радови;
- водовод и канализација (унутрашњи и спољни развод, хидранти, хидрантска мрежа, црева, вентил, прикључци);
- електроинсталациони радови;
- термотехнички инсталациони радови;
- набавка фискултурне опреме;
- радници;
- механизација за извођење радова;
- материјали;
- израда планске пројекте документације и прибављање дозвола;
- трошкови прибављања локације;
- трошкови припреме изградње инфраструктуре и објекта на локацији на којој се гради објекат;
- трошкови изградње инфраструктурних објеката на локацији.

### **6.7.2. Брзина изградње**

Брзина изградње објекта мери се бројем дана потребним за изградњу тог објекта. Брзина изградње умногоме зависи од технологије грађења. Технологије грађења могу се класификовати на:

- *Традиционално грађење* – подразумева зидање и бетонирање на лицу места. Употреба механизације је сведена на минимум, па је за изградњу објекта овом технологијом потребан велики број радних дана и ангажовање значајног капацитета радне снаге.

- *Унапређено традиционално грађење* – користи полуфабриканте за изградњу објекта, па нису потребна велика улагања у опрему и механизацију. Време потребно за изградњу много је краће него код традиционалног начина грађења.
- *Индустријализовано грађење* – серијска производња одабраних типских елемената, организација и паралелизација процеса производње и монтаже. Скраћује време изградње, омогућава рационално коришћење материјала и радне снаге, али захтева знатна улагања у опрему, средства за транспорт и монтажу елемената већих димензија и тежина.
- *Префабрикација* – елементи су по правилу више функционални, тако да у себи садрже већ уграђене прозоре, врата, керамику и делове инсталација. „Префабрикација захтева значајна средства за изградњу погона, опрему за производњу, транспорт и монтажу, специјализацију радне снаге.“<sup>81</sup>

Префабрикација као техника изградње има низ предности које укључују:

- Могућност спровођења грађевинских активности у току целе године независно од временских услова.
- Смањена потреба за физичким радом услед повећане механизације.
- Мање осцилације у квалитету и боља контрола квалитета.
- Краће време изградње услед серијске производње типских елемената и карактеристике да се уз грађевинске радове остварује и део инсталатерских и завршних радова.

### **6.7.3. Трошкови коришћења**

Са становишта трошкова животног циклуса, трошкови коришћења објекта су значајна ставка јер подразумевају енергију потребну за грејање, хлађење, осветљење и вентилацију. Његово кумулативно дејство током година значајно утиче на билансе. Енергија је ресурс која никада није забележио значајан пад у цени, напротив, континуално бележи раст, чиме потрошња енергије значајно утиче на трошкове коришћења објекта и трошкове животног циклуса објекта. “Количина енергије потребне за коришћење објекта у директној је вези са материјалом од кога је изграђен објекат, као и са обликом објекта и начином градње. Сви ови елементи заједно утичу на енергетску ефикасност објекта и коефицијент пролаза топлоте.”<sup>82</sup>

Трошкови коришћења објекта могу се смањити адекватном изолацијом објекта, као и применом одговарајућих материјала, облика и начина градње. На ове трошкове највише се утиче у раној фази пројектовања кад се термотехничка опрема, дизајн, материјали и друго укључују у пројекат објекта. У највећем броју случајева енергетске потребе за грејање објеката, далеко премашују све остале. Од количине енергије коју

<sup>81</sup> Димитријевић, Р., Гавриловић, Б., 2000, *Монтажни преднапрегнути скелет у савременом зградарству*, Систем ИМС, Институт за испитивање материјала ИМС, Београд, стр. 5.

<sup>82</sup> DETR Framework Project Report, 2001, Field investigations of the thermal performance of construction elements as built, стр. 10.

објекат утроши зависиће и количина угљен-диоксида (CO<sub>2</sub>) и других гасова „стаклене баште“ који се емитују у атмосферу и доводе до климатских промена.

Из наведених техничких разлога овај критеријум, као свеобухватан и компликован, није коришћен у даљој анализи, већ је претпостављено да сви анализирани системи користе исти систем осветљења, грејања и вентилације, те ће разлика у трошковима коришћења бити пропорционална топлотним губицима, чиме је остао фокус на анализи система градње, а не на уграђеној опреми.

#### **6.7.4. Топлотни губици**

Топлотна пролазност, такође позната као U-вредност, јесте стопа преноса топлоте мерена у ватима преко једног квадратног метра објекта, подељена с разликом у температури преко структуре. Изражава се у ватима по метру квадратном келвина (W/m<sup>2</sup>K). Топлотна пролазност већине зидова и кровова може се израчунати коришћењем ISO 6946 стандарда, осим ако не постоје метални мостови за премошћавање изолације, у ком случају се може израчунати коришћењем ISO 10211 стандарда. „ISO 6946 је метод обрачуна термалног отпора и топлотне проводљивости грађевинских компоненти и грађевинских елемената, искључујући врата, прозоре и друге делове кроз које је предвиђено струјање ваздуха и пренос топлоте у земљу“.<sup>83</sup> ISO 10211 стандард даје спецификације за дводимензионални и тродимензионални геометријски модел термалних мостова за нумеричку калкулацију „за процену губитка топлоте у једном објекту или њеном делу и процене ризика од кондензације“.<sup>84</sup> Међународни стандард EN ISO 6946 је припремио Европски комитет за стандардизацију (CEN) и у сарадњи са „ISO/TC163“<sup>85</sup> субкомитетом за топлотну изолацију и методе израчунавања у складу са споразумом о „техничкој сарадњи између ISO и CEN (Бечки споразум)“.<sup>86</sup> У Правилнику о енергетској ефикасности зграда Републике Србије наведена је „методологија прорачуна потребне енергије за грејање и хлађење у зградама, исказивање енергетских перформанси зграда и мониторинг и верификација енергетских перформанси зграда“<sup>87</sup>, која се базира на горе наведеним стандардима.

Карактеристике преноса топлоте сваког структурног елемента зависе од топлотне проводљивости коришћеног материјала, дебљине различитих компоненти, геометријске структуре (равни, закривљени зидови), као и амбијенталних услова. Термин „топлотни губитак преносом“ се користи за описивање способности омотача објекта да штеди енергију, што је веома важно у процени енергетске ефикасности објекта.

---

<sup>83</sup> ISO 6946:2007.

<sup>84</sup> ISO 10211:2007.

<sup>85</sup> ISO/TC 16 Thermal performance and energy use in the built environment.

<sup>86</sup> Guidelines for the implementation of the Agreement on Technical Cooperation between ISO and CEN (the Vienna Agreement, 2001).

<sup>87</sup> Правилник о енергетској ефикасности зграда Сл. гласник РС бр. 61/2011, Прилог 2, Табела 2.3.

### 6.7.5. *Енергија утрошена за производњу грађевинског материјала*

Грађевински материјали се углавном добијају прерадом примарних сировина. За производњу грађевинских материјала неопходно је потрошити одређену количину енергије да би се из примарне сировине добио употребљив грађевински материјал. Дакле, осим емисије штетних гасова, процес производње захтева често и велики утрошак енергије. Потрошња енергије за производњу материјала није директно пропорционална емисији CO<sub>2</sub>, већ зависи од примена технолошких поступака и особина примарних сировина.

„Производња грађевинских материјала је одговорна за 80% потрошње енергије, док је сам процес грађења одговоран за само 13%.“<sup>88</sup> Код избора грађевинских материјала, поред функционалности и утицаја које имају на здравље људи, треба узети у обзир и укупан енергетски биланс. Он представља укупну енергију коју поједини грађевински материјали „троше“ током животног века.

*Табела 6. Енергетски биланс за производњу основних грађевинских материјала*

Тип материјала	Енергија утрошена за производњу Kwh/t	Kwh/m <sup>3</sup>
Кречњак	1.200	1.600
Цемент	1.400	1.900
Алуминијум примарни	15.300	40.650
Дрво	190	100
Ламирано дрво („PVA“ лепак 120 kg/m <sup>3</sup> )	2.300	1.560
Челик примарни	2.200	35.500
Челични профили	4.100	82.000
Бакар	8.000	71.000
Песак	9	15
Стакло	5.700	1.500
Опека	832	574
Керамика	6200	14.900
Черпић	1.200	2.200
Минералне вуне	6.000	720
Полистирен	24.600	490
Пластичне масе	11.000	11.000
PVC платно	21.440	6.400

*Извор: Висока техничка школа струковних студија у Нишу – Градитељство и животна средина, предавање проф.др Данијеле Златковић*

<sup>88</sup> Gorkum, C., 2010, CO<sub>2</sub> emissions and energy consumption during the construction of concrete structures, Delft University of Technology Holland, стр. 4.



### 6.7.6. Трошкови одржавања

Одржавање је процес којим се осигурава да грађевина или њени делови буду функционални за коришћење. Одржавањем се осигурава безбедност, функционалност и одржава вредност имовине и њен квалитет. “Према ISO 15686 разликујемо неколико врста одржавања: превентивно, планирано, корективно и хитно непредвидиво одржавање”.<sup>89</sup> У Закону о планирању и изградњи Републике Србије наведена су два облика одржавања – инвестиционо и текуће одржавање.

- “Инвестиционо одржавање је извођење грађевинско-занатских, односно других радова зависно од врсте објекта у циљу побољшања услова коришћења објекта у току експлоатације.”<sup>90</sup>
- „Текуће (редовно) одржавање објекта јесте извођење радова који се предузимају ради спречавања оштећења која настају употребом објекта или ради отклањања тих оштећења, а састоје се од прегледа, поправки и предузимања превентивних и заштитних мера, односно сви радови којима се обезбеђује одржавање објекта на задовољавајућем нивоу употребљивости.”<sup>91</sup>

Овде се види неусаглашеност Закона с важећом, али застарелом Уредбом о одржавању зграда која како инвестиционо одржавање наводи: „радови на инвестиционом одржавању заједничких делова зграде обухватају поправке или замену: олука, олучних цеви и других елемената за одвод воде са крова и заштиту зграде од продора воде”.<sup>92</sup> Неусаглашеност лежи у чињеници да замена олука ни у ком случају неће побољшати услове коришћења објекта у току експлоатације, како је наведено у Закону о планирању и изградњи. Да би се увео концепт одрживости у јавну набавку грађевинских производа и додатне анализе зарад сагледавања шире слике реалних трошкова објекта током животног циклуса, неопходно је усагласити Закон. Усаглашавањем Закона омогућиће се примена LCC анализе.

### 6.7.7. Укупна емисија угљен-диоксида

„Грађевински материјали су одговорни за 75% од укупне емисије угљен-диоксида током процеса изградње грађевинског објекта”.<sup>93</sup> Кад говоримо о тоталној емисији угљен-диоксида неког грађевинског објекта, онда је реч о:

---

<sup>89</sup> ISO15686-5, Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 5: Life cycle costing. 2004

<sup>90</sup> Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 – одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014) члан 2, Став 3б.

<sup>91</sup> Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 – одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014) члан 2. Став 3ба.

<sup>92</sup> Уредба о одржавању стамбених зграда и станова (Сл. гласник РС, бр. 43/93) члан 3, став 4.

<sup>93</sup> Flower, D. J., & Sanjayan, J. G., 2007, Green House Gas Emissions due to Concrete Manufacture, Clayton, Australia, стр. 89.

- укупној количини која се емитује у процесу производње грађевинског материјала,
- процесу грађења и
- емисији угљен-диоксида током експлоатације објекта у току свог животног века.

У овом раду анализирамо потпуно различите системе градње који обухватају различите материјале, а кроз животни циклус објекта. Управо зато ћемо укупну емисију угљен-диоксида посматрати одвојено, кроз емисију током производње материјала и кроз емисију током експлоатације објекта, на годишњем нивоу, за разматрани животни век, пропорционално с утрошком енергије, у складу с топлотним губицима. Да би се избегло фаворизовања неког од анализираних објеката, за све објекте ћемо претпоставити да користе исти извор енергије током експлоатације објекта – електричну енергију добијену из истог примарног извора, односно за све објекте ћемо претпоставити да имају исте локацијске услове инфраструктуре током коришћења. У складу с чињеницом да самом процесу изградње припада свега 25% емисије од укупне емисије CO<sub>2</sub> током изградње објеката и производње материјала, а без емисије током експлоатације, сам процес изградње зависи од технолошке опремљености организације, као и њене логистике, овај фактор ћемо сматрати истим у свим системима изградње. Како пропорционално утиче на све изборе, занемарићемо га у даљој анализи.

За потребе рада посматраћемо само емисију угљен-диоксида током производње грађевинског материјала. Најчешће коришћени материјали у градњи су:

- *Бетон* – у својој основној форми је мешавина цемента, песка, агрегата и воде. У производњи бетона највећи допринос производњи угљен-диоксида даје производња цемента. Тачне количине емитованог угљен-диоксида варирају у зависности од студије, земље и типа цемента. Најчешће коришћени тип цемента је портланд цемент и он је одговоран за око 5% од укупне годишње емисије угљен-диоксида у свету. Други типови цемента представљају мешавину портланд цемента с различитим врстама агрегата. Свака фабрика цемента, бетона и арматура има различиту стопу емисије угљен-диоксида зато што користи различит процес производње и гориво, па самим тим троши и различиту количину енергије.
- *Дрво* – с еколошког становишта сматра се најбољим материјалом зато што има неутралну стопу емисије угљен-диоксида. Ово је случај кад се анализира дрво као биомаса, односно као гориво у необрађеном стању. Чињеница је да количина CO<sub>2</sub> коју дрво апсорбује у току раста је иста као она коју емитује приликом распада. У грађевини се дрво користи након обраде, за чији процес је потребна додатна енергија, а за последицу има пропратну емисију CO<sub>2</sub>. Такође, дрво као материјал има мана као што су структуралне апликације, ограничени облик и димензије производа, услед чега се у већини случајева користи за производњу производа од дрвета као што је ламелирано дрво, које захтева детаљну обраду и

употребу поливинилалдехидних лепкова (PVA). У производњи ових лепкова емитују се знатне количине угљен-диоксида.

- *Опека* – грађевински материјал који се добија мешавином глине, песка и воде. Постоје пуне и шупље опеке, зидни блокови и специјалне врсте. Опека представља трајан, издржљив материјал, али у поређењу са бетоном има знатно већу стопу емисије угљен-диоксида, израчунато по тони материјала.
- *Челик* – производња челика захтева већу количину енергије, али је много јачи материјал од бетона. Кад се упореде, „бетон је енергетски ефикасније решење“<sup>94</sup> ако се узме у обзир потрошња електричне енергије и емисија угљен-диоксида. На градилишту, „бетон је материјал који троши највише енергије, али је количина енергије која се потроши мања него количина енергије потребна за производњу челика“.<sup>95</sup>

У Табели 7. дате су вредности емисије угљен-диоксида за уобичајене и алтернативне материјале нађене у литератури.

*Табела 7. Емисија угљен-диоксида за уобичајене и алтернативне материјале*

Тип материјала	Емисија CO <sub>2</sub> (kg /t)
Кречњак	12
Портланд цемент	850
Бетон неармирани МБ15–20	170
Бетон армирани МБ 30	370
Меко дрво прерађено	132
Лепком ламинирано дрво (PVA лепак 120 kg/m <sup>3</sup> )	570
Портланд цемент (64%–73% згуре)	279
Опека	850
Цреп	430
Челик шипке и плоче	1.720
Полипропилен убризгавање	3.900
Минерална вуна	500
Полистирен	2.700
PVC маса	2.410

*Извор: Висока техничка школа струковних студија у Нишу – Градитељство и животна средина, предавање проф.др Данијеле Златковић*

<sup>94</sup> Kreijger, P., 1979, Energy analysis of materials and structures in the building industry, Applied Energy, стр. 17.

<sup>95</sup> Cole, R. J., 1998, Energy and greenhouse gas emissions associated with the construction of alternative structural systems, University of British Columbia: Environmental research group.

### 6.7.8. Ватроотпорност

Основ за правно регулисање противпожарне заштите у Србији јесте Закон о заштити од пожара који је усвојен 2009. године у Народној скупштини. Овај закон дефинише и утврђује: систем заштите од пожара, субјекте заштите од пожара, начела заштите од пожара, планирање и организовање заштите од пожара, мере заштите од пожара, организацију ватрогасне службе, надзор над спровођењем заштите од пожара и др.

У грађевинарству се у оквиру главног пројекта за објекат ради и пројекат заштите од пожара (ЗОП) чији је циљ:

- очување носивости конструкције током одређеног времена које је утврђено посебим прописом;
- спречавање ширења ватре и дима унутар грађевинског објекта;
- спречавање ширење ватре на суседне грађевине;
- омогућавање да особе могу неозлеђене напустити објекат, тј. да се могу спасти;
- омогућавање заштите варогасаца.

Приликом пројектовања објекта посебно треба водити рачуна о :

- правилном одабиру грађевинских материјала у погледу њихових противпожарних карактеристика, према намени и угрожености објекта, као што су брзина ширења пламена, димљивост, запаљивост и слично;
- правилном одабиру грађевинских елемената и конструкција у погледу њихове отпорности на пожар. Отпорност на пожар подразумева карактеристике које се дефинишу временом у којем конструкција, при деловању пожара, не изгуби ниједну стандардом предвиђену функцију. Поменуте функције су: носивост, стабилност, извијање, топлотна изолација и целовитост;
- Правилном пројектовању грађевинског објекта (пожарни сектори, евакуациони путеви, ватрогасни приступ и сл).

Све наведене ставке се дефинишу у односу на степен опасности од пожара (СОП) предметног објекта. На степен опасности превасходно утичу висина објекта, намена објекта, окупација објекта (број посетилаца у једном тренутку) и сл.

ДИН 4102-2 је општеприхваћен и коришћен „немачки стандард којим се описује ватроотпорност материјала“.<sup>96</sup> У сврху тестирања, материјали се излажу директном пламену, а затим мери брзина горења. Према овом стандарду, материјали су класификовани на следећи начин:

---

<sup>96</sup> Industry Standards and Regulations, 2011, DIN Standards.

Табела 8. Класификација грађевинских материјала према DIN 4102 стандарду

Класа	Опис
А	Негориви грађевински материјал
В	Гориви грађевински материјал
В1	Тешко запаљиви
В2	Нормално запаљиви
В3	Лако запаљиви

Извор: DIN 4102

Понашање основних грађевинских материјала на високим температурама

- Опека (пуна, шупља, силикатна). Опека је негорив конструкциони материјал (900 С пуна опека). Зид од опеке дебљине 25 цм има пожарну отпорност 5 сати.
- Гранит (природни камен). Гранит је материјал који на 200 С повећава чврстоћу на 160%, док на 600 С има чврстоћу 107%.
- Кречњак. На 750 С има чврстоћу 104%.
- Бетон:
  - Армирани бетон је негориви конструкциони материјал.
  - Гранитни агрегат. На 200 С повећава чврстоћу на 150%; 600 С –60% чврстоће; Радна способност 550 С.
  - Кречњачки агрегат. На 400 С повећава чврстоћу на 138%; 500 С – 120% чврстоће; 600 С – 90% чврстоће. Радна способност 700 С.
- Гипсани производи (плоче, блокови) губе везану воду и чврстоћу на 170 С.
- Кречни малтер. Слој малтера од 15–20 мм продужава 15–20 минута пожарне отпорности. Конструкција се загрева до samozапалења.
- Прозорско стакло. Услед мале топлотне проводљивости и неравномерног ширења долази до брзог пуцања. Прозори с армираним стаклом одолевају пожару до 60 минута.
- Дрво је гориви материјал. Самопаљење дрвета настаје на температури од 260 С – 310 С. Брзина погоревања 0,3–1 мм у минути.
- Пластичне масе:
  - Термопластичне масе омекшавају на 100 С, а распадају се на 150 С.
  - Термореактивне масе при загревању прелазе у пластично стање и очвршћавају.
- Челичне конструкције су несагорив материјал. Мала пожарна отпорност при загревању губи радну способност. „Критична температура 350–500 С, трајност у пожару 15–30 минута“.<sup>97</sup>

<sup>97</sup> <http://www.drrrc.rs/nastava/nastava/urokdip/.../MATERIJALI%201.ppt> (Приступ: 20. 02. 2013)

### 6.7.9. Емисија штетних материја и зрачења из материјала

Емисија штетних материја и зрачења из материјала до којих долази у току производње експлатације и уништавања грађевинског материјала негативно утичу како на здравље људи, тако и на животну средину. Државни органи континуирано проучавају различите врсте хемијских адитива коришћених за прављење и побољшање перформанси грађевинских материјала. Многи су декларисани као изузетно токсични, чак и канцерогени. У Србији су забрана или ограничење коришћења одређених грађевинских материјала и хемикалија уређени прописима Агенције за хемикалије. Неки од најчешће коришћених грађевинских материјала садрже: поливинилхлорид, формалдехид, кристални силицијум и радон.

Сви материјали базирани и добијени из сирове нафте емитују отровне хемикалије у току производње прераде и уништавања. PVC је скраћеница за поливинилхлорид, тј. термопластични полимер. Овај материјал користи се као тврда пластика за прављење прозорских профила и плоча, а као мека пластика за кровни, зидни материјал, изолацију и слично. Неупоредиво нижа цена овог материјала утиче да се PVC-ом све више замењују традиционални грађевински материјали. „Преко 50% PVC материјала се користи у грађевинској индустрији”.<sup>98</sup>

Да би се пластични материјали обрадили и добили потребну флексибилност, потребно је додати хемикалије које су штетне и токсичне по људе и природу. Једна од најчешће коришћених хемикалија је хлор. У току животног циклуса PVC материјала, садржај хлора има потенцијал за стварање нуспроизвода – диоксина. Диоксини се углавном ослобађају „током производње коришћења и спаљивања материјала”.<sup>99</sup> Диоксини су органска једињења из групе полихлорираних угљоводоника. „Изложеност испарењима диоксина изазива озбиљне последице по здравље”.<sup>100</sup> „Диоксин је један од најпотентнијих канцерогена познатих људима”.<sup>101</sup> Диоксин није само канцероген, већ је и „репродуктивни и развојни отров који мења имуни и ендокрини систем”.<sup>102</sup>

Као одговор на све већу забринутост због коришћења пластичних материјала с хлором, на тржишту се појавио широк дијапазон заменских материјала. Један од најмање пожељних је полиуретан. Термопластични полиуретан је сачињен од полиола и диизоцијаната. „Диизоцијанати су супстанце које изазивају тешке бронхијалне сметње као и астму”.<sup>103</sup> Полиуретан се може наћи у широком спектру грађевинских материјала, укључујући и изолационе пене, премазе и боје, лепила, заптиваче, еластомере и друге термопластике и тканине.

<sup>98</sup> The Institute of materials Minerals and Mining, 2012, *Vinyl in construction - Building a sustainable future*, British Plastics Federation.

<sup>99</sup> Costner P, „*Estimating Releases and Prioritizing Sources in the Context of the Stockholm Convention*, International POPs Elimination Network, Mexico, 2005, Fires,” U.S. Fire Administration, Topical Fire Research Series, Volume 1, Issue 18, стр. 10.

<sup>100</sup> [http://toxtown.nlm.nih.gov/text\\_version/chemicals.php?id=84](http://toxtown.nlm.nih.gov/text_version/chemicals.php?id=84) (Приступ :10. 02. 2015)

<sup>101</sup> Building for Environmental and Economic Sustainability, 2002, *Technical Manual and User Guide*, стр. 36

<sup>102</sup> Minnesota Department of health, 2006, *Facts about Dioxins*, стр. 3.

<sup>103</sup> NIOSH Safety & Health Topic: *Isocyanates*, National Institute for Occupational Safety & Health, 2002, New York.

*Формалдехид* спада у хемикалије које су додате грађевинским материјалима ради побољшања њихових својстава. Формалдехид је безбојна хемикалија јаког мириса која испарава на собној температури. „Сви материјали који у себи садрже формалдехид испуштају гас или токсична испарења која доводе до озбиљних респираторних проблема, а на дужи временски рок изазивају рак“.<sup>104</sup> Грађевински материјали који садрже формалдехид су ламелирана дрвена грађа, грађевински лепкови, изолациони материјали и друго.

*Силицијум* је један од најчешћих, природно насталих елемената на земљи. Јавља се у два облика – аморфни и кристални. Док аморфни облик силицијума нема озбиљније последице по здравље људи, кристални облик силицијума сматра се канцерогеним. ”Материјали који садрже кристални силицијум постају опасни тек када су подвргнути обради.”<sup>105</sup> Минирањем, сечењем, стругањем и бушењем материјала који садрже силицијум може резултовати стварањем микронских честица прашине, животно опасним за грађевинске раднике који учествују у производњи примарним сировина и материјала јер долазе у директан контакт с честицама које им се таложе у плућима и изазивају респираторне проблеме, укључујући рак плућа. Кристални силицијум није опасан за кориснике објеката јер након обраде нема опасности од распршивања честица. У грађевинске материјале који садрже силицијум спадају: асфалт, цигле, цемент, бетон, малтер, камен, песак и друго.

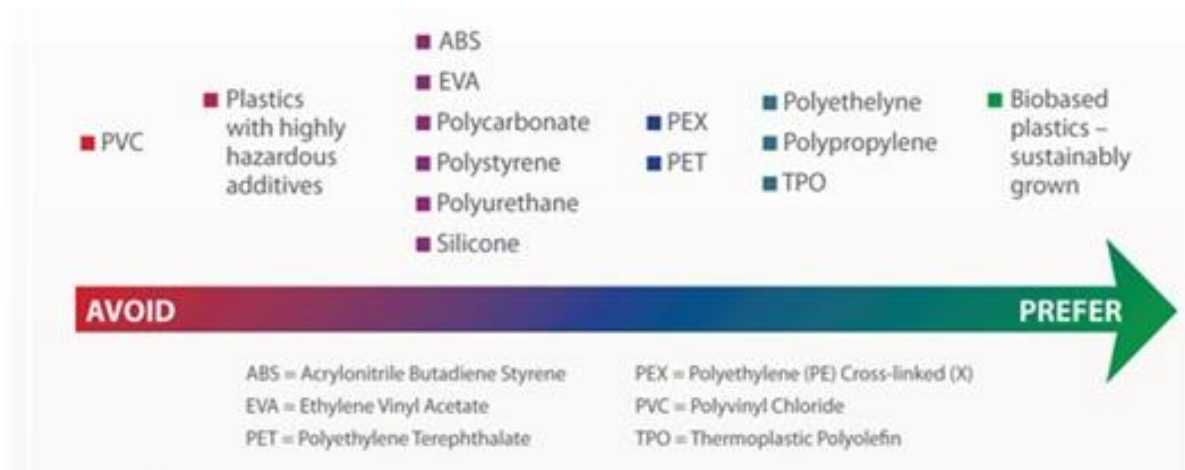
*Радон* је инертни радиоактивни гас, који се налази на површини целе планете земље, потиче од распадања радијума, а такође га генерише и уранијум који је садржан у земљиној кори. Радон се издваја из дубљих слојева земље и подземних вода, али се може издвојити и из грађевинских материјала који у себи садрже шљаку, пепео, као и црвену опеку. Институт за медицину рада и радиолошку заштиту "Др Драгомир Карајовић" из Београда извршио је мерења концентрације радона у становима широм Србије током зимског периода који су показали да је средња вредност радона  $110 \text{ Bq/m}^3$ . Нешто више вредности радона примећене су у „кућама које су саграђене од цигле, као и онима које се греју на угаљ и у сутеренским становима“.<sup>106</sup>

---

<sup>104</sup> American Cancer Society, 2013, *Formaldehyde*, Washington, стр. 3.

<sup>105</sup> OSHA Fact Sheet, 2002, *Crystalline Silica Exposure Health Hazard Information*, стр. 2.

<sup>106</sup> Мр Арсић, В., 2014, *Искусва у мерењу концентрације радона у Републици Србији*. Институт за медицину рада Србије „Др Драгомир Крајовић“, Београд.



Слика 6. Скала утицаја пластике на животну средину  
 Извор: Rossi, Mark and Tom Lent, 2006, *Creating material that support healing in Designing the 21st century Hospital, Center for Health Design and Health Care Without Harm*, стр. 66.

#### 6.7.10. Заштита од буке

У настањеним зонама људи су константно изложени звуцима и буци. Кад се наруши природни баланс и ниво буке пређе границу пријатности, можемо говорити о загађењу буком. „Бука у животној средини јесте нежељен или штетан звук“.<sup>107</sup> Главни узрочници загађења буком су: индустријализација, лоша урбанистичка решења, грађевински радови, саобраћај, електрични апарати. Последице загађења буком код људи су: агресивност, повећање стреса, поремећај сна, кардиоваскуларни проблеми, глувоћа, смањена могућност комуникације.

У оваквим околностима једина препрека између људи и буке налази се у техникама градње, материјалима и стварању физичких препрека којима се звучна енергија у релевантним просторијама своди на дозвољене границе. Прописи о дозвољеном нивоу буке изражавају ниво буке нумерички, у децибелима. У Правилнику о нормативима школског простора опреме и средстава за основну школу се наводи: „за нормалну акустичност и изолацију потребно је да спољни зидови имају акустично изолациону моћ од 60 децибела, а преградни зидови и таваница од 40“.<sup>108</sup>

„Звучна заштита се реализује пројектовањем и извођењем звучне изолације конструкција и мера смањења, односно ограничења буке“.<sup>109</sup> Звучна изолација остварује се на објекту архитектонско-грађевинским мерама које спречавају пренос звука из једног у други простор након емитовања, с циљем да се у што већој мери

<sup>107</sup> Закон о заштити од буке у животној средини „Службени гласник РС, бр. 36/2009 и 88/2010, члан 3–1.

<sup>108</sup> Правилнику о нормативима школског простора опреме и средстава за основну школу. Сл.гласник СРС – Просветни гласник, бр.4/90, део 6, Конструкција и детаљи, члан 3.

<sup>109</sup> Закон о заштити од буке у животној средини у Службеном гласнику РС, бр. 36/2009 и 88/2010 члан 3–17.



спречи преношење звука, тако да бука коју чују корисници објекта буде на здравствено прихватљивом нивоу.

#### **6.7.11. Механичка отпорност и стабилност објекта**

*Механичка стабилност објекта* може бити статичка и динамичка. Статичка стабилност подразумева да објекат мора бити пројектован тако да за време изградње и коришћења не дође до рушења, деформације или структуралног оштећења. Динамичка стабилност подразумева да објекат мора бити пројектован тако да услед деловања природних сила као што су земљотреси, ветрови или оптерећења великих наноса снегова не дође до рушења објекта.

*Механичка отпорност* објекта мери се кроз притисну чврстоћу материјала од кога је саграђен, тј. представља количину притиска који материјал може да издржи пре него што дође до његовог пуцања, односно деформације.

#### **6.7.12. Трајност материјала**

Трајност грађевинског објекта, тј. његове конструкције је способност да услед очекиваног оптерећења и утицаја из спољне средине током свог употребног века задржи захтеване карактеристике, сигурност и употребљивост, и одговарајући изглед без повећаних трошкова поправке и одржавања. Другим речима, трајност грађевинског материјала дефинише се кроз његову способност да одржи својства.

Међу најчешћим узроцима прераног дотрајавања грађевинских објеката су: нередовно одржавање, недовољна пажња посвећена карактеристикама конструкције и материјала, грешке приликом пројектовања, физичко старење уграђених материјала и друго. Промене, тј. деградације грађевинских објеката манифестују се променом у боји, пукотинама, оштећењима површине објекта и сл. Узроци оштећења су корозија, алкално-агрегатне реакције, екстремне температуре и сл.

- Корозија је деградација материјала услед хемијске реакције из спољне средине или унутар самог материјала. Последице корозије могу бити одламање заштитног слоја, пукотине и љуштење;
- алкално-агрегатне реакције – реакцијом алкалних оксида из цемента и силикатног агрегата настаје на њиховој контактаној површини такозвано водено стакло услед чега долази до напрезања материјала и пуцања;
- екстремне температуре доводе до „смрзавања, одмрзавања, загревања и хлађења делова конструкција, што производи пуцање“;<sup>110</sup>
- неочекивани утицаји из спољне средине као што су земљотреси, олујни ветрови, град итд.

---

<sup>110</sup> МА. Стипановић Ослаковић И., 2007, *Трајност материјала*, Хрватска.

Трајност материјала директно утиче на трошкове одржавања, односно дотрајали материјали се током планираног животног века објекта морају мењати, повећавајући укупне анализирани трошкове. Критеријум трајности материјала нећемо посматрати одвојено, већ у оквиру трошкова одржавања на годишњем нивоу, а пропорционално декларисаној трајности сваког материјала.

#### **6.7.13. Животни век грађевинског објекта и временски период за који се врши анализа**

Животни век грађевинског објекта може се описати кроз:

- *Технички век трајања* је период у коме је грађевински елемент или објекат у стању да испуни своју предвиђену функцију.
- *Функционални век трајања* односи се на временски период у коме објекат испуњава сврху своје намене и корисничка очекивања у складу с важећим стандардима и прописима.
- *Економски век трајања* грађевинског објекта је период у коме су трошкови његове експлоатације и одржавања у оквирима планираних трошкова.

Временски период за који се врши анализа је период који одговара намени објекта у складу с планираним временом коришћења анализираниог објекта. У пракси га произвољно одређује доносилац одлуке према својим потребама. Овај критеријум је веома важан јер ће од временског периода за који се врши анализа зависити директно пројектовани трошкови, као и учешће цене изградње у укупним трошковима. У овом раду анализирани су јавни објекти за потребе школског спорта, па је пожељан што дужи век трајања.

#### **6.7.14. Могућност рециклаже**

Грађевински материјали чине скоро половину чврстог отпада који се произведе у свету. Кад се сруши један грађевински објекат, иза њега остају материјали као што су бетон, дрво, стакло, металне конструкције и друго. Рециклирањем ових материјала, њиховом прерадом и поновном употребом смањују се негативне последице и загађење животне средине, до којих долази производњом новог материјала. Рециклирањем се смањује количина отпада и коришћење природних ресурса. Рециклирањем секундарних сировина, тј. његовом прерадом троши се мања количина енергије него кад би се тај исти материјал производио из примарних сировина. Осим смањења емисије угљен-диоксида, сразмерно уштеди енергије, нема ни додатне емисије у току екскавације сировог материјала из природе и његовог транспорта.

## 6.8. Construction Products Regulation No 305/2011 (CPR)

У развијеним европским земљама последњих деценија све је већи притисак јавности која инсистира на трајности, као и дужем употребном веку материјала, компоненти инсталација и самих зграда. Тако је почео да се развија тренд у грађевинарству који пројектантима задаје неопходни ниво перформанси, али им оставља слободу да сами нађу најбољи пут до решења. Задати ниво перформанси односи се на ватроотпорност, безбедност, заштиту животне средине, безбедност, нивоа буке, енергетских губитака и слично.

Европска комисија је као одговор на овај правац 21. децембра 1988. издала директиву 89/106 ЕЕС, познатију као Construction Product Directive – CPD која је 2011. године замењена регулативом 305/2011, познатијом као Construction Product Regulation – CPR. Главни циљ CPD директиве био је да превазиђе техничке препреке у трговини између држава чланица Европске уније које су имале различите стандарде у тестирању и обележавању истих грађевинских производа. CPD је увео концепт CE ознаке за грађевинске производе као „пасоше“ који омогућавају производима да буду пласирани на тржишта земаља чланица. Већина земаља чланица је CE ознаку прогласила обавезном за грађевинске производе. Ипак, у Ирској и још неким другим земљама Европске уније тестирање производа ради добијања CE ознаке је уведено као добровољна метода.

Да би били у складу са CPR регулативом, од 1. јула 2013. године сви грађевински производи који су сертификовани Европским стандардом морају да добију Declaration of Performance – DoP и CE ознаку да би имали право да пласирају своје производе на тржиште Европске уније. CPR поставља нове законске обавезе на произвођаче и уводи систем „ланац одговорности“ у цео животни циклус грађевинских производа и објеката стављајући већу законску одговорност на увознике, дистрибутере, пројектанте и извођаче грађевинских радова. Европска комисија описује No 305/2011-CPR као „регулативу која има за сврху да обезбеди поуздане информације о грађевинским производима везаним за њихове перформансе. Ово се постиже успостављањем заједничког техничког језика и нуди стандарде и методе процене грађевинских производа“.<sup>111</sup> Ове методе су састављене у „Harmonised European Standards“<sup>112</sup> који нуди произвођачима солидну техничку базу за тестирање својих производа.

Од произвођача се захтева да тестирају своје производе на :

- безбедност при коришћењу;
- отпорност на пожар;
- апсорпцију буке;
- животну средину (пуштање опасних супстанци у атмосферу, земљиште и воду);

<sup>111</sup> European Commission, 2015, Construction Products Regulation (CPR) 2015.

<sup>112</sup> European Commission, 2015, Harmonized European Standards 2015.

- механичку отпорност и стабилност и
- енергетску економичност и топлотну пропустљивост.

CPR регулатива налаже коришћење заједничког европског техничког језика који би се користио међу свим актерима у грађевинском сектору. Од држава чланица захтева се да формулишу јасне захтеве. Произвођачи су у обавези да декларишу перформансе производа, док инжењери и пројектанти дају потврде о поштовању наведених услова. Као резултат, сви производи који су у складу с овим стандардом, односно европским легислативама, добијају префикс CE. На овај начин Европска комисија успела је да заштити јавне интересе, као и да уклони баријере у циркулацији производа и услуга кроз јединствено европско тржиште.

## **6.9. Service Life Planning – SLP**

Имплементација регулативе број 305/2011 – CPR захтева сагледавање целог животног циклуса једног грађевинског објекта. Испуњавање задатих перформанси очекује се у току употребног века објекта. Термин „употребни век“ дефинисан је ISO стандардом као „временски период после изградње током кога објекат или његови делови испуњавају или премашују задате перформансе“.<sup>113</sup> Водич за имплементацију формулисан је у оквиру ISO 15686 и њених 10 делова, с циљем побољшања квалитета планирања употребног века (Service Life Planning – SLP) грађевинских објеката. Планирање употребног века дефинисано је ISO стандардом као “припрема пројекта и дизајна зграде и њених делова да остваре жељени ниво перформанси као што су смањење трошкова грејања, хлађења и другог“.<sup>114</sup> Сврха планирања употребног века јесте да се обезбеди функционалност кроз цео планирани употребни век према предвиђеним трошковима. Овим стандардом наглашава се процена употребног века грађевине, па самим тим и издржљивост појединачних елемената од којих се састоји грађевина.

Service Life Planning of buildings and constructed assets је предмет међународне стандардизације још од 1993. године. Главни циљ техничког комитета ISO/TC59/SC14 Design Life, који је радио на овом стандарду јесте да се индентификују рутине у пројектовању с циљем испуњавања задатих перформанси, за које се очекују да објекат испуни у току свог употребног века. Упоредо с напорима ISO/TC59/SC14, и други комитети за стандардизацију као што су ISO/TC59/SC17 Sustainability in building construction, CEN BT/WG174 horizontal standards for assessment of integrated environmental performance of buildings, као и European Construction Products Directive – CEC, залагали су се да се ISO 15686-6 фокусира на везу између употребног века

<sup>113</sup> ISO 15686-1:3.1.1.

<sup>114</sup> ISO 15686-1:3.1.7.

грађевине, утицаја на животну средину, заједно с проценом трошкова током целог животног века грађевине и њених делова.

Основна идеја овог стандарда јесте балансирање између задатих перформанси, очекиваних трошкова животног циклуса, утицаја на животну средину и података о трајности материјала ради постизања одређених или смањених трошкова експлоатације и одржавања у предвиђеном животном веку објекта. Да би имплементација регулативе била успешна, неопходно је предвидети животни век још од ране фазе пројектовања.

ISO 15686-6 нуди детаљан опис процене потенцијалног утицаја који ће грађевина, тј. њен дизајн и перформансе имати на животну средину. Овај део стандарда планиран је да се примени у раној фази пројектовања, али и у фази реконструкције објекта. “Процена дизајна је логичка последица циља који се жели постићи стандардом и служи пројектантима да идентификује пројектна решења која воде постизању жељених перформанси објекта.”<sup>115</sup>

### ***6.10. Directive 2010/31/EU***

Ова директива има за циљ да промовише енергетске карактеристике грађевинских објекта, разјасни и ојача одредбе директиве 2002/91/ЕС, која се укида у циљу повећања обима своје примене и смањења значајних разлика између држава чланица у погледу енергетских карактеристика зграда. Директива 2002/91/ЕС ступила је на снагу у јануару 2003. године с роком имплементације до 4. јануара 2006. године за државе чланице. Директива је настала као последица Кјото протокола у коме се Европска унија обавезала да смањи емисију угљен-диоксида за 8% до 2012. године.

Према Directive 2010/31/EU од 2013. године, грађевински објекти ће морати да испуне минималне захтеве енергетских карактеристика у свим новоградњама и пројектима велике обнове. Одредбе покривају енергетске потребе за загревање просторија, производњу топле воде, хлађење, вентилацију и осветљење за нове и постојеће објекте.

Државе чланице имају одговорност да поставе минималне захтеве енергетске перформансе за грађевинске објекте, елементе и материјале. Захтеви се морају поставити с циљем постизања оптималног трошковног нивоа. У складу с директивом 2010/31/EU, „државе чланице ће усвојити, било на националном или регионалном нивоу, методологију за израчунавање енергетских карактеристика зграда које узима у обзир одређене елементе, међу којима су: термалне карактеристике зграде (топлотног капацитета, изолација, итд); изолација грејања и топле воде; инсталација клима; уграђене инсталације осветљења; затворени климатски услови“.<sup>116</sup>

---

<sup>115</sup> Trinius, W., Sjöström, C., 2004, *Service Life Planning and Performance Requirements*, Building Research & Information, London, стр. 45.

<sup>116</sup> Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010, on the energy performance of buildings, Methodology for calculating the energy performance of buildings.

Directive 2010/31/EU налаже да све нове зграде, које су у власништву државних органа, 1. јануара 2020. морају бити зграде „нула-енергије“, а енергија коју троше мора доћи из обновљивих извора енергије. За зграде од јавног значаја ови услови морају да буду испуњени до краја 2018. године. Такође, државе чланице су обавезане да промовишу конверзију старих зграда у енергетски ефикасне објекте и коришћење обновљивих извора енергије законским прописима. Због различитих локалних услова у државама чланицама, свака држава ће дефинисати своје јединствене стандарде.

У Европи, „49% од укупних енергетских потреба је потрошена од стране грађевинских објеката“.<sup>117</sup> Већина енергије се користи за грејање, хлађење и обезбеђивање топле воде за стамбене и комерцијалне објекте. Многе земље су већ укључиле минималне енергетске потребе као предуслов за изградњу објекта.

Да би финансијски помогла државама чланицама, Европска комисија налаже објављивање предлога легислативе по којој ће се смањити ПДВ за услуге и производе који су повезани с обновљивим изворима енергије и енергетском ефикасношћу. Што је најважније, предлаже се стварање фонда који ће финансирати државе чланице и Европска развојна банка за инвестиције у енергетски ефикасне објекте и обновљиве изворе енергије. На овај начин држава ће постати иницијатор промена и увођења концепта одрживе градње, нових система вредности и иновација у грађевинарству.

---

<sup>117</sup> European Solar Thermal Industry Federation, 2014, Energy Performance of Buildings Directive – Recast of Directive, Brussels Belgium.

## 7. СИСТЕМ СТАНДАРДИЗАЦИЈЕ СЕРТИФИКАЦИЈЕ И СТАНДАРДИ

### 7.1. Дефинисање појмова

Коришћење стандарда за компанију представља предност у пословном и маркетиншком смислу. Они помажу компанији да искаже квалитет својих производа и услуга. У данашње време одрживост, тј.зелена технологија и градња је нешто о чему се много прича у научним круговима и свакодневном животу. Потрошачи све више обраћају пажњу да производи и услуге које купују и користе буду одрживи, тј.зелени и траже доказ од произвођача да су они заиста зелени и да је компанија од које купују социјално и еколошки одговорна.

Осим што нуди потрошачима доказ о квалитету о одрживости производа, стандарди олакшавају компанији да комерцијализује нови производ и лакше га пласирају на међународно тржиште. Стандард успоставља јединствен речник назначавачући најзначајније карактеристике производа и услуга, као и усклађеност са законским регулативама. Термин стандард се користио и још увек се користи да нагласи безбедност на послу, вештине и добро понашање запослених, али се исто тако односи и на карактеристике производа (димензију, форму, физичке и хемијске особиности). Значај стандарда јесте у томе што је то опште признат документ који нуди путоказ,сет правила везаних за карактеристике производа услуга и одређени ниво перформанси који се од њих очекује.

Први стандарди су се појавили у току индустријске револуције кад се јавила потреба да се направе шрафови, цеви и други делови машина униформе величине који би могли да се продају на међународном тржишту и, што је још важније, којима лако може да се нађе замена. Први систем за сертификацију је развијен деведесетих година XX века и од тада се број система константно повећавао. Системи се развијају за одређену земљу и услове у њој, али већина се може прилагодити интернационалном тржишту.

Стандардизација може имати један или више специфичних циљева којима се осигурава да производ или услуга испуњавају своју сврху. Стандардизација такође може имати за циљ:

- контролу ради постизања оптималне величине производа, процеса или услуга;
- употребљивост;
- компатибилност и подобност производа услуга и производа који се користе заједно у специфичним условима без изазивања неприхватљиве интеракције;
- способност једног производа или услуга да буду замењени и послуже као замена за друге и да при том испуне исте услове;
- здравље;

- безбедност;
- заштита животне средине;
- заштита производа од климатских промена или других штетних утицаја током њихове употребе, транспорта или складиштења;
- заједничко разумевање, постизање лакше комуникације, успостављање процеса и задатака;
- економске перформансе;
- трговина,

У стандардизацији, безбедност производа процеса и услуга се генерално узима у обзир као циљ да би се постигао оптималан баланс између многобројних нетехничких фактора као што су понашање људи ради смањења непотребног ризика од повреда на раду или оштећења опреме на прихватљив ниво. Осим што обезбеђују да производи испуњавају своју сврху, стандарди отклањају баријере у трговини, негују иновацију, техничку сарадњу између земаља Европске уније и нуде оцену квалитета рада и успеха од стране непристрасних организација. Стандардизација може да допринесе развоју одрживих индустријских регулатива и ојача економију Европе јачањем капитала знања и повећавања квалитета производа и услуга. Географска, политичка или економска умешаност у процес стандардизације утиче на нивое стандардизације. Сваки ниво стандардизације координише организација за стандардизацију која окупља заинтересоване стране (произвођаче, кориснике, лабораторије за тестирање, научне институте и друге) из одређених региона.

“Стандард је документ утврђен консензусом и донет од признатог тела којим се за општу и виšekратну употребу утврђују правила, смернице или карактеристике за активности или њихове резултате, ради постизања оптималног нивоа уређености у одређеној области”.<sup>118</sup> Садржај стандарда чине техничке спецификације, прецизни критеријуми који се користе као упутства, правила или дефиниције карактеристика с циљем да производи, процеси или услуге у потпуности задовоље своју намену. Основни постулат стандардизације јесте да се они доносе кад постоји реална потреба за њима. Стандарде припремају заинтересована лица (индустрија, потрошачи, органи власти и др.).

---

<sup>118</sup> Национална агенција за регионални развој, 2013, Како да унапредите своје пословање – стандарди и сертификати, друго издање, Београд, стр. 6.



Табела 9. Нивои стандардизације

Ниво територијалне покривености	Специфичности	Пример организације	Пример стандарда
Интернационални стандарди	отворен стручним телима широм света	ISO (International Standard Organisation) IEC (International Electrotechnical Commission) ASTM (American Society for Testing and Materials)	ISO ISO EN ISO PAS
Регионални стандарди	отворен стручним телима из једног политичког економског географског региона на сваком континенту постоје бар две регионалне организације	CEN (European Committee for Standardisation) CENELEC (European Committee for Electro technical Standardization) ETSI (European Telecommunications Standards Institute)	EN CEI EN ES TS TR GS
Национални стандарди	везани су за једну специфичну земљу	BSI (British Standard Institution) СРПС (Српски национални стандард)	BS BS EN SRPS ISO SRPS

Сертификација је поступак којим се утврђује да ли одређени производ, услуга, организација или појединац испуњавају захтеве релевантног стандарда. Поступак се завршава званичном потврдом – сертификатом о усаглашености и уписом имаоца сертификата у релевантан регистар. Сертификат издаје непристрасна организација специјализована за ту врсту послова. Сертификација укључује оцењивање усаглашености са стандардом и подразумева сваку активност којом се директно или индиректно процењује да ли процес услуга или производ испуњавају техничке захтеве стандарда. Оцењивање врши непристрасно и независно тело. Организација која врши процену такође подлеже процесу оцењивања од стране акредитоване институције која утврђује да ли рад сертификационог тела испуњава стандард. Светска трговинска организација надгледа цео процес оцењивања усаглашености кроз Заједнички договор о оцењивању усаглашености (Agreement on Mutual Recognition in Relation to Conformity Assessment), који је потписан 4. јула 2000. Оцењивање усаглашености подразумева: тестирање, надгледање, инспекцију, процену, сертификацију и акредитацију.

Систем сертификације, тј. класификације за процену и оцену дизајна, изградње, експлоатације, одржавања и утицаја на животну средину представља комбиновани метод који укључује низ критеријума и параметара за оцену зграде. Они су најчешће подељени у неколико категорија и обухватају енергију, екологију, потрошњу воде, менаџмент отпада, коришћење еколошких материјала, дизајн и друго. Затим се зграда оцењује у свакој од наведених категорија и додељују јој се поени који чине основу за крајњу класификацију.

У зависности од коришћеног метода процене, систем сертификације подразумева сет предуслова који морају бити испуњени да би зграда била подобна за класификацију и на крају за сертификацију. Метод процене се разликује за сваку врсту грађевинског објекта. Сваки од сертификационих метода нуди алате и детаљне информације о предусловима, неопходној документацији и самом процесу сертификације. „Да би зграда имала тржишну вредност, потребна је стандардизована и систематска процена карактеристика зграда у односу на животну средину. Стандарди одрживе градње се заснивају на методологији, поступцима и индикаторима за утврђивање еколошких карактеристика, које одређују мреже истраживачких института и агенција.“<sup>119</sup>

<sup>119</sup> Павловић, И., 2012, *Концепт одрживости*, Green Building Conference and Exhibition, Београд.

## 7.2. BRE Environmental Assessment Method – BREEAM

„BREEAM представља метод процене одрживог дизајна зграда, као и утицаја који зграда има на животну средину. Овај метод узима у обзир читав низ критеријума, од енергије до екологије, и процењује спецификације зграде – дизајн, изградњу и експлоатацију објекта. Развијен је у Великој Британији деведесетих година прошлог века. Сврха овог система јесте да постави листу еколошких критеријума на основу којих ће перформансе изграђеног објекта бити проверене и упоређене“.<sup>120</sup> Овај систем може се применити већ у почетним фазама пројекта. Жељени резултати су планирани у раној фази пројектовања објекта, тако да се задовоље унапред задати критеријуми.

„BREEAM је креиран да инспирише инвеститоре, пројектанте, тимове за изградњу да ефикасније користе природне ресурса. Ова метода представља средство за постизање финансијске исплативости и одрживости инвестиције. Управо овај фокус на одрживим вредностима чини BREEAM јединственим и атрактивним за сертификацију имовине“.<sup>121</sup> Циљ стандарда је стварање одрживог окружења које побољшава добробит људи који раде и живе у њему.

Технички стандарди BREEAM промовишу најбољу праксу за све аспекте развоја одрживих грађевина. BREEAM оцењује грађевинске објекте по категоријама које укључују: менаџмент, енергетику, транспорт, воде, материјале, отпад, коришћење земљишта, загађење животне средине, здравље и добробит корисника објекта и иновација. Свака од ових категорија даље се дели у субкатеорије, а објекат оцењује у свакој субкатеорији да би се сертификовао.

BREEAM стандард се стално надопуњује и развија. Постоји шеснаест различитих верзија овог стандарда у зависности од типа објекта који се сертификаује. Свака верзија стандарда се ажурира на неколико година да би се одржао корак с променама у грађевинским прописима.

Неке од особености овог стандарда су:

- *Ниска емисија угљен-диоксида.* Од пројектаната се захтева да се у раној фази пројектовања у дизајн зграде испланира коришћење енергије из обновљивих извора енергије.
- *Менаџмент.* Од менаџмента се захтева да се у процес изградње и набавке зграде узму у обзир рана фаза пројектовања, у којој ће се дефинисати техничке карактеристике објекта, планирање трошкова животног циклуса и планирање употребног века грађевине, усвајање принципа одговорне грађевинске праксе изградње и предаје објекта, као и техничке подршке корисницима објекта.

---

<sup>120</sup> Johnson, S., 1993, *Greener buildings: environmental impact of property*, MacMillan, Basingstoke, стр. 26.

<sup>121</sup> Schweber, L., Haroglu, H., 2014, *Comparing the fit between BREEAM assessment and design processes*, Building Research & Information. Vol. 42 Issue 3, стр. 315.

- *Материјали.* Налаже коришћење еколошких материјала, рециклажу и коришћење материјала који имају дужи век трајања. Циљ измена усмерен је на очување животне средине и смањења отпада.
- *Прилагодљивост временским условима.* Могућност очувања структуралне стабилности објекта и његове трајности у условима екстремних временских услова.
- *Функционална прилагодљивост.* Могућност прилагођавања простора захтевима корисника и њиховим потребама.

„Тренутно има више од 425.000 грађевинских објеката који су сертификовани овим стандардом и више од два милиона регистрованих за процену у наредном периоду“.<sup>122</sup> Већина грађевинских објеката сертификованих овим стандардом налази се у Великој Британији, док је мањи број у Европи.

### **7.3. Leadership in Energy and Environmental Design – LEED**

„LEED је систем који је потекао из BREEAM метода и прилагођен условима у Сједињеним Америчким Државама. Метод је развио US Green Building, одликује се флексибилношћу, једноставношћу и може се применити на све врсте пројеката. Подељен је у неколико категорија, као што су: пројектовање и изградња, унутрашњи дизајн и изградња, експлоатација и одржавање. Овај систем за процену зграда је алат базиран на утврђивању утицаја грађевинског објекта на животну средину из перспективе целог објекта. Систем усваја приступ целог објекта који подстиче и усмерава интегрисани дизајн и изградњу“.<sup>123</sup> LEED спада у добровољне и тржишне метода процене који имају за циљ дефинисања зелене зграде.

LEED има за циљ објективно сагледавање енергетске ефикасности и смањене потрошње ресурса. Објекти који су сертификовани овим стандардом троше мање количине воде и енергије, имају мању стопу емисије угљен-диоксида и финансијски су исплативи гледано с аспекта целог животног века објекта. ”Када је сертификован овим стандардом, објекат добија на вредности за купца јер LEED сертификат служи као гаранција зелене и еколошке градње”.<sup>124</sup> LEED стандард дели сертификоване објекте по категоријама сребра, злата или платине, у зависности од његових карактеристика.

LEED је осмишљен да одговара сваком типу грађевинског објекта у свакој фази животног циклуса од изградње до реновирања. Константно се ради на унапређењу овог стандарда. Најновија верзија стандарда под називом LEED v4 дизајнирана је тако да буде флексибилнија. Њене карактеристике су:

<sup>122</sup> www.breeam.com/ (Приступ: 28. 12. 2015)

<sup>123</sup> Kibert, C. J., 2008, Sustainable construction: Green Building Design and Delivery. Second edition, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, стр. 78.

<sup>124</sup> DeLisle, J., Grissom, T., & Högberg, L., 2013, Sustainable real estate an empirical study of the behavioral response of developers and investors to the LEED rating system. Journal of Property Investment & Finance, 31(1), стр. 20.

- *Материјали.* Фокус је на дубљем разумевању састава материјала и ефекта које његове компоненте имају на здравље људи и животну средину.
- *Акцент на комфору корисника објекта.* Већа пажња је посвећена квалитету животне средине унутар објекта како би се осигурао комфор корисника објекта.
- *Смањена потрошња воде.* Даје јаснију слику потрошње воде проценом укупне потрошње за анализирани објекат.

#### **7.4. International Organization for Standardization – ISO**

ISO је невладина организација која промовише развој стандардизације и олакшава међународну трговину. Ово тело основано је 1947. године и сви стандарди које је објавила ова организација имају префикс ISO. Стандард помаже да се усагласе техничке спецификације производа и услуга, чинећи индустрију ефикаснијом. ISO стандард обезбеђује неометану међународну трговину за производе, услуге и системе с циљем обезбеђивања квалитета безбедности и ефикасности. Овим стандардом одређују се спецификације производа система и услуга. „ISO је објавио више од 19.000 међународних стандарда и повезаних докумената који покривају скоро сваку индустрију од технологија, безбедности хране, пољопривреде, заштите животне средине и другог.“<sup>125</sup>

ISO организација запошљава људе из 162 земље и броји 3.368 техничких комитета који раде на развијању стандарда. ISO стандарди развијају се у оквиру техничких комитета који чине групе експерата широм света. ISO не одлучује о томе који ће се стандарди развијати, већ развија стандарде на захтев индустрије, корисника производа, услуга или система. Усвајање новог стандарда се одвија у шест корака:

1. Нови стандард је предложен техничком комитету.
2. Ако је стандард прихваћен, радна група експерата почиње дискусију и развијање радног нацрта стандарда.
3. Први нацрт стандарда се дели с техничким комитетом и ISO централним секретаријатом.
4. Ако се у оквиру техничког комитета постигне консензус нацрт стандарда се дели са свим чланицама ISO од којих се тражи да их прокоментаришу.
5. Ако се постигне консензус финални нацрт се шаље свим ISO чланицама.
6. Ако чланице методом гласања прихвате стандард, он се усваја.

Националне владе могу да користе ISO стандард да подрже јавне политике, тако што ће да упућују на овај стандард у својим прописима. ISO стандарди су развијени од

<sup>125</sup> <http://www.iso.org/iso/home/standards.htm> (Приступ: 11. 10. 2015)

стране еминентних сручњака из различитих области, па Владе земаља широм света могу имати корист од њих, без великих трошкова. Усаглашеност с међународним стандардима помаже да се потрошачи увере да су сертифицирани производи безбедни, еколошки и ефикасни, што много олакшава међународну трговину.

### ***7.5. Harmonized European standard***

Harmonized European standard је новији стандард настао на захтев Европске комисије и усвојен као тачка 10. Европске регулативе бр. 1025/2012. за примену легислативе о стандардизацији. Овај стандард развијен је и признат од стране European Standards Organisation која се састоји од три организације CEN, CENELEC, и ETSI. “Произвођачи, други економски оператери могу користити овај јединствен стандард да демонстрирају да су производи или услуге у складу с важећим Европским легислативама.”<sup>126</sup> Примена овог стандарда је добровољна.

Стандард је објављени у Службеном листу Европске уније. Циљ је да се обезбеди приступ најновијим деловима стандарда и другим европским регулатива, свим земљама чланицама и другим заинтересованим странама.

Harmonised European standards креира заједнички технички језик који користе сви учесници у грађевинском сектору с циљем :

- дефинисање захтева регулаторних тела у земљама Европске уније
- потврде усаглашеност са захтевима везаним за пројектовање, инжењеринг и изградњу
- подржаност стандарда везаних за ватроотпорност и заштиту од буке
- контролисања пуштање опасних супстанци у животну средину
- контролисања загађење вода.

Користи од примене овог стандарда су бројне:

- јединствена шема Европске уније за декларисање производа
- побољшан приступ тржишту као резултат повећане ефикасности
- смањени трошкови трговања
- повећан квалитет
- лакше увођење иновативних производа на тржиште.

---

<sup>126</sup> European Commission Internal Market Industry Entrepreneurship and SMEs.

## 7.6. *European Standards Organizations (ESOs)*

CENELEC је Европска регионална организација за стандардизацију која заједно са својим сродним организацијама CEN, The European Committee for Standardization и ETSI, The European Telecommunications Standards Institute“ чини „European Standards Organizations (ESOs), који су званично препознати „од стране Европске комисије и делују као платформа на којој се развијају Европски стандарди“.<sup>127</sup> У Европској унији само стандарди који су развијени од стране CEN, CENELEC и ETSI су препознати као европски стандарди. CENELEC блиско сарађује са CEN и ETSI у циљу стварања нових стандарда и хармонизације постојећих стандарда с важећом легислативом, а све у циљу хармонизације целокупног европског тржишта.

CEN, CENELEC и ETSI потписали су први уговор о сарадњи 1990. године, али се сарадња интензивирала 2013, кад је потписан нови договор који је омогућио креирање заједничких техничких комитета. Стандарди објављени у овим комитетима објављују се у све три организације. Сарадњу између ове три организације координише Joint Presidents Group – JPG. Као што само име имплицира, JPG се састоји од председника и потпредседника CEN-а и CENELEC-а и генералног директора из ETSI организације. JPG омогућава дискусију о питањима од заједничког интереса за све три организације. Као највише тело за креирање стандарда, JPG разматра политичка и економска питања која могу да утичу на креирање стандарда. Договара се јединствен приступ техничким питањима која су од заједничког интереса за све три организације.

### 7.6.1. *CEN, The European Committee for Standardisation“*

„Основна делатност CEN-а јесте да развије и објави европске стандарде и техничке спецификације које задовољавају растуће потребе европских предузећа и других организација. Циљ CEN-а је побољшање безбедности, квалитета и поузданости производа, услуга, процеса; јачање јединственог тржишта, подршка економском расту и ширење нових технологија и иновација“.<sup>128</sup>

У циљу припреме стандарда, CEN се ослања на знање 50.000 стручњака који учествују у разним техничким активностима кроз мрежу од 50 националних организација за стандардизацију и континуираном сарадњом с организацијама које представљају различите интересне групе, укључујући потрошаче, раднике, животну средину, мала и средња предузећа. Бечки споразум обезбедио је оквир за техничку сарадњу између CEN и ISO, узајамног представљања и паралелног усвајања стандарда.

---

<sup>127</sup> <http://www.cenelec.eu/> (Приступ: 10. 02. 2016)

<sup>128</sup> <https://www.cen.eu/Pages/default.aspx> (Приступ: 12. 02. 2016)

### **7.6.2. *European Committee for Electro technical Standardisation – CENELEC***

CENELEC је непрофитна техничка организација настала под окриљем белгијског закона и постављена од стране Европске комисије као део Европске организације за стандарде. CENELEC је одговорна за стандардизацију у области електротехнике. CENELEC припрема стандарде који омогућавају трговину између земаља чланица потпомажући стварање јединственог европског тржишта. CENELEC омогућава приступ европском тржишту, али исто тако и међународном тржишту усвајањем међународних стандарда када год је то могуће, кроз сарадњу с International Electro technical Commission – IEC. Сарадња с IEC је омогућена Дрезденским споразумом који је потписан 1996. године с циљем „избегавања смањења времена потребног за припрему стандарда“.<sup>129</sup> Као резултат ове сарадње CENELEC и IEC, стандарди у области електротехнике се заједнички планирају и кад год је то могуће примењују на међународном нивоу.

### **7.6.3. *ETSI, European Telecommunications Standards Institute***

ETSI (The European Telecommunications Standards Institute) ствара глобално применљиве стандарде у области информатике и телекомуникација укључујући фиксне и мобилне телефоне, интернет технологију, радио и телевизију. Овим стандардима регулисана је технологија на коју се ослања друштво и пословна мрежа широм света. Стандарди везани за паметне картице, електронске потписе GSM™ и DECT™ су модернизовали и трајно променили савремени свет.

ETSI је непрофитна организација која има 800 чланица организација лоцираних у 64 земље. Чланице организације су бирани из миљеа водећих светских компанија и иновативних компанија за истраживање и развој. У оквиру ETSI организације стварају се различите врсте стандарда да задовоље различите потребе друштва.

Циљеви којима се тежи јесу:

- олакшавање трговине,
- омогућавање економске ефикасности,
- умрежавање технологија и
- заштита потрошача.

## **7.7. *Српски стандард – Институт за стандардизацију Србије***

Према Закону о стандардизацији (Службени гласник Републике Србије, бр. 36/2009) и Одлуци о изменама и допунама оснивачког акта Института за

---

<sup>129</sup> CENELEC – European Committee for Electro technical standardization. Dresden agreement.

стандардизацију Србије (Службени гласник Републике Србије, бр. 88 /2009), Институт за стандардизацију Србије (ИСС) је једино национално тело за стандардизацију Републике Србије, установа која има статус правног лица и послује у складу с прописима којима се уређује правни положај јавних служби. Оснивач Института је Влада Републике Србије. Овај институт је као национално тело заслужан за стварање српског стандарда. Поред стандарда, Институт заједно са својим стручним телима самостално развија и објављује и друге типове стандардизацијских докумената, тзв. сродна документа, као што су техничке спецификације, технички извештаји и упутства.

Институт такође објављује документа као што су извештаји, предстандарди, спецификације доступне јавности, споразуми европске конференције, споразуми међународне конференције, оцене технолошких трендова, индустријски технички споразуми, а која су резултат рада европских и међународних организација за стандардизацију. Српски стандарди и сродни документи, означавају се ознаком која почиње скраћеницом СРПС, у складу с правилима Института. Стандарди који су усвојени на међународном нивоу имају префикс ISO.

*Табела 10. Преглед бројева стандарда и сродних докумената по областима стандардизације и методама доношења*

Ред.бр	Области	Број стандарда и сродних докумената		Укупно
		Метода рр.(српски језик)	Метод рс. и рг. (енглески језик)	
<b>А. СЕКТОР ЗА ОПШТЕ ОБЛАСТИ СТАНДАРДИЗАЦИЈЕ</b>				
1	Рударство и металургија	49	70	119
2	Машинство	29	119	148
3	Хемијске технологије	36	136	172
4	Грађевинарство	30	183	213
5	Возила, саобраћај и механизација	5	148	153
6	Пољопривреда, прехранбена индустрија шумарство	20	71	91
7	Безбедност, заштита и животна средина	27	221	248
8	Општи стандарди	9	4	13
<b>УКУПНО А</b>		<b>205</b>	<b>952</b>	<b>1157</b>
<b>Б. СЕКТОР ЗА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКУ СТАНДАРДИЗАЦИЈУ</b>				
9	Електроенергетика	31	148	179
10	Електроника и телекомуникација	5	189	194
11	Информационе технологије	2	78	80
<b>УКУПНО Б</b>		<b>38</b>	<b>415</b>	<b>453</b>
<b>УКУПНО А + Б</b>		<b>243</b>	<b>1367</b>	<b>1610</b>
<b>Скраћенице:</b> <b>рр .</b> метода превођења (српски стандард или сродни документ на српском језику, који представља превод европског или међународног стандарда); <b>рг .</b> метода прештампавања (српски стандард или сродни документ на енглеском језику, који представља репродукцију европског или међународног стандарда); <b>рс .</b> метода проглашавања (српски стандард или сродни документ на енглеском језику, који је настао проглашавањем европског или међународног документа за српски). <b>Напомена: Изворни српски стандарди и сродни документи обухваћени су методом рр.</b>				

*Извор: СРПС – План доношења српских стандарда и сродних докумената за 2016, стр. 17*

Изворни српски стандарди и сродни документи обухваћени су методом превођења и чине 243 од 1.610 стандарда који су планирани да буду објављени у 2016.



години. СРПС има мали број изворних српских стандарда и углавном се ослања на преузимање страних.

Према плану за 2016. годину, „у области грађевинарства планира се израда нацрта и дефинитивних текстова нацрта стандарда у следећим ужим областима: бетон, армирани бетон и преднапрегнути бетон; цемент и креч; природни камен и агрегати; гипс и производи од гипса; топлотна техника у грађевинарству; геотехника; управљање грађевинским објектима; географске информације; акустика у грађевинарству; зградарство и радови у грађевинарству; техничке мере заштите од пожара грађевинских конструкција и објеката; хидрометрија; елементи за зидање и покривање кровова; керамичке плочице; конзервација културног наслеђа; основе прорачуна конструкција, дејства на конструкције и сеизмички прорачун; пројектовање бетонских конструкција; челичне конструкције, спрегнуте конструкције од челика и бетона и алуминијумске конструкције; прорачун дрвених и зиданих конструкција; санитарна опрема; инжењерство отпадних вода; димњаци; материјали за путеве; и флексибилне траке за хидроизолацију.“<sup>130</sup>

---

<sup>130</sup> Институт за стандардизацију Србије, План доношења српских стандарда и сродних докумената за 2016“, Београд, стр. 17.

## 8. ШКОЛСКИ СПОРТ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

### 8.1. Значај и улога спорта у развоју деце и омладине

Спорт је најраспрострањенији облик модерне телесне културе. „Спорт је растући социјални и економски феномен који увелико доприноси стратешким циљевима солидарности и напретка Европске уније“.<sup>131</sup> Развијањем спорта подстиче се мир и разумевање између различитих култура и нација, као и образовање младих људи. Спортске активности су корисне за развој личности, очувања здравља, побољшање физичких квалитета и квалитета живота. У спорту могу учествовати деца, млади и стари људи, мушкарци и жене, „људи различитог друштвеног статуса и миљеа, милиони људи из свих држава и са свих континената“.<sup>132</sup>

Спорт би се могао описати као васпитно-друштвена институција за физичко и духовно усавршавање личности. Спорт се испољава у различитим облицима телесних вежби игара, кретања, такмичењима између појединаца и тимова и можемо рећи да представља најраспрострањенију форму модерне телесне културе. Спорт је намењен људима свих доби, националности и друштвеног статуса. У међународној повељи о људским правима донетој 1978. године бављење спортом је дефинисано као основно људско право које мора бити загарантовано кроз образовни ситем и друге димензије друштвеног живота. Највише пажње мора се обратити на младе да би им се пружила могућност да развију своје личности кроз адекватно физичко образовање. Под спортом би се могле подвести све физичке активности које могу бити организоване или неорганизоване, а имају за циљ побољшање физичког, менталног здравља и друштвене интеракције. Спорт можемо грубо класификовати на школски, такмичарски и рекреативни.

Савремени стил живота умногоме се ослања на појачану механизацију, коришћење моторних возила, електричних уређаја у домаћинству, компјутера, мобилних телефона, друштвених мрежа и повећан интелектуални рад. Све су ово елементи који су допринели смањењу физичких напора и повећању неактивног животног стила код одраслих и деце. Према проценама Светске здравствене организације, на свету постоји 800 милиона гладних и неухрањених људи и милијарда гојазних људи.

Факултет спорта и физичког васпитања у Новом Саду и Медицински факултет у Београду спровели су 2015. године истраживање о гојазности деце као део пројекта у склопу Светске здравствене организације. На територији Републике Србије тестирано је 5.102 ђака из 42 школе. Тестирани су ученици првог и другог разреда основне школе. Резултати истраживања показали су да је чак 35% деце гојазно. Овај проценат је

<sup>131</sup> European Commission, White paper on sport COM(2007)391: White Paper – White Paper on Sport {SEC(2007)932}{SEC(2007)934}{SEC(2007)935}{SEC(2007)936}

<sup>132</sup> Др Ђурђевић, Н., 2010, *Међународно-правни аспекти односа спорта и здравља*, Гласник права, УДК: 796/799:613]:341(ИССН 1821-4630 (online)), Правни факултет Универзитета у Крагујевцу.

забрињавајућ и представља највишу стопу гојазности у Европи. Као главни узрочници гојазности издвојили су се лоша исхрана, мањак физичке активности и генетски фактор.

Користи од бављења спортом су вишеструке. Оно подстиче правилан развој личности, охрабрује тимски рад, стицање самопоуздања и већег личног задовољства, али и очување здравља. Код младих и деце, спорт и физичко образовање играју важну улогу у спречавању психофизичких обољења и спречавања делинквенције. Промоцијом спорта посебно код школске деце стварају се добре навике које имају дугорочно позитивне последице. Промоција и подршка спортској активности подиже ниво јавног здравља, продуктивности и обезбеђује здравију друштвену средину и мора бити део јавне политике. Можемо рећи да спорт има важну улогу у испуњењу политичких циљева као што су постизање полне равноправности, образовања, здравствене и социјалне заштита.

Спорт мора бити доступан свима под једнаким условима. Бављењем спортом негују се спортски дух и култура које карактеришу поштење, здравље, етика, тимски рад, једнакост, поштовање правила и ауторитета. Један од главних приоритета државе јесте заштита младих и њихов хармоничан развој. Управо зато би сваки школски програм требало да садржи часове физичког образовања бар два-три пута недељно. Физичким образовањем у школама постиже се усавршавање знања и вештина у спортским дисциплинама и повећању физичких способности деце. Користи од школског спорта су: правилан психофизички развој, стварање позитивних навика код ученика у погледу културе бављења спортом, одржавање физичке кондиције, јачање здравља, неговање тимског духа и дружења деце. Школе као наставно-васпитне јединице имају значајну улогу у развоју деце и обезбеђивању услова да се деца баве спортом на редовним часовима, секцијама и ваннаставним активностима. Циљ школе је мотивисање деце да своје слободно време проведу бавећи се спортом и тиме омогуће њихов правилан развој, као и смањење малолетничке делинквенције.

## ***8.2. Могућност бављења спортским активностима у основним и средњим школама***

Истраживање о стању образовно-васпитних установа у Србији везаним за школски спорт које је спровело Министарство омладине и спорта Републике Србије рађено је на узорку од 1.533 школе. Приказом је обухваћено 29 административних округа.

Према степену урбаности, 906, односно 59,1% испитаних школа припада урбаној средини, док су 627, односно 40,9% школа у руралним срединама. Истраживањем су обухваћене основне и средње школе на територији Србије. Од укупно 1.533 испитане школе, 1.135, односно 74% су основне, а 398, односно 26% су средње школе.

Од укупно 1.533 школе, 559, односно 36,5% нема велику салу; 744, односно 48,5% има велику салу површине мање од 450 м<sup>2</sup>; 230, односно 15% школа има велику

салу површине веће од 450 м<sup>2</sup>. Од 744 школе чија је површина мања од 450 м<sup>2</sup>, 498 сала није опремљено по нормативу, а 246 јесте. У категорији сале већих од 450 м<sup>2</sup>, 107 школа није опремљено по нормативу, док је 123 школа опремљена по нормативу“.<sup>133</sup>

Од укупно 1.533, 1.190 школа, односно 77,6% нема малу салу; 239 школа, односно 15,6% имају малу салу површине мање од 150 м<sup>2</sup>. Само 104 школе, односно 6,8% има малу салу површине веће од 150 м<sup>2</sup>, док 239 школа има сала површине мање од 150 м<sup>2</sup>. Од 239 сала чак 197 није опремљено по нормативу, а само 42 сале задовољавају норму. Од 104 сале површине веће од 150 м<sup>2</sup>, 79 није опремљено по нормативу, а 25 задовољава норму.

Од укупно 1.533 школе, само њих 12 имају базен, од чега је пет из београдског, два из шумадијског округа, и по једна из пећког, средњебанатског, златиборског и борског округа, од чега је седам базена опремљено по нормативу, а пет није. Само 42 школе поседују теретану, при чему је највише концентрисано у београдском (10) и јужнобачком округу (6). Седамнаест од 42 школе имају теретану опремљену по нормативу, а 25 нема.

„Од 280 основних и средњих школа у Београду, педесетак нема физкултурну салу, а просечна старост опреме у онима које је имају је око 30 године.“<sup>134</sup> Према наводима Маринке Тепић, покрајинске секретарке за спорт и омладину, „чак 110 школа у Војводини нема ни салу за физичко васпитање ни спортски терен у школском дворишту.“<sup>135</sup>

„Најстарија школа у Србији, основна школа “Краљ Петар Први”, прославља 295 година постојања, док је 70% објеката за образовне намене у Србији старије од пет деценија. Изградња школа у Србији масовно је почела по завршетку Другог светског рата, а од тада је на њиховој обнови или доградњи јако мало учињено. Од 4.500 школских објеката, само једна трећина задовољава основне стандарде, а готово 200 уопште нема воду. Проблем је нарочито уочљив у руралним подручјима где су ђаци принуђени да користе пољски тоалет, часови физичког се одржавају у школском дворишту уколико није много хладно или их избацују из распореда.“<sup>136</sup>

### **8.3. Стратегија развоја спорта**

Један од основних услова за спровођење активности из области спорта и физичког васпитања у школама је „постојање довољног броја спортских објеката“.<sup>137</sup> Спортски објекат је простор намењен за спровођење спортских активности. „Спортски објекти својом структуром, планираном наменом и функционалним статусом одређују,

---

<sup>133</sup> Министарство омладине и спорта Републике Србије, 2014, Истраживање стања образовно-васпитних установама у Србији везаним за школски спорт, Београд, стр. 4.

<sup>134</sup> Илић, Ј., Лазаревић, З., 2010, Свака пета школа нема салу за физичко, „Блиц“ новине, 11. 02. 2010.

<sup>135</sup> Бета, 2015. Чак 110 школа на територији Војводине нема салу за физичко, „Блиц“ новине 16. 06. 2015.

<sup>136</sup> Телеграф, 2014, Скандалозно: чак 70% школа изграђено средином прошлог века, 21. 09. 2014.

<sup>137</sup> Доц. др Туфегџија, М., 2012, Менаџмент спортских објеката и догађаја, Паневропски универзитет АPERION.

у великој мери, планско-програмску оријентацију код израде спортских програма на свим нивоима организовања.“<sup>138</sup>

Према потребама корисника, спортски објекти могу се класификовати на: објекте намењене спорту у школама; објекте намењене масовном спорту и рекреацији и објекте намењене такмичарском спорту. Изузетак чине спортски центри који својим карактеристикама омогућавају бављење школским, рекреативним и такмичарским спортом на једном месту. Спортски објекти представљају значајан материјални ресурс који је неопходан за свакодневно неометано бављење спортом. Њихова сврха је да на најбољи начин одговоре потребама друштва и грађана као корисницима њихових услуга.

При пројектовању спортских објеката, они морају да задовоље читав низ критеријума у погледу безбедности – санитарних, техничких и других, законом прописаних карактеристика. Непостојање адекватних спортских објеката делује дестимулативно на децу, омладину и грађане да се рекреативно или професионално баве спортом. Обезбеђивање функционалних спортских објеката захтева знатна материјална и буџетска улагања.

Полазећи од значаја спорта за “здравље нације, социјалну интеграцију, међународни престиж и афирмацију, национални понос, осећање припадности, морал и друге вредности од општег интереса“,<sup>139</sup> неопходно је да држава учествује у стварању адекватних услова за развој спорта. У Стратегији развоја спорта у Републици Србији за период од 2014 до 2018. године наводи се: „Стратегије ће своје деловање усмерити на приоритете: развој спорта деце и омладине, укључујући школски спорт и развој и унапређење спортска инфраструктура.“<sup>140</sup>

Због великог броја спортских објеката, који су у веома лошем стању, стратешко опредељење државе, на првом месту, јесте реконструкција постојећих, а затим и изградња нових мултифункционалних објеката и националних тренинг центара. Стратегијом се планира „спровођење мера чији је циљ обезбеђивање доброг управљања спортским капацитетима, уштеде енергије и њихово безбедно и потпуно коришћење“<sup>141</sup>.

У највећем броју случајева, спортски објекти су јавни објекти, односно у власништву локалних самоуправа, града или јавних институција. Они се граде за употребу од стране локалног становништва. „Изазови у финансирању спорта су вишеструки: девастирана економија и пад стандарда; неадекватна или недостајућа спортска инфраструктура; финансијски слабе јединице локалних самоуправа.“<sup>142</sup>

---

<sup>138</sup> Мр Шурбатовић Ј., 2014, *Менаџмент у спорту*, 7.1 Менаџмент спортских објеката, стр. 1.

<sup>139</sup> Република Црна Гора, 2011, Национални програм развоја спорта у Црној Гори-Предлог, стр. 1.

<sup>140</sup> Влада Републике Србије, 2014, Стратегија развоја спорта у Републици Србији за период 2014–2018. године. (Сл. гласник 1/2015). Приоритети стратегије, стр. 16.

<sup>141</sup> Влада Републике Србије, 2014, Стратегија развоја спорта у Републици Србији за период 2014–2018. године. (Сл. гласник 1/2015). Развој и унапређење спортске инфраструктуре, стр. 21.

<sup>142</sup> Влада Републике Србије, 2014, „Стратегија развоја спорта у Републици Србији за период 2014–2018. године. (Сл. гласник 1/2015). Финансирање спорта, стр. 8.

#### 8.4. Типови најчешће грађених спортских хала

Спортски објекти обухватају све просторе на којима се могу изводити различите спортске активности и деле се на:

- објекте намењене спортовима на отвореном простору и
- објекте намењене спортовима у затвореном простору.

У Србији влада умерено-континентална клима, с мање или више израженим локалним карактеристикама. На климу делују разни параметри климе као што су: географски положај, рељеф и локални утицај, расподеле ваздушног притиска већих размера, експозиција терена, присуство речних система, вегетација, урбанизација и друго. Просечна годишња температура одређује се у односу на податке добијене у периоду од 30 година (1961–1990).

„Просечна годишња температура ваздуха зависи од надморске висине. Апсолутни максимум температуре у периоду 1961–1990. измерен је у јулу и креће се у интервалу од 37,1 до 42,3° С у нижим пределима, док се у планинским подручјима креће од 27,6 до 34,0° С. Апсолутне минималне температуре регистроване су у јануару, у опсегу од -30.7 до -21.0° С у нижим пределима, док се у планинским подручјима крећу од -35,6 до -20.6° С. Већи део Србије има континентални режим падавина, са већим количинама у топлијој половини године, изузев југозападних крајева, где се највише падавина измери у јесен. Најкишовитији је јун, када у просеку падне 12–13% од укупне годишње суме падавина. Најмање падавина имају месеци фебруар и октобар. Појава снежног покривача карактеристична је за хладнији део године, од новембра до марта, а највећи број дана са снежним покривачем је у јануару.“<sup>143</sup>

На основу података из Републичког хидрометеоролошког завода о просечним температурама и количинама падавина, можемо закључити да је услед карактеристика локалног климатског поднебља немогуће вршити основне спортске активности на отвореном простору у континуитету током целе године. Из наведеног постоји неопходност за изградњу затворених спортских објеката који ће бити предмет анализе овог рада. „Затворени јавни спортски објекат јесте објекат који представља физичку, функционалну и техничко-технолошку целину са свим инсталацијама, постројењима и опремом намењен за обављање одређених спортских активности (хале, базени, спортске сале и сл.).“<sup>144</sup>

Спортски објекти захтевају и подразумевају постојање великог затвореног простора, такозваног чистог простора без стубова или сличних ограничавајућих елемената. Велики „чисти“ простори су погодни за спровођење више врста спортова, великог су распона, али и значајно скупљи услед решавања проблема статике. Једини тип објеката који испуњава горе наведене услове и погодан је за бављење великим

<sup>143</sup> Републички хидрометеоролошки завод, Основне климатске карактеристике на територији Србије.

<sup>144</sup> Правилник о коришћењу јавних спортских објеката и обављању спортских активности у јавним спортским објектима, члан 7.

бројем спортова јесу спортске хале. Најчешће грађени типови хала у Републици Србији су:

- балон хала с дрвеном конструкцијом;
- челична хала са сендвич панелима;
- класично зидана хала с челичним кровом;
- префабрикована хала од армирано-бетонских елемената и
- префабрикована хала од фероцементних сендвич елемената.

#### **8.4.1. Балон хала с дрвеном конструкцијом**

Балон хала спортске намене је привремени, „монтажно-демонтажни објекат пресостатичке или лаке конструкције (метална, дрвена) са прекривачем од импрегнираног или пластифицираног платна намењен за обављање спортске активности у току целе године“.<sup>145</sup> У овим објектима спољни и унутрашњи притисци су изједначени. За потребе овог рада биће разматрана само балон хала с дрвеном конструкцијом. Носећа конструкција овакве хале је великих распона, лучна, па је немогуће обезбедити природну дрвену грађу тих димензија и облика. Управо то је разлог зашто се у овом типу објеката користи ламелирано дрво које се лако производи у статиком условљеним димензијама, односно габаритима. Ламелирано дрво је с аспекта статике боље од природног дрвета, униформног је квалитета (нема утицаја оријентације година, чворова) и боље је носивости.

Ламелирани дрвени елементи чине фамилију решеткастих носача који се производе индустријским путем у великим серијама, транспортују до градилишта и монтирају на објекту, по правилима који важе за отворену префабриковану градњу. Конструктивни систем представљен је решеткастим носачем с потпуном или делимичном триангулацијом штапова испуне. Статички систем, поред просте греде, која чини стандардни статички систем, може бити и полигонална проста греда, као и двозглобни и трозглобни лук. Ламелирани дрвени носачи се прорачунавају за стална кровна оптерећења и прописана климатска оптерећења. За статичке утицаје димензионишу се штапови појаса – лукови и штапови испуне.

У складу са одредбама JUS U.D0.001 001 за израду дрвених конструкција, тј. ламелирано дрвених конструктивних елемената употребљава се четинарска грађе (јела, смрека) друге класе, док се за штапове испуне може користити тополова грађа друге класе, чиме се обезбеђују повољне цене. За чворне силе прорачунава се веза штапова металним конекторима. Конектори могу бити назубљени чешљеви који се утискују у спојно место под пресом или обичне челичне плоче које спајају оба елемента у спој, а

<sup>145</sup>Одлука о постављању балон хала спортске намене на територији града Београда (Сл. лист града Београда бр. 10/2011, 51/2011, 10/2014), члан 2.

фиксиране су машинским шарафима потребног пречника. Толеранција при изради ламелираних конструктивних елемената је 1:1000, односно толеранција на распону од 17 m (1.700 cm) је скоро 2 cm. Док је за кројење штапова испуне–укруте дозвољена толеранција  $\pm 1,0$  mm.

Након производње у фиксним шаблонима и радионичким условима, транспорт ових елемената је веома сложен. Транспорт носача до градилишта, као и вертикални транспорт на објекту мора бити тако организован да искључи сваку могућност оштећења штапова или чворних веза носача. Носачи се транспортују у положају у коме ће бити изложени оптерећењу током експлоатације, иначе ће у противном доћи до деформације и лома. За камионски транспорт морају се обезбедити ослонци носача у пројектованим или привременим чворовима. Уколико се уводе привремени ослонци, допунским статичким прорачуном мора се доказати стабилност система у транспорту у износу двоструке тежине самих носача.

Ламелирани дрвени носачи до потпуне уградње су равански и не трпе оптерећења ван осе носивости. Услови монтаже морају се дефинисати посебним пројектом монтаже који је дужан да изради монтажер конструкције, према локалним условима на градилишту. Овим пројектом морају се дефинисати хоризонтални и вертикални транспорт на градилишту, употреба скеле, евентуална употреба специјалне опреме и алата. Ослоначке везе и везе дрвених елемената међусобно, укључујући и спрегове за укрућење морају се извести према пројекту и прорачуну веза и ослоначких веза.

Приликом обликовања конструкција од дрвета обично се користе комбиновани системи носача у објекту. Систем примарних и секундарних носача повезује се у просторно стабилан систем. Примарни носачи у анализираној хали су лукови на три зглоба просечног пресека 70x16 mm, осовинског растојања 4 m. Просторно стабилна рамовска конструкција може бити састављена из разнородних раванских статичких система. Применом раванских статичких система намеће се и потреба за обезбеђењем просторне стабилности објекта, која се постиже спрезањем суседних главних носача, ткао што се ангажују главни носачи као појасеви просторне решетке секундарних носача који су у анализираном објекту 12x16 mm. Такође је неопходно поставити додатне челичне или дрвене елементе као затегнуте дијагонале у просторној решетки коју формирају примарни и секундарни носачи. Формирањем система статички еквивалентног просторној решетки у пољу или пољима конструкције се обезбеђује постојање непокретних тачака. Овим путем се конструкцији омогућује пријем пројектованог оптерећења. Вертикалне терете прихвата равански статички систем, а хоризонталне утицаје прихватају спрегнута поља радом и понашају се као просторна решетка.

Постоје три типа материјала који се користе за покривање објеката с дрвеном ламинираном конструкцијом: полиестер PVC, фибер-стакло пресвучено силиконом и тефлонски материјали пресвучени фибер-стаклом. PVC материјали су најјефтинији и најчешће коришћени материјали за балон хале, али имају најкраћи животни циклус. Својства која чине тканине атрактивним за коришћење у грађевини су њихова ниска



маса и транспарентност. Лоша страна оваквих објеката јесте што могу брзо реаговати на промене температуре у спољној средини, што битно утиче на комфор корисника објекта. Као резултат тога, температура је сасвим другачија у зависности од облачности, брзине ветра, интензитета сунца и сл. Потребно је више енергије да се објекат угреје или расхлади и скоро је немогуће одржати оптималну температуру и влажност ваздуха. Добре стране овог типа хала је веома брзо пројектовање и монтажа као и брза демонтажа.

Анализирајући балон хала у овом раду је с носећим луковима од лепљеног ламелираног дрвета (ЛЛД) 70\*16 mm, што је минимални пресек за предвиђени распон, подужним гредама ЛЛД 12\*16 mm, према референцама изграђених објеката, а покривена једним слојем PVC платна.



*Слика 7. Изглед типичне балон хале с дрвеном конструкцијом*

*Извор: SSAM PLAST d.o.o. Jelah – Теџанј – дрвене и металне конструкције за мали фудбал*

#### **8.4.2. Челична хала са сендвич панелима**

Челик је материјал који се вековима користи у градњи због својих изузетних техничких својстава. Он подноси велика затезна напрезања и веома је прилагодљив потребама и захтевима корисника. Свака челична хала састоји се од примарне и секундарне конструкције.

Примарна конструкција се састоји од носивих оквира и стабилизацијских елемената који осигуравају стабилност зграде и преносе оптерећење на армирано-бетонске темеље. Секундарну конструкцију чине кровна фасада и потконструкција фасаде. Челична конструкција се затим попуњава водоотпорним челичним панелима. „Панели се састоје од два плитко профилирана, обострано поцинкована (од 275 g/m<sup>2</sup>) и обојена челична лима (0,5 mm–0,7 mm дебљине) с ојачањима, изолативног незапаљивог језгра од ламиниране минералне вуне (50–240 mm дебљине, специфичне тежине 120 kg/m<sup>3</sup>)“.<sup>146</sup> Сва три слоја повезана су у компакт сендвич елемент, који осигурава

<sup>146</sup> Тримо Хрватска, 2010, Изоловани фасадни материјал – технички подаци.

потребну носивост, непропусност и компактност. Језгра израђена од незапаљиве ламелиране вуне дају топлотну и звучну изолацију, као и високу ватроотпорност сендвич елементима. Објекат је фундиран у темељима самцима који су у подужном правцу повезани гредама.

Анализирана конструкција хале је габарита 17x36 m, висина 6 m–6,20 m, док је подужни осовински растер 6 m без међу стубова, са шест поља. Хала је једнобродна, а систем рамовски са стубним уклештењем у темеље и зглобним везама стубова и ригли. Пошто се хала не предвиђа за продужење, конструкција калкалних зидова је засебна конструкција и прима део утицаја с крова. Сви конструктивни носећи елементи су топло ваљани челични елементи. Главни рамовски двозглобни носач је профил IPB 160, док је главни распонски носач IPE 300 профил с пратећим увареним косницима и с роњачама у свим пољима. На темену се на профиле варе спојни комади и остварује прирубничка веза за формирање коначног распона. Попречни кровни спрег је од IPE 100 профила са затегама у кровној равни. У кровној равни постављене су затеге у виду округлог челика пречника D 20 с механизмом за затезање. Затеге се постављају целим распоним и имају функцију да спрече извијање у кровној равни. Прва поља с обе стране се ојачавају косницима НОР D 3 mm дебљине који у равни са затегом формирају троугласту решетку.

Кровни покривач је описани челични сендвич панел. Панели се спајају за роњаче завртњима на размаку који је препоручено прозвођач, а код слемена и руба калкана гушће, због сигурности и предострожности од одизање кровног покривача услед дејства ветра. Челични сендвич панели се као фасадна облога постављају од доле ка горе и спајају за фасадне ригле на сваки метар са скривеним завртњима. Све везе код, око и испод прозора и отвора предвиђене су са по два завртња због предострожности од чупања фасадне облоге услед дејства ветра.

Калкански стубови су предвиђени од топло ваљаних профила IPE 220. Статички систем стубова је континуална греда преко два поља. Ослонци стубова формирају темељ, хоризонтални спрег уз калкан и попречни кровни спрег. Висина стубова је променљива (6–6,2 m), зависно од положаја. Ригле у калкану су предвиђене према диспозицији, док је статички систем ригле проста греда. Монтирање ригле предвиђено је завртњима класе 4.6 за челичне лимове, који су заварени на спољашњи појас фасадних стубова. Ради лакше монтаже фасадне облоге на калканима се за горњи појас спољашњег главног везача варе у профил чија је спољна ивица у истој равни са спољашњом ивицом фасадних ригли.

Анализирана хала је у складу са спецификацијама добијеним из референци извођача, при чему су носећи стубови типа IPB 160, хоризонтална укрућења IPE100, а распонске носеће греде IPE 330, са свим спојним елементима. Панели се на изграђену конструкцију постављају помоћу шрафа како на зиду, тако и на крову. Спојеви се остварују преклопом сендвич елемената, а спој изнад централне греде слемењачом. Спој зидова и крова регулисан је заптивним лајснама, при чему сваки продор представља термички мост и могућност појаве кондензације. Сви тачкасти и линијски губици су занемарени у раду.



Слика 8. Изглед типичне челичне хале са сендвич панелима  
Извор: Unimont d.o.o – металне хале

#### 8.4.3. Класично зидана хала с челичним кровом

Овај тип спортске хале грађен је класичним системом градње тракастог темеља и носећих зидова од гитер блокова с челичним кровом. Гитер блокови су класични глинени блокови с хоризонталним и вертикалним шупљинама који омогућавају сигурну и економичну израду носећих и преградних зидова. Представљају еколошко прихватљив производ високе трајности и квалитета. Зидови од гитер блокова омогућавају добру паропропустљивост, звучну и топлотну изолацију. Постоји више врста гитер блокова који се међусобно разликују по својим димензијама, али и по распоређености и величини комора које поседују.<sup>147</sup> Гитер блокови могу бити изоловани стиропором или каменом вуном.

За потребе овог рада анализираћемо објекат изграђен од гитер блокова при чему су све испуне, серклажи и стубови изоловани минералном вуном дебљине 10 cm, док је кров решеткаста двослојна челична конструкција од „биндера“ изолован са 15 cm, како би изолација била према важећем Правилнику.

Објекат је темељен на темељним зидовима с Т контрагредом. на местима вертикалних АБ стубова папучом у ширини греде. Скривене греде у АБ подној плочи предвиђене су као спрега сваке наспрамне папуче. Верикални АБ стубови су 30x30 армирани GA 400/500-2 арматуром на сваких 4 m осно. Хоризонтални серклажи су лоцирани на 3 m висине и на врху спољних зидова d=25cm. Сва испуна гитер блокова је 30 cm дебљине. Додатни серклажи су предвиђени изнад свих светлих отвора у дужини за 50 cm преко отвора с обе стране.

На свим зидовима целог објекта предвиђена је контактна фасада од тврде минералне вуне. Све зидове је неопхоно претходно обрадити фасадним лепком за

<sup>147</sup> <http://gradjevinskimaterijali.rs/proizvod/giter-blokovi/> (Приступ: 30. 05. 2015)

минералну вуну, затим извести лепљење плоча минералне вуне, нанети лепак за армирање и утиснути арматурну мрежицу од стаклених влакана. На местима ослањања кровне решеткасте конструкције на калканском зиду постављају се челичне анкер плоче уварене за арматуру стубова и серклажа. Носећу конструкцију чине рожњаче, кровни везачи, попречни кровни спрегови, подужни кровни спрегови и вертикални стабилизациони спрегови. Нагиб крова је предвиђен 6% на две воде, при чему је горњи појас решетке у предвиђеном паду, а доњи појас у равни с подом. Главни носачи су трапезасти, полигонални решеткасти носачи с горњим појасом у нагибу. Пројектовани су као лаки решеткасти носачи без чворних лимова, равански двопојасни. Појасни штапови су предвиђени од два „U“ профила унутрашње мере 80x30 mm спојени по доњој основи на који начин чине једнозидни профил од 80x60 mm. Штапови испуне су квадратне цеви 80x40 mm, што је минимално за разматрани распон.

Основу система крова представљају кровни панели СНВ стандардне модуларне ширине 1.000 mm, а потребне дужине (8,5 m). Причвршћени су на кровне греде, које су постављене на одређене раздаљине по крову. Састоје се од једног плитког и једног дубоко профилисаног, обострано поцинкованог и обојеног челичног лима дебљине 0,5 mm. Дозвољене раздаљине између ослонаца се одређују у зависности од изабране дебљине панела, оптерећења и ширине ослонца у овом случају по два завртња на панел у сваком положају, на сваки метар. Минимална ширина налегања на међуослонцу је 60mm и кровни панели СНВ се шрафе у рожњаче од 80mm.

Лимови се постављају помоћу шрафа на крову испод којих се поставља изолација од минералне вуне преко које се поставља завршни слој. Спојеви се изнад централне греде покривају слемењак и битуменским тракама, а спој зидова и крова заптивним лајснама при чему би правилном конструкцијом требало да су елиминисани тачкасти термички мостови, док линијски на споју крова и зидова и даље постоје. Сви линијски губици су занемарени у раду.



*Слика 9. Изглед типичне зидане хале с челичним кровом  
Извор: Спортска дворана Груде, ФБиХ*

#### 8.4.4. Префабрикована хала од армирано-бетонских сендвич елемената (АБ)

Хале грађене од префабрикованих армирано-бетонских сендвич елемената се састоје од два бетонска слоја која су међусобно раздвојена слојем изолације. Ови елементи могу се користити као носећи зидови, греде или унутрашњи зидови. Интересовање за сендвич панеле је у константном порасту последњих година јер представљају економичне, атрактивне и енергетски ефикасне зидове који се могу користити, како за хале, тако и за стамбене зграде. „Енергетска ефикасност ових елемената зависи од конектора који спајају елементе као и изолацију.“<sup>148</sup> Иако на тржишту постоји више врста и типова изолација, бетонски сендвич панели користе тврде изолације јер су њихова својства најкопатибилнија са бетоном у погледу влажности, упијања, стабилности, димензија и савитљивости. Најновија технологија израде бетонских елемената је тзв. hollow core, односно остављање шупљина у средишњем делу елемента ради уштеде у материјалу и тежини. Ова технологија захтева преднапрезање у зони растезања (доња зона), док се елемент може стандардно армирати у зони сабијања.

У раду је анализирана армирано-бетонска монтажне хала квадратне основе димензија 48x17 m, висина у слемени износи 6,85 m, а светла висина унутар објекта је 6,0 m. Хала је једнобродна с подужним осовинским растером од 6,0 m. Армирано-бетонска хала састоји се од следећих међусобно повезаних елемената: секундарних кровних греда, главног кровног носача, стубова, темељних чашица, темељних греда и кровних и фасадних панела. Статички састав чине АБ конзолни стубови (систем обрнутог клатна). Армирано-бетонска кровна гредица је Т попречног пресека димензија 27/35 cm, дужине 6 m. Израђена је од бетона С 25/30 у металној оплати и армирана према приложеном прорачуну. Ослања се на главне кровне носаче, а усвојена вредност прорачунских размака износи 2,3 m.

Армирано-бетонски главни кровни носач је Т попречног пресека распона 17 m. Горњи појас трапезног носача нагнут је под углом од  $6^{\circ}$ , висина попречног пресека греде износи 92 cm, а одабрани разред притисне чврстоће бетона је С 25/30. Армирано-бетонски монтажни стубови су квадратног попречног пресека димензија 60/60 cm, а висине 6 m. Израђени су од бетона С 25/30 у металној оплати и армирани према приложеном прорачуну. Плитки темељ изведен је у облику спољашње монтажне чаше на које се ослањају темељне греде попречног пресека 20/60 cm. Димензије темељних чашица и темељних стопа дате су према прорачуну. Одабрани разред притисне чврстоће бетона темељних чашица и греда је С 25/30, а изведени су у металној оплати и армирани према прорачуну.

---

<sup>148</sup> Seeber, K., 1997, State-of-the-Art of Precast/ Prestressed Sandwich Wall Panels. *PCI Committee Report*, second edition, стр. 33.



*Слика 10. Изглед типичне хале од армирано-бетонских префабрикованих елемената*

*Извор: Ширбеговић инжењеринг ФБиХ*

#### **8.4.5. Префабрикована хала од фeroцементних сендвич елемената (ФЦ)**

Фероцемент је атрактивни грађевински материјал широких могућности, употребе и пожељних физичко-механичких својстава. „Фероцемент је врста ситнозрног танкослојног бетона, армираног вишеслојном рабик мрежом и једним слојем арматурне мреже.“<sup>149</sup> Уграђена арматура лако се савија у финални облик, па се фероцемент може употребљавати за израду закривљених плоча различитих намена. Фероцемент је изузетно издржљив материјал с веком трајања од око 200 година, о чему сведочи и „барка коју је од фероцемента саградио Луи Ламбо 1841–48“<sup>150</sup> у Француској, која је и даље функционална и изложена у музеју у Паризу. Постоје пет метода производње фероцементних структура:

- метода скелетне арматуре;
- метода затвореног калупа;
- методе отвореног калупа;
- методе интегралног калупа;
- МСсистем градње.

Од горе набројаних метода као најједноставнији и најефикаснији у пракси се показао МС систем градње, који ће бити подробније описан у даљем тексту.

Анализирана хала је полуцилиндричног облика, правоугаоне основе, димензија 17x48 m највеће лучне висине 8,5 m. Цела хала је изграђена од префабрикованих

<sup>149</sup> [http://ferrocement.com/Page\\_1/english.html](http://ferrocement.com/Page_1/english.html) (Приступ : 10. 10. 2015)

<sup>150</sup> The University of Alabama in Huntsville, 2014, 1848 - The First Photograph of a Concrete Canoe, Алабама.

танких, термички изолованих армирано-бетонских елемената правоугаоног облика, димензије 1,80 m x 3,80 m, који истовремено чине и зидове и кров хале. Елементи су префабриковани, трослојни, армирано-бетонски, монтажни, термоизоловани, „сендвич“ типа. Основа елемената израђена је од армираног бетона у облику правоугаоне љуске ојачане ребрима по ивицама. Други слој је ватроотпорни термоизолациони слој који обезбеђује да је коефицијент провођења топлоте елемената  $k < 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Трећи слој је заштитна армирано-бетонска плоча.

Елементи су монолитизовани у два правца: у попречном правцу, лучним носачима од армираног бетона трапезног попречног пресека ширине 20–32 cm, висине 42 cm, који уједно чине и носећу конструкцију хале, а у подужном правцу гредама интегрисаним у елемент попречног пресека ширине 6–16cm, висине 25 cm који представљају подужно укрућење конструкције. У попречном пресеку, облик хале је полукружни, спољног пречника 17 m и чине га 14 међусобно спојених и монолитизованих елемената. У подужном правцу, халу чини 12 једнаких ламела, осовинског растера  $l=4,00 \text{ m}$ .

Постоје два типа елемената – пуни и елемент с отвором за кружни прозор пречника 94 cm, који омогућава природно осветљење хале. Такве елементе садржи свака ламела према захтевима унутрашњих просторија. Сва стакла на плашту хале су постављена у већ постављене PVC или алуминијумске рамове застакљене термо пакетом 6+14+4+14+6 mm, при чему су оба крајња стакла сигурносна. Два калканска зида су полукружног облика, висине 8,50 m, класично зидана стандардним елементима за зидање зидова и укрућена с вертикалним и хоризонталним серклажима према статичком прорачуну. Питање термоизолације решено је самим елементима, термоизолационим слојем од симпролита дебљине 15 cm, уз додатак заштите термичких мостова на местима монолитизације чиме се постиже елиминација термичких мостова целог објекта.

Како су сами елементи веома лагани у поређењу са стандардним АБ префабрикованим елементима, објекат је темељен на две основне контрагреде, ширине стопе 150 cm и дубине фундарања 89 cm. Контрагреде су повезане армирано-бетонском плочом дебљине 15 cm, док су све унутрашње преграде темељене према статичком прорачуну за дато оптерећење као посебни статички систем. Мала тежина елемената са 1.4 t и полуцилиндрични облик обезбеђује објекту мали моменат инерције и ниско тежиште. Статички систем хале чини умрежена армирано-бетонска решетка састављена од АБ лукова на свака 4 m по подужној оси хале, умрежених са АБ гредама на свака 2 m по оси лука. Тиме је обезбеђен изузетно стабилан статички систем хале и висок ниво резистентности на земљотресе. Поред наведених карактеристика, аеродинамични облик обезбеђује висок ниво отпорности на олујне ветрове.

Коришћење армираног бетона и ватроотпорног термоизолационог материјала обезбеђује објекту висок ниво отпорности на пожар. Лаки стиро-бетон и завршни, трећи слој елемената штите носећу конструкцију од утицаја сулфата, нитрата, односно агресивне средине чиме је знатно продужен животни век објекта. Усвојени полуцилиндрични облик хале боље решава проблем статике, а истовремено за трећину

смањује утрошак цемента и челика за изградњу у поређењу с квадратном формом. Овим обликом за исту површину пода смањена је површина спољашњих зидова за 21,5%, а самим тим и топлотни губици у истом односу.

Полуцилиндрична форма истовремено омогућава приближно три пута мању површину стаклених површина (прозора) за исту јачину светла у унутрашњости објекта чиме су топлотни губици кроз стаклене површине знатно смањени. Термоизолација самогасивим стиродуром  $d=10$  cm је предвиђена за затварање термичких мостова на делу монолитизованих спојева конструкције. Термоизолација лаким стиро-бетоном у дебљини од 15 cm дата је у склопу сендвич фасадних елемената. Калкански зидови су израђени од опекарских блокова и изоловани комбо плочама од стиропора дебљине 10 cm, обложеног лаким стиро-бетоном дебљине 5 cm, које су такође ватроотпорне.

Овим избором материјала и форме омогућена је велика уштеда у енергији – 35% током изградње и 50% кроз експлоатацију. Употреба цемента смањена је приближно за 36%, а челика за 35%. Тиме је укупно остварено смањење емисије  $CO_2$  за 41%. Термоизолациона својства хала и једноставна могућност експлоатације обновљивих извора енергије даје им печат одрживе градње. Карактеристике оваквих објеката омогућају монтажу свих типова соларних панела директно на плашт хале без постављења носивих потконструкција, а јединствени унутрашњи простор омогућава једноставније коришћење централних система ваздушног грејања чиме је омогућена повољна експлоатација соларних и геотермалних извора енергије.

Хала грађена МС системом је монтажног типа. Њу чине фероцементни, монтажни, термоизоловани елементи сендвич типа (за целу халу постоји само један тип) у облику правоугаоне љуске ојачане по ивицама ребара. Дебљина носеће фероцементне плоче елемената је 3 cm. На ове елементе, у фази производње, док су још у челичном калупу наноси се слој термоизолационог материјала, који чине стиропор дебљине 10 cm, у облику саћа, и „симпролит“, маса дебљине 5 cm, која везује стиропор, а истовремено везује цео елемент у јединствену целину. Исто тако, у калупу се наноси и завршни слој (спољни) од фероцемента с ливеним полимерним бетоном дебљине 2 cm, који је уједно и заштитни слој. Иако се користи стиропор у елементима, они су потпуно ватроотпорни јер је стиропор утопљен у симпролит, чиме је спречено присуство кисеоника у стиропору. Механички је заштићен од свих утицаја, а мостовима од симпролита обезбеђена је паропропусност и поред велике дебљине стиропора. Тако израђени елементи се транспортују до градилишта, монтирају преко помоћне челичне конструкције и директно повезују с армирано-бетонским полигоналним луком, који се формира на лицу места.

Сами елементи чине већи део оплате, па је израда лучних армирано-бетонских лукова веома једноставна. Сви лукови су истих димензија, трапезног облика, ширине 20–34 cm, а висине 42 cm. Затварање калкана је сендвич зидом који се састоји од: малтера 2 cm, опекарског блока 25 cm, термоизолације комбо плочама 15 cm, које су израђене, као и изолациони слој самих елемената, фасадне мрежице и бавалита. Оваква конструкција хале је потпуно отпорна на пожар, земљотресе и све олујне ветрове, укључујући урагане.





*Слика 11. Изглед типичне префабриковане хале од фeroцементних сендвич елемената*  
*Извор: Milinkovic Company*

## 9. ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА ОПТИМИЗАЦИЈА

Доношење одлука је саставни и незаобилазни део пословања који се одвија на свим организационим нивоима и у свим гранама пословања. Више од тога одлучивање представља мисаони процес и незаобилазни део живота. Корене процеса одлучивања можемо наћи тридесетих година XX века, кад је уз помоћ математичких и економских теорија и правила постало могуће упоредити решења и одлучити које од њих је најбоље. Доношење одлуке представља избор између више могућих опција решења одређеног проблема. Проблем одлучивања тежи постизању одређеног циља, односно стању система.

### 9.1. Општи појмови о одлучивању

*Одлука* је резултат одлучивања, тј. избор између унапред дефинисаних алтернатива и доноси се да би се испунили одређени циљеви. Одлука се доноси у процесу одлучивања.

*Алтернатива* представља могућу одлуку.

*Процес одлучивања* представља низ међусобно повезаних и условљених акција чији је крајњи циљ доношење одлуке. У процесу одлучивања врши се избор између унапред припремљених могућности ради постизања циља и решавања проблема.

*Доносилац одлуке* је лице које сноси одговорност и меродавно је да одлучује. Доносилац одлуке може бити појединац или група људи. Основна улога доносиоца одлуке јесте дефинисање критеријума и структуре преференције, као и усвајање коначног оптималног решења. При доношењу одлука треба узети у обзир четири карактеристике одлуке: важност, време, трошкове и сложеност.

*Важност одлуке* разматра се у светлу циљева који се желе остварити доношењем одлуке, као и могућим последицама при спровођењу добре или лоше одлуке. Према важности, одлуке се могу класификовати на стратешке, тактичке и оперативне. Стратешке одлуке су оне које имају дугорочне последице на пословање. Да би се спровеле у дело, стратешке одлуке се даље разлажу на тактичке, које се даље разлажу на оперативне одлуке нижег новца.

*Време.* Ово је битан фактор приликом доношења одлуке. Подразумева време потребно за припрему, као и најбоље време за доношење одлуке, како би се постигли жељени резултати.

*Трошкови.* Подразумевају трошак доношења одлуке, као и трошак доношења погрешне одлуке. При доношењу погрешне стратешке одлуке последице су дугогодишње и исправљање последица произашлих из таквих одлука може бити веома скупо.

*Сложеност одлуке.* Узима у обзир количину и поузданост и познатост података. У односу на сложеност се бира најадекватнији приступ доношења одлуке.

На остваривање задатог циља делује велики број фактора од којих су неки познати, а неки су везани за будућност и непознати. Узевши у обзир да постоји велики број фактора битних при доношењу неке одлуке, у пракси се узимају у обзир само они најзначајнији за доносиоца одлуке у датом моменту. Према степену познавања фактора у односу на које се доносе одлуке, одлучивање се може класификовати на:

- одлучивање при извесности;
- одлучивање при ризику и
- одлучивање при неизвесности.

## **9.2. Теорија оптимизације**

Теорија оптимизације бави се развојем модела и метода којима се налазе оптимална решења математички формулисаних проблема. Теорија оптимизације проучава како да се опише и постигне оно што је најбоље (ако се зна да се разликује и мери шта је добро), а шта лоше. Под оптималним решењем подразумева се најбоље решење које се добија у поређењу с другим могућим решењима, а на основу задатих критеријума. Задатак оптимизације система јесте да се изврши избор најбоље из скупа понуђених или повољних варијанти, у смислу усвојеног критеријума. Таква варијанта назива се оптималним решењем оптимизационог задатка. Процес решавања оптимизационог задатка одвија се у пет корака:

1. формулисање проблема;
2. израда математичког модела који представља реални систем;
3. избор и примена методе и избора алгорита и програма за рачунар;
4. тестирање модела добијеног решења и
5. имплементација.

Према С. Оприцовићу: „У инжењерској пракси планирања система користи се прилаз "дискретних модела" када се, уместо израде свеобухватног математичког модела, пројектују варијантна решења.“<sup>151</sup> Овај приступ решавања оптимизационог задатка одвија се у следећим фазама:

1. формулисање проблема;
2. прикупљање података о систему;
3. дефинисање критеријума за вредновање алтернативних решења;
4. формулисање алтернативних решења;
5. вредновање алтернатива;

---

<sup>151</sup> Оприцовић, С., 1998, Вишекритеријумска оптимизација система у грађевинарству, Београд, стр. 40.

6. оптимизација – избор најбоље алтернативе;
7. завршно пројектовање и
8. имплементација.

### **9.3. Основи вишекритеријумске оптимизације**

“Под проблемом вишекритеријумске оптимизације подразумева се задатак оптимизације две или више функције циља на неком скупу могућих решења“.<sup>152</sup> Општи поступак оптимизације обухвата више активности и није само примена једне математичке методе. Вишекритеријумско одлучивање јесте оно одлучивање у коме се узима у обзир више циљева приликом доношења одлуке, а доносилац одлуке тражи решење које је најбоље по свим разматраним критеријумима и има слободу да прихвати, одбаци или промени решење добијено применом математичког модела одлучивања.

Критеријуми представљају атрибуте који служе да се опишу алтернативе. Важност дефинисаних критеријума зависиће од доносиоца одлуке и његове преференције која је у блиској вези с циљем који жели постићи, системом вредности и другим факторима. Критеријум дефинише квалитет управљања и представља меру за поређење приликом одабира најбоље варијанте. Критеријуми који се најчешће узимају у обзир ради оптимизације су економски, али услед све лошијег квалитета ваздуха, воде, загађења земљишта и повећања сиромаштва јавила се тежња да се осим економског критеријума уведу и други. Критеријуми за оптимизацију често се класификују у следеће категорије: економске, еколошке, друштвено-политичке, техничко-технолошке и социјалне. Критеријуми у оптимизационом моделу служе да се олакша вредновање система и ефеката у односу на систем из околине. У том смислу пожељно је да критеријуми буду добро дефинисани и временски одређени. Приликом дефинисања критеријумских функција треба обухватити што је могуће више релевантних последица активности система који се оптимизира.

Вишекритеријумска оптимизација је сложен процес долажења до решења и одвија се у више фаза и на више нивоа одлучивања. Основи кораци у одлучивању су :

1. Дефинисање циљева и намена система, и индентификација начина постизања жељених циљева.
2. Формални опис система и дефинисање начина вредновања и критеријумских функција.
3. Коришћење постојећих метода оптимизације.
4. Усвајање коначног решења или доношење коначне одлуке.

---

<sup>152</sup> Николић, И., и Боровић, С., 1996, Вишекритеријумска оптимизација. Центар војних школа Југославије, Београд, стр. 199.

5. Ако коначно решење није усвојено, средити ове информације и поновити поступак од другог корака поновним дефинисањем задатака.

Вишекритеријумско одлучивања се примењује на важне стратешке одлуке кад постоји велики број критеријума који се узимају у обзир, као и велики број интересних група тј, доносиоца одлука са супротстављеним системима вредности. Суштина проблема вишекритеријумског одлучивања управо лежи у великом броју супротстављених критеријума. Вишекритеријумска оптимизације представља једну од „најзначајнијих немонетарних анализа данашњице“.<sup>153</sup> Такође, вишекритеријумска анализа наметнула се као погодна за оцену грађевинских пројеката и њиховог утицаја на животну средину“.<sup>154</sup> На нивоу одлучивања доносилац одлуке има кључну улогу. Доносилац одлуке може бити једна особа, али и више особа које могу, али и не морају да познају систем оптимизације. У таквом случају техничка подршка која ће спроводити оптимизацију треба да помогне доносиоцу одлуке да формулишу јасна и кратка решења проблема (алтернатива) и да њихов број буде реативно мали.

Доносилац одлуке у вишекритеријумском одлучивању има задатак да:

- дефинише критеријуме за евалуацију алтернатива;
- одреди релативни значај критеријума и одговарајућих параметара за евалуацију алтернатива;
- дефинише структуре преференције;
- донесе коначну одлуку.

У области вишекритеријумског одлучивања постоје две врсте проблема:

- Вишеатрибутивно одлучивање (ВАО) одговара лоше структурираним проблемима. Атрибути, тј. фактори особине или карактеристике представљају средство оцене нивоа једног критеријума, а бира их доносилац одлуке.
- Вишециљно одлучивање (ВЦО) одговара добро структурираним проблемима. Скуп циљева може бити квантификован, а ограничења су добро дефинисана.

---

<sup>153</sup> Papadopoulos, A., и Karagiannidis, A., 2008, Application of the multi-criteria analysis Method Electre III for the optimization of decentralized energy systems, Omega, 2008, стр. 39.

<sup>154</sup> San-Jose, L. J. T., и Cuadrado, R. J., 2010, Industrial building design stage based on a system approach to their environmental sustainability, Construction and Building Materials, Volume 24, Issue 4, April 2010, стр. 440.

#### **9.4. Трансформација атрибута**

Подаци за конкретни проблем ВАО често могу бити описни, или такве природе да отежавају решавање модела. С тим у вези алтернативе могу бити описане квантитативним или квалитативним атрибутима. Квантитативним атрибутима називамо оне који се могу мерити на такозваним интервалним скалама. У квантитативне атрибуте сврставамо цену, квадратуру, дужину, обим и друге. Насупрот њима, квалитативни атрибути јесу они који се не могу мерити прецизно на интервалним скалама, тј. не могу бити изражени нумерички. Избор атрибута зависи од преференција доносиоца одлуке и одражава циљеве које он жели постићи. Њихов избор је субјективан и њих самостално бира доносилац одлуке. Управо зато атрибути морају бити прецизно дефинисани тако да одражавају суштину проблема.

Да би се успешно применила нека од вишекритеријумских метода за решавање проблема, потребно је извршити одговарајуће трансформације атрибута.

- Квантификација квалитативних атрибута – у случају да су подаци описни (квалитативни), потребно их је превести у бројне податке да би се могла применити нека од метода за решавање ВАО проблема. У ту сврху користе се варијанте скала трансформација.
- Модификација атрибута истог критеријума – може да олакша решавање модела и најчешће је потребно усагласити висину бројних вредности критеријума, односно превести захтев да се одреди минимална вредност неког критеријума у одређивање максималне вредности модификованог (супротног) критеријума.
- Нормализација и линеаризација атрибута – у неком од корака за решавање модела ВАО већина ефикасних метода врше одговарајућу нормализацију атрибута. При томе она може бити:
  - Векторска, где се сваки вектор – врста одлучивања подели са својом нормом, при чему се добија нормализована вредност, нормализоване матрице одлучивања.
  - Линеарна, где се вредност неког критеријума подели његовом максималном вредношћу.

#### **9.5. Дефинисање тежинских коефицијената за критеријуме**

При решавању реалних проблема, критеријуми најчешће немају исти степен значајности, па је потребно да доносилац одлуке дефинише факторе значајности појединих критеријума користећи одговарајуће тежинске коефицијенте (тежине) или пондере за критеријуме. Ако збир тежинских коефицијената износи 1, то су онда нормализоване тежине. Доносилац одлуке субјективно дефинише тежинске коефицијенте, па је потребно анализирати решења у зависности од могућих реалних варијанти.

## 9.6. Методе вишекритеријумске оптимизације

Методе вишекритеријумске оптимизације коришћене у овом раду су:

- методе Promethee и
- метода аналитичких хијерархијских процеса (АНР).

### 9.6.1. *Методe Promethee*

Preference Ranking Organization methods For Enrichment Evaluation – Promethee је скуп метода који су развили Jean Piere Brans и В. Mareschal 1984. године. Од тада су методе константно усавршаване. Циљ метода је рангирање елемената неког скупа приликом вишекритеријумског одлучивања. Метода „Promethee I даје парцијални поредак елемената или варијаната, а Promethee II одређује потпуни поредак. Метода Promethee III даје интервални поредак елемената, док Promethee IV разматра непрекидан низ варијанти“.<sup>155</sup>

Promethee метода је настала из потребе да се осим квантитативних користи и квалитативни тип података. Наиме, у реалном животу, посебно у случајевима одабира објекта или одабиру пројекта постоји потреба да се неки од критеријума описују квалитативним подацима. У циљу решавања тог проблема „почела се користити Promethee метода и да се квалитативни подаци претварају у квантитаивне путем ординалне мерне скале“.<sup>156</sup> Ова метода упоређује алтернативе кроз сваки појединачни критеријум како би се утврдило која од понуђених алтернатива највише задовољава задате критеријуме. Да би се метода успешно применила, доносилац одлуке мора изразити нумерички своју преференцију везану за важност критеријума при евалуацији алтернатива. Предности коришћења Promethee методе јесу :

- погодност коришћења у ситуацијама где постоји већи број конфликтних критеријума и
- једноставност коришћења.

Критике Promethee методе укључују:

- „Метода не пружа могућност рашчлањавања проблема на једноставније делове као АНР метода“<sup>157</sup> што доносиоцу одлуке отежава евалуацију резултата.
- Уколико је доносилац одлуке неискусан, може се јавити проблем у дефинисању тежине, тј. важности критеријума за процену алтернатива.

<sup>155</sup> Боровић, Б., и Милићевић, М., 1997, Збирка задатака из одабраних области операционих истраживања, стр. 225.

<sup>156</sup> Halouani, N., Chabchoub, H., Martel, J. M., 2009, PROMETHEE-MD-2T method for project selection, European Journal of Operational Research, Vol, 195, стр. 85.

<sup>157</sup> Macharis, C., Springael J., De Brucker K., Verbeke A., 2004, The design of operational synergies in multicriteria analysis: Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP, European Journal of Operational Research, 153, стр. 301.

Карактеристике ове методе су следеће:

- У првом кораку решавања проблема потребно је добро дефинисати критеријуме који карактеришу проблем и који су битни доносиоцу одлука.
- Развијају се алтернативна решења проблема који представљају варијанте планова карактеристика грађевинских објеката које треба упоредити, односно ранжирати, а затим се сваком критеријуму додаје тежински коефицијент, односно тежина критеријума која одражава његову важност с аспекта доносиоца одлуке.
- Према дефинисаним критеријумима, за сваку акцију се уносе адекватне вредности у апсолутном износу који могу бити у неупоредивим јединицама.

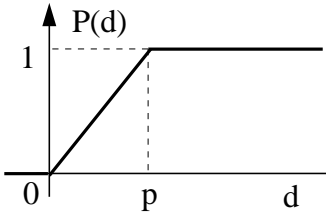
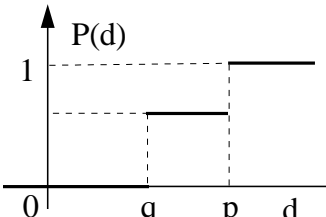
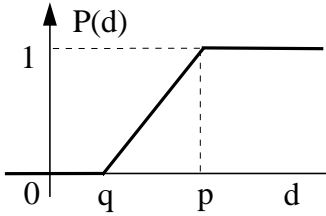
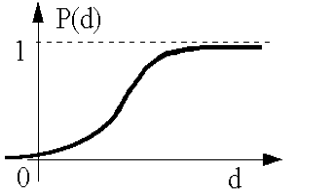
Донесиоцу одлуке је омогућен избор између шест преференцијских функција. Бранс је дефинисао шест карактеристика функција и назвао их „препоручљиви генерализовани критеријуми“.<sup>158</sup>

Табела 11. Типови генералисаних критеријума

Тип генералисаног критеријума	Аналитички израз	График критеријума
I Обичан критеријум	$P(d) = \begin{cases} 0 & ; d \leq 0 \\ 1 & ; d > 0 \end{cases}$	
II Квази-критеријум	$P(d) = \begin{cases} 0 & ; d \leq q \\ 1 & ; d > q \end{cases}$	

<sup>158</sup> Brans, J.P., Mareschal, B., 1984, PROMETHEE: A new family of outranking methods in multicriteria analysis, Operational Research 84;Amsterdam: New Holland, стр. 480.



III Критеријум с линеарном преферентношћу	$0 ; d \leq 0$ $P(d) = \begin{cases} d/p ; & q < d \leq p \\ 1 ; & d > p \end{cases}$	
IV Нивовски критеријум	$0 ; d \leq q$ $P(d) = \begin{cases} 1/2 ; & q < d \leq p \\ 1 ; & d > p \end{cases}$	
V Критеријум с линеарном преференцом и индиференцијом	$0 ; d \leq 0$ $P(d) = \begin{cases} \frac{d-q}{p-q} ; & q < d \leq p \\ 1 ; & d > p \end{cases}$	
VI Гаусов критеријум	$0 ; d \leq 0$ $P(d) = \begin{cases} 1 - \exp(-d^2 / 2\rho^2) ; & d > 0 \end{cases}$	

Извор: Brans, J. P., Mareschal, B., 1984, PROMETHEE: A new family of outranking methods in multicriteria analysis, *Operational Research* 84, стр. 480

Код дефинисања критеријума често се користи анализа циљева који се желе постићи решавањем проблема. При вредновању инвестиционих пројеката, обично се критеријуми сврставају у четири групе:

- економски критеријуми;
- техничко-технолошки критеријуми;
- друштвено-политички критеријуми и
- еколошки критеријуми.

За нумеричку и геометријску обраду проблема вишекритеријумске анализе, методама Promethee и Gaia користи се програмска подршка Visual Promethee, што је „комерцијални назив за софтверски производ који дистрибуира Visual Decision“<sup>159</sup> из Канаде. Развој софтвера Visual Promethee почео је у 2010. години и представља напоре

<sup>159</sup> <http://www.promethee-gaia.net/software.html> (Приступ: 11. 3. 2015)

професора Bertrand-a Mareschal-a да обезбеди адекватну замену за до тада коришћени софтвер Decision Lab 2000. Нагласак је стављен на квалитет и доследност корисничког интерфејса визуелним аспектима и једноставности коришћења софтвера. Visual Promethee је једини софтвер базиран на Promethee методама, који је подржан од стране његових аутора, Jean-Pierre Brans-a и Bertrand Mareschal-a.

Сам процес примене вишекритеријумске анализе коришћењем методе Promethee одвија се у следећим фазама:

- дефинисање карактеристика проблема, односно скупа акција и скупа критеријума;
- дефинисање тежине критеријума и типова преференција за сваки појединачни критеријум;
- усаглашавање тежине критеријума у интерактивном поступку;
- дефинисање алтернативних "сценарија" обраде тежина критеријума, давањем веће тежине одређеној скупини критеријума;
- нумеричка обрада проблема и представљање нумеричких и графичких резултата рангирања акција;
- анализа осетљивости (sensitivity analysis), односно провера стабилности решења према постављеним сценаријима тежине критерија;
- коришћење методе Gaia за визуализацију карактеристика проблема преко геометријске интерпретације;
- елаборирање резултата вишекритеријалне анализе с вербалном и графичком интерпретацијом.

### **9.6.2. Метода аналитичко-хијерархијских процеса (АНР)**

Метода аналитичких хијерархијских процеса (АНР) развијена је 70-их година прошлог века. Развио ју је Tomas Saaty као помоћ у комплексним проблемима одлучивања, када постоји већи број критеријума, алтернатива и више доносиоца одлука. Метода је примењена у оригиналном Expert Choice софтверу за подршку одлучивања. У раду је коришћена Expert Choice 2000 верзија софтвера. АНР метода се спроводи у четири корака:

#### *1. Структурирање проблема*

Структурирање проблема се састоји од дељења сложеног проблема на нивое као што су циљ, критеријум и алтернативе, при чему сваки ниво представља мањи број управних атрибута. Предност АНР методе јесте у томе што дозвољава хијерархијски

приказ структуре проблема. Овакав приказ омогућава кориснику бољи увид у специфичне критеријуме и поткритеријуме кад одређује тежинске коефицијенте.

## 2. Прикупљање података

Други врло битан корак ове методе јесте прикупљање података и исказивање преференције за сваки пар критеријума доносиоца одлуке. За исказивање преференције користи се нумеричка скала девет тачака дата у табели 12.

Табела 12. Скала девет тачака

Скала	Објашњење/рангирање
9	Апсолутно најзначајније/најпожељније
8	Веома снажно ка апсолутно најзначајнијем/најпожељнијем
7	Веома снажно ка веома значајном/пожељном
6	Снажно ка веома снажном
5	Снажније ка више значајно/пожељно
4	Слабије ка више снажнијем
3	Слабије више ка значајно/пожељније
2	Подједнако ка слабијем вишем
1	Подједнако значајно/пожељно
0.50	Подједнако ка слабијем/мањем
0.33	Слабије мање значајно/пожељно
0.25	Слабије ка снажно мањем
0.20	Снажно мање значајно/пожељно
0.17	Снажно ка веома снажно мањем
0.14	Изузетно снажно мање значајно/пожељно
0.13	Веома снажно ка апсолутно мањем
0.11	Апсолутно најмање значајно/пожељно

Извор: Боровић, Б. и Милићевић, М., 1997, Збирка задатака из одабраних области операционих истраживања, стр. 247

## 3. Процена релативних тежина

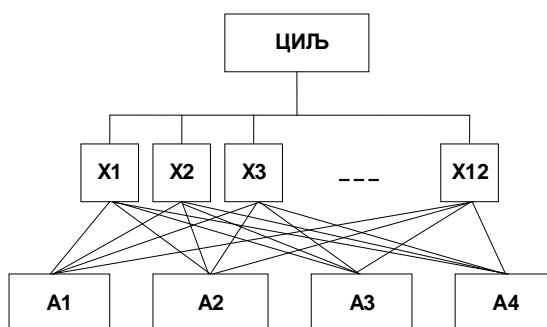
Матрица поређења ће се по паровима "превести" у проблеме одређивања сопствених вредности с циљем добијања нормализованих и јединствених сопствених вектора, као и тежина за све атрибуте на сваком нивоу хијерархије.

## 4. Одређивање решења проблема

Одређивање решења проблема подразумева налажење тзв. композитног нормализованог вектора. Потребно је прво одредити вектор редоследа вредности критеријума у моделу, а затим одредити, у оквиру сваког посматраног критеријума, редослед важности алтернатива у моделу, с обзиром на исту процедуру. Кад се изврши процена свих алтернатива по појединим критеријумима, приступа се свеукупној синтези проблема. Синтеза проблема подразумева да се помножи њено учешће у оквиру критеријума с релативном тежином критеријума и то за све критеријуме, а затим се добијене вредности сабирају за сваку алтернативу посебно. Сабирањем ових

вредности добијају се укупна учешћа (тежине) за сваку алтернативу, чиме је одређен композитни нормализовани вектор.

„Хијерархија се састоји од циља, који је на врху, и он се не пореди ни са једним другим елементом система. Затим следи други ниво – критеријуми који се пореде међусобно по паровима у односу на циљ. Уколико постоје поткритеријуми, они се међусобно пореде у односу на сваки критеријум којем припадају. На крају се алтернативе пореде у односу на критеријуме. Дакле, на сваком хијерархијском нивоу елементи се пореде у односу на елементе из вишег хијерархијског нивоа.



Слика 12. АНР модел

Једна од карактеристика АНР методе јесте да има способност да идентификује и анализира неконзистентности доносиоца одлука у процесу вредновања елемената хијерархије. АНР омогућава анализу осетљивости и мери како промене улазних података утичу на резултате.

„У својим радовима Saaty дефинише аксиоме на којима је модел АНР заснован:<sup>160</sup>

- Аксиом реципрочности. Ако је елемент А  $x$  пута значајнији од елемента Б, тада је елемент Б  $1/x$  пута значајнији од елемента А.
- Аксиом хомогености. Поређење има смисла једино ако су елементи упоредиви.
- Аксиом зависности. Дозвољава се поређење међу групом елемената једног нивоа у односу на елемент вишег нивоа, тј. поређења на нижем нивоу зависи од елемента вишег нивоа.
- Аксиом очекивања. Свака промена у структури хијерархије захтева поновно рачунање приоритета у новој хијерархији.

АНР метода омоућава релативно једноставно проналажење релација између критеријума и одређивања њиховог значаја чак и код веома компликованих и сложених проблема. Метода полази од чињенице да се и најсложенији проблем може разложити на хијерархиске нивое који могу укључити и квалитативне и квантитативне аспекте

<sup>160</sup> Saaty T., 1986, Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process, Management Science, 32(7), стр. 849.

проблема. При решавању конкретног проблема применом АНР методе могуће је сагледати како промена једног критеријума утиче на све остале.

Expert Choice је динамички софтвер и један од најефикаснијих алата за решавање проблема вишекритеријумског одлучивања јер омогућава испитивање утицаја промена вредности критеријума на коначну одлуку, путем „Шта ако“ анализе. Такође, овај софтвер подржава анализу осетљивости преко прорачуна и приказивања односа промена приоритета критеријума као и „групно одлучивање, где сваки учесник даје процене за област у којој је експерт, а затим се врши заједничка синтеза“.<sup>161</sup>

АНР је примењиван у разним областима стратешког менаџмента, где одлуке имају далекосежан значај. Значајност и валидност научне основе овог приступа потврђена је многобројним научним радовима и докторским дисертацијама у којима је овај приступ детаљно проучаван и унапређиван. Неколико научних конференција посвећено је само АНР приступу, што додатно потврђује његов квалитет и актуелност.

Предности АНР приступа:

- релативна једноставност;
- интуитиван приступ;
- могућност коришћења и квалитативних и квантитативних информација у процесу доношења одлука;
- матрице поређења елемената система по паровима;
- могућност примене групног доношења одлука;
- могућност рачунања индекса неконзистентности;
- кориснички оријентисан софтвер (ExpertChoice);
- једноставна интерпретација резултата.

Недостаци АНР приступа:

- основни недостатак јавља се у случају великог броја елемената структуре (критеријума и алтернатива), када генерисање многобројних матрица поређења по паровима постаје сложенији поступак и
- сатијева скала.

---

<sup>161</sup> Ishizaka, A., & Labib, A., 2009, Analytic Hierarchy Process and Expert Choice: Benefits and limitations. *OR Insight*, 22 (doi:10.1057/ori.2009.10), стр. 210.

## 9.7. Системи за подршку одлучивању

Савремени темпо пословања захтева ефикасне процесе и константно доношење одлука. За квалитетну одлуку потребна је и квалитетна информација, као и употреба информационих система који могу помоћи у одабиру најбоље могућности и решавању проблема. Као подршку инвеститорима менаџерима и многим другима у процесу доношења одлука користе се разни информатички системи, програми и алати. Систем за подршку одлучивању (СПО) доносиоцу одлуке помаже да путем помирења свих критеријума, различитих преференци и супротстављених интереса донесе најбоље компромисно решење, или једно од најбољих решења. Visual Promethee и Expert Choice су пример система за подршку одлучивању.

Системи за подршку одлучивању су најкориснији за пружање помоћи у доношењу стратешких и тактичких одлука, тј. решавању неструктурираних или слабо структурираних проблема. Базирани на вишекритеријумском приступу, ови системи су се показали као ефикасан алат у процесу доношења одлуке јер скраћују време анализе сложених проблема, визуализују добијене резултате, што у знатној мери олакшава доносиоцу одлука решавање проблема и важних стратешких одлука. Системи за подршку у одлучивању могу се применити на разне области људске делатности, укључујући друштвене науке, економију, природне науке, технику, технологију, екологију и многе друге.

Ако бисмо посматрали проблем кроз његову дефинисаност, могли бисмо рећи да постоје три класе проблема: структурирани, полуструктурирани и неструктурирани. Под структурираним се сматрају они проблеми који се решавају у извесности. Улазни подаци су јасно дефинисани, проблем је недвосмислен и познат је начин на који ће се доћи до решења. СПО је најкориснији у пружању помоћи управо у решавању полуструктурираних и неструктурираних проблема који се решавају условима неизвесности и ризика. СПО представља симбиозу информационих система и функционалних знања. Они представљају помоћ и подршку доносиоцу одлуке у процесу одлучивању, али их не могу заменити у одлучивању. Доносилац одлуке је често само корисник система без дубљег познавања и разумевања његових потпроцеса.

Системи за подршку одлучивању се састоје из три подсистема:

- Подсистем базе података је део система у коме се чувају улазни и излазни подаци.
- Подсистем базе модела је део система који се састоји од модела одлучивања где сваки модел генерише улазне податке на основу којих се доноси одлука.
- Подсистем корисничког интерфејса је део система који омогућава комуникацију између доносиоца одлуке и система. Како доносилац одлуке углавном није експерт и нема знања о информационим системима, овај подсистем се сматра и најважнијим. Једноставност коришћења система сматра се великом предношћу и пожељном особином система. Једноставност се огледа у језику акције, односно могућностима које корисник има у комуникацији са системом, приказивању

добијених решења и информацијама које су кориснику доступне о самом систему и неопходном редоследу акција у решавању проблема.

Неке од предности коришћења система за подршку одлучивања су: боље сагледавање проблема, лакше налажење решења, побољшана контрола одлучивања, финансијске уштеде, квалитетније одлуке, бржи одговор на непредвиђене ситуације.

## **9.8. Оптимизација система у грађевинарству**

Оптимизација система у грађевинарству је мултидисциплинаран и комплексан процес који обједињује теоријска и практична знања стручњака. Да би се проблем оптимизације система у грађевинарству детаљно проучио, потребно је узети у обзир техничко-технолошке, економске, еколошке, социјалне, законске и институционалне факторе који утичу на доношење одлука и одабир самих критеријума. Тражење најбољег решења у вишекритеријумском смислу јесте управо задатак вишекритеријумске оптимизације, а предложено „најбоље решење“ има велику шансу да буде прихваћено као добар компромис између различитих конфликтних интереса учесника у одлучивању.

Основни системски концепт налаже да се размотре циљеви, границе, околни системи, делови система и интеракције, ресурси, функционисање и коришћење система. Оптимизација на основу техничког или економског критеријума обухвата само један део проблема. Да би се са свих становишта размотрио проблем оптимизације система у грађевинарству, потребан је мултидисциплинарни приступ. То је изазвало потребу да се оптимизација врши по више критеријума којима се обухватају све или бар главне компоненте и последице развоја система. Систем се објашњава као скуп ствари повезаних тако да чине целину или „интегрирана скупина интерактивних елемената који заједно извршавају одређену функцију“.<sup>162</sup> Дефинисани систем не обухвата сву комплексност реалности, већ само оне особине које су од интереса за конкретно проучавање. Наука о системима развија се после 1950. године. У системском приступу сваки систем треба схватити као целину која се састоји од међусобно повезаних елемената који делују једни на друге.

Оптимизација представља избор најбољег из скупа понуђених решења. Уколико је инвеститор држава и жели да изгради спортски објекат, она ће своје специфичне захтеве ставити на папир у виду пројектног задатка и организоваће јавни тендер. На овај тендер јавиће се више заинтересованих извођача који ће инвеститору понудити своја пројектна решења. Оптимизација пројектних решења у циљу смањења укупних трошкова је пракса која се све више користи у иностранству с циљем смањења трошкова и времена реализације пројекта без нарушавања захтеваног квалитета. Циљ инвеститора јесте да за уложени новац добије више и боље. Оптимизација пројектног решења је посао који захтева знања стручњака из разних области, а њихове препоруке инвеститору могу да донесу смањење трошкова, бољу искоришћеност система и

---

<sup>162</sup> Bunday D. B., 1984, Basic Optimization methods, Edward Arnold London, стр. 89.

енергије у објекту, једноставније и јефтиније одржавање објекта и друго. Оптимизација захтева проучавање приложене документације и услова реализације пројекта, а затим и дефинисање алтернативних решења и идеја.

### ***9.9. Вишекритеријумска оптимизација избора школских спортских хала у процесу јавних набавки***

Процес јавних набавки подразумева селекцију између неколико учесника у јавном тендеру. У процесу одабира школског спортског објекта који ће најбоље задовољити потребе грађана доносилац одлуке мора водити рачуна о финансијама, времену и квалитету објекта који планира да се гради, као и важећим законским прописима. Врло често су ограничене финансије државног буџета главни критеријум одабира, па доносилац одлуке бира најповољнију понуду без сагледавања других критеријума. Ипак, одабир понуде која се базира само на најнижој цени није увек најбоље решење јер постоји велики број других критеријума које би доносилац одлуке требало да узме у обзир ради стицања комплетније слике о исплативости инвестиције.

Квалитет одлуке која се донесе у процесу јавних набавки има далекосежне последице по грађане и доносиоца одлуке. Уколико је изграђени објекат незадовољавајућег квалитета, с великим топлотним губицима, тј. рачунима за струју, високом ценом одржавања, новац пореских обавезника ће опет морати да се улаже у већ изграђени објекат или ће објекат бити напуштен, а државни апарат на мети критика. Примена научног метода у процесу одабира инвестиција на јавним тендерима могао би да допринесе бољој искоришћености јавног буџета, већем задовољству грађана и побољшању квалитета понуде. Препреке у имплементацији метода вишекритеријумске оптимизације у процес јавне набавке су :слаба дефинисаност закона, велика слобода наручиоца, слаба дефинисаност критеријума одабира и слаба дефинисаност тежине критеријума.

Да би се процес вишекритеријумске оптимизације увео у процес јавних набавки школских спортских хала, потребно је јасно дефинисати критеријуме одабира у односу на очекиване перформансе објекта и побољшати процедуре јавне набавке као и Закон о јавним набавкама. Стварањем солидних законских оквира компанијама би се наметнуо одређени ниво перформанси које објекат мора да поседује, а доносиоцима одлуке јасне и недвосмислене процедуре одабира којима би се онемогућиле малверзације.



## 10. ИЗРАЧУНАВАЊЕ ВРЕДНОСТИ АНАЛИЗИРАНИХ ХАЛА ПРЕМА ОДАБРАНИМ КРИТЕРИЈУМА

У претходним поглављима описали смо све релевантне критеријуме и њихову повезаност. Одабир оптималног решења, односно избора спортских хала ће се анализирати према наведеним критеријумима:

- почетна цена изградње;
- брзина изградње;
- топлотни губици;
- енергија утрошена за производњу грађевинског материјала;
- трошкови одржавања за цео животно век објекта;
- укупна емисија угљен-диоксида за производњу материјала;
- ватроотпорност;
- емисија штетних материја и зрачења из материјала;
- звучна заштита;
- механичка отпорност;
- животно век употребљених материјала и
- могућност рециклаже.

### *10.1. Временски период за који се врши анализа*

Животно век анализираних спортских хала варира од 20 до 100 година. Трошкови животног циклуса ће бити пројектовани и израчунати на основу података о годинама постојања јавних спортских објеката у Републици Србији, датих у Табели 13.

*Табела 13. Године постојања спортских центара у већим градовима Републике Србије*

Назив спортског центра	Година изградње	Године постојања
Културно-спортски центар „Пинки“ Земун	1974.	41
Спортски центар „Бањица“ Београд	1973.	42
Спортско-рекреативни центар „Ташмајдан“ Београд	1954.	61
Спортски центар „Чаир“ Ниш	1966.	49
Спортско-пословни центар СПЕНС Војводина	1981.	34
„Спортски центар Крушевац“	1977.	38
СРЦ Младост Панчево“	1965.	50

Спортски центар „Ибар“ Краљево	1985.	30
ЈП СРЦ „Дубочица“ Лесковац	1983.	32
Хала спортова „Медисон“ Зрењанин	1961.	54
Спортско-рекреативни центар „11. април“ Београд	1968.	47

Горенаведени подаци указују на чињеницу да се јавни спортски центри у Републици Србији граде да би трајали дуго. У свом животном веку они су реновирано неколико пута, али се нису рушили. Недавно су реновирано „Чаир“ и „11. април“, па ће с тим у вези трошкови животног циклуса анализираних хала бити пројектовани на 60. година колико ће минимално већина њих бити у функцији.

## **10.2. Вредности за анализу почетне цене изградње**

У раду се анализирају објекти који задовољавају све препоруке по правилнику о нормативима школског простора, опреме и наставних средстава. „Блок просторија за физичко васпитање“ мора да садржи:

- „За школу до 16 одељења једну салу за физичко вежбање, а за више од 16 одељења две сале“<sup>163</sup> Уместо друге сале може се користити кабинет за кондицију (50 m<sup>2</sup>).
- Сала за физичко вежбање димензија 28x16x7 m треба да има пратеће просторије: кабинет за кондицију (30 m<sup>2</sup>, односно 50 m<sup>2</sup>); просторију за справе величине 30 m<sup>2</sup>; просторију за наставнике (величине 16 m<sup>2</sup>), с посебним простором за гардеробу, тушем и тоалетом.
- Две свлачионице величине по 16 m<sup>2</sup>.
- Два купатила (тушеви, корита, тоалет) величине по 16 m<sup>2</sup>, од којих су по једна свлачионица и по једно купатило повезани. Купатило и свлачионице морају бити одвојени за ученике, односно за ученице, а по правилу с чистим ходником повезаним са салом за физичко васпитање.

Према наведеном тексту Правилника може се израчунати да је неопходна квадратура за све садржаје 608 m<sup>2</sup> нето простора, односно с предградним зидовима то чини минимум од 620 m<sup>2</sup> објекта. Према томе, површина објекта који ће бити анализирани износиће 620 m<sup>2</sup>. У раду ће се анализирати цена по метру квадратном, а из разлога немогућности налажења уговорених цена објекта идентичних квадратура на порталима јавних набавки.

<sup>163</sup> Правилник о нормативу школског простора, опреме и наставних средстава за основну школу, Сл. гласник РС-Просветни гласник, бр. 4/90.

Табела 14. Просечна цена спортских хала €/m<sup>2</sup>

Тип спортске хале	Просечна цена €/m <sup>2</sup>
Балон хала, дрвена конструкција с једним слојем PVC	80
Челична хала са сендвич панелима	210
Зидана хала с челичним кровом	320
Префабрикована армирано-бетонска хала (АБ)	380
Префабрикована фероцементна хала (ФЦ)	290

Извор: Портал јавних набавки

### 10.3. Вредности за анализу критеријума брзине изградње

Ради реалније анализе, време изградње не укључује време потребно за опремања објекта, односно време затварања простора–објекта. Временски су обухваћени искључиво грађевински радови, без завршних радова и опремања објекта. Подаци које је могуће наћи у јавним набавкама подразумевају или радове у више фаза, или уговорено време за извођење свих радова који су специфични према локацији. Вредности су дефинисане према актуелним понудама извођача предметних радова, а у складу с нормативима у грађевинарству.

Табела 15. Вредности анализираних хала према критеријуму брзина изградње

Тип спортске хале	Брзина изградње (у данима)
Балон хала, дрвена конструкција с једним слојем PVC	30
Челична хала са сендвич панелима	60
Зидана хала с челичним кровом	120
Префабрикована армирано-бетонска хала (АБ)	45
Префабрикована фероцементна хала (ФЦ)	45

### 10.4. Вредности за анализу топлотних губитака на годишњем нивоу

Да бисмо имали компаративне податке у јединицама мере, било је неопходно извести оквирни прорачун топлотних губитака за све типове хала које ћемо анализирати. Прорачун је извршен за -18° С спољашње пројектоване температуре, што је приближно средњој вредности у Републици Србији („од -12.1 до -23,7“<sup>164</sup>), а ради лакше калкулације у свим објектима, као и њиховим функционалним целинама, пројектована је унутрашња температура од +20° С. Све калкулације урађене су у складу са СРПС.У.Ј5.510 стандардом.

<sup>164</sup>Правилник о енергетској ефикасности зграда ("Сл. гласник РС", бр. 61/2011), табела 3.3.4.1

CRPC.U.J5.510 је стандард за прорачун коефицијента пролаза топлоте у зградама, који укључује линијске губитке који се могу смањити одговарајућим избором конструкције положаја изолације и прозора, с циљем смањења трансмисијских топлотних губитака. CRPC.U.J5.510 даје табелу највећих дозвољених коефицијената пролаза топлоте (к), „тако да сви поједини делови омотача зграде морају бити мањи од оних прецизираних стандардом“.<sup>165</sup>

У следећој табели добијени су резултати за све типове хала које се анализирају. Услед различитих геометрија објеката и у циљу избегавања фаворизовања хала полукружног облика, које услед геометрије с истом површином и максималном висином затварају мањи простор, анализа је изведена за објекте исте површине и запремине.

Табела 16. Вредности анализираних хала према критеријуму топлотних губитака

Р.бр	Тип хала	Балон				Сендвич				Зидана				АБ				ФЦ			
		с	м <sup>2</sup>	w/m <sup>2</sup> K	W	м <sup>2</sup>	w/m <sup>2</sup> K	W	м <sup>2</sup>	w/m <sup>2</sup> K	W	м <sup>2</sup>	w/m <sup>2</sup> K	W	м <sup>2</sup>	w/m <sup>2</sup> K	W	м <sup>2</sup>	w/m <sup>2</sup> K	W	
1	Спољни отвор (прозор) раван зид	1			0,00	163	3,1	19.201,40	163	3,1	19.201,40	163	3,1	19.201,40	19,2	3,1	2.261,76				
1	Спољни отвор (прозор) омотач - кров	1			0,00		3,1	0,00		3,1	0,00		3,1	0,00		3,1	4,971,16				
2	Спољни раван зид	1	232,23	3	26.474,71	672,77	0,39	9.970,51	672,77	0,27	6.902,66	672,77	0,25	6.391,35	213,03	0,26	2.104,78				
3	Кров омотач?	1	1207,1	3	137.606,98	768,84	0,39	11.394,21	768,84	0,39	11.394,21	768,84	0,25	7.303,98	1217	0,29	13.411,33				
4	Под	0,5	768,84	0,29	8.472,61	768,84	0,29	8.472,61	768,84	0,29	8.472,61	768,84	0,29	8.472,61	768,84	0,29	8.472,61				
5	Површина спољног омотача		м <sup>2</sup>		2.208,15			2.373,45			2.373,45			2.373,45			2.260,27				
6	Запремина објекта		м <sup>3</sup>		5.190,44			5.190,44			5.190,44			5.190,44			5.190,44				
7	Фактор облика		с		0,43			0,46			0,46			0,46			0,44				
8	Трансмисиони губитак		W		172.554,32			49.038,73			45.970,88			41.369,35			31.221,65				
9	Специфични трансмис. губици		W/m <sup>3</sup>		33,24			9,45			8,86			7,97			6,02				

### 10.5. Вредности за анализу енергије потребне за производњу грађевинског материјала

За прорачун тачних вредности енергије потребне за производњу грађевинског материјала коришћених у анализираним халама искористићемо прорачун енергетског биланса за производњу основних грађевинских материјала датих у Табелама 17 и 18.

Табела 17. Балон хала, челична хала и зидана хала с челичним кровом – Потрошња енергије за производњу материјала

Р.бр.	Опис материјала	м <sup>3</sup>	t	kwh/t	Mwh тотал
1	Ламинирана дрвена конструкција	49,28	34,50	2.300,00	79,34
2	PVC фолија	4,52	6,33	21.440,00	135,79
					<b>215,13</b>

<sup>165</sup> Regional Education and Information Center for sustainable development in South East Europe, 2009.

Р.бр.	Опис материјала	m <sup>3</sup>	t	kwh/t	Mwh тотал
1	Челик и челични лимови	5,14	40,06	4.500,00	180,29
2	Минерална вуна	148,00	17,76	6.000,00	106,56
					<b>286,85</b>

Р.бр.	Опис материјала	m <sup>3</sup>	t	kwh/t	Mwh тотал
1	Челик и челични лимови	3,28	25,57	4.500,00	115,07
2	Гитер блокови	156,00	109,20	832,00	90,85
1	АБ, МБ30	18,00	48,60	1.050,00	51,03
2	Минерална вуна	159,58	19,15	6.000,00	114,90
					<b>371,85</b>

*Табела 18. Префабрикована ФЦ и АБ хала – Потрошња енергије за производњу материјала*

Опис материјала	<i>Префабрикована ФЦ хала димензија 48x17m</i>	<i>Префабрикована АБ хала димензија 48x17m</i>
	<b>Mwh</b>	<b>Mwh</b>
Цемент и челик	166,79	242,99
Екструдирани полистирен/минерална вуна	110,84	117,31
<b>Тотал Mwh</b>	<b>277,63</b>	<b>360,30</b>

### **10.6. Вредности за анализу трошкова одржавања на годишњем нивоу**

У анализи овог критеријума користићемо само вредности радова који се морају извршити у сваком типу хала према спецификацији материјала који су коришћени, односно према њиховом максималном животном веку. Како се различити материјали разликују у дужини животног века, ради тачније калкулације наћи ћемо најмањи заједнички садржалац свих радова и добити вредност за сваки тип објеката на годишњем нивоу. У следећој табели наведене калкулације су извршене, по метру квадратном на годишњем нивоу, рачунајући само трошак материјала. Користићемо компарацију објеката с истом површином и истом запремином ради тачније компарације. Другим речима, полукружни објекти ће бити веће максималне висине да бисмо имали исте критеријуме за поређење и да би се избегло фаворизовање било ког типа анализираних хала.

Табела 19. Вредности анализираних хала према критеријуму трошкова одржавања на годишњем нивоу

Тип спортске хале	Просечна цена одржавања €/m <sup>2</sup> на годишњем нивоу	Врста радова
Балон хала, дрвена конструкција с једним слојем PVC	1,22	Замена PVC текстилне фолије и третирање ламинираног дрвета ради адекватне заштите.
Челична хала са сендвич панелима	1,88	Измена спољног материјала панела, профила.
Зидана хала с челичним кровом	1,45	Измена спољног материјала кровног покривача, као и одржавање фасадних премаза.
Префабрикована армирано-бетонска хала (АБ)	1,19	Санација заптивних спојева елемената, као и одржавање фасадних премаза.
Префабрикована фероцементна хала (ФЦ)	0,45	Одржавање фасадних премаза.

### 10.7. Вредности за анализу укупне емисије угљен-диоксида за производњу материјала

На основу вредности производње угљен-диоксида за уобичајене и алтернативне грађевинске материјале дате у Табелама 20, 21, 22, 23 и 24 извршен је прорачун укупне емисије угљен-диоксида за пет анализираних хала.

Табела 20. Балон хала – Укупна емисија угљен-диоксида

Р.бр.	Опис материјала	m <sup>3</sup>	t	CO <sub>2</sub> kg/t	CO <sub>2</sub> (t) тотал
1	Ламинирана дрвена конструкција	49,28	34,50	570,00	19,66
2	PVC фолија	4,52	6,33	2.410,00	15,26
					<b>34,93</b>

Табела 21. Челична хала са сендвич панелима – Укупна емисија угљен-диоксида

бр.	Опис материјала	m <sup>3</sup>	t	CO <sub>2</sub> kg/t	CO <sub>2</sub> (t) тотал
1	Челик и челични лимови	5,14	40,06	1.720,00	68,91
2	Минерална вуна	148,00	17,76	1.100,00	19,54
					<b>88,45</b>

Табела 22. Зидана хала с челичним кровом – Укупна емисија угљен-диоксида

Р.бр.	Опис материјала	m <sup>3</sup>	t	CO <sub>2</sub> kg/t	CO <sub>2</sub> (t) тотал
1	Челик и челични лимови	3,28	25,57	1.720,00	43,98
2	Гитер блокови	156,00	109,20	114,00	12,45
1	АБ, МБ30	18,00	48,60	370,00	17,98
2	Минерална вуна	159,60	19,15	1.100,00	21,07
					<b>95,47</b>

Табела 23. Потребни материјали за изградњу АБ и фероцементне хале

НОСЕЋИ ГРАЂЕВИНСКИ ЕЛЕМЕНТИ	Израчунато Према	Префабрикована ФЦ			Префабрикована АБ				
		Арм. бетон. лук 2 комад	А. БЕТ. ГРЕДА	Тотал	Стуб 50x40 2 комад	Кровна греда	Горња слемена греда	Тотал	
Бетон (m <sup>3</sup> )	8,00m један сегмент	5,96	0,57	6,53	2,40	3,40	2,40	8,20	
Цемент (kg)		2.100,00	199,50	2.299,50	840,00	1.190,00	840,00	2.870,00	
Арматура (kg)		1.400,00	60,00	1.460,00	396,00	1.190,00	240,00	1.826,00	
Каблови (kg)									
<b>Зид и кровни елементи</b>	Израчунато Према дужини објекта	28,„МС“ елемената			Тотал	10 зидних елемената	14 кровних елемената	Тотал	
Бетон (m <sup>3</sup> )	8,00 m један сегмент	32,200		32,20	15,72	17,81		33,53	
Цемент (kg)		8.768,26		8.768,26	5.502,00	6.232,80		11.734,80	
Арматура (kg)		1.246,00		1.246,00	1.604,14	1.860,89		3.465,03	
Каблови (kg)				2.506,00	477,54	334,28		4.276,86	
Жичана мрежа (kg)			1.260,00		1.260,00			1.260,00	
Маса елемената (kg)		по m <sup>2</sup>	215,00		40.320,00	430,00	325,00		84.960,00
<b>Целокупна хала 48 x 17m ~ 800m<sup>2</sup> и V ~ 4900 m<sup>3</sup></b>	Израчунато према дужини објекта	Носећи елементи		Зидни и кровни елементи	Тотал	Носећи елементи		Зидни и кровни елементи	Тотал
Бетон (m <sup>3</sup> )	48,00 m	42,45	193,20	235,65	55,00	201,17		256,17	
Цемент (kg)		14.946,75	52.609,54	67.556,29	19.250,00	70.408,80		89.658,80	
Арматура (kg)		9.490,00	7.476,00	16.966,00	11.940,00	20.790,19		37.756,19	
Каблови(kg)				24.526,00		4.870,95		29.396,95	
Жичана мрежа (kg)				7.560,00				7.560,00	

Табела 24. АБ и ФЦ хала – Укупна емисија угљен-диоксида

Опис материјала	Префабрикована ФЦ хала димензија 48x17 m	Префабрикована АБ хала димензија 48x17 m
	CO <sub>2</sub> (t)	CO <sub>2</sub> (t)
Цемент и челик	75,06	103,95
Екструдирани полистирен	12,21	12,93
<b>Укупна емисија CO<sub>2</sub> (t)</b>	<b>87,28</b>	<b>116,88</b>

### 10.8. Вредности за анализу критеријума ватроотпорности

Овај критеријум вреднује се у минутима отпорности на пожар и директно зависи од употребљених материјала за изградњу. Технички је могуће продужити време отпорности на пожар свих материјала који се користе помоћу експандирајућих премаза.

Овакви хемијски препарати користе се у пракси на објектима од јавног значаја, веома су скупи и драстично дижу цену изградње. Њихова цена није урачуната ни у једну калкулацију и стога ће се у анализи користити изворне вредности коришћених материјала.

Приликом израде пројекта заштите од пожара сви типови конструкције морају се декларисати према ватроотпорности у минутима, а према пројектованом степену опасности од пожара. Спортски објекти се углавном категоризују као јавни објекти с просечним капацитетом од око 100 посетилаца истовремено.

Табела 25. Утицај броја особа у пожарном сектору и величине пожарних сектора,  $A [m^2]$

Број особа	до 20	21 до 50	51 до 100	101 до 300	301 до 700	701 до 1500	1501 више
Р класа	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
A	< 400	<800	< 1200	< 1600	<2000	<2500	<3000

Извор: CRPS ТП 21, Грађевинске мере техничке заштите од пожара стамбених, пословних и јавних зграда, Т1 (Сл. Лист СРЈ бр. 30/96)

Из наведене табеле видимо да иако пожарни сектор није већи од 800 м<sup>2</sup>, објекти се због могућности велике посећености (заједнички час, два одељења или такмичење) сврставају у Р4 класу.

Табела 26. Основна вредност СОП

ЗГРАДА	IS 1	NS 1	IS2	NS2	IS3	NS3	IP1	NP 1 IJ1	IP2 IJ2	NP2 IJ2	IP3 NJ2	NP3 IJ3	NJ3
P1	II	II	III	III	III	IV	II	II	II	III	III	IV	IV
P2	II	III	III	III	IV	IV	II	II	III	III	IV	IV	IV
P3	III	III	III	IV	IV	IV	II	II	IV	IV	IV	IV	IV
P4	III	III	IV	IV	IV	IV	III	III	IV	IV	IV	IV	IV
P5	IV	IV	IV	IV	IV	IV	III	III	IV	IV	IV	IV	V
P6	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	V	V
P7	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	V	V	V

Извор: CRPS ТП 21, Грађевинске мере техничке заштите од пожара стамбених, пословних и јавних зграда, Т2, (Сл. лист СРЈ бр. 30/96)

Како се објекти углавном граде или у наставку школског објекта, или у склопу спортских центара, они се убрајају у јавне зграде висине до 8 м (IJ1и NJ1) и према табели основне вредности степена отпорности према пожару (СОП) захтевају IV степен



отпорности према пожару. Како се у пројекту углавном дефинише мањи капацитет објекта, они спадају у III категорију степена отпорности према пожару (СОП).

Табела 27. Категоризација степена отпорности од пожара према елементима/конструкцији зграде

Врста конструкције	Метода испитивања СРПС-а	Положај	Степена отпорности према пожару (СОП)				
			Отпорност према пожару елемената/конструкције зграде.				
			I (NO)	I (MO)	II (SO)	V (VO)	WO)
Носећи зид	J1.0 90	Унутар пожарних сектора	1 /4	/2		.5	
Стуб	J1.1 00		1 /4	/2		.5	
Греда	J1.1 14		- /4	/2		.5	
Међуспратна конструкција	J1.1 10		- /4	/2		.5	
Носећи зид	J1.0 90		- /4	/2	/2		
Кровна конструкција	/		/	- /4	/2	/2	
Зид	J1.0 92	На граници пожарних сектора	1 /4		.5		
Међуспратна конструкција	J1.1 10		1 /4	/2		.5	
Врата и клапне до 3,6 m <sup>2</sup>	J1.1 60		1 /4	/4	/2		.5
Врата > 3,6 m <sup>2</sup>	J1.1 60		1 /4	/2		.5	
Конструкција евакуационог пута		/	Негорив материјал /2	/2		.5	

Фасадни зид	J1.0 92	Спољне конструкције	-	/2	/2		
Кровни покривач	J1.1 40		-	/4	/2	/4	

Извор: СРПС ТП 21:2002, Техничка препорука за грађевинске техничке мере заштите од пожара стамбених, пословних и јавних зграда

Табела 28. Вредности анализираних хала према критеријуму ватроотпорности

Тип спортске хале	Ватроотпорност изражена у минутима
Балон хала, дрвена конструкција с једним слојем PVC	15
Челична хала са сендвич панелима	30
Зидана хала с челичним кровом	30
Префабрикована армирано-бетонска хала (АБ)	120
Префабрикована фероцементна хала (ФЦ)	120

### 10.9. Вредности за анализу штетних материја и зрачења из материјала

Балон хала, дрвена конструкција – „Поливинилхлорид је термопластични материјал изведен из обичне соли и фосилних горива“.<sup>166</sup> У састав PVC улази хлор, али и други опасни и токсични адитиви као што су фталати, олово и кадмијум, који служе за постизање жељене чврстине материјала. Приликом производње, хлађења, загревања, дуге употребе, случајних пожара и рециклирања PVC материјала долази до ослобађања отровног гаса диоксина. Стварање диоксина је главни проблем у животном циклусу PVC-а. „Термин диоксин се односи на фамилију хемикалија које се стварају ненамерно. Диоксини су канцерогени и доказано је да излагање диоксинима доводи до низа здравствених проблема, нарочито наносе штету имуно и репродуктивном систему“.<sup>167</sup> Према критеријуму анализе штетних материја и зрачења из материјала, ова хала је оцењена као „лоша“.

Челична хала са сендвич панелима – Осим челика који није штетан по људско здравље, овај тип хале састоји се од сендвич панела изолованих минералном вуном која не долази у контакт с крајњим корисником, па је у овом случају можемо сматрати нешкодљивом по људско здравље. Сендвич панели су премазани PVC филмом како би се обезбедила водоотпорност. Овај премаз у мањој мери испушта токсична испарења, о којима је било речи у претходном параграфу. Према критеријуму зрачења штетних материја из материјала, ова хала је оцењена као „средња“.

<sup>166</sup> <http://magnahim.com/proizvodi/standardni-polimeri/polivinilhlorid-pvc> (Приступ : 02.03.2015.)

<sup>167</sup> Станковић, Ж., 2010, Историја пластике, Екологија магазин, стр. 2.

*Зидана хала с челичним кровом* – У састав ове хале улазе природни материјали, као што су гитер блокови и малтер. Гитер блокови се праве од опеке, која у мањој мери ослобађа токсични гас радон у количини од  $90 \mu\text{Bq}/\text{m}^2/\text{s}$ ,  $0.2 \text{Bq}/\text{m}^3$  концентрације радона у соби тј. „на годишњем нивоу од  $6 \mu\text{Sv}$ “.<sup>168</sup> Према критеријуму зрачења штетних материја из материјала, ова хала је оцењена као „средња“.

*Префабрикована АБ хала* – У састав ове хале, поред цемента и изолације од минералне вуне која не долази у контакт с крајњим корисником, улазе природни материјали нешкодљиви по људско здравље. Према критеријуму зрачења штетних материја из материјала, ова хала је оцењена као „добра“.

*Префабрикована ФЦ хала* – У састав ове хале, поред цемента, улазе челик и стиропор. Ови материјали сматрају се нешкодљивим по људско здравље. Према критеријуму зрачења штетних материја из материјала, ова хала је оцењена као „добра“.

Табела 29. Вредности анализираних хала према критеријуму штетних материја и зрачења из материјала

Тип спортске хале	Вредности за анализу штетних материја и зрачења из материјала
Балон хала, дрвена конструкција с једним слојем PVC	Лоша
Челична хала са сендвич панелима	Средња
Зидана хала с челичним кровом	Средња
Префабрикована армирано-бетонска хала (АБ)	Добра
Префабрикована фероцементна хала (ФЦ)	Добра

### 10.10. Вредности за анализу критеријума заштите од буке

Звучна заштита је скуп мера којим се обезбеђује да звук (бука) при преносу од извора до места пријема, односно у објекту из једног у други простор буде ослабљен. Звучна заштита дели се на звучну заштиту објеката (зграде, објекти високоградње) и звучну заштиту у спољашњем простору.

Звучна заштита објекта реализује се извођењем звучне изолације конструкција и заштитом од буке. Пригушење од буке представља разлику нивоа буке с једне и друге стране зида, а у фреквентном спектру од 100 Hz до 5 KHz.

<sup>168</sup> Spence, R. J. S., Cambridge Architectural Research Limited (UK), Building Materials and Health report prepared for UNCHS/HABITAT, 1997.

Табела 30. Вредности анализираних хала према критеријуму пригушења буке

Тип спортске хале	dB
Балон хала, дрвена конструкција с једним слојем PVC	21
Челична хала са сендвич панелима	32
Зидана хала с челичним кровом	61
Префабрикована армирано-бетонска хала (АБ)	72
Префабрикована фероцементна хала (ФЦ)	64

### 10.11. Вредности за анализу механичке отпорности

Отпорност материјала је посебна научна дисциплина која обухвата инжењерске методе прорачуна чврстоће, крутости и стабилности. Како се стабилност објекта одређује статичким прорачуном, односно димензионисањем конструктивних елемената, сматраћемо да сви објекти задовољавају услове исте сеизмичке зоне. Из наведеног, разматраћемо само чврстоћу, односно притисну чврстоћу материјала, од које зависи и могућност ненамерног оштећења објекта, а самим тим и износ ванредних трошкова одржавања услед оштећења.

Табела 31. Вредности анализираних хала према критеријуму механичке стабилности и отпорности анализираних хала

Тип спортске хале	MPa. (N/mm <sup>2</sup> )
Балон хала, дрвена конструкција с једним слојем PVC	0.07
Челична хала са сендвич панелима	3.5
Зидана хала с челичним кровом	10
Префабрикована армирано-бетонска хала (АБ)	30
Префабрикована фероцементна хала (ФЦ)	34

### 10.12. Вредности за анализу животног века материјала грађевинског објекта

Балон хала, дрвена конструкција – PVC текстилне фолије се углавном користе до истека животног века, који износи до 20 година, тако да се у изворном облику не

могу поновно примењивати. Ламелираном дрвету је животни век уз одличну негу од 30 до 50 година, па оно и одређује век објекта.

*Челична хала са сендвич панелима* – челик као материјал који није у директном контакту с агресивним атмосферским утицајима (налази се у затвореном простору), уз адекватну антикорозивну заштиту има велики животни век, и дуге од 100 година. Животни век сендвич панела је у зависности од декларације произвођача око 30 година (квалитетни произвођач). Животни век минералне вуне у зависности од произвођача је од 20 до 40 година.

*Зидана хала с челичним кровом* – армирани бетон који је заштићен од продора сулфата, а самим тим и од унутрашње корозије носеће арматуре, има веома дуг век трајања, и преко 100 година. Исти случај је с челичном конструкцијом као и у претходном примеру. Трајност малтерисане фасаде је у зависности од квалитета и до 50 година.

*Префабрикована АБ хала* – као што и сам назив каже, основни материјал који се користи је армирани бетон. Како су елементи трослојни, а носећи слој је унутрашњи (према коме се раде статички прорачуни), односно спољни слој армираног бетона је искључиво фасадни, трајност ових објеката је веома велика, преко 100 година.

*Префабрикована ФЦ хала* – слично као и у претходном примеру, цео објекат је заснован на армираном бетону и изолацији од полистирена и екструдираниог полистирена. Не постоје малтерисане фасаде, као и у претходном случају, тако да се трајност објекта своди на трајност армираног бетона. И у овом случају носећи слој фeroцементa је заштићен изолацијом и заштитним ливеним армираним слојем, тако да је животни век оваквих објеката веома дуг, преко 100 година.

*Табела 32. Вредности анализираних хала према критеријуму животног века објекта*

<b>Врста хале</b>	<b>Животни век објекта изражен у годинама</b>
Балон хала, дрвена конструкција	20
Челична хала са сендвич панелима	30
Зидана хала с челичним кровом	До 50
Префабрикована армирано-бетонска хала (АБ)	Преко 100
Префабрикована фeroцементна хала (ФЦ)	Преко 100

### **10.13. Вредности за анализу критеријума могућност рециклаже**

Овај критеријум ћемо такође категоризовати описно, а према могућностима рециклаже употребљених материјала, односно могућности поновне примене у истом или другом процесу.

*Балон хала, дрвена конструкција* – Рециклажа PVC текстилне фолије је могућа, али у Србији не постоји центар за рециклажу ових материјала, па се услед тога одлажу на депонију. Ламелирано дрво не може се користити у изворном облику, а рециклажом се могу користити за израду сировина, као што је медијан и сл. Услед наведеног, оцена могућности рециклаже је „лош“.

*Челична хала са сендвич панелима* – Челик као материјал који није у директном контакту с агресивним атмосферским утицајима, односно налази се у затвореном простору, уз адекватну антикорозивну заштиту има велики животни век, и преко 100 година. Челик се веома лако рециклира и његовом рециклажом се остварује уштеда до 70% у односу на производњу из примарних сировина. Сендвич панели нису погодни за рециклажу, они се састоје од танких ојачаних лимова с дебелом испуном од минералне вуне. Сам лим је могуће рециклирати, али он је заштићен од корозије пластификацијом или сл. и залепљен за слој минералне вуне, тешко се одваја и рециклира. Сама минерална вуна се не рециклира услед опасности од стварања честица мањих од 5 $\mu$ m, које су опасне услед продирања у респираторне органе и немогуће ју је користити у изворном облику. Оцена могућности рециклаже је „средњи“.

*Зидана хала с челичним кровом* – Садржи велики проценат челика, како у кровној конструкцији, тако и у арматури бетона. Армирани бетон и блокови могу се користити након једноставног процеса уситњавања (дробљења) као основа, фундација за локалне путеве или темеље других објеката. Фасада и минерална вуна, нажалост, нису употребљиви, односно не могу се рециклирати. Из наведеног оцена могућности рециклаже је „добар“.

*Префабрикована АБ хала* – Као што и сам назив каже, основни материјал који се користи је армирани бетон. Како су елементи трослојни, а носећи слој је унутрашњи (према коме се раде статички прорачуни), односно спољни слој армираног бетона је искључиво фасадни. Сву арматуру је могуће рециклирати, док се армирани бетон, у зависности од добијених фракција процесом дробљења, може користити као агрегат у производњи вишефракцијског бетона. Изолациони слој од полистирена не може се користити у изворном облику, али се он такође у потпуности рециклира и служи као сировина у производњи полипропиленске и полистиренске амбалаже и сл. Иако је веома масиван објекат, скоро сви материјали који су уграђени у њега могу имати намену и након истека животног века објекта. Из наведеног, оцена могућности рециклаже је „веома добар“.

*Префабрикована ФЦ хала* – Слично као и у претходном примеру, цео објекат је заснован на армираном бетону и изолацији од полистирена и екструдираниог полистирена. У овом случају, услед специфичног начина армирања, издвајање жичаних арматурних мрежа је компликованији процес од издвајања дискретне арматуре. Могуће је издвојити сав челик, али се процес дробљења одвија у више корака. У току тог процеса могуће је издвајати различите гранулације агрегата, тако да фини агрегати могу бити употребљени у поновној производњи. Услед компликованијег процеса рециклаже, овај тип објекта оцењен је као „добар“

Табела 33. Вредности анализираних хала према критеријуму могућности рециклаже

Врста хале	Врста материјала за рециклажу	Оцена
Балон хала, дрвена конструкција	PVC текстилна фолија ламинирано дрво	Лош
Челична хала са сендвич панелима	Челик, сендвич панели	Средњи
Зидана хала с челичним кровом	Челик, армирани бетон, фасада минерална вуна	Добар
Префабрикована армирано-бетонска хала (АБ)	Армирани бетон, изолациони слој од полистирена	Веома добар
Префабрикована фероцементна хала (ФЦ)	Армирани бетон, изолациони слој од полистирена и екструдирани полистирен	Добар

#### 10.14. Сумаризација вредности анализираних критеријума

Табела 34. Вредности анализираних хала према критеријумима: почетна цена изградње, брзина изградње, топлотни губици, енергија потребна за производњу материјала, трошкови одржавања и укупно CO<sub>2</sub>

опис	Почетна цена изградње	Брзина изградње	Топлотни губици	Енергија потребна за производњу материјала	Трошкови одржавања годишњи за период од 60 година	Укупно "CO <sub>2</sub> "
	eur/m <sup>2</sup>	радни дан	w/m <sup>3</sup>	kwh	eur/m <sup>2</sup>	t
Балон хала	80	30	33,24	215,13	1,22	34,93
Челична хала са с. панелима	210	60	9,45	286,85	1,88	88,45
Зидана хала са челичним кровом	320	120	8,86	371,85	1,45	95,47
Префабрикована АБ хала	380	45	7,97	360,30	1,19	116,88
Префабрикована ФЦ хала	290	45	6,02	277,63	0,79	87,28

Табела 35. Вредности анализираних хала према критеријумима: ватроотпорност, емисија штетних материја и зрачења из материјала, звучна заштита од звука из ваздуха, механичка отпорност објекта, животни век материјала, могућност рециклаже

опис	Ватроотпорност	Емисија штетних материја и зрачења из материјала	Звучна заштита од звука из ваздуха споља (R <sub>w</sub> )	Механичка отпорност објекта - приписна чврстоћа	Животни век материјала	Могућност рециклаже
	минути	5 тачака описно	dB	MPa. (N/mm <sup>2</sup> )	година	5 тачака описно
Балон хала	15	лоша	21	0,07	25	лош
Челична хала са с. панелима	30	средњи	32	3,5	40	средњи
Зидана хала са челичним кровом	30	средњи	61	10	50	добар
Префабрикована АБ хала	120	добар	72	30	100	веома добар
Префабрикована ФЦ хала	120	добар	64	34	100	добар

## **11. СТУДИЈА СЛУЧАЈА: ИЗБОР СПОРТСКЕ ХАЛЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ ОПТИМИЗАЦИЈЕ**

У решавању практичног проблема избора спортске хале применом метода вишекритеријумске оптимизације упоређено је пет најчешће грађених спортских хала: балон хала, зидана хала с челичним кровом, челична хала са сендвич панелима, префабрикована армирано-бетонска хала, префабрикована фeroцементна хала. Критеријуми коришћени у анализи су: почетна цена изградње, брзина изградње, топлотни губици на годишњем нивоу, енергија потребна за производњу грађевинског материјала, трошкови одржавања на годишњем нивоу, емисија угљен-диоксида при производњи материјала, ватроотпорност, штетне материје и зрачење из материјала, заштита од буке, механичка отпорност, животни век и могућност рециклаже.

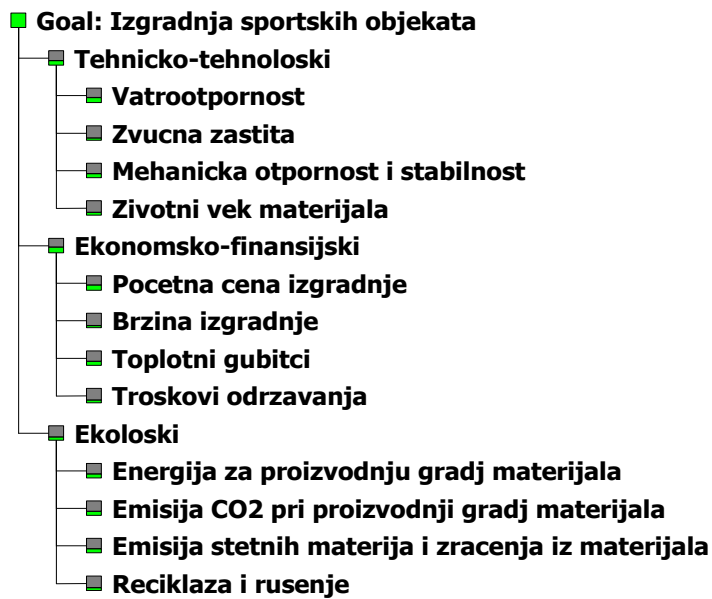
Критеријуми су дефинисани према препорученој пракси Европске уније. Изабрани критеријуми су део анализе трошкова животног циклуса грађевинског објекта уз уважавање еколошких критеријума. Као најважнији критеријум за доносиоца одлуке одређена је почетна цена изградње имајући на уму ограничен државни буџет и досадашњу праксу при одабиру инвестиција на јавним тендерима. Вредности за одабране критеријуме су пројектоване на период од 60 година. Грађевински објекти су упоређени према одабраним критеријумима користећи софтверске пакете Visual Promethee и Expert Choice 2000.



## 11.1. Аналитичко-хијерархијски процес примењен у софтверу Expert Choice 2000

Model Name: SportObj\_3

Treeview



Alternatives

Balon hala
Celicna hala
Zidana hala
Prefab AB hala
Prefab FC hala

\* Distributive mode

Слика 13. Модел спортских објеката

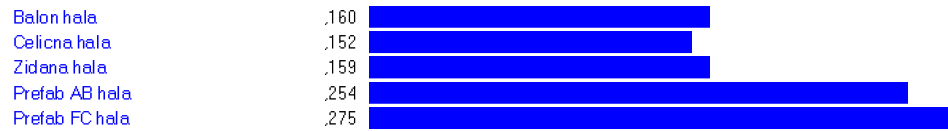
Model Name: SportObj\_3

Synthesis: Summary

**Synthesis with respect to:**

Goal: Izgradnja sportskih objekata

Overall Inconsistency = .00



*Слика 14. Синтеза резултата према постављеном циљу*

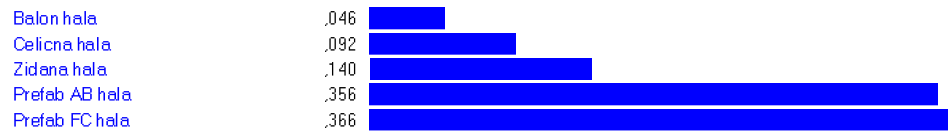
Model Name: SportObj\_3

Synthesis: Summary

### Synthesis with respect to: Tehnicko-tehnoloski

(Goal: Izgradnja sportskih > Tehnicko-tehnoloski)

Overall Inconsistency = .00



Слика 15. Синтеза резултата у односу на техничко-технолошке критеријуме

Model Name: SportObj\_3

Synthesis: Summary

### Synthesis with respect to: Ekonomsko-finansijski

(Goal: Izgradnja sportskih > Ekonomsko-finansijski)

Overall Inconsistency = .00



Слика 16. Синтеза резултата у односу економско-финансијске критеријуме

Model Name: SportObj\_3

Synthesis: Summary

### Synthesis with respect to: Ekoloski

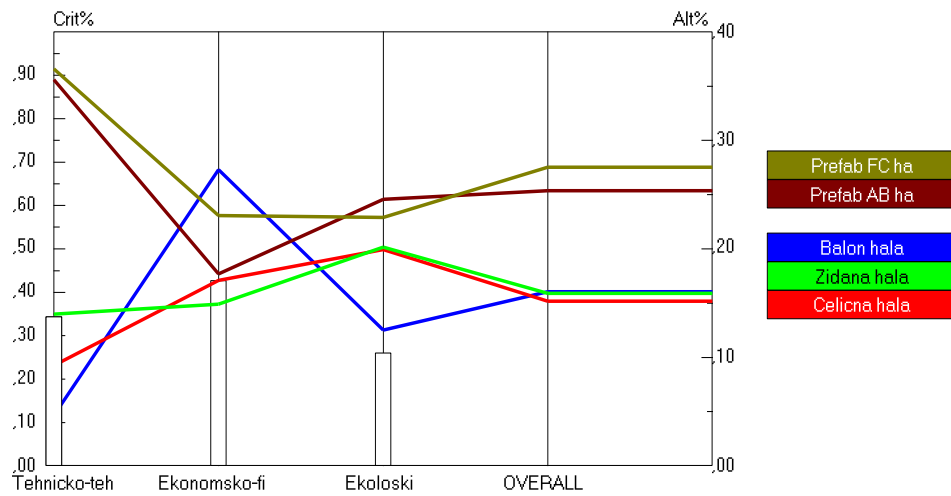
(Goal: Izgradnja sportskih > Ekoloski)

Overall Inconsistency = .00



Слика 17. Синтеза резултата у односу на еколошке критеријуме

**Performance Sensitivity for nodes below: Goal: Izgradnja sportskih objekata**



Objectives Names

Tehnicko-teh	Tehnicko-tehnoloski
Ekonomsko-fi	Ekonomsko-finansijski
Ekoloski	Ekoloski

Alternatives Names

Balon hala	Balon hala
Celicna hala	Celicna hala
Zidana hala	Zidana hala
Prefab AB ha	Prefab AB hala
Prefab FC ha	Prefab FC hala

*Слика 18. Анализа осетљивости*

У софтверу Expert Choice 2000 анализирани су балон хала, челична хала са сендвич панелима, класично зидана хала с челичним кровом, префабрикована армирано-бетонска (АБ) хала и префабрикована фeroцементна (ФЦ) хала. Хале су анализирани по економско-финансијским, техничко-технолошким и еколошким критеријумима, с циљем одређивања најисплативије инвестиције с најбољим техничко-технолошким својствима и најмањим негативним утицајем на животну средину. Поткритеријуми дефинисаних критеријума су:

*1. Поткритеријуми техничко-технолошких критеријума:*

- ватроотпорност;
- звучна заштита;
- механичка отпорност;
- животни век материјала.

*2. Поткритеријуми економско-финансијских критеријума:*

- почетна цена изградње;
- брзина изградње;
- топлотни губици;
- трошкови одражавања годишње за период од 60 година.

*3. Поткритеријуми еколошких критеријума:*

- енергија потребна за производњу материјала;
- укупна количина угљен-диоксида емитованог при производњи грађевинског материјала;
- емисија штетних материја и зрачења из материјала;
- рециклажа и рушење.

Дефинисане алтернативе, тј. хале анализирани су у односу на сва три критеријума:

- Алтернатива која највише задовољава постављене економско-финансијске, техничко-технолошке и еколошке критеријуме је фeroцементна префабрикована хала.
- Техничко-технолошке критеријуме. Алтернатива која има најбоље техничко-технолошке перформансе је фeroцементна префабрикована хала.
- Економско-финансијске критеријуме. Хала која најбоље задовољава задате поткритеријуме у оквиру овог критеријума јесте балон хала.
- Еколошке критеријуме. Хала која најбоље задовољава задате поткритеријуме у оквиру овог критеријума је префабрикована армирано-бетонска хала.

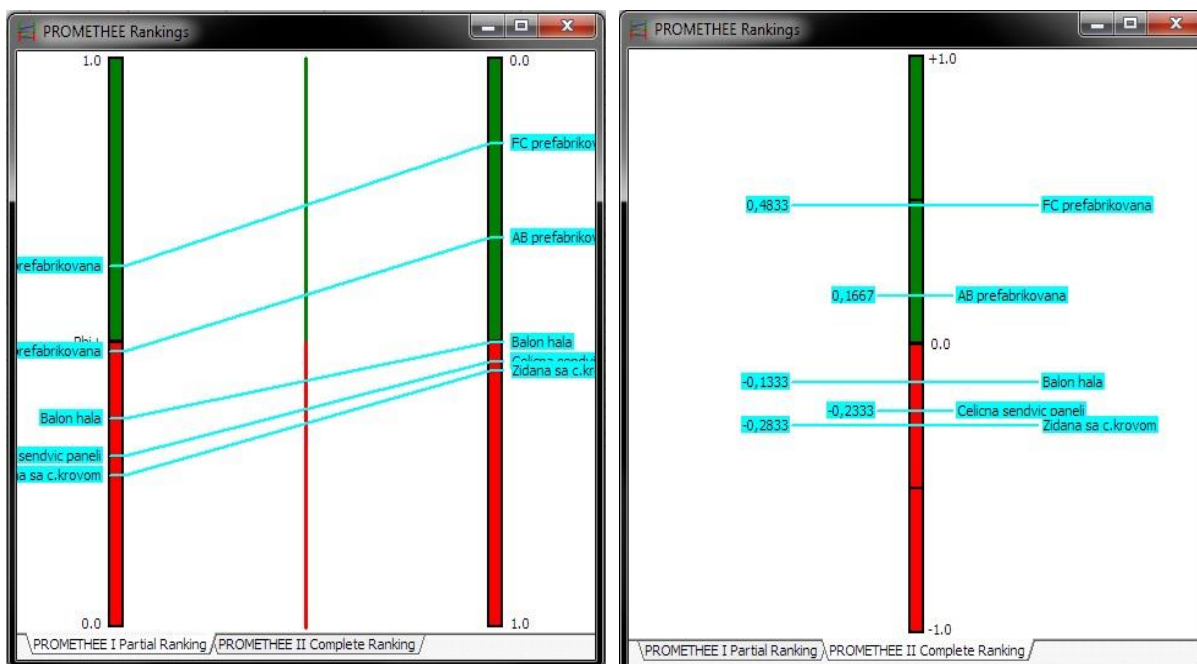
Решење које се издвојило као најбоље у односу на сва три дефинисана критеријума (префабрикована фероцементна хала) је даље подвргнута анализи осетљивости. Анализа осетљивости показује да је решење стабилно, тј. да променом у важности критеријума резултат остаје исти.

## 11.2. Метода Promethee примењена у софтверу Visual Promethee

Табела 36. Visual Promethee – почетна табела

Scenario1	POC. CENA I...	BRZINA IZG...	T.GUBITCI	ENERG. ZA P...	ODRŽAVAN...	CO2.MAT.	VATROOTPO...	EMISIJA ŠTE...	ZVUCNA ZAŠ...	MEHANIČKA...	ŽIVOTNI VEK	RECIKLAŽA	criteron13	criteron14	criteron15	criteron16	criteron17
Unit	E/m2	Radni dan	W/m2K	kWh	E/m2 (60 god)	t	minuti	5-point	dB	MPa(N/mm2)	godna	5-point	unit	unit	unit	unit	unit
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
<b>Preferences</b>																	
Min/Max	min	min	min	min	min	min	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Weight	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
-Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
-P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
-S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<b>Statistics</b>																	
Minimum	80	30	6,02	215,13	0,79	34,93	15	2	21	0,07	25	2	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Maximum	380	120	33,24	371,85	1,88	116,88	120	4	72	34,00	100	5	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Average	256	60	13,11	302,35	1,31	84,60	63	3	50	15,51	63	4	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Standard Dev.	104	31	10,13	57,70	0,36	27,02	47	1	20	13,89	31	1	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<b>Evaluations</b>																	
<input checked="" type="checkbox"/> Balon hala	80	30	33,24	215,13	1,22	34,93	15	bad	21	0,07	25	bad	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<input checked="" type="checkbox"/> Celozna sendvic p...	210	60	9,45	286,85	1,88	88,45	30	average	32	3,50	40	average	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<input checked="" type="checkbox"/> Zidana sa c.krovom	320	120	8,86	371,85	1,45	95,47	30	average	61	10,00	50	good	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<input checked="" type="checkbox"/> AB prefabrikovana	380	45	7,97	360,30	1,19	116,88	120	good	72	30,00	100	very good	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<input checked="" type="checkbox"/> FC prefabrikovana	290	45	6,02	277,63	0,79	87,28	120	good	64	34,00	100	good	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

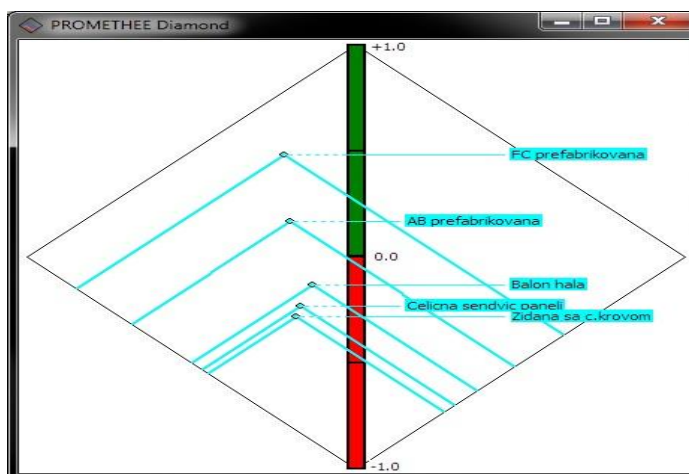




Графикон 4. Парцијално и комплетно рангирање Promethee I и Promethee II

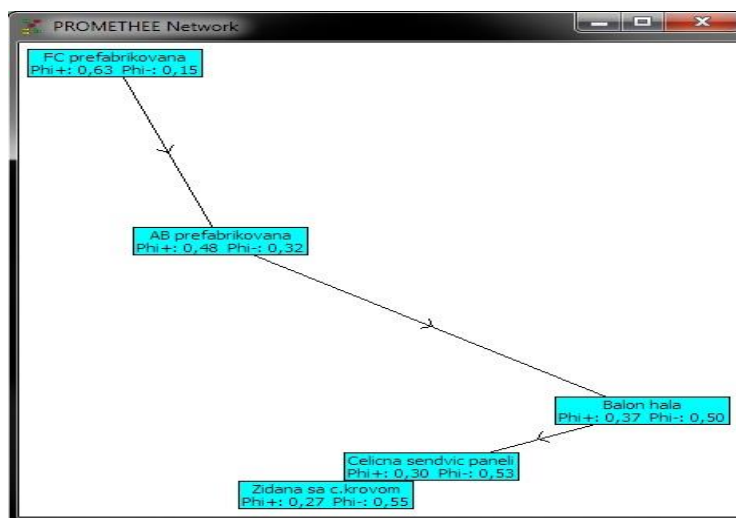
Promethee I – парцијално рангирање, које се заснива на поређењу одлазећег протока ( $\Phi^+$ ) и улазног протока ( $\Phi^-$ ). За сваку акцију линија је извучена из свог ( $\Phi^+$ ) резултата до ( $\Phi^-$ ) резултата. Кад је линија у потпуности на врху неке друге, то значи да је одговарајућа акција преферирана у односу на другу у Promethee I парцијалном рангирању. У анализираном примеру префабрикована (ФЦ) хала је алтернатива која је преферирана у односу на остале.

Promethee II – комплетно рангирање, где горња половина скале (зелено) одговара позитивним  $\Phi$  резултатима, а доња половина скале (црвено) негативним резултатима. Видимо да је алтернатива која доминира над свим осталима фероцемента префабрикована (ФЦ) хала.



Графикон 5. Promethee Diamond

Promethee Diamond је алтернативни приказ Promethee I и Promethee II рангирања. Овај приказ показује оба ранга као један у дводимензионалној репрезентацији. У Promethee Diamond свака акција је приказана као тачка у  $(\Phi^+, \Phi^-)$  равни. Раван је под углом од  $45^\circ$ , тако да вертикална димензија (зелено-црвена оса) одговара  $\Phi$  нето току. Конус је нацртан за сваку акцију. Кад конус преклапа другу, то значи да је та акција у предности у односу на другу, у Promethee I парцијалном рангирању. Укрштени конуси одговарају неупоредивим акцијама. У анализираном примеру, ФЦ хала је очигледно преферирана у односу на све друге акције, док неупоредивих акција нема. Вертикална димензија одговара  $\Phi$  тако да је могуће визуализовати оба ранга истовремено.



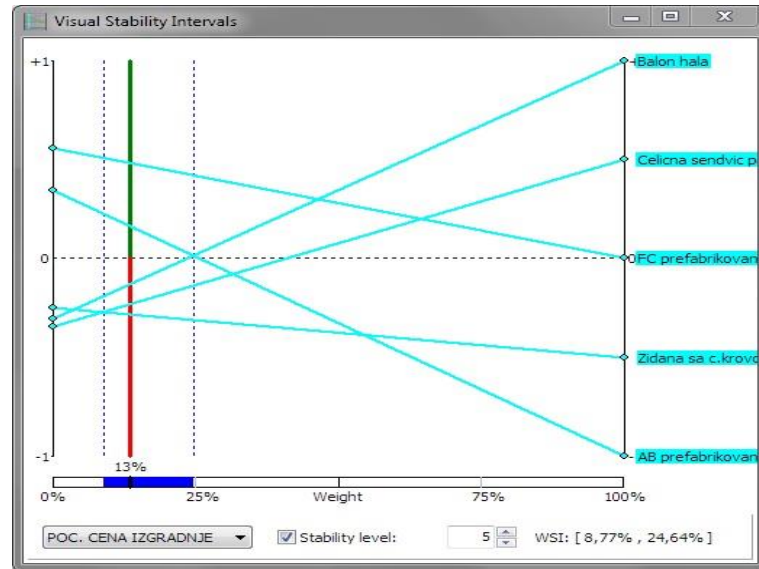
Графикон 6. Promethee Network

Promethee Network је алтернативни приказ Promethee I ранга. У Promethee Network приказу свака акција представљена је као чвор, а преференције су представљене стрелицама. Чворови се налазе у релативним позицијама, тако да се јасно види раздаљина између вредности протока.

Табела 37. Promethee Flow Table

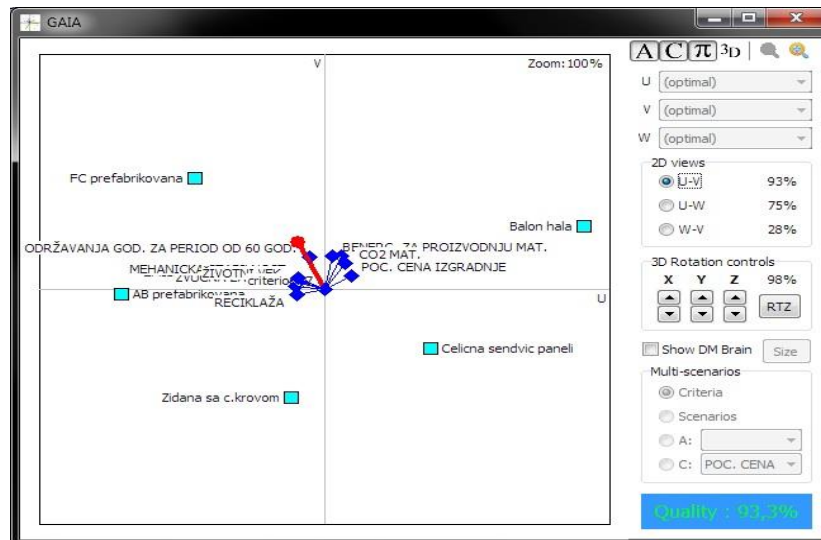
	action	Phi	Phi+	Phi-
1	FC prefabrikovana	0,4833	0,6333	0,1500
2	AB prefabrikovana	0,1667	0,4833	0,3167
3	Balon hala	-0,1333	0,3667	0,5000
4	Celicna sendvic paneli	-0,2333	0,3000	0,5333
5	Zidana sa c.krovom	-0,2833	0,2667	0,5500

Promethee Table је табеларни приказ Promethee II комплетног рангирања.



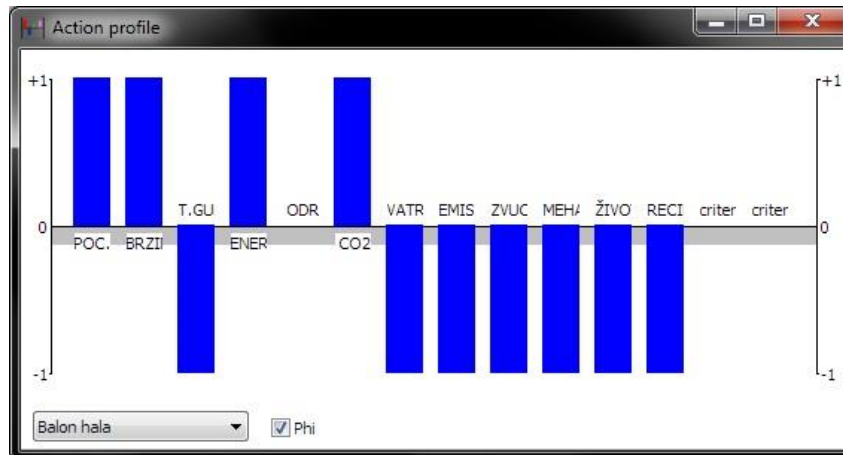
Графикон 7. Visual Stability Intervals – Анализа осетљивости

У графикону Visual Stability Intervals, хоризонтална димензија одговара тежини одабраног критеријума. Вертикална димензија одговара Phi резултату нето протока. За сваку акцију линија је повучена тако да показује резултат нето протока као функцију тежине критеријума. Анализа осетљивости показује колико је најбоље рангирано решење осетљиво услед промене критеријума. Из анализираниог примера може се закључити да је решење стабилно.



Графикон 8. GAIA визуализација добијеног решења

Софтвер GAIA омогућава и визуализацију добијеног решења датог у графикону 8. Такође, једна од анализа које софтвер врши јесте и визуелни приказ предности и мана сваког од анализираних објеката.



Графикон 9. Профил балон хале

Балон хала:

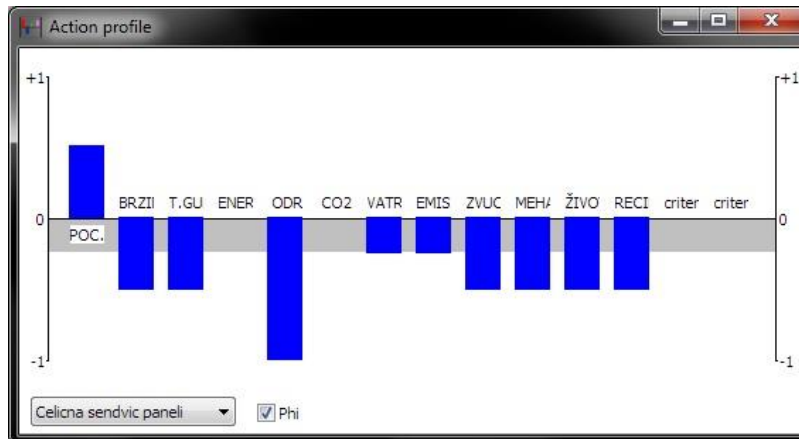
- Позитивне особине: почетна цена изградње, брзина изградње, енергија потребна за производњу материјала, емисија угљен-диоксида при производњи материјала.
- Негативне особине: топлотни губици, ватроотпорност, емисија штетних материја из материјала, звучна заштита, механичка отпорност и стабилност објекта, животни век објекта, могућност рециклаже.
- Неутралне особине: одржавање.



Графикон 10. Профил зидане хале с челичним кровом

*Зидана хала с челичним кровом:*

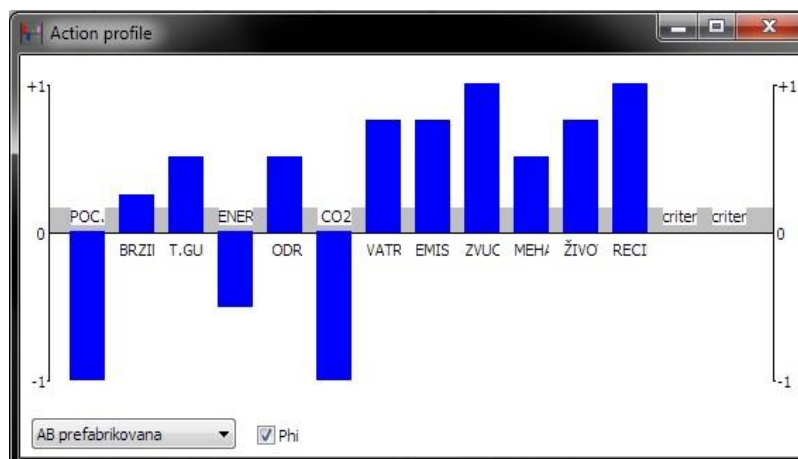
- Позитивне особине: могућност рециклаже.
- Негативне особине: почетна цена изградње, брзина изградње, енергија потребна за производњу материјала, емисија угљен-диоксида при производњи материјала, одржавање, ватроотпорност, емисија штетних материја из материјала.
- Неутралне особине: звучна заштита, топлотни губици, животни век, механичка отпорност и стабилност објекта.



*Графикон 11. Профил челичне хале са сендвич панелима*

*Челична хала са сендвич панелима:*

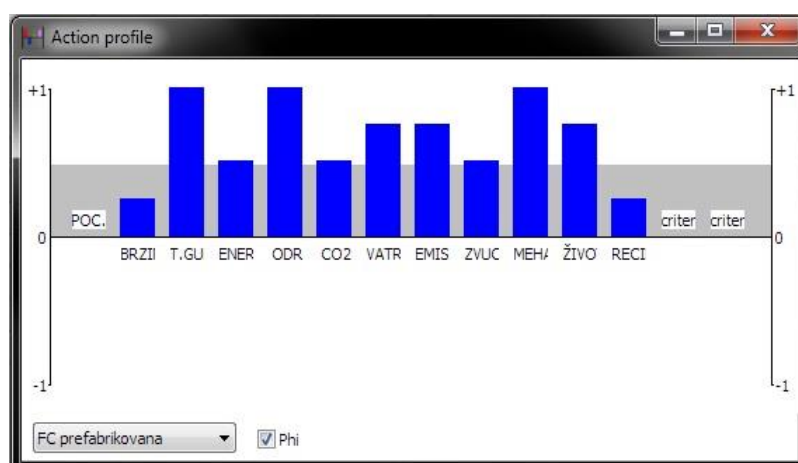
- Позитивне особине: почетна цена изградње.
- Негативне особине: брзина изградње, топлотни губици, одржавање, ватроотпорност, емисија штетних материја из материјала, звучна заштита, механичка отпорност и стабилност објекта, животни век објекта и могућност рециклаже.
- Неутралне особине: енергија потребна за производњу материјала, емисија угљен-диоксида.



Графикон 12. Профил армирано-бетонске префабриковане хале

Префабрикована армирано-бетонска хала:

- Позитивне особине: брзина изградње, топлотни губици, одржавање, ватроотпорност, заштита од буке, животни век, могућност рециклаже, механичка стабилност и отпорност објекта.
- Негативне особине: почетна цена изградње, емисија угљен-диоксида при производњи материјала, енергија потребна за производњу материјала.
- Неутралне особине: нема.



Графикон 13. Профил префабриковане фeroцементне хале

Префабрикована фeroцементна хала:

- Позитивне особине: брзина изградње, топлотни губици, одржавање, ватроотпорност, емисија штетних материја из материјала, емисија угљен-диоксида при производњи материјала, енергија потребна за производњу материјала, звучна заштита, механичка отпорност и стабилност објекта, животни век објекта и могућност рециклаже.

- Негативне особине: нема.
- Неутралне особине: почетна цена изградње.

### ***11.3. Тумачење резултата добијених анализом проблема избора типа спортске хале софтверима Visual Promethee и Expert Choice 2000***

Применом вишекритеријумских метода одлучивања у софтверима Expert Choice 2000 и Visual Promethee анализирано је пет типова најчешће грађених спортских хала: балон хала, челична хала са сендвич панелима, зидана хала с челичним кровом, префабрикована армирано-бетонска хала и префабрикована фeroцементна хала. Хале су анализиране по следећим критеријумима: почетна цена изградње, брзина изградње, топлотни губици, емисија угљен-диоксида при производњи материјала, трошкови одржавања, ватроотпорност, енергија утрошена за производњу грађевинског материјала, емисија штетних материјала и зрачења из материјала, животни век грађевинског објекта, механичка стабилност и отпорност објекта, заштита од буке и могућност рециклаже. У складу с тренутном праксом у процесу јавне набавке у Републици Србији, критеријум коме је додељена највећа тежина, односно критеријум који је обележен као најважнији за доносиоца одлуке, а често и једини јесте почетна цена изградње.

Методом Expert Choice 2000 постигнуто је издвајање најбоље алтернативе за доносиоца одлуке у односу на сва три анализирана критеријума, као и најбољу алтернативу у оквиру сваког постављеног критеријума:

- Према техничко-технолошком критеријуму и поткритеријума у његовом склопу (ватроотпорност, звучна заштита, механичка отпорност, животни век материјала) као најбоља је издвојена префабрикована фeroцементна хала.
- Према економско-финансијском критеријуму и припадајућим поткритеријумима (одржавање, почетна цена изградње, топлотни губици) као најбоља је издвојена балон хала.
- Према еколошком критеријуму и припадајућим поткритеријумима (енергија потребна за производњу материјала, укупна количина угљен-диоксида емитованог при производњи грађевинског материјала, емисија штетних материја и зрачења из материјала, рециклажа и рушење) као најбоља је издвојена префабрикована армирано-бетонска хала.

Коначан резултат оба модела одлучивања био је исти. Као најповољнија алтернатива за доносиоца одлуке издвојила се префабрикована фeroцементна хала. Префабрикована фeroцементна хала је објекат чија је почетна цена већа у односу на балон халу, зидану халу с челичним кровом и челичну халу са сендвич панелима, па према томе не представља логичан избор за доносиоца одлуке. Међутим, анализом цена

која је укључила цео животног века објекта показало се да је управо ова хала најповољнији, тј. најисплативији избор за наручиоца, тј. доносиоца одлуке. Применом метода вишекритеријумске оптимизације и анализом која је укључила трошкове животног циклуса објекта, стиче се увид у реалне трошкове и стварну исплативост инвестиција. Префабрикована фероцемента хала је објекат који по својим карактеристикама спада у енергетски ефикасне објекте и његова цена, иако већа у старту, вишеструко се исплати гледано с аспекта животног века објекта.



## 12. ЗАКЉУЧАК

Проблем истраживања овог рада јесте сагледавање процеса одлучивања и примене савремених метода вишекритеријумске оптимизације на одабир јавних инфраструктурних објеката - затворених спортских хала. Циљ истраживања коме се тежило у овом раду је испитивање исплативости инвестиције за сваку од анализираних хала као и дефинисање релевантних критеријума одабира. С тим у вези у спроведеном истраживању упоређене су пет најчешће грађених спортских хала по унапред дефинисаним критеријумима који су у складу с принципима одрживог развоја, важећим прописима Европске уније и Републике Србије.

Предметним истраживањем конкретног научног проблема дошло се до следећих сазнања:

- Најисплативија спортска хала за инвеститора је префабрикована фероцементна спортска хала.
- Префабрикована спортска хала не представља логичан избор за инвеститора јер је њена почетна цена већа у односу на већину анализираних хала, али представља енергетски ефикасан објекат који је најисплативији за инвеститора гледано са аспекта целог животног века објекта.
- Процес јавних набавки и Закон који их уређује остављају велику слободу наручиоцу у постављању критеријума одабира спортских хала.
- Енергетски ефикасни објекти нису ни на који начин награђени, нити имају бенефиције кад учествују на јавним тендерима.
- Закон о планирању и изградњи допушта изостанак ране фазе пројектовања, израде Генералног пројекта и Идејног решења, и оставља могућност расписивања јавне набавке по шаблонским, готовим, често неадекватним, пројектима.
- Пракса је показала да се на тендерима, а према Закону о јавним набавкама, гледа само цена, прво пројекта, а онда објекта, што у много случајева доводи до изградње објеката с ниском почетном ценом изградње, а високом ценом одржавања и експлоатације.
- У односу на остатак света, Европска унија предњачи у успостављању и имплементацији мера којима се охрабрује одржива градња.
- Као званичан кандидат за чланство у Европској унији, Србија ће морати пре приступања да прилагоди своје законе европским.
- Досадашњи прогрес у имплементацији концепта одрживости у грађевинској индустрији јавној набавци грађевинских објеката и прилагођавања закона европским је незнатан.

У спроведеном истраживању испуњени су дефинисани циљеви и предмет истраживања и у потпуности је решен проблем истраживања. Испитивањем хипотеза

истраживања, potvrđene su glavne hipoteze da se realan увид у стварне трошкове и исплативост инвестиција у грађевинске објекте може стећи анализом цена која ће укључити цео животни век објекта као и да је одабир инвестиција на јавним тендерима веома сложен проблем с великим бројем супротстављених критеријума, који треба решавати методама вишекритеријумске оптимизације који омогућавају поређење критеријума одабира, анализу и одређивању најбољег решења. Такође, potvrđene су и споредне hipoteze истраживања да је цена изградње објекта само један од чинилаца трошкова објекта током просечно дефинисаног животног века тог објекта као и да енергетски ефикасни објекти имају позитиван утицај на укупну цену животног циклуса објекта.

У проблемској анализи јавне набавке спортских објеката дошло се до нових научно релевантних информација. Нова научна информација следи из претходних литературних истраживања и истраживања спроведених на најчешће грађеним спортским халама. Истраживање је базирано на реалним подацима о објектима, механизмима јавне набавке а према актуелним законима. Такође, у раду је успостављена и објашњена веза између екологије, социјалних и економских фактора, грађевинске индустрије и јавне набавке, сагледана на дужи временски период.

Кључни резултати истраживања и значај истраживања за теорију и праксу огледа се у :

- теоријској поставци и практичној примени вишекритеријумских метода одлучивања на проблем одабира инфраструктурних објекта у процесу јавних набавки, на примеру затворених спортских хала;
- дефинисању релевантних критеријума и фактора који утичу на објективно сагледавање инвестиција;
- дефинисању значаја ране фазе пројектовања и едукације инвеститора;
- успостављању практично применљивог модела за оцену инвестиција;
- повезивању менаџмента, односно савремених теорија одлучивања у доношењу стратегијских одлука и инжењеринга у грађевинарству које су у складу с концептом одрживог развоја и важећим прописима Европске уније.

Аутор закључује да држава треба да преузме улогу лидера у транзицији ка одрживом друштву кроз побољшање квалитета живота грађана, исправљање социјалних неправди и смањење деградације животне средине. Јавна набавка је средство које држава може користити у ову сврху. Имплементирањем концепта одрживости у процедуре јавне набавке држава може водити својим примером, користити услуге и набављати производе који ће поред испуњења жеља корисника дугорочно представљати корисно потрошен новац пореских обавезника. Сви производи и услуге имају социјалне економске и еколошке последице на друштво. Последице се огледају у прекомерној емисији угљен-диоксида, загревању планете и потрошњи ресурса које, дугорочно гледано, утичу на ниво цена енергената, производа, повећање сиромаштва и деградацију здравља људи. Одабиром адекватних производа и услуга ове негативне последице могу се умањити. Држава има моћ да подржи одрживу

производњу и потрошњу и стимулише иновацију у области еколошких производа. Одабиром производа и услуга који не угрожавају људско здравље, природу и економску стабилност држава штити интересе грађана и испуњава своје политичке циљеве. Имплементирајући концепт одрживости држава штеди финансијска средства, ресурсе и енергенте, промовише социјални, економски и еколошки просперитет и штити здравље својих грађана.

Власти које усвоје принцип одрживости у процесу јавних набавки ће бити боље припремљене да се суоче с растућим еколошким изазовима, као и да испуне обавезујуће политичке циљеве за смањење емисије угљен-диоксида, енергетске ефикасности и заштите животне средине. Увођење принципа одрживости у процес јавних набавки спортских објеката захтевало би едукацију управног кадра о стандардизацији, одрживој јавној набавци, одрживој градњи, прецизну дефинисаност пројектног задатка, обавезну израду генералног пројекта, студије оправданости и коришћење анализа које би сагледавањем трошкова укупног животног циклуса објекта дале реалнију слику о стварној цени набавке у датом временском оквиру. Такође би било препоручљиво јасније дефинисати постојеће законске одредбе, а затим и увести нове које би одредиле обавезну примену стандардизације и принципа одрживости у раној фази пројектовања, и пратећих правилника а према наменама објеката.

У односу на остатак света, Европска унија предњачи у успостављању и имплементацији мера којима се охрабрује одржива градња. Грађевинска индустрија регулисана је низом мера које имају за циљ увођење одрживости у све фазе изградње. Европска унија је за сада кроз увођење регулатива увела концепт одрживости у процес јавних набавки и направила невероватан помак у смањењу емисије угљен-диоксида, повећању енергетске ефикасности, коришћењу обновљивих извора енергије и смањењу потрошње ресурса. Реформе у преласку на потпуно зелену, тј. одрживу индустрију се настављају и продубљују. Непланско трошење ресурса и констатно повећање популације стварају потребу да се прибегне превентивним мерама како би се генерацијама које долазе осигурала одржива будућност. Људско исцрпљивање ресурса у значајној мери превазилази капацитете природе. Ваздух, вода и земљиште постају све загађенији нарушавајући природни баланс и стабилну климу. Одрживи развој је динамичан процес који омогућава људима да поправе квалитет свог живота и у исто време заштите и унапреде животну средину. Све су ово разлози за промену досадашње праксе јавног сектора и имплементацију принципа одрживог развоја у њихов рад. Имплементирајући концепт одрживости држава штеди финансијска средства и пуни буџет, што се позитивно одражава на животни стандард сваког грађана и целокупну економију. С пунијим буџетом и јачом економијом држава може да улаже у развој нових технологија, одрживу производњу и потрошњу, пратећи позитиван пример Европске уније.

Као званичан кандидат за чланство у Европској унији, Србија ће морати пре приступања да прилагоди своје законе европским. Европска унија уложила је много труда у развијању правних оквира и превазилажењу проблема који су искрсли у имплементацији одрживне јавне набавке. Циљ коме се тежи у Европској унији јесте стварање инфраструктуре и грађевинских метода који се не ослањају на природне

ресурсе којих је све мање. Методе на чијој се имплементацији интензивно ради јесте увођење одрживе јавне набавке, као и Life cycle costing – LCC анализе, као једног од алата за постизање овог циља. Предности овакве праксе су бројне: велике буџетске уштеде, смањено загађење животне средине, смањена потрошња природних ресурса, стимулисање зелене градње, успостављање економске и социјалне одрживости.

LCC анализа је тренутно препоручена, али добровољна метода која има тенденцију да постане законска обавеза у Европској унији, а у склопу имплементације одрживе јавне набавке грађевинских објеката. Сагледавање трошкова кроз цео животни циклус објекта даје оцењивачу тендерских понуда веома важне информације. Применом ове анализе врши се процена колико објекат заиста кошта ако се поред почетне цене коштања узму у обзир и одржавање употреба трајност и други фактори који утичу дугорочно на цену објекта. Такође, овом анализом може се проценити и ниво загађења ваздуха, токсичност материјала и других негативних утицаја које објекат има на животну средину. Да би објекти могли да се упореде у унапред дефинисаним категоријама, они прво морају да буду подвргнути стандардизацији. Стандардизацијом се осигурава да објекти испуњавају услове у погледу техничких перформанси, безбедности, заштите животне средине и других циљева који се желе постићи.

У Републици Србији постоји велики број школа које или немају или имају неадекватну салу за физичко васпитање. Спортски објекти представљају инфраструктурне објекте које су финансирале локалне самоуправе за потребе спровођења и развијања школског спорта и здравља деце. Један од главних приоритета државе јесте стварање здраве нације кроз заштиту младих и осигуравања њиховог хармоничног психофизичког развоја. Охрабривање младих да се баве спортом утиче на стварање позитивних навика, очување здравља, превенције болести и малолетничке делинквенције. Охрабривање младих да се баве спортом има и шири друштвени значај. Редовним бављењем спортом повећава се здравље нације, смањују трошкови и испуњавају социјални циљеви. Управо зато би свака школа морала да омогући деци да се баве спортом на часовима, секцијама и ваннаставним активностима, што подразумева стварање адекватних услова за ученике да усаврше своје физичке способности и стекну вештине у спортским дисциплинама.

Статистике показују да је све већи број гојазне деце у Србији. По најновијим истраживањима, Србија је на првом месту у Европи по гојазности деце узраста 7-8 година. Развитак гојазности код деце је узрочник многих озбиљних обољења попут дијабетеса који онемогућава децу да се развију у здраве и радно способне јединке. Један од узрока гојазности је свакако и све слабија заступљеност школског спорта.

Један од основних предуслова бављењем спортом је постојање адекватних спортских објеката. Према подацима Министарства омладине и спорта, у Србији постоји велики број школа које немају салу за физичко или не испуњавају школске нормативе у погледу величине и опремљености спортске сале. Разлози оваквог стања су осим лоше финансијске ситуације често и изградња неадекватних објеката чија је цена коришћења и одржавања превисока. У Националној стратегији развоја спорта држава

наглашава да је приоритет реконструкција постојећих и изградња нових хала за обављање спортских активности.

Процес јавне набавке спортских хала подразумева одабир објекта који најбоље задовољава задате услове. Овај рад представља анализу постојећих критеријума одабира и предлог новог модела који је у складу с важећим прописима Европске уније и Републике Србије. Анализа је рађена на пет најчешће грађених спортских хала: балон хала, зидана хала с челичним кровом, челична хала са сендвич панелима, префабрикована армирано-бетонска хала и префабрикована фероцементна хала. Циљ анализе јесте одабир објекта који најбоље задовољава задате критеријуме кроз цео животни век а дугорочно гледано минимизира укупне трошкове.

У Републици Србији пракса је показала да се од свих критеријума који би могли и требало да буду вредновани у обзир узима једино цена. Управо оваква пракса доводи до изградње објекта чија је почетна цена изградње ниска, иако је кроз одржавање и експлоатацију укупна цена трошкова она много већа. Истовремено, такви објекти углавном прекомерно троше природне ресурсе и енергенте, као и материјале за редовно одржавање чиме директно загађују природну средину. Сагледавањем само почетне цене изградње дискриминишу се одрживи спортски објекти чија је почетна цена већа. Управо овде се јасно види значај примене анализе трошкова животног циклуса објекта и вишекритеријумских метода одлучивања, који могу директно да упореде објекте у процесу јавних набавки и оправдају веће почетно улагање у одрживе објекте зарад будуће уштеде.

У раду је анализирано пет типова најчешће грађених спортских хала по одабраним критеријумима узевши у обзир неопходност изградње великог броја спортских хала на територији Републике Србије. Критеријуми су одабрани у складу с важећим европским прописима и стандардима, али и тренутном праксом у Републици Србији. Анализа је извршена вишекритеријумским методама оптимизације примењеним у софтверима Expert Choice 2000 и Visual Promethee. У одређивању тежине, тј. важности критеријума, највећа тежина додељена је почетној цени изградње ради добијања што реалнијих резултата. Сви критеријуми су израчунати на основу реалних података о преформансама сваког објекта а затим пројектовани на период од шездесет година, према препорученој европској пракси. Оба модела одлучивања одредила су најповољније решење у избору између пет понуђених могућности. Као најповољнија, по анализираним критеријумима за наручиоца, издвојила се префабрикована фероцементна хала. Анализом пет различитих хала, користећи реалне податке из праксе, потврђено је да се изградњом одрживог спортског објекта, као што је префабрикована фероцементна хала, и поред веће почетне цене остварују значајне уштеде, те ови објекти имају позитиван утицај на укупну цену.

Управо овакви недвосмислени резултати поткрепљују тврдњу да је улагање у одрживе објекте оправдано, као и да се реалан увид у стварне трошкове и исплативост инвестиција у грађевинских објектата једино може стећи анализом цена, која ће укључити цео животни век објекта. Почетна цена изградње је само један од фактора

који је неопходно укључити у анализу. Почетна цена јесте важан фактор, али сигурно не сме бити и једини на основу кога се оцењују инвестиције.

Изградњом ове хале омогућава се уштеда од минимално 20% у односу на класичне системе градње, у зависности од димензија објеката. Што је објекат већи, и уштеда је већа. У изградњи ових хала користи се 30% мање цемента и 31% мање челика. Такође, ова хала обезбеђује уштеде енергије кроз цео животни циклус објекта: у изградњи до 30%, експлоатацији до 50% и рециклажи до 50%.

Републику Србију на европском путу чекају велики изазови и законске реформе, посебно кад је реч о јавним набавкама, заштити животне средине и зеленој градњи. У светлу све већег загађења животне средине, емисије угљен-диоксида, глобалног загревања, драстичног смањивања ресурса, повећања цена енергенета и сиромаштва, свака, па и најмања одлука донета данас може имати велике последице у будућности. Неопходност реформи још више наглашава чињеница да је у Directive 2010/31/EU, коју ће Република Србија морати да испоштује пре прикључивања Европској унији, јасно наглашено да ће од 1. јануара 2020. све нове зграде које ће се градити за потребе државних органа и јавних установа морати да буду зграде тзв. „нула-енергије“, а енергија коју троше мора доћи из обновљивих извора енергије, као и циљ Европске уније да постигне смањење емисије угљен-диоксида за 40% у односу на ниво емисије измерен од 1990. до 2030. године.

Постизање одрживе јавне набавке захтева првенствено прилагођавање законске регулативе. У Републици Србији треба прилагодити Закон о јавним набавкама, Закон о планирању и изградњи и пратеће правилнике. Прилагођавањем би се могла постићи транспарентност, прецизнија дефинисаност услова на јавним тендерима, ограничавање слободе које наручилац има у постављању услова кроз дефинисање смерница, тј. критеријума одабира, боља дефинисаност генералног пројекта у коме су разрађена техничка својства објекта као ране фазе пројектовања, израде студија оправданости, обавезне примене стандарда и онемогућавања малверзација. Променама у процесу јавне набавке и критеријума који се анализирају може се стимулирати укључивање економских еколошких и социјалних фактора у рану фазу пројектовања грађевинског објекта.

Република Србија је направила мали корак у увођењу концепта одрживости у јавни сектор, али у поређењу с тренутним механизмом функционисања сектора јавних набавки и грађевинске индустрије у Европској унији овај помак је незнатан. Потребно је ускладити законску регулативу која ће омогућити почетак изградње одрживих објеката. Грађевинска индустрија је један од највећих загађивача животне средине и индустрија која има утицај на све сфере људског друштва, па је примена одрживе јавне набавке у овом сектору приоритет ради постизања наведених циљева.

Спровођење концепта одрживости у јавној набавци грађевинских производа је компликован процес због комплексности грађевинских пројеката. Комплексност грађевинских пројеката огледа се у потреби да се анализира читав низ техничко-технолошких, економских, еколошких, социјалних, законских и институционалних фактора који утичу на доношење одлука и одабир критеријума. Да би се осигурала

одржива будућност у грађевинској индустрији, потребно је усвојити мултидисциплинарни приступ у анализирању особина грађевинских објекта као што су: енергетска ефикасност, употреба еколошких материјала, минимизирање отпада, смањење загађења и емисије угљен-диоксида. Уколико би се овај мултидисциплинарни приступ применио у фази пројектовања на цео животни циклус грађевинског објекта, дошло би до значајног смањења негативних последица по животну средину. Примена одговарајућих закона би могла да стимулише одрживу градњу и примену стандарда као што су BREEAM, LEED и други, у раној фази пројектовања, кад се избором еколошких материјала, иновативног дизајна и начина градње могу остварити најбољи резултати и највеће уштеде. Уједно би стандарди и одговарајуће законске норме послужили као репери прогреса и контроле у имплементацији концепта одрживог развоја у грађевинској индустрији.

Даљи развој процеса јавних набавки грађевинских објеката мора пратити европски пример и прилагодити законску регулативу европској. Примену LCC анализе као подршке одлучивању могуће је подстаћи интензивном промоцијом и едукацијом доносиоца одлука о предностима коришћења додатних анализа заснованих на вишекритеријумском приступу у процесу јавних набавки. Такође, едукација управног кадра је потребна о предностима увођења концепта одрживог развоја, енергетске ефикасности, зеленој градњи и стандардизацији. У развијеним државама примена LCC концепта у јавним набавкама добила је много на значају последњих година, узимајући у обзир да је грађевинска индустрија један од водећих загађивача животне средине, као и растући тренд активног промовисања зелене градње и одрживог развоја, као начина да се осигура економска социјална и еколошка одрживост за будуће генерације.

Задаци јавних набавки грађевинских објеката требали би да укључе коришћење софтвера базираним на вишекритеријумским методама као системима за подршку одлучивању омогућило би доносиоцима одлука да лакше упореде понуде и изврше процену исплативости инвестиција у процесу јавних набавки. Оваква пракса омогућила би доносиоцима одлука да се посвете суштини проблема, а то је стимулисање одрживе јавне набавке и улагање у одрживе објекте. Дугорочне последице овакве праксе биле би велике финансијске уштеде, мања потрошња ресурса, веће задовољство грађана и лакше прилагођавање европским стандардима и регулативама. Коришћењем система за подршку одлучивању у овом раду примењених Expert Choice 2000 и Visual Promethee омогућило би се директно поређење алтернатива описаних квалитативним и квантитативним критеријумима и олакшало доношење одлуке. Применом софтверских пакета овај процес би се учинио ефикаснијим и лакшим, и доносилац одлуке би лакше оправдао улагање у енергетски ефикасне објекте чија је почетна цена већа. Такође у софтверске пакете требало би укључити и критеријуме одабире који би укључили анализу цена за цео животни циклус производа и еколошке критеријуме ради добијања реалне информације о стварној исплативости инвестиција као и стимулисању изградње одрживих спортских објеката. Оваквом праксом умногоме би се олакшао и убрзао процес евроинтеграција и оствариле значајне финансијске уштеде а које су на терету буџета, односно грађана.

### 13. ЛИТЕРАТУРА

1. Alejandro E., Traspaderne A., Ortiz de Elgea A., 2010, *Best practice on green or sustainable public procurement and new guidelines*, Research done for CESBA -The collective Initiative for a New Culture of Build Environment, стр. 8.
2. Asefa S., 2005, *The Concept of Sustainable Development: An Introduction*, published in *The Economics of Sustainable Development*, W.E. Upjohn Institute for Employment Research, Michigan, стр. 1.
3. Arrowsmith, S., & Kunzlik, P., 2009, *Social and Environmental Policies in EC Procurement Law: New Directives and New Directions*, Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, стр. 93.
4. American Cancer Society, 2013, *Formaldehyde*, Washington, стр. 3.
5. Barringer, H., & Weber, D., 1996, *Life Cycle Cost Tutorial*, Houston, Texas: Fifth International Conference on Process Plant Reliability.
6. Бета, 2015, *Чак 110 школа на територији Војводине нема салу за физичко*, Блиц новине 16. 06. 2015.
7. Building for Environmental and Economic Sustainability, 2002, *Technical Manual and User Guide*, стр. 36.
8. Боровић, Б. и Милићевић, М., 1997, *Збирка задатака из одабраних области операционих истраживања*, стр. 225.
9. Bunday D. B., 1984, *Basic Optimization methods*, Edward Arnold London стр. 89.
10. Brundtland Commission Report, 1992.
11. Brans, J. P., Mareschal, B., 1984, *PROMETHEE: A new family of outranking methods in multi criteria analysis*, Operational Research 84; Amsterdam: New Holland, стр. 480.
12. CENELEC–European Committee for Electro technical standardization. Dresden agreement.
13. Clift, M., ,2003, *Life cycle costing in construction sector. Sustainable building and construction*”, *Industry and Environment Review* Volume26 April-September No.(2-3), стр. 39.
14. Cole, R. J., 1998, *Energy and greenhouse gas emissions associated with the construction of alternative structural systems*. University of British Columbia: Environmental research group.
15. Costner P, *Estimating Releases and Prioritizing Sources in the Context of the Stockholm Convention*, International POP’s Elimination Network, Mexico, 2005, Fires, U.S. Fire Administration, Topical Fire Research Series, Volume 1, Issue 18. стр. 10.
16. Димитријевић, Р., Гавриловић, Б., 2000, *Монтажни преднапрегнути скелет у савременом зградарству систем ИМС*, Институт за испитивање материјала ИМС – Београд, стр 5.



17. DETR Framework Project Report, 2001, *Field investigations of the thermal performance of construction elements as built*, стр. 10.
18. DeLisle, J., Grissom, T., & Högberg, L., 2013, *Sustainable real estate an empirical study of the behavioral response of developers and investors to the LEED rating system*, Journal of Property Investment & Finance, 31(1), стр. 20.
19. Др Ђурђевић, Н., 2010, *Међународно-правни аспекти односа спорта и здравља*, Гласник права, УДК: 796/799:613]:341(ИССН 1821-4630 (online)), Правни факултет Универзитета у Крагујевцу.
20. Доц. др Туфегџија, М., 2012, *Менаџмент спортских објеката и догађаја*, Паневропски универзитет АPERION, стр. 30.
21. Dragos, D., & Neamantu, B., 2013, *Sustainable Public Procurement: Life-Cycle Costing in the New EU Directive Proposal*, European procurement & public private partnership, Volume 8, Issue 1, стр. 25.
22. Flower, D. J., & Sanjayan, J. G., 2007, *Green House Gas Emissions due to Concrete Manufacture*, Clayton, Australia, стр. 89.
23. Guidelines for the implementation of the Agreement on Technical Cooperation between ISO and CEN (the Vienna Agreement) 2001.
24. Gorkum, C., 2010, *CO<sub>2</sub> emissions and energy consumption during the construction of concrete structures*, Delft University of Technology Holland, стр. 4.
25. Halouani, N., Chabchoub, H., Martel, J.M., 2009, „PROMETHEE-MD-2T method for project selection“, European Journal of Operational Research, Vol. 195, стр. 85.
26. Hawken, P., Lovins, A.B., & Lovins, L.H., 2009, *Natural capitalism: Creating the next industrial revolution*, Boston, USA: Little, Brown and Company, стр. 119.
27. Highton, J., 2012, *Life-cycle costing and the procurement of new buildings: The future direction of the construction Industry*, Public Infrastructure Bulletin, Vol. 1, Iss. 8, стр. 5.
28. Ishizaka, A., & Labib, A., 2009, *Analytic Hierarchy Process and Expert Choice: Benefits and limitations*, *OR Insight*,22 (doi:10.1057/ori.2009.10), стр. 210.
29. Институт за стандардизацију Србије, *План доношења српских стандарда и сродних докумената за 2016*, Београд, стр. 17.
30. Илић, Ј, и Лазаревић, З., 2010, *Свака пета школа нема салу за физичко*, Блиц новине, 11. 02. 2010.
31. Ивковић, Б., Поповић, Ж., 2005, *Управљање пројектима у грађевинарству*, треће измењено и доуњено издање, Београд, стр. 5 .
32. Ивковић, Б., Поповић, Ж., 2005, *Управљање пројектима у грађевинарству*, треће измењено и доуњено издање, Београд, стр.16.

33. Ивковић, Б., Поповић, Ж., 2005, *Управљање пројектима у грађевинарству*, треће измењено и доуњено издање, Београд, стр. 93.
34. Johnson, S., 1993, *Greener buildings: environmental impact of property*, Mac Millan, Basingstoke, стр. 26.
35. Krämer L., 2000, *Differentiation in EU Environmental Policy*”, European Energy and Environmental Law Review, Volume 9, Issue 5, стр. 135.
36. Kreijger, P., 1979, *Energy analysis of materials and structures in the building industry*, Applied Energy, стр. 17.
37. Kibert, C. J., 2008, *Sustainable construction: Green Building Design and Delivery*, Second edition, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New jersey, USA, стр. 78.
38. МА. Стипановић Ослаковић И., 2007, *Трајност материјала*, Хрватска.
39. Macharis, C., Springael J., De Brucker K., Verbeke A., 2004, *The design of operational synergies in multi criteria analysis: Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP*, European Journal of Operational Research, 153, стр. 301.
40. *Materials and Health report prepared for UNCHS/HABITAT*, 1997.
41. Mathiessen, L., & Morris, P., 2007, *Cost of Green Revisited: Reexamining the Feasibility and Cost Impact of Sustainable Design in the Light of Increased Market Adoption*. Davis Langdon, стр. 18.
42. Minnesota Department of health, 2006, *Facts about Dioxins*, стр. 3.
43. Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Агенција за заштиту животне средине, 2015, *Стање животне средине у Републици Србији – кратак преглед*, Београд, стр. 2.
44. Министарство омладине и спорта Републике Србије, 2014, *Истраживању стања образовно-васпитних установама у Србији везаним за школски спорт*, Београд, стр. 4.
45. Младеновић, И., 2013, *Грађевинарство као индустријски сектор у функцији опоравка привреде Републике Србије*, Економски хоризонти, треће издање, септембар-децембар, стр. 245.
46. Мр Арсић, В., 2014, *Искусва у мерењу концентрације радона у Републици Србији*, Институт за медицину рада Србије „Др Драгомир Крајовић“, Београд.
47. Мр Шурбатовић Ј., 2014, *Менаџмент у спорту*, 7.1 Менаџмент спортских објеката, стр. 1.
48. Национална агенција за регионални развој, 2013, *Како да унапредите своје пословање – стандарди и сертификати*, друго издање, Београд, стр. 6.
49. Николић, И., и Боровић, С., 1996, *Вишекритеријумска оптимизација*, Центар војних школа Југославије, Београд, стр. 199.
50. NIOSH Safety & Health Topic: Isocyanates, National Institute for Occupational Safety & Health, 2002, New York.

51. Norman, G., 1990, *Life cycle costing*, Property management, Volume 8, Issue 4, стр. 349.
52. Оприцовић, С., 1998, *Вишекритеријумска оптимизација система у грађевинарству*, Београд, стр. 40.
53. OSHA Fact Sheet, 2002, Crystalline Silica Exposure Health Hazard Information, стр. 2.
54. Oluwole P. Akadiri, 2011, *Development of a Multi-Criteria Approach for The Selection of Sustainable Materials for Building Projects*, PhD Thesis University of Wolverhampton стр. 84.
55. Papadopoulos, A. и Karagiannidis, A., 2008, *Application of the multi-criteria analysis Method Electre III for the optimization of decentralized energy systems*, Omega, 2008, стр. 39.
56. Parmenter, D., 2010, Key Performance Indicators: Developing, Implementing and Using Winning KPIs, Chapter 1, John Wiley and sons Hoboken New Jersey 2<sup>nd</sup>, страна 7.
57. Павловић, И., 2012, Концепт одрживости, Green Building Conference and Exhibition, Београд.
58. Pellicer, T. M., Pellicer, E. и Eaton, D., 2009, *A macroeconomic regression analysis of the construction industry*, Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 16 Iss: 6, стр. 580.
59. Perez-Lombard, L., Ortiz, J. and Pout, C., 2008, *A review on building energy consumption Information*, Energy and Buildings, Volume 40, Issue 3, стр. 396.
60. Perera, O., Morton, B., Perfremont, T., 2009, *Life Cycle Costing in Sustainable Public Procurement: A Question of Value*, International Institute for Sustainable Development (IISD) стр. 3.
61. Poel, B., Cruchten, G. и Balaras, C.A., 2007, *Energy performance assessment of existing dwellings*, Energy and Buildings Volume 39, Issue 4, April 2007, стр. 400.
62. Привредна комора Београда, 2014, Поглавље 27 – животна средина, Београд, стр. 1.
63. Raiffeisen банка, 2016, Извештај тима за статистичка истраживања припремљен за иностране инвеститоре, Vienna
64. Република Србија Управа за заједничке послове републичких органа, 2013, *Процедура за поступак јавне набавке*, Београд 5.5, Конкурсна документација, стр. 12.
65. Република Србија, Управа за заједничке послове републичких органа, 2013, *Процедура за поступак јавне набавке*, Београд 5.6, Критеријуми за доделу уговора стр. 15.
66. Републички хидрометеоролошки завод: „Основне климатске карактеристике на територији Србије“.

67. Република Црна Гора, 2011, Национални програм развоја спорта у Црној Гори– Предлог. стр. 1.
68. Rogers P., Jalal K., Boyd J., 2008, *An Introduction to Sustainable Development*, Earthscan, London, стр. 20.
69. Saaty T., 1986, *Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process*, Management Science, 32(7) стр. 849.
70. San-Jose, L. J. T. и Cuadrado, R. J., 2010, „Industrial building design stage based on a system approach to their environmental sustainability“, Construction and Building Materials Volume 24, Issue 4, April 2010, стр. 440.
71. Sarja, A., 2002, *Integrated Life Cycle Design of Structures*, London, UK: Spon Press. ISBN 0-415-25235-0, стр. 4.
72. Seeber, K., 1997, State-of-the-Art of Precast/Pre stressed Sandwich Wall Panels. *PCI Committee Report*, second edition, стр. 33.
73. Society of Chartered Surveyors Ireland, 2010, *SCS Guide to Life Cycle Costing*, стр. 4.
74. Станковић, З., 2010, *Историја пластике, Екологија магазин*, стр. 2.
75. Spence, R. J. S., Cambridge Architectural Research Limited (UK), *Building Regional Education and Information Center for sustainable development in South East Europe*, 2009.
76. Schweber, L., Haroglu, H., 2014, *Comparing the fit between BREEM assessment and design processes*, Building Research & Information. Vol. 42 Issue 3, стр. 315.
77. Sterner, E., 2002, *Green procurement of buildings: A study of Swedish clients considerations*, Construction Management and Economics, Vol. 20, Issue 1, стр. 25.
78. Steurer, R., Berger, G., Konrad, A., Martinuzzi, A., 2007, *Sustainable public procurement in EU member states: Overview of government initiatives and selected cases*, Final Report to the EU High-Level Group on CSR.RIMAS. Vienna: Research Institute for Managing Sustainability, стр. 30.
79. Телеграф, 2014, Скандалозно: чак 70% школа изграђено средином прошлог века, 21. 09. 2014.
80. The institute of materials Minerals and Mining, 2012, *Vinyl in construction – Building a sustainable future*, British Plastics Federation.
81. Trinius, W., Sjöström, C., 2004, *Service Life Planning and Performance Requirements*, Building Research & Information, London, стр. 45.
82. Тримо Хрватска, 2010, *Иzolовани фасадни материјал – технички подаци*.
83. The University of Alabama in Hunstville, 2014, *1848 – The First Photograph of a Concrete Canoe*, Алабама.
84. Удружење за комуналне делатности Привредне коморе Србије, 2015, *Комуналне инфо, ПКСКОМУНАЛНЕ инфо*, јул 2015, Београд, стр 1.

85. Vogler, J., 2007, *The international politics of sustainable development*, published in Handbook of Sustainable Development, Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham стр. 432.
86. Vogler, J., 2007, *The international politics of sustainable development*, published in Handbook of Sustainable Development, Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham, стр. 435.
87. Влада Републике Србије, 2008, „Национална стратегија одрживог развоја 2008–2017“, стр. 5, Београд.
88. Влада Републике Србије, 2008, „Национална стратегија одрживог развоја 2008–2017“, стр. 128, Београд.
89. Влада Републике Србије, 2014, *Стратегија развоја спорта у Републици Србији за период 2014–2018. године* (Сл. гласник 1/2015). Приоритети стратегије, стр. 16.
90. Влада Републике Србије, 2014, *Стратегија развоја спорта у Републици Србији за период 2014–2018. године* (Сл. гласник 1/2015). Развој и унапређење спортске инфраструктуре, стр. 21.
91. Влада Републике Србије – Канцеларија за европске интеграције, 2011, *Приручник за припрему пројектног задатка*, Београд, Република Србија, друго издање ISBN 978-86-914485-2-3, стр. 6.
92. Влада Републике Србије, 2014, *Стратегија развоја спорта у Републици Србији за период 2014–2018. године* (Сл. гласник 1/2015). Финансирање спорта, стр. 8.
93. Завод за статистику Републике Србије, 2016, *Индекси индустријске производње у Републици, Србији, јануар 2016*, Београд.
94. Завод за статистику Републике Србије, 2015, *Месечни статистички билтен број 11/2015*, Београд, стр. 41.
95. Wozniacki, L., 2012, *Guidance To Foster Green Public Procurement*, Brussels, Belgium: European Environmental Vireau, стр. 4.
96. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 128.
97. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 128а.
98. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 2, став 29.
99. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014 ), члан 3, став 2.

100. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014 ), члан 4, став 3.
101. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 1.
102. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 117а.
103. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 118.
104. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 113.
105. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 131.
106. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 118а.
107. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 123.
108. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 – одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014) члан 2. Став 36
109. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 – одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014), члан 2, став 36а.
110. Закон о јавним набавкама (Сл. гласник РС, бр. 124/2012, 14/2015 и 68/2015) члан 3.
111. Закон о јавним набавкама (Сл. гласник РС, бр. 124/2012,14/2015 и 68/2015), члан 13.
112. Закон о заштити од буке у животној средини, Сл. гласник РС, бр. 36/2009 и 88/2010 члан, 3–1.
113. Закон о заштити од буке у животној средини у Службеном гласнику РС, бр. 36/2009 и 88/2010, члан 3–17.

114. „Одлука о постављању балон хала спортске намене на територији града Београда“ (Сл. лист града Београда бр.10/2011, 51/2011, 10/2014), члан 2.
115. Правилнику о нормативима школског простора опреме и средстава за основну школу, Сл. гласник РС-Просветни гласник, бр. 4/90, део 6. Конструкција и детаљи, члан 3.
116. Правилник о нормативу школског простора, опреме и наставних средстава за основну школу. Сл. гласник РС–Просветни гласник бр.4/90.
117. Правилник о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС, бр.61/2011),члан 1.
118. Правилник о енергетској ефикасности зграда, Сл. гласник РС бр. 61/2011, Прилог 2, Табела 2.3.
119. Правилник о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС, бр. 61/2011), табела 3.3.4.1.
120. Правилник о садржини, начину и поступку израде и начин вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката (Сл. гласник РС', бр.23/2015 и 77/2015), члан 34.
121. Правилник о садржини, начину и поступку израде и начин вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката (Сл. гласник РС, бр. 23/2015 и 77/2015), члан 45.
122. Правилник о садржини, начину и поступку израде и начин вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката (Сл. гласник РС, бр. 23/2015 и 77/2015), Прилог 1, основни подаци о објекту и локацији, стр 11.
123. „Правилник о коришћењу јавних спортских објеката и обављању спортских активности у јавним спортским објектима“, члан 7.
124. Уредба о одржавању стамбених зграда и станова (Сл. гласник РС, бр. 43/93) члан 3, став 4.
125. Communication COM (2008) 400: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Public procurement for a better environment {SEC(2008)2124} {SEC(2008)2125} {SEC(2008)2126}
126. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the Sustainable Consumption and Production and Sustainable Industrial Policy Action Plan {SEC (2008) 2110} {SEC (2008) 2111} COM (2008) 397final.
127. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Public procurement for a better environment {SEC(2008) 2124} {SEC(2008) 2125} {SEC(2008) 2126} COM/2008/0400 final.

128. Communication From The Commission To The European Parliament And The Council Strategy for the sustainable competitiveness of the construction sector and its enterprises /\* COM/2012/0433 final \*/
129. Commission Communication: Europe 2020., *A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*, COM (2010) 2020 final, Brussels, 3 March 2010.
130. Commission interpretative communication on the Community law applicable to public procurement and the possibilities for integrating environmental considerations into public procurement (COM (2001) 274).
131. Directive 2004/17/EC Of The European Parliament And Of The Council of 31 March 2004 coordinating the procurement procedures of entities operating in the water, energy, transport and postal services sectors
132. Directive 2014/24/EU Of The European Parliament And Of The Council of 26 February 2014.
133. Directive 2014/24/EU Of The European Parliament And Of The Council of 26 February 2014, ЧЛАН 29.
134. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010. on the energy performance of buildings. Methodology for calculating the energy performance of buildings.
135. European Commission, 2011, *Buying Green! Green Public procurement in Europe*. A handbook on green public procurement 2<sup>nd</sup> edition Luxembourg: Publications Office of the European Union ISBN: 978-92-79-19930-1 doi: 10.2779/74936.
136. European Commission, Proposal for a directive of the European Parliament and the Council on public procurement, Brussels 20-12-2011, COM(2011)896 final, Brussels, Belgium: Directorate – General for Internal Market and Services; for the consolidated version, see Council of the EU, Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on public procurement – Presidency compromise text/Consolidated version, Inter institutional File: 2011/0438 (COD). ЧЛАН 67-3.
137. European Commission, 2015, Construction Products Regulation (CPR) 2015.
138. European Commission, 2015, Harmonized European Standards 2015.
139. European Commission Internal Market Industry Entrepreneurship and SME`s.
140. European Commission „White paper on sport“ COM(2007)391: White Paper – White Paper on Sport {SEC(2007)932}{SEC(2007)934}{SEC(2007)935}{SEC(2007)936}.
141. European Solar Thermal Industry Federation, 2014, Energy Performance of Buildings Directive – Recast of Directive” Brussels Belgium.
142. ISO 15686-5:2008 *Buildings and constructed assets – Service life planing*, Part 5-Life Cycle Costing 3.1.1.7-3.1.1.8.
143. ISO 6946:2007
144. ISO 10211:2007



145. ISO/TC 16 Thermal performance and energy use in the built environment.
146. ISO15686-5, Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 5: Life cycle costing, 2004.
147. Industry Standards and Regulations, 2011, DIN Standards.
148. ISO 15686-1:3.1.1
149. ISO 15686-1:3.1.7
150. BREEAM, 2016, Facts about BREEAM, <http://www.breeam.com/> (Приступ: 28. 12. 2015).
151. CENELEC, 2016, About CENELEC, <http://www.cenelec.eu/> (Приступ:10. 02. 2016).
152. CEN, 2016, Who we are, <https://www.cen.eu/Pages/default.aspx> (Приступ: 12. 02. 2016).
153. Ђелић, Б., Србија на свом путу ка одрживом друштву (2010): Суштински (core) индикатори, стр. 10, Београд. <http://www.djelic.net/pdf/Srbija-na-svom-putu-ka-odrzivom-drustvu.pdf> (Приступ : 20. 08. 2015).
154. Earth Summit, 1997, UN conference on environment and development, <http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html> (Приступ: 25. 02. 2016).
155. European Commission, 2015, Public Procurement, [http://ec.europa.eu/internal\\_market/scoreboard/performance\\_per\\_policy\\_area/public\\_procurement/index\\_en.htm#maincontentSec](http://ec.europa.eu/internal_market/scoreboard/performance_per_policy_area/public_procurement/index_en.htm#maincontentSec) (Приступ:10. 03. 2016).
156. EUROSTAT, 2016, *Unemployment Recent developments at European and Member State level* <http://ec.europa.eu/eurostat> (Приступ: 07. 03. 2016)
157. Euroconstruct, 2015, *80<sup>th</sup> Euroconstruct summary report*, Budapest Hungary стр. 20
158. EUROSTAT, 2015, *Construction statistics – NACE Rev. 2* [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Industry\\_and\\_construction](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Industry_and_construction) (Приступ: 3. 3. 2016).
159. Грађевински материјал, 2014, *Гитер блокови*, <http://gradjevinskimaterijali.rs/proizvod/giter-blokovi/> (Приступ:30.05.2015.)
160. ISO ,2016, About ISO, <http://www.iso.org/iso/home/standards.htm> (Приступ:11. 10. 2015).
161. ISO 14000 – Ekološko upravljanje, 2013, <http://www.drrrc.rs/nastava/nastava/urokdip/.../MATERIJALI%201.ppt> (Приступ: 20. 02. 2013).
162. МАГНАХИМ, 2015, Стандардни полимери, <http://magnahim.com/proizvodi/standardni-polimeri/polivinilhlorid-pvc> (Приступ: 02. 03. 2015)
163. Multicriteria Decision Aid Methods, Modeling and Software, 2015, <http://www.promethee-gaia.net/software.html> (Приступ:11. 3. 2015).

164. National Library of Medicine, 2013, *Polyvinyl Chloride (PVC)*, [http://toxtown.nlm.nih.gov/text\\_version/chemicals.php?id=84](http://toxtown.nlm.nih.gov/text_version/chemicals.php?id=84) (Приступ:10. 02. 2015).
165. Савет зелене градње Србије, 2015, <http://www.serbiagbc.org/rs/o-nama/> (Приступ:10. 12. 2015)
166. Symposium on ferrocement, Havana, Cuba, October, 2012 [http://ferrocement.com/Page\\_1/english.html](http://ferrocement.com/Page_1/english.html) (Приступ:10. 10. 2015).
167. United Nations, 2015, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/summit> (Приступ: 25. 02. 2016).
168. Зелена градња, 2013, Зелена градња, развојна шанса Србије, <http://zelenasrbija.rs/srbija/5809-zelena-gradnja-razvojna-ansa-srbije> (Приступ:11.11.2015.)

СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 1. Утицај грађевинске индустрије и грађевинских објеката на еколошке, социјалне и економске факторе .....	21
Табела 2. Трендови индикатора одрживог развоја за област животне средине .....	35
Табела 3. Дозвољена годишња потрошња финалне енергије – нове зграде .....	39
Табела 4. Краткорочна прогноза развоја европске грађевинске индустрије .....	50
Табела 5. Прогноза развоја производње по секторима .....	51
Табела 6. Енергетски биланс за производњу основних грађевинских материјала .....	63
Табела 7. Емисија угљен-диоксида за уобичајене и алтернативне материјале .....	66
Табела 8. Класификација грађевинских материјала према DIN 4102 стандарду. ....	68
Табела 9. Нивои стандардизације .....	80
Табела 10. Преглед бројева стандарда и сродних докумената по областима стандардизације и методама доношења .....	87
Табела 11. Типови генералисаних критеријума .....	111
Табела 12. Скала девет тачака .....	114
Табела 13. Године постојања спортских центара у већим градовима Републике Србије .....	120
Табела 14. Просечна цена спорстких хала €/м <sup>2</sup> .....	122
Табела 15. Вредности анализираних хала према критеријуму брзина изградње .....	122
Табела 16. Вредности анализираних хала према критеријуму топлотних губитака .....	123
Табела 17. Балон хала, челична хала и зидана хала с челичним кровом – Потрошња енергије за производњу материјала .....	123
Табела 18. Префабрикована ФЦ и АБ хала – Потрошња енергије за производњу материјала .....	124
Табела 19. Вредности анализираних хала према критеријуму трошкова одржавања на годишњем нивоу .....	125
Табела 20. Балон хала – Укупна емисија угљен-диоксида .....	125
Табела 21. Челична хала са сендвич панелима – Укупна емисија угљен-диоксида .....	125
Табела 22. Зидана хала с челичним кровом – Укупна емисија угљен-диоксида .....	126
Табела 23. Потребни материјали за изградњу АБ и фероцементне хале .....	126
Табела 24. АБ и ФЦ хала – Укупна емисија угљен-диоксида .....	126
Табела 25. Утицај броја особа у пожарном сектору и величине пожарних сектора, А [m <sup>2</sup> ] .....	127
Табела 26. Основна вредност СОП .....	127

Табела 27. Категоризација степена отпорности од пожара према елементима/конструкцији зграде .....	128
Табела 28. Вредности анализираних хала према критеријуму ватроотпорности .....	129
Табела 29. Вредности анализираних хала према критеријуму штетних материја и зрачења из материјала .....	130
Табела 30. Вредности анализираних хала према критеријуму пригушења буке .....	131
Табела 31. Вредности анализираних хала према критеријуму механичке стабилности и отпорности анализираних хала .....	131
Табела 32. Вредности анализираних хала према критеријуму животног века објекта	132
Табела 33. Вредности анализираних хала према критеријуму могућности рециклаже	134
Табела 34 Вредности анализираних хала према критеријумима: почетна цена изградње, брзина изградње, топлотни губици, енергија потребна за производњу материјала, трошкови одржавања и укупно CO <sub>2</sub> .....	134
Табела 35. Вредности анализираних хала према критеријумима: ватроотпорност, емисија штетних материја и зрачења из материјала, звучна заштита од звука из ваздуха, механичка отпорност објекта, животног век материјала, могућност рециклаже .....	134
Табела 36. Visual Promethee – почетна табела .....	143
Табела 37. Promethee Flow Table .....	145

СПИСАК ГРАФИКОНА

Графикон 1. Индекси вредности уговорених и изведених радова извођача из Републике Србије .....	32
Графикон 2. Индекси броја издатих грађевинских дозвола укупно и према .....	33
врстама грађевина.....	33
Графикон 3. БДП тотална производња грађевинског сектора .....	49
Графикон 4. Парцијално и комплетно рангирање Promethee I и Promethee II .....	144
Графикон 5. Promethee Diamond .....	144
Графикон 6. Promethee Network .....	145
Графикон 7. Visual Stability Intervals – Анализа осетљивости .....	146
Графикон 8. GAIA визуализација добијеног решења .....	146
Графикон 9. Профил балон хале .....	147
Графикон 10. Профил зидане хале с челичним кровом.....	147
Графикон 11. Профил челичне хале са сендвич панелима.....	148
Графикон 12. Профил армирано-бетонске префабриковане хале .....	149
Графикон 13. Профил префабриковане фeroцементне хале.....	149

СПИСАК СЛИКА

Слика 1. Фактори који утичу на одрживи дизајн грађевинског објекта .....	23
Слика 2. Грађевинска активност .....	24
Слика 3. Структура укупних животних трошкова (WLC) и трошкова животног циклуса (LCC).....	54
Слика 4. Трошкови изградње, коришћења, одржавања и рушења грађевинског објекта.....	58
Слика 5. Критеријуми за израчунавање LCC анализе – интегрисани приступ .....	59
Слика 6. Скала утицаја пластике на животну средину .....	71
Слика 7. Изглед типичне балон хале с дрвеном конструкцијом.....	96
Слика 8. Изглед типичне челичне хале са сендвич панелима.....	98
Слика 9. Изглед типичне зидане хале с челичним кровом.....	99
Слика 10. Изглед типичне хале од армирано-бетонских префабрикованих елемената .....	101
Слика 11. Изглед типичне префабриковане хале од фероцементних сендвич елемената .....	104
Слика 12. АНР модел .....	115
Слика 13. Модел спортски објекти .....	136
Слика 14. Синтеза резултата према постављеном циљу .....	137
Слика 15. Синтеза резултата у односу на техничко-технолошке критеријуме.....	138
Слика 16. Синтеза резултата у односу економско-финансијске критеријуме.....	139
Слика 17. Синтеза резултата у односу на еколошке критеријуме.....	140
Слика 18. Анализа осетљивости .....	141

## БИОГРАФИЈА АУТОРА

Озрислава Милинковић рођена је 1980. године у Београду где је завршила основну школу и гимназију. Вишу школу за примењену економију у области интернационалног маркетинга завршава 2001. године на „Мегатренд“ универзитету у Београду, затим 2003. дипломира на смеру међународног пословања и тиме стиче звање дипломираног економисте у области међународног пословања. Мастер студије из области пословне администрације и менаџмента (МБА) завршава на америчком „University of Phoenix“ у Аризони. Докторске студије започиње 2011. године на Факултету за примењени менаџмент, економију и финансије (МЕФ).

Почиње да ради 2003. године као генерални администратор на задацима пружања административне подршке у току процеса приватизације између америчке компаније „Uniwold“ и српске компаније „Путник“. По завршетку приватизације прелази у „Путник“ где ради као асистент менаџера за развој пословања. У периоду од 2004. до 2006. године ради на Малти у фирми „Iris Skin Care“ као менаџер извоза и маркетинга. Од 2006. до 2007. године ради у Уједињеним Арапским Емиратима (Дубаи) у међународној компанији „Patchi“ као асистент менаџера продаје, а затим од 2007. до 2011. у компанији „Emirates Airlines“, у одељењу за људске ресурсе. Од 2012. године до данас ради у породичној компанији „Milinković Company“ као менаџер продаје на унапређивању пословања и промовисању енергетски ефикасних вишенаменских хала.

Озрислава Милинковић је учесник конференција у земљи и иностранству на тему зелене градње. Такође, аутор је бројних научних радова објављених у релевантним домаћим и страним часописима на тему одрживог развоја, заштите животне средине, еколошких материјала и енергетски ефикасних објеката.