

АГ
Г+

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет | Универзитет у Бањој Луци
Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy | University of Banja Luka

04_ (2016) 4(1)

АГГ+ часопис за архитектуру, грађевинарство, геодезију и сродне научне области
ACEG+ Journal for Architecture, Civil Engineering, Geodesy and other related scientific fields

Издавач | Publisher

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет Универзитета у Бањој Луци
Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy at the University of Banja Luka

Уређивачки одбор | Editorial Board

Проф. др Миленко Станковић – предсједник, Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет, РС-БиХ
Проф. др Љубиша Прерадовић – замјеник предсједника Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет,
РС-БиХ
Проф. др Милан Матаруга – члан, Ректор Универзитета у Бањој Луци, РС-БиХ
Проф. др Станко Станић – члан, Универзитет у Бањој Луци, РС-БиХ
Проф. мр Маја Додиг – члан, Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет, РС-БиХ
Проф. др Чедо Максимовић – члан, Faculty of Engineering, Department of Civil and Environmental
Engineering, Imperial College, GB
Arch. DI. Dr Peter Nigst – члан, Fachhochschule Kärnten, Carinthia University of Applied Sciences, Austria
Prof. dr Karel Pavelka – члан, Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze, CZ
Vladimir Vuković, PhD – члан, Lecturer in Urban Design, Carinthia University of Applied Sciences, Austria
Проф. др Ђорђе Вуксановић – члан, Грађевински факултет Београд, Србија
Проф. др Владан Ђокић – члан, Архитектонски факултет Београд, Србија
Проф. др Александра Костић-Милановић – члан, Висока грађевинско-геодетска школа Београд, Србија
Др Мила Пуцар – члан, ИАУС Београд, Србија
Prof. dr Stelling, Wilhelm – члан, Technische Fachhochschule Georg Agricola, Bochum, DE
Проф. др Миро Говедарица – члан, Технички факултет Нови Сад, Србија
Проф. др Властимир Радоњанин – члан, Технички факултет Нови Сад, Србија
Проф. др Тоша Нинков – члан, Технички факултет Нови Сад, Србија
Проф. др Драган Милашиновић – члан, Грађевински факултет Суботица, Србија
Проф. др Никола Цекић – члан, Грађевинско-архитектонски факултет Ниш, Србија
Prof. dr Ljubomir Majdandžić – члан, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, HR
Проф. др Рада Чахтаревић – члан, Архитектонски факултет Сарајево, БиХ
Проф. др Емир Фејзић – члан, Архитектонски факултет Сарајево, БиХ
Проф. др Перица Гојковић – члан, Саобраћајни факултет Добој, РС-БиХ
Проф. др Амир Пашић – члан, Архитектонски факултет Сарајево, БиХ
Проф. др Милан Гашић – члан, Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет, РС-БиХ

Главни и одговорни уредник | Editor-in-Chief

Проф. др Љубиша Прерадовић

Технички уредник | Technical Editor

Маја Илић, дипл. инж. арх.

Насловна страна | Title page

Студентски рад_Милана Недимовић, Маја Радмановић
Дизајн насловне стране_Дубравко Алексић, дипл. инж. арх.

Лектор | Linguistic Advisers

Милева Радишић, проф. (српски | serbian)
Јелена Пажин, ма (енглески | english)

Тираж | Circulation 300

<http://doisrpska.nub.rs/index.php/aggplus>

АГ

Г+

[4] 2016 4[1]

АГГ+ часопис за архитектуру, грађевинарство, геодезију и сродне научне области
ACEG+ Journal for Architecture, Civil Engineering, Geodesy and other related scientific fields

САДРЖАЈ

Архитектура

Мирослав Малиновић, Милијана Окић, Љубиша Прерадовић

Пољска национална мањина и њихова сакрална архитектура у Републици Српској

002-009

Диана Ступар

Од скице до илустрације - технике репрезентације као основ за класификацију методолошких образаца у архитектонском пројектовању-

012-020

Драгана Тепић, Сандра Косић-Јерemiћ, Маја Илић

Екстерни утицајни фалтори у савладавању градива из нацртне геометрије код студената архитектуре

022-033

Грађевинарство

Горан Ћировић, Драган Николић, Снежана Митровић

Примена метода меког програмирања у грађевинарству

036-055

Слободан Станаревић

Предвиђање резултата консултантских услуга у грађевинарству

058-067

Aleksandar Janković, Saša Čvoro, Radovan Beleslin

Analiza smanjenja nivoa buke u životnoj sredini postavljanjem zvučne barijere

070-077

Прегледник

Тања М. Тркуља

Дефинисање методолошких принципа регенерације напуштених железничких коридора у Републици Српској

080-082

Дубравко Алексић

Унапређење процеса пројектовања јавних градских простора применом принципа квантне архитектуре

084-086

Огњен Шукало

Концептуални односи и модели контекстуалних интеграција пермакултуре и архитектуре породичне куће

088-090

Гордана Борћета

"Утицај врсте агрегата на трајност конструкција од самозбијајућег бетона"

092-094

Драган Јевтић

Могућности и правци осавремењавања српског православног црквеног градитељства на примјеру Епархије зворничко-тузланске

096-098

Младен Ђуровић

Урбоморфолошка и типолошка структура градских централних језгара и њихова улога у развоју и формирању приморских градова и насеља Црне Горе

100-102

Упутства за ауторе

103-105

CONTENT

Architecture

Miroslav Malinović, Milijana Okilj, Ljubiša Preradović <i>The Polish national minority and its sacred architecture in Republic of Srpska</i>	002-009
Diana Stupar <i>From sketch to illustration – representation techniques as the basis for classifying methodological patterns in the architectural design –</i>	012-020
Dragana Tepić, Sandra Kosić-Jeremić, Maja Ilić <i>Some external influential factors on mastering Descriptive geometry at students of Architecture</i>	022-033

Civil Engineering

Goran Ćirović, Dragan Nikolić, Snežana Mitrović <i>Applying the soft computing methods in Civil Engineering</i>	036-055
Slobodan Stanarević <i>Prediction of consultancy services results in construction industry</i>	058-067
Aleksandar Janković, Saša Čvoro, Radovan Beleslin <i>Analysis of enviromental nosie level reduction by sound barrier</i>	070-077

Overview

Tanja M. Trkulja <i>Defining methodological principles of regeneration of abandoned railway corridor lines in the Republic of Srpska</i>	080-082
Dubravko Aleksić <i>Improving the design process of public urban spaces using the principle of quantum architecture</i>	084-086
Ognjen Šukalo <i>Permaculture and domestic architecture: Conceptual relations and models of contextual integration</i>	088-090
Gordana Borćeta <i>The influence of the aggregate type on the durability of self-compacting concrete structures</i>	092-094
Dragan Jevtić <i>Modernization possibilities and directions of the Serbian Orthodox church building on the example of the Zvornik-Tuzla eparchy</i>	096-098
Mladen Đurović <i>The urban morphological and typological structure of city central cores and their role in the development and formation of coastal towns and settlements in Montenegro</i>	100-102

ACEG+ General author instructions	103-105
-----------------------------------	---------

AG
Г+

архитектура | architecture

AG

Г+



[4] 2016 4[1]

АГГ+ часопис за архитектуру, грађевинарство, геодезију и сродне научне области
ACEG+ Journal for Architecture, Civil Engineering, Geodesy and other related scientific fields

002-009

Оригинални научни рад | Original scientific paper

UDK I UDC 726.54/.71(=162.1)(497.6PC)

DOI 10.7251/AGGPLUS1604002M

COBISS.RS-ID 6666008

Рад примљен | Paper received 28/08/2016

Рад прихваћен | Paper accepted 10/10/2016

Miroslav Malinović

University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Chair of History and Theory of Architecture and Building Heritage Preservation, Bulevar Stepe Stepanovića 77/3, Banja Luka, miroslav.malinovic@aggf.unibl.org

Milijana Okilj

Institute for Protection of Cultural and Natural Heritage of Republic of Srpska, Vuka Karadžića 4/6, Banja Luka, milijana.okilj@gmail.com

Ljubiša Preradović

University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Bulevar Stepe Stepanovića 77/3, Banja Luka, ljubisa.preradovic@aggf.unibl.org

THE POLISH NATIONAL
MINORITY AND ITS SACRED
ARCHITECTURE IN THE
REPUBLIC OF SRPSKA

ПОЉСКА НАЦИОНАЛНА
МАЊИНА И ЊИХОВА
САКРАЛНА АРХИТЕКТУРА
У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

Оригинални научни рад

Original scientific paper

Рад прихваћен | Paper accepted

10/10/2016

UDK I UDC

726.54/.71(=162.1)(497.6PC)

DOI 10.7251/AGGPLUS1604002M

COBISS.RS-ID 6666008

Miroslav Malinović

University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Chair of History and Theory of Architecture and Building Heritage Preservation, Bulevar Stepe Stepanovića 77/3, Banja Luka, miroslav.malinovic@aggf.unibl.org

Milijana Okilj

Institute for Protection of Cultural and Natural Heritage of Republic of Srpska, Vuka Karadžića 4/6, Banja Luka, milijana.okilj@gmail.com

Ljubiša Preradović

University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Bulevar Stepe Stepanovića 77/3, Banja Luka, ljubisa.preradovic@aggf.unibl.org

THE POLISH NATIONAL MINORITY AND ITS SACRED ARCHITECTURE IN THE REPUBLIC OF SRPSKA

ABSTRACT

The topic of this paper is the arrival of the Polish national minority to the territory of today's Republic of Srpska and the architecture of its sacred buildings. The Poles colonized Bosnia and Herzegovina shortly after the Austro-Hungarian Empire had occupied this territory in 1878.

The Poles, like many other colonized minorities, built churches that served not only as sacred buildings, but as monuments to their culture, language, and national identity as well. After WWII, the majority of the Poles were repatriated, with the highest rate among all minorities in former Yugoslavia. Many of their churches, which are the topic of this paper, were demolished during and after WWII, with only one remaining northern from Banja Luka.

Keywords: *The Poles, national minorities, sacred architecture, the Republic of Srpska*

ПОЉСКА НАЦИОНАЛНА МАЊИНА И ЊИХОВА САКРАЛНА АРХИТЕКТУРА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

РЕЗИМЕ

Тема овог рада је долазак припадника пољске националне мањине на данашњу територију Републике Српске, као и архитектура њихових сакралних објеката. Пољаци су колонизовани у Босну и Херцеговину недуго након што је Аустро-угарско царство окупирало ову територију 1878. године.

Пољаци су, као и многе друге колонизоване мањине градили цркве, које нису служиле само као сакрални објекти, већ и као споменици њиховој култури, језику и националном идентитету. Након Другог свјетског рата, Пољаци су масовно репатрицирани, са највишом стопом међу свим мањинама бивше Југославије. Многе њихове цркве које су тема овог рада су уништене током и након Другог свјетског рата, од којих је само једна сачувана сјеверно од Бањалуке.

Кључне ријечи: *Пољаци, националне мањине, сакрална архитектура, Република Српска*

1. INTRODUCTION

The colonization of the Polish national minority on our territory took place during the Austro-Hungarian regime in Bosnia and Herzegovina. The situation, in which the Poles were at the time, was quite similar to their Royal compatriots from today's territories of Germany, Italy, Austria, Hungary, Slovak Republic, etc.

The Immigration of the Poles began in 1893, and later was popularized. Mostly those were the families from Galicia, from districts: Buchach, Zbarazh, Rava-Ruska, Rudky, Ternopil, Rohatyn, Zolochiv, Sokalj, Brody, Berezhany, Drohobyc, Pidhaitsi, Permyšljany, Horodenka, Tovmač, Sambir, Skalat, and Husiatyn and from the Carpathian Ukraine from Ticov and Uzhhorod. In the late 1893, the Poles settled in the district Gradiška, where they dominated in Miljevačka Kozara, and were mixed with the Ruthenians in Čelinovac and Gornji Bakinci. Dubrava was inhabited by families from Moravia and Vinkovci, as well as evangelists from Hungary and Galicia. It should be noted that the settlers from Poland are often incorrectly identified, although they all originate from Galicia: there were two groups, one authentic Polish - Catholic, which used Polish as their mother tongue, and the other was a Ukrainian (Ruthenian) unitary group that used the Ukrainian (Ruthenian) language. The local population did not tell the difference and called them all Galicians. [1:959]

In the context of the official colonization, with all the benefits, the following Polish colonies were established: Čelinovac, Donji Bakinci, Miljevačka Kozara, Gornji Bakinci, Dubrava, Novi Martinac, Rakovac, Gumjera, Kokorski Lug, Smrtići-Palačkovci, Kunova, and Grabašnica, while Polish-Ukrainian colonies were formed in places Gajevi, Devetina, Stara Dubrava, and Gornji Detlak; and Ukrainian colonies with the Polish presence were formed in Kamenica, Nova Dubrava, and Rasovac. [2:27]

In addition to the planned settlement, there was an immigration from Austro-Hungary and Russia without the permits given by local authorities, and those families without a defined status were forced to fight for pure survival. In the early 20th century, there was an immigration of Galicians to the wood estates of Gumjera, Dolina, Rakovac, and Poprašnica. The Poles colonized the villages of Novi Martinac, Gumjera, Devetina and Dubrava, all belonging to Prnjavor district. Hungarian colonists settled in the complex of Vučijak. [3:127-8]

“Data on the number of foreign peasants vary, but according to the report on administration of Bosnia and Herzegovina for the period from 1913 to 1905, 38 foreign colonies were established in Bosnia and Herzegovina with a total of 13,340 people, who were allocated 20,845 hectares of arable land, Out of 38 peasant colonies, 12 were Polish, 11 German, four Czech, four Polish-Ruthenian, three Ruthenian, two Italian, one Hungarian, and one Slovenian. Thus, peasants came mostly from Germany and Poland. Out of all foreigners in Bosnia and Herzegovina from Austro-Hungarian area, the most numerous were the Croats, the Serbs from Croatia, Slavonia, Vojvodina and Dalmatia, followed by the Germans, Poles, Czechs, Russians, Hungarians, Slovaks, Italians, and Romanians.

According to the consequences of the Austro-Hungarian colonization of Bosnia and Herzegovina, the conclusion is - apart from the political and socio-economic aspect - it also had a demographic, national and religious aspect and served to prevent any attempt of national and political uprising of Serbs and Muslims in Bosnia and Herzegovina, which was discouraged by the settlement of foreigners in areas with a homogeneous structure of population. Immigrants had a significant role in the development of Bosnia and Herzegovina in the cultural aspect.” [3:134]

Out of all immigrants of foreign nationalities, the highest rate of returns to their home-countries was recorded with the Germans and the Poles. Large groups of Germans had left Bosnia and Herzegovina even before the First World War, while the Poles became the subject of a repatriation process after the Second World War on the basis of an interstate agreement. [2:72-3]

2. SACRED ARCHITECTURE OF POLISH NATIONAL MINORITY IN THE REPUBLIC OF SRPSKA

All national minorities, for the purposes of religious practises, built sacred buildings in sites that they colonized, and it was the case with the Poles, too. In comparison to the others, the Poles built very few sacred sites, out of which only one is still preserved. Many others were demolished during and after WWII.

The architectural qualities and remarkable achievements were not the cases in these sites. In most of the sites, the buildings were very modest and simple. The construction material was in many cases wood, both for structural system and façades, and in rare cases the churches were built with solid materials like stone, brick and concrete.

Architectural styles and their properties in the majority of churches belonging to national minorities was far away from contemporary architecture at that time, but still in close link to their homeland and local customs in places from where they originated.



Figure 1. The site of Čelinovac within the surrounding of local settlements Cerovljani and Turjak [4]

2.1. THE CHURCH OF SAINT MICHAEL THE ARCHANGEL

Location: Čelinovac, municipality Gradiška

Confession: Roman Catholic

Village Čelinovac is part of the municipality of Gradiška. The Poles, after arriving to Čelinovac, established their first colony in 1895. At that time, one house in the village was used for the purpose of religious services.

In the last decade of XIX century, a massive, single-naved church, with a rectangular floor plan, and high front tower, was built in Čelinovac. The altar area has two lateral wings. The roof of the church is gabled, covered with plain tiles, while the bell tower is peaked, clad with sheets of copper tin. The each of the longitudinal façades holds two arched windows and the side wings of the altar, one rectangular. The rear façade is without windows. The entrance part is accentuated with tympanum.

Inside, above the entrance, there is a gallery, which rests on two pillars. The ceiling is flat, made out of wood, and tapered at the ends. The altar area is rectangular, embedded within the rectangular base of the church, without the projection of the façade. The church has a bell, inscribed with the year of 1922.



Church of Saint Michael the Archangel, Čelinovac: view from the south



Church of Saint Michael the Archangel, Čelinovac: view from the west

2.2. DEMOLISHED POLISH PARISH CHURCHES

After the end of WWII, due to repatriation of Polish national minority into the motherland, many parishes in Diocese of Banja Luka were left with lowered number of parishioners and later shut down, along with belonging parish churches.

The construction of a parish church devoted to the Birth of Blessed Virgin Mary in Devetina began on 20 March 1901. The activities on construction works on this church had been less known until the year of 1903, when a parish in Devetina was founded. By then, the construction of the parish church and house was completed. After the repatriation in 1946, the church was demolished. [5:471-2]



Figure 2. Peasant house in Devetina where holy mass took place in 1902 [5:471]

The Polish parish of Rakovac was founded after the secession from the parish of Prnjavor. The parish was founded on 6 May 1901; the parish patron was the Lady of Mount Carmel. The Polish immigrants built the church 10x6 m large, even before the parish was founded. The church was devoted to Saint Stanislaus, the bishop. The wooden church was replaced by a solid building in 1937, but it was demolished in 1945.

The parish of Kunova, also in Prnjavor deanery, was founded on 25 July 1922, after the separation from the parish of Rakovac. It included villages settled with national minorities: the Poles as the majority, and Czechs and Croats as well. Those were the villages: Kunova, Gornji Smrtići, Kočačina, Nova Ves, and Bosanski Kobaš. A wooden church, devoted to Saint Stanislaus, was built as early as in 1913, and the parish house was built in 1922, along with the foundation of the parish itself. The parish church was demolished during WWII.

The parish church in Miljevac near Laktaši, devoted to Sacred Heart, was built in 1905. Although the Poles, who were settled in Gornji Bakinci, requested for the church to be built in their village, evinced by a document sent to Ordinariate of Diocese of Banja Luka on 8 June 1905, after the bishop's decision from 10 June 1905, it was finally built in Miljevac. The project was delivered to Ordinariate on 27 April 1905. Miljevac was burnt to the ground in 1942, while the modest church was demolished during the war.



The church of Sinless Conception of Blessed Virgin Mary in Novi Martinac, photo taken in 1903 [5:487]

The parish in Novi Martinac was founded in 1900. It included primarily the Poles in Novi Martinac, Kličkovo Brdo, Zagreblje, Gumjera, Svinjar and Razboj; as early as in 1935, it included 17 sites with the Roman Catholic congregation. The parish patron was Our Lady of Snow. As soon as in 1900, a small wooden church was built, but replaced in 1906, with the church built out of solid materials. The church was devoted to the Sinless Conception of Blessed Virgin Mary. Similarly to other Polish parishes, this one was demolished, too, along with its sacred buildings, during and after WWII.



Figure 3. The Parish church of Saint Michael Archangel in Stara Dubrava, photo taken in 1905 [5:491]

The parish of Stara Dubrava, patroned by Saint Michael Archangel, was founded in 1903. It comprised Roman Catholic Poles as majority, as well as the Italians, Germans, and Croats. A modest wooden church was built in 1903, and demolished in 1945.

3. CONCLUSION

The architecture of the Polish national minority, as far as their sacred buildings are concerned, do not represent any outstanding accomplishment, not even in the local context. Historically, their churches are in the group of sacred buildings built on the turn of the centuries, along with other national minorities like the Germans, Austrians, Slovaks, Italians etc. Their most important values reflect in the intentions of colonists to use the same or similar materials, construction methods and architecture, seen in their local communities, but even more important was their function to gather people, and foster their religious credentials, and cultural and national identity. Unfortunately, only one of those churches is preserved, while all the others were demolished during and after WWII, after which the majority of Poles were repatriated.

4. BIBLIOGRAPHY

- [1] B. Vranješ-Šoljan, „Maria Szumska Dabrowska o poljskim doseljenicima u Bosni 1935,“ u *Časopis za suvremenu povijest*, Vol. 38 No. 3, 2007, pp. 955-65
- [2] Д. Дрљача и Д. Бандић, *Колонизација и живот Пољака у Југословенским земљама од краја XIX до половине XX века*. Београд: Српска академија наука и уметности, Етнографски Институт, 1985.
- [3] М. Тодоровић Билић, „Аустроугарска колонизација у Босни и Херцеговини,“ у *Гласник Удружења архивских радника Републике Српске*, год. III, број 3 (2011): 119-35
- [4] Authors editon of open source Google Map. <https://maps.google.com/> [Jun 02 2017]
- [5] F. Marić i A. Orlovac. *Banjolučka biskupija u riječi i slici od 1881. do 2006: povodom 125. obljetnice utemeljenja Biskupije*. Banja Luka: Biskupski Ordinarijat Banja Luka, 2006.



[4] 2016 4[1]

АГГ+ часопис за архитектуру, грађевинарство, геодезију и сродне научне области
ACEG+ Journal for Architecture, Civil Engineering, Geodesy and other related scientific fields

012-020 **Оригинални научни рад** | Original scientific paper

UDK I UDC 72.021.22:7.071.1

DOI 10.7251/AGGPLUS1604024S

COBISS.RS-ID 6666264

Рад примљен | Paper received 17/09/2016

Рад прихваћен | Paper accepted 11/11/2016

Диана Ступар

*Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет Универзитета у Бањој Луци, Булевар
Војводе Степе Степановића 77/3, Бања Лука, Република Српска,
diana.stupar@aggf.unibl.org*

ОД СКИЦЕ ДО ИЛУСТРАЦИЈЕ –
ТЕХНИКЕ РЕПРЕЗЕНТАЦИЈЕ КАО
ОСНОВ ЗА КЛАСИФИКАЦИЈУ
МЕТОДОЛОШКИХ ОБРАЗАЦА У
АРХИТЕКТОНСКОМ ПРОЈЕКТОВАЊУ –

FROM SKETCH TO ILLUSTRATION –
REPRESENTATION TECHNIQUES AS
THE BASIS FOR CLASSIFYING
METHODOLOGICAL PATTERNS IN
THE ARCHITECTURAL DESIGN –

Оригинални научни рад
Original scientific paper
Рад прихваћен | Paper accepted
11/11/2016
UDK | UDC 72.021.22:7.071.1
DOI 10.7251/AGGPLUS1604024S
COBISS.RS-ID 6666264

Диана Ступар

*Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет Универзитета у Бањој Луци, Булевар
Војводе Степе Степановића 77/3, Бања Лука, Република Српска, diana.stupar@aggf.unibl.org*

ОД СКИЦЕ ДО ИЛУСТРАЦИЈЕ – ТЕХНИКЕ РЕПРЕЗЕНТАЦИЈЕ КАО ОСНОВ ЗА КЛАСИФИКАЦИЈУ МЕТОДОЛОШКИХ ОБРАЗАЦА У АРХИТЕКТОНСКОМ ПРОЈЕКТОВАЊУ –

АПСТРАКТ

Архитектура, која увијек истовремено антиципира и апстрактне и реалне просторе, у првим фазама пројектовања, између наведених крајности комуницира посредством архитектонског цртежа (скице, рендера, нацрта). Технике којима архитекта комуницира између свијета мисли и свијета грађевине, репрезентују идеје и контексте из којих простор настаје. Овај рад се бави анализом и класификацијом методолошких образаца, претпостављених на основу техника репрезентације које се примјењују у иницијалним апстрактним фазама пројектовања. Намјера је да се кроз типичне праксе укаже не другачије квалитативне везе технике и архитектуре које иста подржава.

Кључне ријечи: апстрактно, реално, виртуелно, архитектонске технике

FROM SKETCH TO ILLUSTRATION - REPRESENTATION TECHNIQUES AS THE BASIS FOR CLASSIFYING METHODOLOGICAL PATTERNS IN THE ARCHITECTURAL DESIGN -

ABSTRACT

Architecture, which always simultaneously anticipates both abstract and realistic spaces, in the first phases of design communicates between the abovementioned extremes through architectural drawings (sketches, renderings, drafts). The techniques by which the architect communicates between the world of thoughts and the world of the building represent the ideas and contexts from which space is created. This paper deals with the analysis and classification of methodological patterns, assumed on the basis of the representation technique applied in the initial abstract design phases. It is intended, through typical practices, to point to different qualitative connections between the technique and the architecture that supports them.

Key words: abstract, real, virtual, architectural techniques.

1. УВОД

Специфичност архитектуре, у односу на друге креативне дисциплине, огледа се у томе што јој је циљ задат споља. За разлику од умјетности, гдје је предмет рада нека врста рефлексије на задату стварност, која као последицу има артефакт или чин који критички анализира ту стварност да би је затим уложила у простор у виду експоната или перформанса, у архитектури је крајњи резултат реалан друштвени простор. Стога, архитектура је материјална пракса способна да трансформише реалност која при том дјелује унутар и између свијета објеката. Међутим, у томе је и њен парадокс, који се огледа у настојању да се организује и трансформише материјална стварност, али уз помоћ високоапстрактних средстава. Сходно томе, Елизабет Гроц (Elizabeth Grosz), наводи: „Оно што архитектура нуди то је нешто сасвим другачије, то није систем у којем се нешто рефлектује или који о нечему суди, него постоји као сет пракси, техника и вјештина. Она је много више практично оријентисана него што је то апстрактно филозофско мишљење“. [1:28] Архитекте праве реалан простор, зависан од материјалних и историјских ограничења, који је прије свега повезан са контекстом. Међутим, процес настајања архитектонског простора започиње као лични процес зависан од имагинације, како спознајног доживљаја спољашњих околности, тако и унутрашњег свијета меморије и снова. Такав моменат Ен Отс (Enn Ots) описује као *tabula rasa*: „*Tabula rasa* је преломни моменат када концепт прође кроз ментални простор који треба да буде пребачен у неку форму дескриптивног спољашњег модела, који архитекти нуди искуство екстернализоване природе његове идеје.“ [2:122] Критични моменат је онај када је идеја пребачена из архитектонског ума на неки од екстерних медија. Процес екстернизације обично се тиче језика апстракције, у којем се мапирају и обрађују менталне слике, које комбинују потенцијалне релације између концепта и реалности. Тада се дешава да идеје постану тако сажете да кроз процес апстракције морају да се отјелотворе у одређеном архитектонском медију.

2. ИЗМЕЂУ СКИЦЕ И ИЛУСТРАЦИЈЕ

Пројектантски процес представља симултано оперисање и на реалном и на виртуелном нивоу. Под појам реалних пројектантских операција могу се сврстати фазе које су везане за материјализацију самог пројекта и његово полагање у реални просторно-физички оквир, везујући се за фазу израде главног пројекта и за чин извођења и кориштења у материјалној стварности. Технике којима се комуницира између свијета мисли и свијета изведене грађевине, уобличене су у нормирани списак изведбених нацрта, планова оплате, планова арматуре, техничких описа, предмјера и предрачуна, реалних 3д модела грађевине, њене конструкције, инсталација или ентеријера. Такви цртежи нису у директној вези са апстрактним, првим подсвјесним техникама иницијалне фазе, али управо произлазе из ње. Иницијални имагинарни процеси апстрактног мишљења, са друге стране, подразумевају дистанцирање од реалности, односно материјалне стварности и транспоновање у сферу виртуелног. Технике које архитекте примјењују у овој фази у највећем броју случајева осцилирају између скице и илустрације (компјутерске симулације).

Полазиште са којег неко приступа процесу пројектовања, и начин на који преиспитује просторне односе, могу да утичу на квалитете реалног архитектонског простора. Судећи према Стену (Allen Stan), управо су технике, које се примјењују у оквиру апстрактних фаза

пројектовања, пресудне за крајњи интелектуелни и формални исход самог архитектонског дјела. [3:14] Према Стену: „Технике репрезентације нису никада неутралне, а апстрактни начини замишљања и реализовања форме у архитектури остављају трагове на делу“ [3:12] Идеја из које неки простор полази и усложњава се у непрестаном дијалогу реалног и виртуелног, испробава се кроз различите архитектонске медије. У архитектури, такви медији најчешће се тичу слике, скице, цртежа, макете, извођачког цртежа и 3д модела. Различите историјске епохе, различити стилови, школе и индивидуални приступи фаворизују другачије медије као најподесније за транспоновање имагинарног ка реалном. Тако, оно што је у средњем вијеку био технички цртеж, у ренесанси перспектива, почетком прошлог вијека слика или скица, данас најчешће замјењује 3д модел, као најдоминантнија техника у којој се пројектује/презентује архитектура. Сходно томе Гроцова се пита: „Шта концепт виртуелног простора нуди архитектури? Најмање двије ствари: Идеју обестјељивања, нематеријалности или транседентални вид дизајна, односно дизајн ослобођен облика и материје и идеју симулације, репродукције и побољшана у сфери репрезентације“ [1:82]. Према томе, сам процес у виртуелној сфери може да се посматра двојачко: као мјесто на којем се конституишу бестјелесна виртуелна осјећања и мишљења о неком простору, односно као поље у оквиру којег се презентује и репрезентује такво мишљење уз помоћ архитектонских техника. У овом раду, сходно таквом поимању, виртуелно се не односи искључиво на дигиталну продукцију простора, него се прије позива на концептуалне фазе пројектовања које још нису материјализоване кроз технику или медиј. Скица и илустрација, као својеврсни симболи конфликтног дуалитета између реалног и виртуелног, мисли и тијела, културе и природе, оригинала и копије, у процесима пројектовања представљају два супротна полазишта са различитим исходом (пројектом). Квалитет реалног простора зависи од квалитета апстрактног мишљења, али и од медија (скице, рендера, илустрације) кроз које се то мишљење просторује.

3. КЛАСИФИКАЦИЈА

Техника репрезентације је у директној вези са начином размишљања, и у коначности са финалном формом. На основу техника кориштених у апстрактним фазама пројекта, у овом раду, претпоставиће се типични представници, класификовани на основу медија које користе у иницијалној фази пројектовања.

Поједини аутори истичу неприкосновеност скице као медија који пружа врхунац слободне имагинације. Непосредна веза материјалних чинилаца (руке, оловке, папира) пружа осјећај непосредне контроле мишљења. Сходно томе Цецил Белмонд (Cecil Belmont) каже: „У архитектури највише волим папир. Лијепи танки лист папира и оловку. Видите, на оваквом комаду папира могу да урадим све. Могу да га тачкам, дизајнирам нешто, компонујем, пишем – било шта, заиста“ [4:18]. Папир је и даље, свакако, најкориштенији медиј у архитектури. Папир као *chora*, као потенцијал бесконачних могућности, у којем се скицира моменат јасноће, може да представља извориште креативности. Сама техника преношења мисли на папир, разликује се од случаја до случаја. Док једни користе папир као подлогу за демонстрацију сопствене генијалности, други наносе бројне слојеве, и реалне и имагинарне, дајући папиру нове дубине и димензије. Начин на који приступа цртежу, често је аналоган комплексности архитектуре која се производи.

Са друге стране, илустрација (виртуелни рендер), веома присутна у данашње вријеме, у највећем броју случајева је заправо репрезентација, симулација иницијалне апстрактне мисли. Најчешће се илустрација користи као побољшана, дескриптивна симулација скице, углавном у циљу поједностављене комуникације са аудиторијем, односно у циљу аутодескриптивне репрезентације архитектонског пројекта. Императив продукције, симулације и комодификације најчешће се доводи у везу са виртуелним дигиталним техникама. Такве технике потпомажу бесконачну продукцију слика-икона које илуструју живот, најчешће немајући никакве везе са њим. Према Питеру Ајзенману (Peter Eisenman), „Ове иконе су направљене кроз алгоритамске процесе који немају ништа заједничко са архитектонским мишљењем или са доследношћу у архитектури.“ [5:176] У стварности, такве слике-илустрације изгледају животније, осунчаније и чистије, него што је то у самој реалности. Такођер, постоје и аутори који иницијалне апстрактне процесе негирају и од своје прве мисли „сарађују“ са рачунаром. Бројни дигитализовани рендери – „организми“ – параметрички системи нуде прегршт могућности у којима архитекта само треба да се одлучи за мање или више добар појавни облик. Архитектура постаје лака а могућности бројне. Користећи метод „несвјесног пројектовања“ и предлажући насумичну компјутерску солуцију као једнако добру, тај компјутерско управљачки систем постаје предодређен, непровидан и изван домета људи.

Ако се узме у обзир да је начин репрезентације уско повезан са начином мишљења простора и у коначности са финалном формом, на основу техника кориштених у апстрактним фазама пројекта, у овом истраживању класификована су четири методолошка модела: архитекта-киборг, архитекта-суперстар, архитекта-бихејвиоролог и архитекта-ситуационист.

3.1. АРХИТЕКТА-КИБОРГ: ТИПИЧНИ ПРЕДСТАВНИК - ГРЕГ ЛИН (GREG LYNN)¹

Описујући свој специфичан начин пројектовања ослоњен првенствено на компјутерске симулације, Грег Лин наводи: „Ја не градим модел да бих га затим уносио у компјутер. Компјутер је укључен од прве скице. Ја га прихватам као медиј за дизајнирање, а не као алат или дио технологије. За моју генерацију то је необично, али ће то бити сасвим нормално за будуће генерације, тако да ће се људи прилагодити.“ [6:5]



Слика.1. *Embryological House*, компјутерске „скице“, Грег Лин

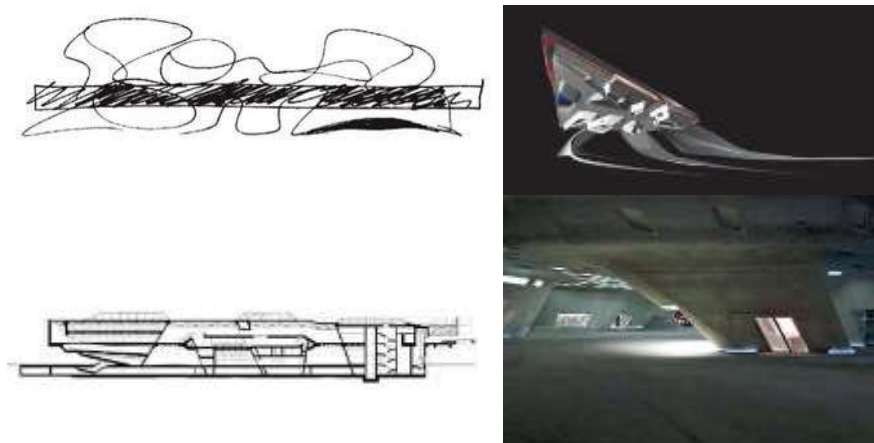
Према Мишку Шуваковићу, дефиниција киборга гласи: „Питање границе организма и границе строја своди се на питање гдје почиње строј, а гдје завршава организам? Границе су релативизирани и људско биће више не осјећа себе као завршено (цјеловито, органски

јединствено) тијело него као продужено тијело, али и као оно што се надовезује на строј. Нешто између тијела строја. То нешто је полазна епистемолошка разлика.“ [7:297] Грег Лин, архитекта-киборг, користи компјутер као амплификатор, односно продужетак сопственог организма. Продужено тијело несметано комуницира са апстрактним мишљењем простора, а истовремено је контролисано од стране човјека и машине.

Ова група архитеката фаворизује кориштење компјутера у свим фазама пројектовања, укључујући и апстрактну фазу. Употребљавајући дигиталне технологије као апарат који омогућава изравно интегрисање концепта и производа, архитекте изводе облике манипулишући алгоритмима на платформама за дигитално моделирање. Они вјештији пишу своје алгоритме тиме "програмирајући" архитектуру, док се они мање вјешти користе већ написаним скриптама. За њих је једини начин мишљења, оно које је подупирано дигиталним алгоритамским обрасцима, а које као исход има релативизацију свих просторних форми и односа у циљу бесконачне типолошке комбинаторике. Линова студија „неухватљиве“ ембриологичне куће, генерисана уз помоћ специфичног програма, симулира бесконачни број могућих генеза почетне форме. Симптоматично је то што овакве методе, за сада, не могу да утврде коначни облик који треба да буде изграђен. Могуће је да због тога Лин и његови сљедбеници остају у иницијалној фази пројектовања не успијевајући да преведу своја дјела са појма илустрације на појам грађевине.

3.2. АРХИТЕКТА-СУПЕРСТАР: ТИПИЧНИ ПРЕДСТАВНИК – ЗАХА ХАДИД (ZANA HADID)

Међу најпознатијим представницима „стархитеката“ значајно мјесто заузима Заха Хадид, која на сљедећи начин описује свој став према архитектонским медијима: „Ја не додирујем компјутер, ја никада нисам симпатисала ту ствар, а посебно миша сматрам одвратним. Папир је стрпљивији. У тихим моментима ја још увијек цртам у свесци. И онда скицирам помамно па убрзо потрошим и 200 папира. У сваком случају, то је за мене једина могућност да прођем кроз неке идеје односно кроз специфичности пројекта. То су апстрактне идеје о просторима које ме заокупљују. То су, на примјер, питања како се могу редефинисати односи између зида, пода и плафона. Морам признати да се понекад враћам на то.“ [4:74]

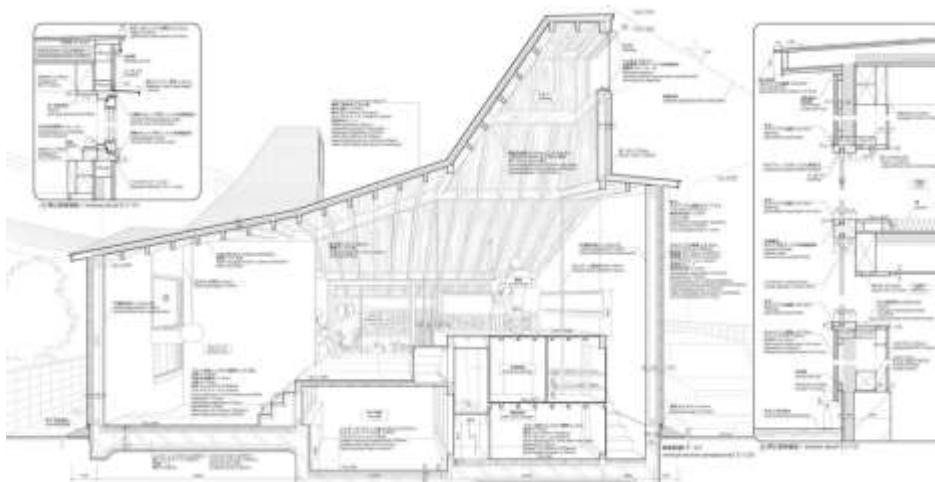


Слика 2. Phaeno Science Center, Wolfsburg, Заха Хадид

Судећи према Захи, најбољи медиј у оквиру кога она, као аутор, успијева да се оствари јесте скица. Фетишизација скице и слично пропагирање отпора према компјутерским симулацијама може да се примијети код великог броја данашњих стархитеката. Јасније појашњење односа према скици нуди Оскар Нимајер (Oscar Niemeyer): „Ја сам вјероватно још дијете које црта. Ја сједим овдје за својим столом са папиром и оловком и скицирам све што ми падне на памет. Моје колеге ураде остало, они раде тешке послове.“ [4:122] Имајући на уму број бироа којима ове архитекте руководе, тешко да могу да контролишу квалитет архитектуре коју производе. Скривајући се иза ауре ауторског генија (скице), њихове идеје разрађују тимови обучени за производњу и пропаганду илустрација. На тај начин уз помоћ масовних медија успијевају од себе да начине бренд. Захина скица за Фино центар науке са фазама које слиједи представља јасан ауторски став. Проблем је у томе што дигиталне илустрације које репрезентују стварност приказујући футуристички „летећи“ објекат, избегавају представљање слободне зоне приземља. Фотографија изведеног објекта доказује да објекат не „лети“ и да је „транспарентно“ приземље, зона превиђена за спонтани друштвени догађај, заправо мрачни подрум. У оквиру пројектанског процеса скица мора непрестано да се провјерава и о простору мора да се брине, при чему компјутери могу да помогну, али само уколико су кориштени као алатке за провјеру реалности, а не, као што је то овде случај, као машине за симулацију реалности у циљу масовне продукције и репрезентације.

3.3. АРХИТЕКТА-БИХЕЈВИОРОЛОГ: ТИПИЧНИ ПРЕДСТАВНИК - АТЕЉЕ *VOW-WOW*

Бихејвиоралну архитектонску праксу понајбоље може да представи атеље *Vow-Wow*: „Наш допринос пројектовању састоји се у томе да кроз цртеж клијентима обезбиједимо препознатљив оквир способан да заокружи цијели њихов живот. Наши архитектонски пројекти увијек покушавају да пронађу најбољи израз како би подстакли људе да наставе радити на себи у намери да изведу кућу и да кроз простор организују свој живот.“ [8: 2]



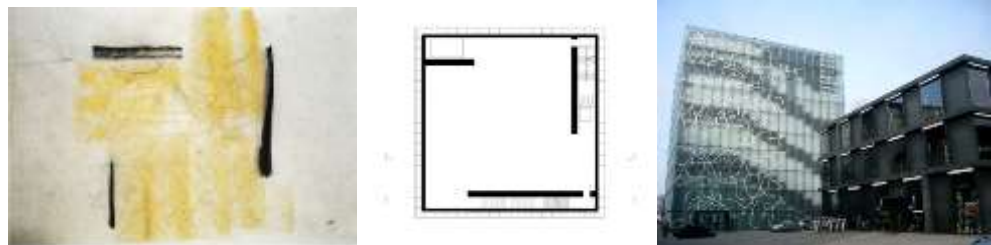
Слика 3. Планинска кућа, Невада, Атеље *Vow-Wow*

Према Јокишару Цукамотоу (Yoshiharu Tsukamoto): „Бихејвиоролог проучава функционалне релације између понашања и њихових независних варијабли у бихејвиорално детерминисаном окружењу.“ [9:2] Бихејвиоролошке тврдње су базиране на бихејвиоралним капацитетима врсте, личне историје понашајућег организма и предметног физичког и социјалног окружења у којима се понашање одвија. Бихејвиоролози откривају природне законе који детерминишу понашање и њихову условљеност окружењем.

Према ауторима, „начин живота може бити дизајниран паралелно архитектури, радије него да поједностављено резултује из ње“. [9:6] Приказ своје филозофије, у графичком смислу, атеље спроводи кроз перспективни пресјек на којем је видљива синтеза свих бихејвиоралних фактора као што су грађевински детаљи, инсталације, инсолација, али и елементи семификсираних окружења као што је намјештај. Архитектура атељеа Wow-Wow не замишља идеалистичке животне просторе украшене објектима исјеченим из магацина, они су закупљени производњом директног одговора на корисникове потребе који немају везе са неутралним, "флексибилним" и галеријским уређењима. Животни простори са индивидуалним карактеристикама корисника служе као медијум за преиспитивање начина живота, гдје је архитектура схваћена и као преносилац и као генератор нових значења. Пројектовање кроз пресјек, у овом случају, лишено поетике скице као ауторског манифеста ресурсе окружења користи као технику имплементације. Акционо пројектовање смјештено у релацију људи и окружења користи технике комбиновања техничког цртежа и људских ситуација, приказујући архитектуру као (још увијек) хуману дисциплину са сопственим аутономним језиком (технички цртеж).

3.4. АРХИТЕКТА-СИТУАЦИОНИСТ: ТИПИЧНИ ПРЕДСТАВНИК – ПИТЕР ЦУМТОР (PETER ZUMTHOR)

Питер Цумтор, од свих цртежа које праве архитекти највише воли изведбене нацрте: „Изведбени су нацрти исцрпни и стварни. Будући да су упућени стручњацима који замишљениом објекту дају материјални лик, ослобођени су асоцијативне приказивачке режије. Више не покушавају увјерити и придобити, као што је то случај код идејних нацрта.“ [10:62]



Слика 4. Bregenz Museum, Питер Цумтор

Термин ситуациониста може се појмити двојачко: Прво као ситуација, тј. статични однос (распоред) објеката или живих бића у простору. Објект је тродимензионална материјална ствар, док је ситуација однос објеката у простору, а догађај промјена стања (положаја, изгледа, конституције, квалитете) објекта у простору и времену. Друго тумачење каже да је умјетничко и теоријско дјеловање ситуациониста повезано с критиком постмодернистичког друштва заснованог на хистеријском медијском спектаклу и

неконтролираној производњи и потрошњи робе и информација као облика реалности. [7:571] Цумтор је ситуациониста по природи. Његово дјеловање произлази из поетике материјалног и увијек одређено реалним контекстом.

За Цумтора је веза са материјалном реалношћу (руком, папиром, макетом, материјалима) од пресудног значаја. Стога је у његовом опусу готово немогуће пронаћи рендере (илустрације). Он не негира значај компјутера као корисне алатке, али искључиво у реалној фази пројектовања у циљу провјере геометријских и статичких карактеристика грађевине. Цумтор се јавности најчешће представља скицом и изведеним објектом, увијек инсистирајући на „збиљским – реалним архитектонским квалитетима.“ [10:82] У данашњој ери доминације сликовне културе, ријетки су аутори који се нису изгубили у дигиталној симулацији или у сухоћи апстрактних теоретских полазишта оставши, при том, вјерни материјалним квалитетима архитектуре. Пројекат Брегенц музеј читава Цумторов начина рада, задржавши од прве скице истовјетне вриједности. Од прве замагљене скице Цумтор увијек изнова покушава да схвати и појасни тему, да надомјести дијелове који слици недостају, кроз истраживачки процес који почива на сталној заједничкој игри осјећаја и разума.

4. ЗАКЉУЧАК

Предочени архитектонски обрасци могу да представе четири типична методолошка оквира у савременој архитектонској пракси. Лична филозофија, али и антиципирање савремене теорије пресудни су за настанак скице и илустрације, односно за финални архитектонски пројекат (или грађевину). Док су једни потпуно незаинтересовани за појам коначне форме, другима је важнија презентација од стварне грађевине, за то вријеме трећи, заковани у традиционалне вриједности, српљиво истражују дијалог скице и материје. Представљени дијапазон од „*hot do cool*“ интерпретација, може да се ишчитава и кроз окршаје на савременој архитектонској сцени, гдје у исцрпним теоретским расправама практичари и теоретичари покушавају да утврде предности и мане једног или другог полазишта. [11:1051] Истина је да је архитектура материјална друштвена реалност и да јој интердисциплинарне теоретске перипетије не могу помоћи да оствари аутономију у ери глобалне екранизације. Постало је битно како дјело „говори“, како се „чита“ и у колико примјерака се може ископирати, да би било исплативо у економском или политичком, или културолошком смислу, свеједно је. У таквом окружењу архитектури преостаје, ако већ не може да се одбрани, да прозре манипулативне морфологије апстрактне моћи и да изврши отпор бесомучној рециклажи стварности. Како пројекат треба да резултује грађевином, која је истовремено и узрок и посљедица друштвеног простора, неопходно је поновно усресређивање на саму дисциплину. Технике које јој у томе могу помоћи поново се морају наћи у средишту архитектуре као градитељске праксе, инсистирајући увијек и изнова на смислености сопственог процеса.

5. БИБЛИОГРАФИЈА:

- [1] E. Grosz, *Architecture from the Outside: Essays of the Virtual and Real Space*, Cambridge: MIT Press, Cambridge, 2001.
- [2] E. Ots, *Decoding Theoryspeak*, New York: Routledge, 2011.
- [3] S. Allan, *Practice, Architecture, Technique and Representation*, Amsterdam: G+B Arts, 2000.
- [4] H. Routenburg, *Talking Architecture-Interviews with Architects*, London: Prestel, 2008.
- [5] P. Ajzenman, „Šest tačaka.“ U *Teorija arhitekture i urbanizma*, autor Vladan Đokić / Petar Bojanić, Beograd: Arhitektonski fakultet, 2009.
- [6] G. Lynn, Interview, 2010, <http://www.dontpaniconline.com/magazine/home/greg-lynn>, [26.12.2015].
- [7] M. Šuvaković, *Pojmovnik savremene umjetnosti*. Zagreb: Horetzky, 2005.
- [8] Y. Tsukamoto, Interview, <http://quaderns.coac.net/en/2014/04/atelier-bow-wow>, [26.7.2016].
- [9] Y. Tsukamoto, M. Kajima, *The Architectures of Atelier Bow-Wow: Behaviorology*. New York: Rizzoli, 2010.
- [10] P. Zumthor. *Misliti arhitekturu*. Zagreb: AGM, 2003.
- [11] J. Baudrillard, „The Hyper-realism of Simulation“ u *Art in Theory 1900–1990: An Anthology of Changing Ideas*, Charles Harrison i Paul Wood (ured.), Oxford:Blackwell Publishers, 1999, str. 1051.

Извори илустрација:

- [12] Слика.1: Embryological House, компјутерске „скице“, Грег Лин, <http://www.dontpaniconline.com/magazine/home/greg-lynn>, [26.12.2015].
- [13] Слика 2: Phaeno Science Center, Wolfsburg, Заха Хадид, <http://www.arcspace.com/architects/hadid/phaeno/phaeno.html>, [21. 2.2016].
- [14] Слика 3: Planinska kuća, Невада, Атеље Bow-Wow, <https://tashio189.wordpress.com/tag/mountain-house-nevada-cityusa-by-atelier-bow-wow-photography-iwan-baan/>, [6.08.2017].
- [15] Слика 4: Bregenz Museum, Питер Цумтор, <http://www.archdaily.com/85656/multiplicity-and-memory-talking-about-architecture-with-peter-zumthor/art-museum-bregenz-plan-02/>, [21.10.2014].



[4] 2016 4[1]

АГГ+ часопис за архитектуру, грађевинарство, геодезију и сродне научне области
ACEG+ Journal for Architecture, Civil Engineering, Geodesy and other related scientific fields

022-033

Прегледни научни рад | Review paper

UDK I UDC 514.18:[378.18:72

DOI 10.7251/AGGPLUS1604034T

COBISS.RS-ID 6666520

Рад примљен | Paper received 05/10/2016

Рад прихваћен | Paper accepted 10/11/2016

Драгана Тепић

*University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Bulevar Stepe Stepanovića 77/3,
Banja Luka, dragana.tepic@aggf.unibl.org*

Сандра Косић-Јеремич

*University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Bulevar Stepe Stepanovića 77/3,
Banja Luka, sandra.kosic-jeremic@aggf.unibl.org*

Маја Илић

*University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Bulevar Stepe Stepanovića 77/3,
Banja Luka, maja.ilic@aggf.unibl.org*

ЕКСТЕРНИ УТИЦАЈНИ
ФАКТОРИ У САВЛАДАВАЊУ
ГРАДИВА ИЗ НАЦРТНЕ
ГЕОМЕТРИЈЕ КОД
СТУДЕНАТА АРХИТЕКТУРЕ

SOME EXTERNAL
INFLUENTIAL FACTORS ON
MASTERING DESCRIPTIVE
GEOMETRY AT STUDENTS
OF ARCHITECTURE

Прегледни научни рад

Review paper

Рад прихваћен | Paper accepted

10/11/2016

УДК | UDC 514.18:[378.18:72

DOI 10.7251/AGGPLUS1604034T

COBISS.RS-ID 6666520

Драгана Тепић*University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Bulevar Stepe Stepanovića 77/3, Banja Luka, dragana.tepic@aggf.unibl.org***Сандра Косић-Јеремич***University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Bulevar Stepe Stepanovića 77/3, Banja Luka, sandra.kosic-jeremic@aggf.unibl.org***Маја Илић***University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Bulevar Stepe Stepanovića 77/3, Banja Luka, maja.ilic@aggf.unibl.org***ЕКСТЕРНИ УТИЦАЈНИ ФАКТОРИ У САВЛАДАВАЊУ ГРАДИВА ИЗ НАЦРТНЕ ГЕОМЕТРИЈЕ КОД СТУДЕНАТА АРХИТЕКТУРЕ****АПСТРАКТ**

Један од основних задатака нацртне геометрије јесте да код студената развије визуелно разумијевање односа планиметријског и тродимензионалног цртежа, као и развијање просторне перцепције и логичког размишљања. Поставља се питање колико одређени екстерни фактори утичу на успјешност савладавања градива из Нацртне геометрије. Од екстерних фактора је посматран утицај припремне наставе из нацртне геометрије и перспективе одржане на Архитектонско-грађевинско-геодетском факултету у Бањој Луци, предзнање студената из ове области, знање математике и рачунарских предмета, као и познавање и кориштење програма за цртање. У циљу истраживања и прикупљања информација о овом проблему спроведена је анкета на узорку од 75 студената који су овај предмет слушали у прошле 4 године.

Кључне ријечи: *Нацртна геометрија, екстерни фактори, анкетни упитник, наставни процес.*

SOME EXTERNAL INFLUENTIAL FACTORS ON MASTERING DESCRIPTIVE GEOMETRY AT STUDENTS OF ARCHITECTURE**ABSTRACT**

Visual understanding of relations between planimetric drawings of an object and its three-dimensional appearance is one of the most important task of Descriptive Geometry. We pose a question in what way does some external factors have effect on mastering the subject of Descriptive geometry. As external effects we examined a preparatory course in descriptive geometry and perspective held at the Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy in Banja Luka, previous knowledge of students gained in high school, mathematical and computer skills and skills of using 3D software. Data for the research were collected by conducting a survey on sample of 75 students that participated in Descriptive Geometry course during the past 4 years.

Key words: *descriptive geometry, external influential factors, questionnaire, teaching methods.*

1. УВОД

Нацртна геометрија је наука која се бави методама пројигирања и рјешавањем просторних односа на дводимензионалној равни и представља основу у образовању будућих архитеката. Основни елементи простора; тачка, права и раван и њихове просторне трансформације често су студентима апстрактни и проузрокују тешкоће у разумијевању ових појмова. Управо је ово мотив да се наставни план надограђује и „прати“ савремене трендове у образовању. Нацртна геометрија може да се изводи на традиционалан начин – класичним прибором за цртање, и на савремен начин – помоћу компјутера, који је опремљен одговарајућим графичким програмом – CAD софтвером. Оба ова начина имају своје и предности и недостатке, али је сигурно да, с једне стране само традиционални начин није довољан, а с друге стране геометријску основу потребну за архитекте није могуће постићи само кроз учење CAD система [1].

1.1. УЛОГА НАЦРТНЕ ГЕОМЕТРИЈЕ У ОБРАЗОВАЊУ СТУДЕНАТА АРХИТЕКТУРЕ

За будуће архитекте једна од важнијих вјештина је добра способност перцепције, визуелне оријентације и способност да јасно пренесу своје тродимензионалне идеје на дводимензионални медијум. Такође, важна вјештина је и способност архитекте да брзо и на прави начин „чита“ дводимензионални, технички цртеж, као и могућност да схвати међусобне зависности између бројних цртежа [2]. Основа за израду и читање техничких цртежа добија се успјешним савладавањем градива из нацртне геометрије, али и других техничких дисциплина као што су грађевинске конструкције, статика, грађевински материјали и слично [3]. Поред развијања вјештина визуелне комуникације, кроз учење геометрије подстиче се и развој креативности код студената.

Појава слободних форми у савременој архитектури утицала је да геометрија архитектонских пројеката постаје све сложенија и изазовнија. Архитекте данас у свом пројектовању користе програме за моделовање који су првобитно развијени за аутомобилску и авио-индустрију [4]. Увођење компјутерских технологија у учење геометрије значајно утиче на способност визуелне комуникације будућих архитеката и наставља да се развија са нагласком на интердисциплинарне вјештине [5].

1.2. ОДНОС НАЦРТНЕ ГЕОМЕТРИЈЕ И ДРУГИХ ОБЛАСТИ

Пријемни испит на факултету је први изазов са којим се сусрећу будући архитекти. Кроз пријемни испит се настоји оцијенити који кандидати имају развијену просторну перцепцију и цртачке способности, склоност ка геометрији и колико разумију културне и друштвене вриједности средине. Поред осталих провјера које кандидати пролазе на пријемном испиту, за овај рад је значајан *Тест провјере просторних способности* на коме се очекује да кандидати покажу способност менталне манипулације тијелима у простору кроз уочавање и препознавање елемената пропорције, перспективе, паралелности и симетрије. Такође, од кандидата се очекује да покажу и разноликост и креативност при рјешавању просторних задатака, те вјештине цртања и презентације замишљеног на папиру. Такве компетенције испитују се кроз типове задатака који показују способност замишљања и цртања тијела у простору из различитих погледа и у различитим просторним положајима, способност замишљања и цртања пресека и међусобних продора тијела у простору, способност оријентације у простору и способност визуелизације и приказа простора на основу описа.

Студенти Архитектуре на АГГФ-у у Бањој Луци у првом семестру слушају предмет *Математика у архитектури 1*, гдје се први пут сусрећу са појмовима Декартовог просторног (тродимензионалног) координатног система, тачке у простору, са слободним векторима, те аналитичком геометријом у простору. У оквиру аналитичке геометрије уче се разни облици једначине равни, праве, као и однос праве и равни у простору. Многе геометријске проблеме у простору на предмету *Математика у архитектури 1* студенти рјешавају алгебарски, док на предмету *Визуелизација и моделовање 1* (ВИМ1) те исте проблеме рјешавају графичким путем. Многи аутори [6] истичу да се за успјешно рјешавање геометријских проблема, поред алгебарског и графичког начина, интуиција често сматра суштинском у учењу геометрије. Способност замишљања геометријских фигура и истовремено манипулација тим фигурама, доприноси да се сагледају геометријске карактеристике и прије рјешавања постављених проблема, што доприноси развоју геометријске интуиције код студента.

У првом семестру, студенти Архитектуре такође слушају и предмет *Рачунари у архитектури 1* (РУА1), на коме, у оквиру вјежбања, пролазе кроз Adobe пакет, гдје се упознају с радним окружењем Photoshopa и Illustratora. Након рада у Adobe пакету, студенти се упознају с радом у AutoCAD-у и SketchUp-у [7]. С обзиром на то да се студенти у оквиру предмета *Рачунари у архитектури 1* упознају са софтверима за цртање и моделовање, овај сегмент је битан за предмет *Визуелизација и моделовање 1*. Али, током рада на предмету ВИМ1 установљено је да, и поред предвиђеног плана рада на предмету РУА1, студенти ријетко користе програме за цртање и моделовање. Одговор може да лежи у чињеници да је предмет Рачунари у архитектури 1 у наставном плану за студијски програм Архитектура обавезна вјештина којој нису додијељени ЕЦТС бодови и гдје студенти на основу сертификата о праћењу одређених курсева могу да потврде да су предвиђене вјештине савладали.

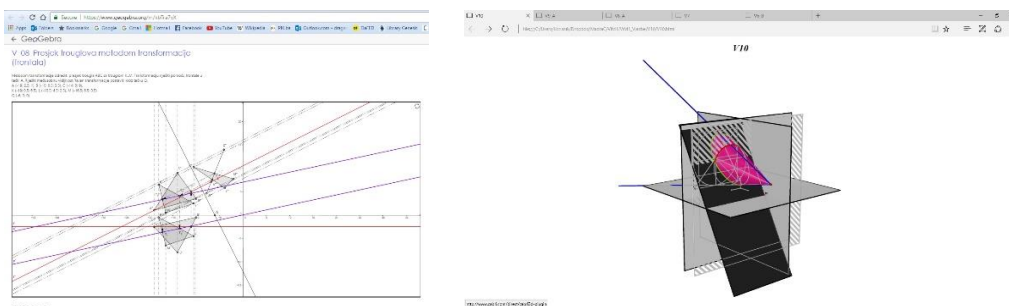
Студенти који су завршили средњу техничку школу, имали су прилику да слушају предмет Нацртна геометрија. Наставни план техничких школа није исти за сва усмјерења, па неки ученици слушају Нацртну геометрију само једну годину, а неки двије године [8]. Поред средње школе, један број студената који су похађали припремну наставу за полагање пријемног испита на студијском програму Архитектура на АГГФ слушали су сегмент припреме из предмета Нацртна геометрија и перспектива, који се највише односи на вјежбање задатака везаних за провјеру просторних способности и оријентације у простору.

1.3. ОРГАНИЗАЦИЈА НАСТАВЕ ИЗ ПРЕДМЕТА ВИЗУЕЛИЗАЦИЈА И МОДЕЛОВАЊЕ 1 НА СТУДИЈСКОМ ПРОГРАМУ АРХИТЕКТУРА НА АРХИТЕКТОНСКО-ГРАЂЕВИНСКО-ГЕОДЕТСКОМ ФАКУЛТЕТУ УНИВЕРЗИТЕТА У БАЊОЈ ЛУЦИ

На Архитектонско-грађевинско-геодетском факултету Универзитета у Бањој Луци се сваке године упише 40 домаћих и 5 страних студената на студијски програм Архитектура. Право на упис имају сви кандидати са завршеним четворогодишњим средњошколским образовањем. Кандидати долазе из цијеле БиХ и из различитих школа [9].

Визуелизација и моделовање 1 (ВИМ1) је обавезни предмет и изучава се у другом семестру са фондом часова од 2 сата предавања и 2 сата вјежбања седмично. Програм предмета одговара уобичајеном програму предмета Нацртна геометрија већине техничких факултета у окружењу. Студенти предвиђене задатке рјешавају на традиционалан начин – на папиру уз помоћ прибора за писање и цртање. Поред

традиционалног начина савладавања градива, студенти се мотивишу да користе програме за цртање и моделовање који ће им помоћи у савладавању градива. Такође, студентима су понуђене и графичке анимације које се налазе на интернет страници предмета као и видео туторијали. Анимације и видео туторијали прате садржај који се обрађује на предмету кроз тродимензионалне и дводимензионалне приказе просторних елемената.



Слика 1. Динамичке анимације са интернет странице предмета рађене у софтверу GeoGebra 2D и Cabri 3D

Код анимација поједини елементи су динамички, односно, њима се може управљати покретом миша (слика 1). На овај начин студенти могу да помјерају елементе, или ротирају координатни систем како би добили одговарајући положај, односно поглед, и на тај начин лакше успоставили везу између дводимензионалног и тродимензионалног цртежа [10]. На слици 2 је приказан један видео туторијал који управо представља динамичке анимације праћене детаљним објашњењима.



Слика 2. Права у простору – коса пројекција, Видео туторијал постављен на Youtube канал Универзитета у Бањој Луци

2. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

2.1. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ овог рада је истражити да ли и у којој мјери екстерни фактори утичу на успјешност савладавања градива из предмета *Визуелизација и моделовање 1*, што ће водити ка бољем разумијевању овог предмета. Од екстерних фактора посматран је утицај припремне наставе из Нацртне геометрије и перспективе, предзнање студената из ове области тј. да ли су студенти који су имали овај предмет у средњој школи брже и успјешније савладали градиво, да ли знање и разумијевање предмета Математика у архитектури 1 и Рачунари у архитектури утичу на успјех из Нацртне геометрије, те да ли и колико често студенти користе програме за цртање и колико то утиче на успјех у савладавању градива из Нацртне геометрије.

2.2. АНКЕТА

У циљу истраживања, у току љетног семестра школске 2015/2016. године анкетирано је укупно 75 студената Студијског програма Архитектура који су предмет *Визуелизација и моделовање 1* слушали у претходне четири године. Анкета је садржала укупно 19 питања, али за овај рад су значајни били одговори на питања: Колико пута је студент слушао предмет ВИМ1, да ли је положио предмет и коју оцјену је добио; Да ли је похађао припремну наставу из Нацртне геометрије и перспективе; Коју средњу школу је студент завршио и да ли је имао предмет Нацртна геометрија; Колико пута је слушао предмет Математика у архитектури 1, да ли је положио предмет и коју оцјену је добио; Коју оцјену је добио из предмета Рачунари у архитектури; Да ли студент ради у неком од рачунарских програма за цртање и моделовање.

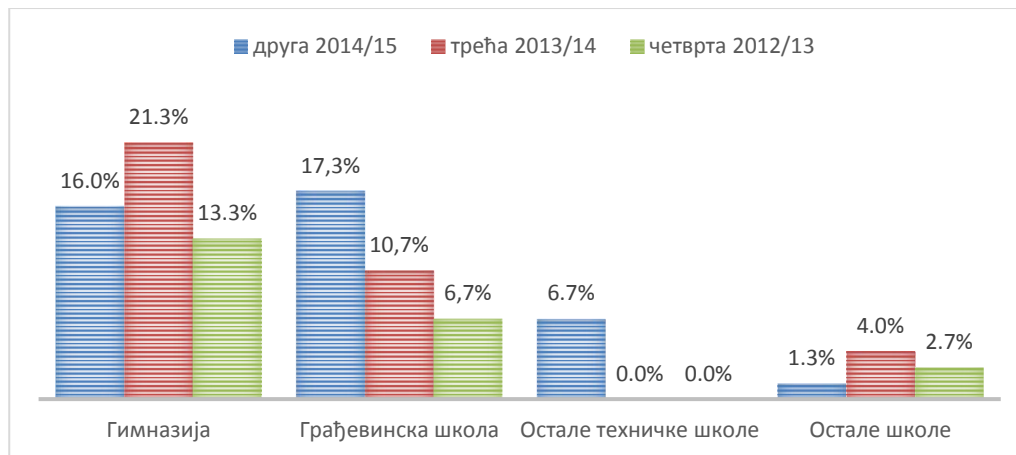
Поред ових питања која су значајна за истраживање, анализирана је корелација између Теста провјере просторних способности који је, поред Математике и Слободног цртања био дио пријемног испита на студијском програму Архитектура.

2.3. СТАТИСТИЧКЕ МЕТОДЕ

У анализи прикупљених резултата кориштен је аналитичко-статистички пакет SPSS v.20., при чему је кориштена дескриптивна статистика за презентовање и сумирање података, χ^2 тест независности, непараметарски Mann-Whitney U тест, те Спирманов коефицијент корелације ранга.

3. ДОБИЈЕНИ РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Из графикана 1 се види да је највише анкетираних студената (50,6%) завршило гимназију, што значи да се први пут тек на факултету сусрећу са градивом Нацртне геометрије. Њих 34,7% је завршило средњу Грађевинску школу и похађали су предмет Нацртна геометрија у средњој школи током једне или двије године, зависно од усмјерења.



Графикон 1. Структура анкетираних студената према завршеној средњој школи и години студија

Највише анкетираних студената су предмет *Визуелизација и моделовање 1* слушали једном, тачније, њих 45 (60%) положили су овај предмет у текућој школској години; 21 студент (28%) је предмет слушао два пута, дакле нису успјели положити предмет у првој години слушања и 9 студената (12%) је слушало овај предмет више од два пута (табела 1).

Табела 1. Број слушања предмета у односу на завршену средњу школу

		ШКОЛА				Укупно
		Гимназија	Грађевинска школа	Остале техничке школе	Остале школе	
Број слушања	једном	19	19	3	4	45
	два пута	13	6	2	0	21
	три пута и више	6	1	0	2	9
Укупно		38	26	5	6	75

Из табеле 2 се види да је од укупног броја студената који су положили предмет *Визуелизација и моделовање 1*, њих 25 имало предмет *Нацртна геометрија* у средњој школи, а 36 није, док од укупног броја анкетираних студената који су слушали предмет ВИМ1, 32 (42,7%) су имали предмет *Нацртна геометрија* у средњој школи, а њих 43 (57,3%) нису имали тај предмет.

Табела 2. Положен испит у односу на то да ли су имали предмет *Нацртна геометрија* у средњој школи

Положен испит у односу на то да ли су имали предмет <i>Нацртна геометрија</i> у средњој школи					Укупно
			Да	Не	
Положено	Да	Број	25	36	61
		% од укупног броја положених	41,0%	59,0%	100,0%
		% од укупног броја	33,3%	48,0%	81,3%
	Не	Број	7	7	14
		% од оних који нису положили	50,0%	50,0%	100,0%
		% од укупног броја	9,3%	9,3%	18,7%
Тотал	Број		32	43	75
	Укупно		42,7%	57,3%	100,0%

Иако је 11 студената одговорило са Да и 12 са Дјелимично (укупно 72%) на питање *Да ли им је похађање Нацртне геометрије у средњој школи помогло у разумијевању градива из предмета ВИМ1*, χ^2 тест независности није показао статистички значајну разлику у успјеху у полагању испита (положено или није положено) између оних који су имали предмет *Нацртна геометрија* у средњој школи и оних који нису (N=75, $p=0.752$, $\chi^2=0.100$).

Табела 3. Оцјене из предмета ВИМ1 у односу на то да ли су студенти имали Нацртну геометрију у средњој школи и ишли на припремну наставу

Да ли су студенти мали Нацртну геометрију у средњој школи			ОЦЈЕНА						Укупно
			5	6	7	8	9	10	
Да	ПРИПРЕМНА	ДА	4	4	3	1	1	1	14
		НЕ	3	6	3	3	0	3	18
	Укупно			7	10	6	4	1	4
Не	ПРИПРЕМНА	ДА	7	12	6	3	1	1	30
		НЕ	0	8	3	0	2	0	13
	Укупно			7	20	9	3	3	1
Укупно	ПРИПРЕМНА	ДА	11	16	9	4	2	2	44
		НЕ	3	14	6	3	2	3	31
	Укупно			14	30	15	7	4	5

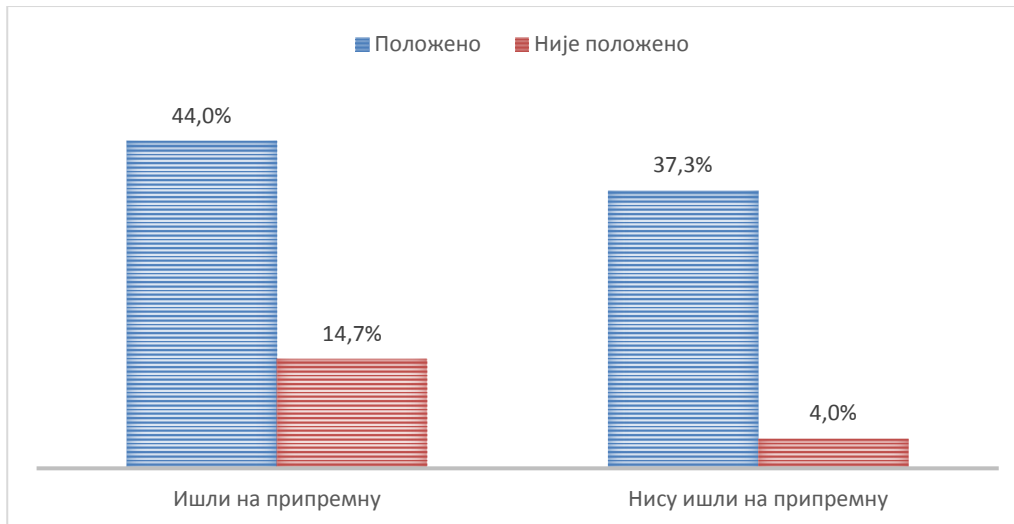
Ако се посматра фреквенција добијених оцјена, види се да је највише студената добило оцјену 6/довољан, укупно 30, и то 10 оних који су имали Нацртну геометрију у средњој школи и 20 оних који нису, а највишу оцјену 10/изузетан одличан је добило свега 5 студената, и то 4 студента који су имали Нацртну геометрију у средњој школи, од тога 3 није ишло на припремну наставу. Овај предмет није положило 14 студената, по 7 који су имали и који нису имали Нацртну геометрију у средњој школи (табела 3).

Табела 4: Оцјене из предмета ВИМ1 у односу на слушање Нацртне геометрије у средњој школи

Имали Нацртну геометрију у средњој школи	N	Mean	Std. Deviation	Median
Да	32	6.81	6.00	1.615
Не	43	6.49	6.00	1.203
Укупно	75	6.63	6.00	1.393

С обзиром на то да расподела случајне промјенљиве *Оцјена* није нормална, примјеном Mann Whitney U теста није откривена статистички значајна разлика у добијеним оцјенама између оних који су имали предмет *Нацртна геометрија* ($Md = 6.00$, $N = 32$, таб. 4) и оних који нису ($Md = 6.00$, $N = 43$, таб. 4) ($U=632.00$, $z=-0.625$, $p=0.532$).

Просјечна оцјена из предмета ВИМ1 износи 7,00, са стандардном девијацијом 1.278, за студенте који су положили предмет – укупно 61 анкетирани студент.



Графикон 2. Структура анкетраних студената у односу на положен испит и одслушану припремну наставу

Из графикона 2 се види да од укупног броја студената који су положили предмет ВИМ1, њих 33 (44%) је ишло на припремну наставу, а 28 (37,3%) није, док од укупног броја студената који нису положили предмет – 14 студената, чак 11 је ишло на припремну наставу.

Није се показала позитивна корелација између похађања припремне наставе и полагања испита из ВИМ1, тачније, они студенти који су похађали припремну наставу из Нацртне геометрије и перспективе нису показали бољи успјех у односу на оне који нису похађали припремну наставу (Спирманов коефицијент корелације износи $r_s = -0.149$, $p = 0.096$).

Табела 5: Оцјене из ВИМ1 у зависности од похађања припремне наставе

Припремна настава	N	Mean	Std. Deviation	Median
Да	44	6.45	1.337	6.00
Не	31	6.87	1.455	6.00
Укупно	75	6.63	1.393	6.00

Mann Whitney U тест није показао статистички значајну разлику у успјеху у полагању испита при анализи добијених оцјена на предмету ВИМ1, између оних који су ишли на припремну наставу ($Md = 6.00$, $N = 44$, таб. 5) и оних који нису ($Md = 6.00$, $N = 31$, таб.5) ($U = 567.500$, $z = -1.284$, $p = 0.199$).

Табела 6. Спирманов коефицијент корелације између броја освојених бодова из Теста провјере просторних способности на пријемном испиту и предмета ВИМ1

Correlations			Тест ППС	Оцјена
Spearman's rho	Тест провјере просторних способности (пријемни испит)	Correlation Coefficient	1.000	.343**
		Sig. (2-tailed)	.	.004
		N	70	70
	Оцјена	Correlation Coefficient	.343**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.004	.
		N	70	70

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

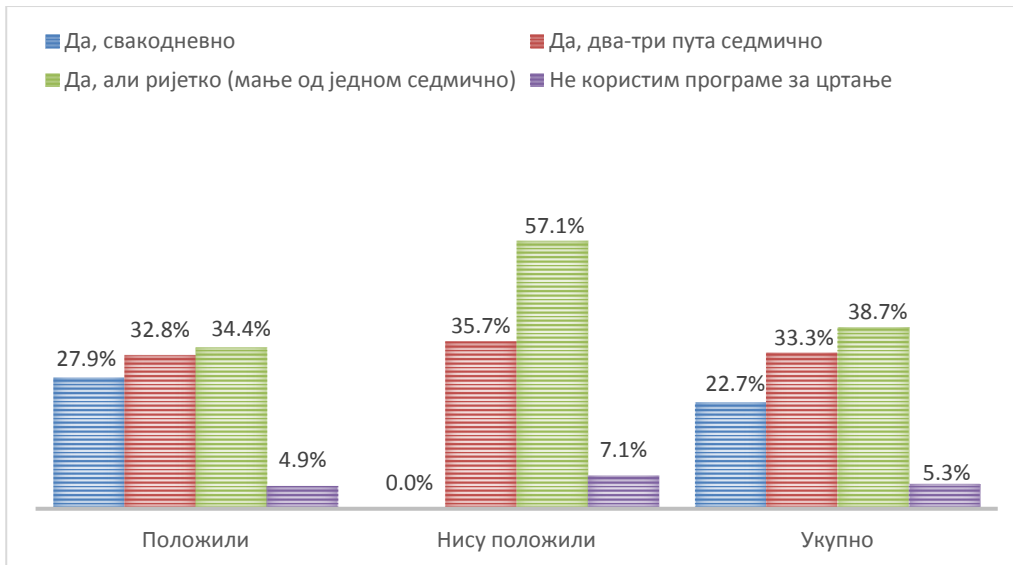
У табели 6 приказана је добијена средња позитивна корелација између броја освојених бодова из *Теста провјере просторних способности* на пријемном испиту и оцјена из предмета ВИМ1, уз напомену да за 5 анкетираних студената недостају подаци о освојеним бодовима на пријемном испиту.

Није се показала позитивна корелација између оцјена из ВИМ1 и *Рачунара у архитектури 1* (Спирманов коефицијент корелације износи $r_s = 0.120$, $p=0.307$). Међутим, показала се средња позитивна корелација између оцјена из *Математике у архитектури* и оцјена из предмета ВИМ1 (Спирманов коефицијент корелације $r_s = 0.3$ на нивоу значајности $p=0.01$, Табела 7). Дакле, боље знање и разумијевање математике позитивно утиче и на савладавање градива из Нацртне геометрије.

Табела 7. Спирманов коефицијент корелације између оцјена из Математике у архитектури и оцјена из предмета ВИМ1

Correlations			Математика у архитектури	Оцјена
Spearman's rho	Математика у архитектури	Correlation Coefficient	1.000	.300**
		Sig. (2-tailed)	.	.009
		N	75	75
	Оцјена	Correlation Coefficient	.300**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.009	.
		N	75	75

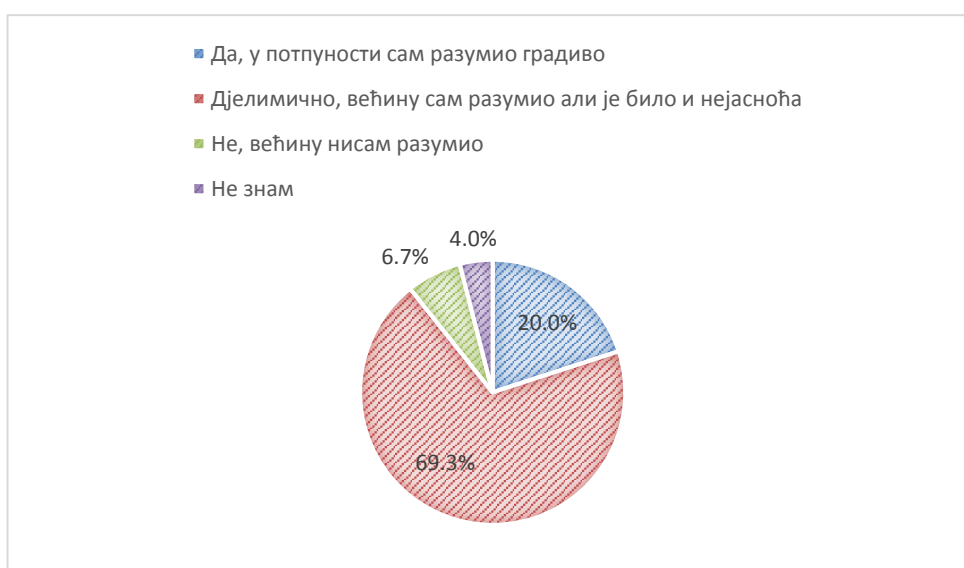
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



Графикон3. Кориштење програма за цртање

Једно од питања у анкети је било да ли и колико често студенти користе програме за цртање. Из графикона 3 се види да су они студенти који су положили предмет у великом постотку, 60,7%, користили програме за цртање свакодневно и често (2–3 пута седмично), а највећи постотак оних који нису положили предмет, ријетко или никако не користе програме за цртање (64,2%). Такође се показала и средња позитивна корелација између добијених оцјена и кориштења програма за цртање (Спирманов коефицијент корелације износи $r_s = 0.319$, на нивоу значајности 0.01).

Двадесет посто анкетираних студената је одговорило да су у потпуности разумјели градиво које се предаје у оквиру предмета ВИМ1, а чак 69,3% да су већином разумјели градиво (графикон 4).



Графикон 4: Одговори на питање о разумјевању градива

4. ЗАКЉУЧАК

Анализирањем одговора, као и резултата постигнутих на пријемном испиту и завршним испитима из предмета *Визуелизација и моделовање 1*, *Математика у архитектури 1* и *Рачунари у архитектури 1*, дошло се до следећих сазнања:

Припремна настава из *Нацртне геометрије и перспективе* није утицала на успјех у полагању предмета ВИМ1. Разлог томе може лежати у чињеници да се на припремној настави кандидати припремају за полагање пријемног испита из области везаних за перцепцију и презентацију простора, док се у оквиру предмета ВИМ1 изучава класична Нацртна геометрија и ортогонално, Монжово (Gaspard Monge), пројижирање на двије и три равни.

Такође, ни успјех у полагању предмета *Рачунари у архитектури 1* не утиче на успјех у савладавању предмета ВИМ1, иако се показала позитивна корелација у одговорима на питање о кориштењу програма за цртање током слушања овог предмета. Разлог може лежати у чињеници да предмет РУА1 није обавезни предмет и да му због тога студенти не приступају с потребном озбиљношћу. У циљу побољшања наставног процеса и бољег разумијевања наставног садржаја предмета *Визуелизација и моделовање 1*, те на основу добијених одговора студената, закључено је да би један дио вјежбања требало посветити раду у неком графичком програму, с обзиром на то да ће познавање ових софтвера студентима користити и у наставку школовања. Једна од могућности за повећање способности просторне визуелизације и разумијевања наставног садржаја код студената је интеграција градива из ВИМ1 са информатичким предметима које студенти слушају у истој студијској години. Ово би се конкретно односило на рад кроз неки од графичких софтвера.

Показала се позитивна корелација између успјеха на пријемном испиту и успјеха из *Математике у архитектури 1*, јер доприносе бољем разумијевању тродимензионалног простора и његовог графичког представљања у равни цртежа, а самим тим и успјеху у савладавању градива из ВИМ1.

Примијеђено је и да похађање предмета *Нацртна геометрија* у средњој школи не утиче на савладавање и разумијевање градива из ВИМ1. И они студенти који се први пут сусрећу са овим предметом на факултету, врло брзо показују исто или боље разумијевање од студената који су ту материју већ слушали у средњој школи. Из графикона 4 се види да је скоро 90% анкетираних студената изјавило да су у потпуности или већином разумјели градиво које се предаје у оквиру предмета ВИМ1. И без предзнања из ове области, редовно похађање наставе уз кориштење графичких анимација и видео туторијала, доприноси успјешном савладавању градива из предмета *Визуелизација и моделовање 1*. Наравно, кориштење литературе и графичких програма свакако доприносе и бољем успјеху.

5. БИБЛИОГРАФИЈА

- [1] Cornelia Leopold, „Principles of a Geometry Program for Architecture -Experiences, Examples, and Evaluations“, *Journal for Geometry and Graphics*, вол. 7 / бр. 1, стр. 101–110, 2003.
- [2] М. Stavrić, А. Wiltsche, Н. Schimek, „New Dimension in Geometrical Education“, *KoG*, вол. 9, стр. 45–57, 2005.
- [3] Jasmina Ovčar, „Važnost tehničkog crtanja i nacrtne geometrije u formiranju stručnog profila inženjera graditeljstva“, *Zbornik radova Međimurskog veleučilišta u Čakovcu*, вол. 6 бр. 1, 2015, стр. 53–65.
- [4] Helmut Pottmann, „Architectural Geometry as Design Knowledge“, *Architectural Design – Special Issue: The New Structuralism: Design, Engineering and Architectural Technologies*, вол. 80, стр. 72–77, 2010.
- [5] R. Ostrogonač – Šešerko et al, „Visual Communication Curricula for the Global Engineers“, *KoG*, вол. 5, стр. 65–72, 2000/01.
- [6] Taro Fujita, Keith Jones, Shinya Yamamoto, „Geometrical Intuition and the Learning and Teaching of Geometry“, Paper presented to Topic Study Group 10 (TSG10) at the 10th International Congress on Mathematical Education (ICME-10), Copenhagen, Denmark, 2004.
- [7] Наставни план и програм 2014–2015 – Рачунари у архитектури 1, <http://aggfbl.org/studijski-programi/arhitektura/racunari-u-arhitekturi-1/>, кориштено 05.04.2017.
- [8] Грађевинска школа Бањалука – Број часова, http://gradjevinskaskola.com/PDF/gradjevinski_tehnicar.htm, кориштено 05.04.2017.
- [9] Љ., Прерадовић, С. Косић-Јеремић: „Student achievement in the university entrance examination and the effects of preparation classes – a case study of civil engineering students“, *Tehnički vjesnik/Technical Gazette*, вол. 22 / бр. 3, стр. 785–791, 2015.
- [10] Сандра Косић-Јеремић, Маја Илић, Драгана Тепић: „Настава Нацртне геометрије и техничког цртања на техничким факултетима – примјер Архитектонско-грађевинско-геодетског факултета у Бањој Луци“, у Зборник радова са 5. Научно-стручног скупа са међународним учешћем „Технолошке иновације – генератор привредног развоја“, 2016, стр. 157–168

AG
G+

AG
G+

грађевинарство | civil engineering



[4] 2016 4[1]

АГГ+ часопис за архитектуру, грађевинарство, геодезију и сродне научне области
ACEG+ Journal for Architecture, Civil Engineering, Geodesy and other related scientific fields

036-055 **Оригинални научни рад** | Original scientific paper

UDK I UDC 69:519.857

DOI 10.7251/AGGPLUS1604048C

COBISS.RS-ID 6666776

Рад примљен | Paper received 29/07/2016

Рад прихваћен | Paper accepted 28/09/2016

Горан Ћировић

Висока грађевинско-геодетска школа Београд, Хајдук Станка 2, Београд, Србија, cirovic@sezampro.rs

Драган Николић

Висока грађевинско-геодетска школа Београд, Хајдук Станка 2, Београд, Србија, nikolic@vggs.rs

Снежана Митровић

Висока грађевинско-геодетска школа Београд, Хајдук Станка 2, Београд, Србија, mitrozs@sezampro.rs

ПРИМЕНА МЕТОДА
МЕКОГ
ПРОГРАМИРАЊА У
ГРАЂЕВИНАРСТВУ

APPLYING THE SOFT
COMPUTING
METHODS IN CIVIL
ENGINEERING

Оригинални научни рад
Original scientific paper
Рад прихваћен | Paper accepted
28/09/2016
UDK | UDC 69:519.857
DOI 10.7251/AGGPLUS1604048C
COBISS.RS-ID 6666776

Горан Ћировић

Висока грађевинско-геодетска школа Београд, Хајдук Станка 2, Београд, Србија,
cirovic@sezampro.rs

Драган Николић

Висока грађевинско-геодетска школа Београд, Хајдук Станка 2, Београд, Србија, nikolic@viggs.rs

Снежана Митровић

Висока грађевинско-геодетска школа Београд, Хајдук Станка 2, Београд, Србија,
mitrozs@sezampro.rs

ПРИМЕНА МЕТОДА МЕКОГ ПРОГРАМИРАЊА У ГРАЂЕВИНАРСТВУ

АПСТРАКТ

Поступак проналажења оптималног решења представља процес добијања најбољег резултата у датим околностима. Инжењери свакодневно доносе мноштво одлука било да обављају неку од менаџерских функција или се баве пројектовањем, изградњом или одржавањем објеката. Крајњи циљ доношења свих тих одлука је остваривање додатне добити проналажењем минимума или максимума циљне функције којом је моделиран проблем. У раду су описане три методе меког програмирања (теорија грубих скупова, генетски алгоритми и куку претрага). У анализи одлучивања оне омогућавају коришћење више различитих врста алата и техника које се користе у процесу стварања модела за доношење одлука. То се пре свега односи на разјашњења, тумачења и предузимања акција у циљу повећања кохезије између могућности одређене ситуацијом и циљева и вредновања система од стране укључених експерата или доносилаца одлуке. У раду је приказан и пример примене грубих скупова при избору оптималне локације за фабрику бетона.

Кључне речи: инжењерска оптимизација, меко програмирање, груби скупови, генетски алгоритми

APPLYING THE SOFT COMPUTING METHODS IN CIVIL ENGINEERING

ABSTRACT

The process of finding the optimal solution is the process of obtaining the best result under the given circumstances. Engineers continuously bring a multitude of decisions irrespective of whether they are engaged in the managerial functions or in the design, construction and maintenance of facilities. The ultimate goal of making all of these decisions is to get additional profit by finding the minimum or maximum of fitness function that models the problem. This paper describes three methods of soft programming (Theory of Rough Sets, Genetic Algorithms and Cuckoo Search) that allow making use of many different types of tools and techniques in the analysis used in the process of creating a model for decision making. This primarily relates to the clarification, interpretation, and taking actions to increase cohesion between the capabilities determined by a particular situation and objectives and evaluation of system used by the involved experts or decision makers. This paper also presents the example of the rough sets application in selecting optimal locations for a concrete factory.

Key words: engineering optimization, soft programming, rough sets, genetic algorithms

1. УВОД

Операциона истраживања представљају грану математике која се бави применом научних метода и техника помоћу којих се предлаже најбоље или задовољавајуће решење у анализи одлучивања. Зачеци развоја метода оптимизације могу се приметити још у радовима Њутна, Лагранжа и Кошија. Развој диференцијалних рачунских метода оптимизације потпомогнут је достигнућима Њутна и Лајбница у области математичке анализе. Лагранж је такође познат по развоју метода оптимизације које поред ограничења садрже и Лагранжове мултипликаторе.

Упркос наведеним раним доприносима у области операционих истраживања, врло мали напредак је направљен до средине двадесетог века, када је напредак у развоју рачунара омогућио спровођење процедура оптимизације и стимулисао даља истраживања о новим методама. Развој рачунарства такође је утицао на масовну појаву литературе о техникама оптимизације и настанак неколико нових значајних области у операционим истраживањима [1].

Већина практичних проблема у свакодневној пракси које је потребно разматрати првобитно је описана на нејасан или непрецизан начин. Ово се пре свега односи на одређивање одговарајућих циљева, ограничења о томе шта може да се уради, међусобних релација између параметара који се проучавају и других утицаја изван система, могућности примене алтернативних решења и рокова за доношење одлука. Процес дефинисања проблема је од кључног значаја, јер у великој мери утиче на то какви ће релевантни закључци проистећи из истраживања. Тешко је издвојити "тачан" одговор на "погрешно" постављен проблем!

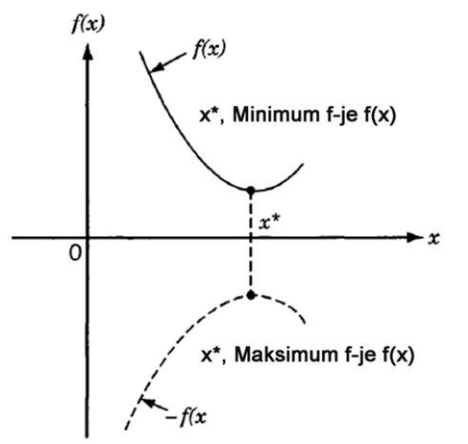
На прикупљању релевантних података о проблему обично се проведе изненађујуће велика количина времена. Већина података је потребна да би се добило тачно разумевање проблема и да би се обезбедиле потребне улазне вредности за математички модел који треба формулисати у следећој фази истраживања. Често већи део потребних података није доступан када се започине са истраживањем, било зато што се информације нису никада адекватно складиштиле или зато што су застареле, или су у погрешном формату. Потребна је помоћ више кључних људи у организацији да би се пратили сви витални подаци. Чак и са овим напорима, већи део података може бити врло непоуздан, односно представља грубе процене само на основу емпиријског искуства. Обично, доста времена се проводи покушавањем да се побољша прецизност података и тиме се покуша добити што тачније решење.

Општи приступ решавању проблема може се дефинисати кроз варијантна решења за специфичне проблеме и неопходан је методичан приступ, применом алгоритама или "корак-по-корак" процедура помоћу којих се долази до решења. У најједноставнијем случају то значи да је потребно наћи минимум или максимум дефинисане функције проблема и систематски направити избор променљивих у оквиру дозвољених интервала вредности (Слика 1).

Пре почетка рада на имплементацији метода за решење проблема неопходно је да проблем буде комплетно дефинисан и да се отклоне и најмање сумње на шта се заправо он односи. На основу свега горе наведеног, оптимизација се може описати као поступак добијања најбољег резултата у датим околностима[1].

Током пројектовања, извођења и одржавања грађевинских објеката, инжењери су принуђени да доносе одлуке у свакој од фаза реализације пројекта, при чему оне могу

значајно утицати на на коначну вредност инвестиције. Крајњи циљ доносиоца одлука је смањење утрошка потребних ресурса, односно повећање жељене добити и у било којој ситуацији се може изразити у функцији променљивих параметара. У том случају, оптимизација се дефинише као процес проналажења максималне или минималне вредности функције за дефинисане параметре, а технике којима се то постиже обједињене су у посебну научну дисциплину названу операциона истраживања.



Слика 1. Произвољна циљна функција $f(x)$ [2]

Пошто се са сигурношћу може тврдити да је проблем коректно дефинисан, следећа фаза се односи на формулацију проблема у облику који је погодан за анализу. Конвенционални приступ за то је изградња математичког модела који разматра суштину проблема. Пре него што се покрене дискусија о томе како да се формулише такав модел, потребно је истражити природу модела и математичког модела засебно.

Математички модели су идеализовано представљени проблеми који се изражавају преко математичких симбола и израза. Математички модел оптимизације у грађевинарству може се приказати системом једначина и сродних математичких израза који описују суштину проблема. Тако да, ако постоји n међусобно мерљивих одлука које је потребно донети, оне се могу представити као решење променљивих одлучивања (нпр. k_1, k_2, \dots, k_n) чије је одговарајуће вредности потребно утврдити.

Мерене перформансе у једном систему (нпр. добит или цена произода) се изражавају као математичка функција променљивих одлучивања (на пример, $P=3*k_1+2*k_2+\dots+k_n$) и називају се функције циља. Ограничења која се могу доделити променљивим одлучивањима су такође математички изрази приказани најчешће кроз неједнакости (на пример, $x_1-3x_1*x_3 < 10$) и дефинишу се као услови ограничења. Коефицијенти са десне стране у условима ограничења и функцији циља називају се параметри модела. Проблем оптимизације се може дефинисати математичким моделом уз услов да се изабере вредности променљивих одлучивања, како би се пронашао минимум или максимум функције циља у складу са наведеним условима ограничењима. Наведени модел са варијацијама током формулисања проблема симболизује модел који се користи у операционим истраживањима. Одређивање одговарајућих вредности параметрима модела (једна вредност за један параметар) је критични део процеса реализације модела

и захтева истраживање и прикупљање релевантних података. Математички модели имају много предности у односу на лингвистички описане проблеме.

Једна од предности је да математички модел описује проблем много концизније – чини тенденцију да укупна структура проблема буде разумљивија. То помаже да се открију важни узрочно-последични односи између параметара којима се описује модел. Дobar приступ у развоју модела је да се отпочне са развојем једноставнијих модела, а затим треба разматрати сложеније моделе који више одражавају сложеност разматраног проблема. Овај процес надградње модела се наставља док год модел остаје прилагодљив, односно док год се повећава његова прецизност.

Развој компликованих математички модела је на неки начин истоветан развоју озбиљних рачунарских програма. Када се прва верзија рачунарског програма заврши, неизбежно је да садржи много грешака. Такав програм мора бити темељно тестиран да би се покушало што је могуће више пронаћи и исправити грешака. На крају, после дугог низа побољшања програма, потребно је да програмер (или тим програмера) закључује да актуелна верзија програма генерално даје валидне резултате. Иако је могуће да неке мање грешке несумњиво остану скривене у програму (и можда никада не буду откривене), главне грешке су елиминисане чиме се програм може поуздано користити.

Слично томе, прва верзија математичког модела неминовно садржи многе недостатке. Неки од релевантних фактора, или међусобно битни односи често нису укључени у модел, као што и неки од битних параметара нису правилно процењени. То је неизбежно, с обзиром на тешкоће комуникације и разумевања свих аспеката и потешкоћа приликом прикупљања поузданих података. Зато, пре него што модел буде први пут коришћен, мора бити темељно тестиран. На крају, после дугог низа побољшања модела закључује се да актуелни модел даје разумно валидне резултате. Иако неки мањи недостаци такође могу остати скривени, главне недостатке је потребно елиминисати да се модел може поуздано користити.

2. ПРИМЕНА ТЕОРИЈЕ ГРУБИХ СКУПОВА

Третирање проблема неизвесности, нејасности и непрецизности је једна од кључних активности у успешној реализацији интелигентних система за подршку у одлучивању. До сада су развијени бројни приступи за решавање тог проблема, а један од најновијих математичких прилаза пружа теорија грубих скупова. Базира се на истраживањима групе аутора на челу са проф. Павлаком, спроведеним на Варшавском Универзитету, на Институту за компјутерске науке крајем 80-тих година прошлог века [3].

Елементарни скуп је било који скуп свих објеката који се не разликују и представљају грануле знања о универзуму. Оштар (прецизан) скуп је било која унија неких елементарних скупова, а у супротном случају скуп је груб. Претпоставка да објекти могу да се “виде” само кроз доступне информације о њима, доводи до становишта да је структура знања грануларна. Због грануларности знања неки објекти који нас интересују не могу се препознати и појављују се као исти или слични. Као последица тога, неодређени појмови, супротно прецизним појмовима, не могу се окарактерисати у смислу информација о њиховим елементима.

Приступ теорије грубих скупова овај проблем решава претпоставком да се било који неодређени објекат може описати паром одређених појмова који се називају доња и

горња апроксимација (Слика 2). Доња и горња апроксимација су две основне операције у теорији грубих скупова. Доња апроксимација се састоји из свих објеката који сигурно припадају скупу, а горња апроксимација садржи све објекте који му вероватно припадају (они који сигурно припадају и они за које се не може са сигурношћу тврдити да припадају). Разлика између горње и доње апроксимације чини гранично подручје неодређеног појма (објекта) [4].

У циљу математичке формулације грубих скупова полази се од табеле података. Подразумева се употреба појма атрибут уместо појма критеријум, јер је први појам знатно уопштенији од другог. Као табела података подразумева се четворострука група података:

$$S = (U, A, V, f) \quad (1)$$

где су:

U – коначан скуп објеката

A – коначан скуп атрибута

Уз сваки атрибут $a \in A$ придружен је скуп B а његових вредности или процене. Сваки атрибут а детерминише функцију $f_a: U \rightarrow V_a$. Уз сваки подскуп B од A, придружује се релација неразликовања I на U, означена као I(B) и сходно томе дефинисана као:

$$I(B) = \{(x, y) \in U \times U : f_a(x) = f_a(y), \forall a \in B\} \quad (2)$$

Нека је U коначан скуп објеката – универзум и нека постоји X такво да је $X \subseteq U$, при чему $x \in X$. Уводи се бинарна релација B на U, односно релација неразликовања. Нека је B подскуп од A.

Дефинишу се следеће операције на скуповима:

$B^*(X)$ - доња апроксимација од X дефинисана је како следи:

$$B^* X = \{x \in U : B(x) \subseteq X\} \quad (3)$$

$B^*(X)$ - горња апроксимација од X дефинисана је како следи:

$$B^* X = \{x \in U : B(x) \cap X \neq \emptyset\} \quad (4)$$

Гранично подручје X је скуп

$$BN_B(X) = B^*(X) - B^*(X) \quad (5)$$

Ако је гранично подручје X празан скуп:

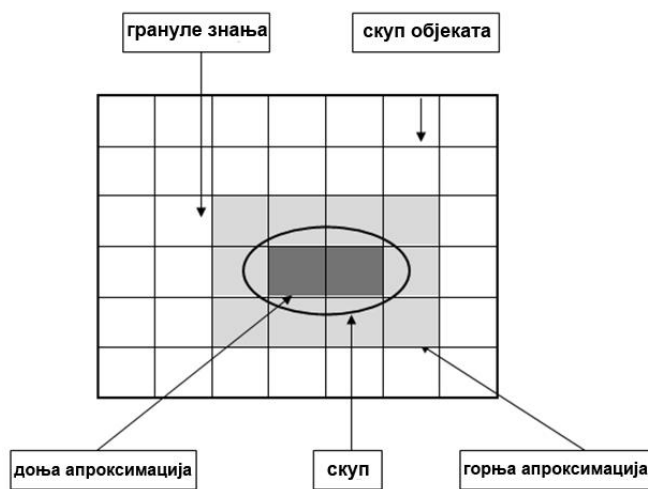
$$BN_B(X) = \emptyset \quad (6)$$

скуп је оштар у односу на B, а у супротном случају

$$BN_B(X) \neq 0 \tag{7}$$

скуп X је груб у односу на B.

Према томе, доња апроксимација скупа је унија свих гранула знања које су потпуно укључене, односно садржане у скупу. Горња апроксимација је унија свих гранула које имају не-празан пресек са скупом. Гранично подручје је разлика између горње и доње апроксимације.



Слика 2. Грануле знања, скупови и апроксимације

Могу се дефинисати четири основне класе грубих скупова, односно четири категорије непрецизности:

- $B^*(X) \neq 0 \wedge B^*(X) \neq U$, *акко је* X грубо B – одређена
- $B^*(X) \neq 0 \wedge B^*(X) \neq U$, *акко је* X унутрашње B – неодређена
- $B^*(X) \neq 0 \wedge B^*(X) = U$, *акко је* X спољашње B – одређена
- $B^*(X) \neq 0 \wedge B^*(X) = U$, *акко је* X тотално B – неодређена

У теорији грубих скупова постоје елементи (објекти) универзума који се не могу са сигурношћу сврстати у елементе неког одређеног скупа, и који чине груби скуп. Због тога, да би се проблем несигурности дефинисао, треба увести функцију припадности елемената грубом скупу, која се назива функција грубе припадности.

$$\alpha_B(X) = \frac{|B^*(X)|}{|B^*(X)|} \tag{8}$$

при чему $0 \leq \alpha_B(X) \leq 1$

где је $|X|$ кардиналност скупа X, $X \neq 0$. Коефицијент $\alpha_B(X)$ је тачност апроксимације појма X.

Уколико је:

$$\alpha_B(X) = 1 \text{ скуп је оштар у односу на } B, \text{ а уколико је:}$$

$$\alpha_B(X) < 1 \text{ скуп је груб у односу на } B$$

Функција грубе припадности објекта x грубом скупу се дефинише на следећи начин

$$\mu_x^B(x) = \frac{|X \cap B(x)|}{|B(X)|} \quad (9)$$

при чему је $0 \leq \mu_x^B(x) \leq 1$

3. ПРИМЕНА ЕВОЛУЦИОНИХ АЛГОРИТАМА У ИНЖЕЊЕРСКИМ ОПТИМИЗАЦИЈАМА

Спектакуларни напредак у области операционих истраживања потпомогнут је развојем достигнућа у области рачунарства и свеобухватних истраживања примене техника оптимизације. Алгоритми инспирисани природом се развијају у XX веку налазећи примену у науци, економији, техници и тако даље. Заснивају се на неким од основних принципа природе и социјалног понашања. Генетски алгоритми, користећи принципе неодарвинистичке еволуције, развијају генерације јединки које воде ка оптималном решењу [5].

С развојем рачунарства и повећањем процесне моћи рачунара, људи су почели решавати изузетно комплексне проблеме који су до тада били нерешиви – и то напросто техником исцрпне претраге, односно претраживањем целокупног простора решења. С обзиром на то да су данас рачунари екстремно брзи, није ретка ситуација да се њиховом употребом у једној секунди могу претражити милиони или чак милијарде потенцијалних решења, и тиме врло брзо пронаћи најприхватљивије решење. Овакав приступ је оправдан само ако решавамо проблем који се исцрпном претрагом може решити. Нажалост, постоји читав низ проблема који не спадају у ову категорију.

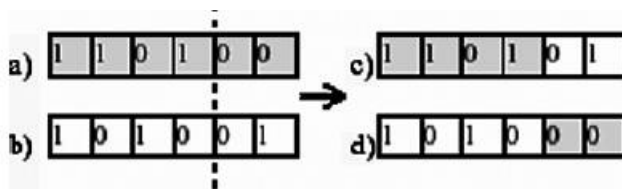
На срећу, оптимално решење често није нужно и обично је прихватљиво и решење које је довољно добро. Алгоритми који проналазе решења која су задовољавајућа или довољно добра, али не нуде никакве гаранције да ће успети пронаћи оптимално решење називају се приближни алгоритми или хеуристичке методе. У савременим истраживањима веома су заступљене метахеуристике, као скуп алгоритамских концепата који се користе за дефинисање хеуристичких метода применљивих на широк скуп проблема. Може се рећи да је метахеуристика хеуристика опште намене чији је задатак усмеравање проблемски специфичних хеуристика према подручју у простору решења у којима се налазе добра решења. Примери метахеуристика су симулирано каљење, табу претраживање, еволуцијско програмирање итд. [6].

Еволуцијско програмирање данас се дели на три велика подручја: генетске алгоритме, еволуцијске стратегије и еволуцијско програмирање. Заједничка им је идеја да раде с популацијом решења над којима се примењују еволуцијски оператори (селекција, укрштање, мутација, замена), чиме популација из генерације у генерацију постаје све боља и боља.

3.1. ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТМИ

Генетски алгоритми представљају најпопуларнију технику претраге засновану на еволуцијском рачунарству. Традиционални генетски алгоритми се исказују низовима бита фиксне дужине. Претпоставља се да свака позиција у низу означава одређену карактеристику јединке, а додељена вредност утиче на коначну вредност функције циља. Низ карактеристика који се најчешће придружује јединки представља низ независних параметара, као аналогију у односу на гене у биолошким организмима. Сваки ген представља ентитет који је структурално независан од других гена.

Генетски материјал се у биолошким организмима преноси укрштањем, стога се сматра једним од главних оператора репродукција у генетским алгоритмима. На основу два низа бита као низа хромозома родитеља формирају се нове јединке од делова хромозома родитеља. Мутација је такође битан оператор репродукције у којој један бит мења место у низу другим битом и формира нови генетски материјал потомства (Слика 3).



Слика 3. Графички приказ укрштања хромозома родитеља (а,б) и хромозома потомства (ц,д)

Могуће је идентификовати два приступа решавању одређеног проблема: прилагодити проблем генетском алгоритму или генетски алгоритам прилагодити специфичностима проблема. Уколико се одабере прилагођавање алгоритма проблему, потребно је модификовати његов рад тако да разматрани параметри буду величине својствене одређеном задатку. Најчешће је реч о употреби или дефинисању другачијих структура података и оператора. За велики број таквих случајева развијени су специјализовани генетски алгоритми, који се у том случају називају еволуцијским програмима. Тиме се постижу значајна повећања делотворности и такви производи се могу наћи на софтверском тржишту и имају велику предност у примени.

Овакав начин захтева доста рада на прилагођавању. Зато се компромис постиже прављењем еволуцијског програма који ће моћи да се примени на читаву класу проблема. С друге стране, ако се настоји решити проблем уз помоћ генетског алгоритма, тада је потребно проблем прилагодити генетском алгоритму. Могуће решење се најчешће приказује као низ бита (бинарни приказ). Међутим, постоји читав низ проблема за које је тешко или немогуће применити бинарни приказ. Уобичајни генетски оператори могу генерисати значајан проценат немогућих решења која не доносе никаква побољшања, већ се само успорава алгоритам [7].

Функција циља или функција добротe јединке се у литератури још назива фитнес функција или функција оцене квалитета и представља израз:

$$\text{dobrota}(v)=f(x),$$

где бинарни вектор v представља реалан број x [dg, gg], а $dg, gg \in R$. Што је добротa јединке већа, јединка има већу вероватноћу укрштања. Функција циља је кључ за процес

селекције. За задати проблем оптимизације највећу потешкоћу представља дефинисање функције циља, која би требало да одражава суштину проблема који се решава.

3.1.1. Једноставни генетски алгоритми

Многим техникама претраге неопходни су помоћни параметри или информације да би се метода успешно имплементирала (градијентним техникама претраге неопходни су изводи да би се добио тражени максимум или минимум), док генетски алгоритми не захтевају те помоћне информације. ГА безусловно претражују простор трагајући за што бољим решењем, а за што је неопходна само функција циља са дефинисаним односом између параметара који се вреднују том функцијом. ГА користе правила транзиције вероватноће да усмере претрагу простора према што прихватљивијем решењу.

Холанд је предложио (једноставни) генетски алгоритам као рачунарски процес који имитира еволуцијски процес у природи и примењује га на апстрактне јединке. Сваки еволуцијски програм одражава популацију јединки у некој одређеној генерацији, док свака јединка представља потенцијално решење проблема који се обрађује. Свака јединка је представљена једнаком структуром података (број, низ, матрица, стабло итд.) [8].

Структура и начин функционисања једноставних генетских алгоритама (simple genetic algorithm – SGA) је релативно једноставан и своди се на копирање и замену делова хромозома. Применом SGA добијају се добри резултати претраге у различитим областима инжењерства и састоје се од три операције: репродукције, укрштања и мутације.

У природи, при свакој репродукцији долази до рекомбинације гена која узрокује различитост између јединки исте врсте, али и сличност с родитељима јединки. У генетским алгоритмима измена гена која настаје при репродукцији назива се укрштање, иако то није сасвим у складу са биологијом. Поред укрштања, уочава се још једна појава, али у знатно мањем опсегу. Реч је о случајном мењању генетског материјала који настаје под деловањем спољашњих фактора и назива се мутација. Укрштање и мутација се у генетским алгоритмима називају генетским операторима, а процес издвајања најспособнијих јединки у оквиру сваке генерације назива се селекција.

Пример SGA алгоритма [9]:

Генериши случајну популацију
Селектуј јединке за репродукцију (користећи функцију циља)
метод селекције:
-једноставна селекција
-турнирска селекција
-елиминацијска селекција
Укрштање хромозома родитеља
Мутирање хромозома потомака
Додај потомство назад у популацију
Елитизам
(Селектуј јединке за репродукцију)

SGA су погодни и ефикасни у случајевима:

- када је домен претраге широк, комплексан и недовољно дефинисан
- када сазнања о параметрима претраге нису довољна или када експертским системима није могуће смањити простор претраге
- када проблем није могуће анализирати математичким моделима

3.1.2 Прилагодљиви генетски алгоритми

Прилагодљиви генетски алгоритми (AGA – Adaptive Genetic Algorithm) представљају групу ГА чији параметри, као што су величина популације, односно вероватноћа укрштања и мутације је променљива током извршавања ГА. Прилагодљиви ГА су предложени 1994. године у раду [10]. Да би се вероватноћа укрштања и мутације правовремено мењала, потребно је на неки начин одредити тренутно стање популације ГА, да ли конвергира ка неком оптимуму.

Најједноставнији пример може се представити променом стопе мутације у складу са променама у популацији. Уколико се дужи временски период популација не побољшава, повећава се стопа мутације.

Процедура имплементације АГА може се дефинисати на следећи начин[10]:

- корак I: Иницијална популација
 Користи се величина популација добијена генерисањем случајног броја
- корак II: Генетски оператори
 Селекција – елитистичка стратегија у проширеном простору одабира јединки
 Укрштање – оператор укрштања заснован на приоритетима укрштања
 Мутација – оператор мутације заснован на активној локалној претрази
- корак III: Примена локалне претраге помоћу методе успона на врх (hill climbing method) у ГА петљи
- корак IV: Примена хеуристичких метода за прилагођавање параметара ГА (вероватноћа укрштања и мутације)
- корак V: Услови завршетка

Начелно се може рећи да ако је достигнут претходно дефинисани максимални број генерација или одређено оптимално решење током претраге, претрага се зауставља. У супротном се алгоритам поново враћа на други корак.

3.1.2. Приказ генетских оператора

Гени носе основне инструкције за изградњу генетских алгоритама. Сами хромозоми представљају низ гена којима се описује решење проблема претраге. Гени у ГА репрезентују вредност појединачних фактора унутар фактора контроле коме се додељује доња и горња граница. Овај опсег се може поделити на одређени број интервала који се представљају низом бита.

У начелу, хромозом може бити било каква структура података која описује својства једне јединке. За генетски алгоритам је значајно да хромозом представља могуће решење задатог проблема. За сваку структуру података потребно је дефинисати генетске операторе, док они опет треба да буду тако дефинисани да не стварају нове јединке које би представљале немогућа решења.

Приказ решења може битно утицати на учинак генетског алгорита, стога је избор приказа изузетно значајан. Већина теорија које се односе на генетске алгоритме везане су управо за бинарни приказ решења. У пракси се показало да бинарни приказ даје најбоље резултате у већини примера и погодан је због своје једноставности у имплементацији. Процес избора две јединке из популације које ће укрштањем пренети генетски материјал на потомство назива се селекција.

Након избора начина кодирања, следећи корак се односи на начин избора јединки у популацији које ће стварати потомство као и број потомака који ће се генерисати. Сврха *селекције* је чување и преношење добрих својстава на следећу генерацију јединки. Селекцијом се бирају добре јединке које ће суделовати у следећем кораку репродукције. На тај начин се добар генетски материјал чува и преноси на следећу популацију, а лош одумире. Поступак селекције би се могао остварити сортирањем и избором најбољих јединки, као и умањењем популације за одређен број јединки, али такав поступак довео би до преране конвергенције генетског алгорита [7].

Процес оптимизације би се практично завршавао у свега неколико првих итерација. Проблем је у томе што се овим поступком изгуби добар генетски материјал који могу имати лоше јединке. Зато је потребно осигурати и лошим јединкама да имају неку (мању) вероватноћу преживљавања. С друге стране, боље јединке треба да имају већу вероватноћу опстанка, односно већу вероватноћу учешћа у процесу репродукције.

Генетски алгоритми, с обзиром на врсту селекције, деле се на генерацијске и елиминационе. Генерацијски генетски алгоритам у једној итерацији располаже с две популације (што је уједно и недостатак генерацијског ГА), јер при избору добре јединке из старе популације које чине нову популацију и након селекције суделују у процесу репродукције.

Карактеристичне врсте селекција које користи генерацијски ГА су: једноставна селекција и турнирска селекција. С друге стране елиминацијска селекција је карактеристика елиминацијског генетског алгорита (ГА with steady-state reproduction).

У процесу *укрштања* (crossover) суделују две јединке које се називају родитељи. Укрштање тиме представља бинарни оператор при чему настају једна или две нове јединке које представљају потомке. Најважнија карактеристика укрштања је да потомци наслеђују својства својих родитеља. Ако су родитељи добри (прошли су процес селекције), тада ће највероватније и потомство бити добро, ако не и боље од својих родитеља.

Укрштање може бити дефинисано са произвољним бројем прекидних тачака. Униформно укрштање је укрштање са $b-1$ прекидних тачака (b је број битова). Вероватноћа да потомак наследи својство једног родитеља је 0.5, односно једнака је вероватноћи наслеђивања својстава за оба родитеља. Ако се те вероватноће разликују за поједине гене, тада се такво униформно укрштање назива p -униформно укрштање.

На пример, ако је $p=0.3$, тада је вероватноћа да ће један бит бити наслеђен од првог родитеља 30%, а од другог 70%. Ако је вероватноћа наслеђивања различита за поједине гене, тада се задаје маска која дефинише за сваки ген посебно која је вероватноћа наслеђивања.

У зависности од тога да ли замена битова код оператора укрштања зависи од позиције или броја замењених битова, дефинише се позициона и дистрибуциона склоност оператора укрштања. Укрштање са једном тачком прекида има максималну позициону, а

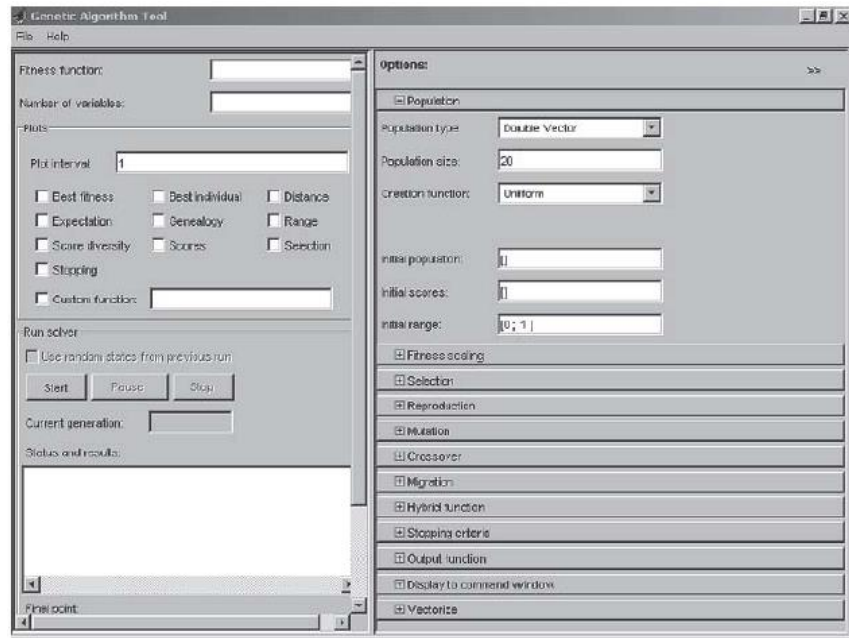
минималну дистрибуциону склоност. Вероватноћа замене неког бита у хромозому зависи искључиво од позиције тог бита. Друга крајност је униформно укрштање које има минималну позициону склоност, а максималну дистрибуциону, јер сви битови се замењују без обзира на њихову позицију у хромозому.

Укрштање с једном и две тачке прекида чува шему укрштања. Кад популација постане хомогена, простор који претражује алгоритам се смањује. Управо је то разлог зашто се то укрштање користи при већим популацијама, јер већа популација има и већу разноликост шема. Друга крајност је униформно укрштање које с великом вероватноћом ломи шеме, али претражује већи простор. Стога се униформно укрштање користи при мањим популацијама.

Други оператор који је карактеристичан за генетски алгоритам је мутација или случајна промена једног или више гена. *Мутација* је оператор који делује над само једном јединком. Резултат мутације је измењена јединка. Параметар који одређује вероватноћу мутације пм једног бита је уједно и параметар алгоритма. Ако вероватноћа мутације тежи ка јединици, тада се алгоритам претвара у алгоритам случајне претраге простора решења. С друге стране, ако вероватноћа мутације тежи ка нули, поступак ће највероватније већ у почетку процеса оптимизације стати у неком локалном оптимуму.

Једноставна мутација сваки бит хромозома мења с једнаком вероватноћом пм. Потпуна мутација случајним поступком бира хромозом (а не ген) за мутацију и тада свим битовима мења место. Мутацијом се претражује простор решења и управо је мутација механизам за избегавање локалних минимума током претраге простора. Ако укупна популација заврши у неком од локалних минимума, једино случајним претраживањем простора решења проналази се боље решење. Довољно је да једна јединка (настала мутацијом) буде боља од осталих, па да се у неколико следећих генерација све јединке преселе у простор где се налази боље решење.

Улога мутације се огледа и у обнављању изгубљеног генетског материјала. Уколико се догоди да све јединке популације имају исти ген на одређеном месту у хромозому, само укрштањем се тај ген никад не би могао променити. Ако је реч о бинарном приказу хромозома, тиме је изгубљено чак пола простора претраживања. У Матлаб програму постоји развијен графички интерфејс за имплементацију генетских алгоритама (Слика 4).



Слика 4. ГА оптимтоол – софтвер Matlab

3.2. КУКУ ПРЕТРАГА

Познати зов птица кукавица у рано пролеће је инспирисао многе поете и композиторе. Звук који је тако специфичан, део је љубавне игре између мужјака и женке у време када се мужјаци врате након зимске сеобе у топлије крајеве. Логичан завршетак ове игре је нова генерација птица која је настала паразитирањем кукавичјих јаја у гнездима других птица. Међународни истраживачки тим је баш у том паразитском понашању кукавица пронашао инспирацију за нову методу оптимизације. Xin-She Yang, са универзитета Кембриџ у Енглеској и Саш Деб са Високе техничке школе Раман, у Индији су 2009. године утврдили нови метод за решавање проблема оптимизације [11].

Кукавица свака два дана снесе по једно јаје, односно за време парења отприлике двадесет јаја. Већ пре него што јаје дозре, женка тражи одговарајуће гнездо. Када пронађе птицу која ће да буде „старатељ“ њеном потомству, посматра је још при градњи гнезда. Ако је то гнездо незгодно позиционирано, најпре снесе јаје на земљу, а затим га у кљуноу преноси у гнездо. Ако је гнездо циљане птице пуно, кукавица зна да избаци неко јаје из гнезда или да га, чак, поједе, да би направила место за своје јаје. Она снесе јаје ноћу и брзо одлеће чим је посао обављен. Птице „старатељи“ нису благонаклоне према кукавицама, али ипак не могу да ускрате негу њеном јајету или младунчету.

Љуску јајета кукавица често копира у боју јајета птица-домаћина (мимикрија) да кукавичје јаје не би било избачено из гнезда. Осим тога и величина и облик су идентични онима код домаћина. Кукавица подмеће своја јаја припадницама 162 врста птица, од сићушног краљића, преко црвендаћа, беле пастирице, језерског врапца или царића, до грлица и голубова [12].

Подметање не успева увек и не преживљавају сви птићи кукавице. Само око 62% подметнутих јаја примају невољни нови родитељи.

3.2.1. Алгоритам Јанга и Деба

Куку претрага (Cuckoo search – CS) се базира на следећим претпоставкама:

Свако јаје у гнезду представља решење, док кукавичје јаје представља оптимално решење. Циљ је да се добије ново и потенцијално боље решење (кукавичје јаје) да би се заменило не тако добро решење у гнезду. У најпростијој форми, свако гнездо има само једно јаје. Алгоритам може да се прошири на компликованије случајеве, где већи број јаја у гнезду представља скуп решења.

CS се базира на три идеализована правила:

- Свака кукавица полаже само једно јаје у тренутку времена које полаже у случајно одабрано гнездо.
- Најбоља гнезда са јајима високог квалитета ће опстати у наредној генерацији.
- Број расположивих гнезда домаћина је фиксан, а вероватноћа да ће кукавичје јаје бити препознато креће се у границама $p_a \in (0,1)$. Откривена јаја су искључена из следеће итерације.

Генерално, случајно променљива настаје када се одређеним случајним догађајима додељују бројеви или атрибути, што зависи од скале мерења, тако да је уз сваки додељени број или атрибут везана нека вероватноћа. Расподелу вероватноће неке случајно променљиве чине све вредности које та варијабла може имати, као и њене припадајуће вероватноће. Поступак претраживања решења (гнезда) који су усвојили Јанг и Деб се одиграва по поступку Левијеве расподеле вероватноће (Paul Pierre Lévy) [13]. Многе студије су показале да животиње и инсекти показују типичне карактеристике ове расподеле [14].

$$L(s) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \cos(\tau s) e^{-\alpha \tau^\beta} d\tau, \dots (0 < \beta \leq 2) \tag{10}$$

$$F_k [P_N(k)](x) = F_k \left[\exp(-N |k|^\beta) \right](x) \tag{11}$$

где је F_k – Фуријеова трансформација вероватноће $P_N(k)$ за N -ту идентичну и независну случајну променљиву. За $\beta=1$ примењује се Кошијева расподела, док се за $\beta=2$ примењује Нормална расподела.

Упрошћена верзија Левијеве расподе може да се дефинише као:

$$L(s, \gamma, \mu) = \begin{cases} \sqrt{\frac{\gamma}{2\pi}} \exp\left[-\frac{\gamma}{2(s-\mu)}\right] \frac{1}{(s-\mu)^{3/2}}, & 0 < \mu < s < \infty \\ 0, & \text{за све друге случајеве} \end{cases} \tag{12}$$

где је $\mu > 0$ минимални корак, а γ је фактор скалирања. Када $s \rightarrow \beta$,

$$L(s, \gamma, \mu) \approx \sqrt{\frac{\gamma}{2\pi}} \frac{1}{s^{3/2}} \tag{13}$$



Слика 5. Левијев пут [11]

Одабир одговарајућих корака итерације је битан за одрживост ефикасности тражења решења. Мали кораци дају мале промене, велики кораци доводе до великих скокова и чак и до удаљавања од простора са решењима. Левијев пут (Levy flights) је самим тим ефикаснији за проналажење решења него случајни пут. Варијанса Левијевог пута много брже расте него код линеарних веза или случајних путева. Са тачке примене, Левијев пут се састоји из два дела: избор случајног смера и стварање корака по Левијевој расподели (Слика 5).

Оригинално, алгоритам Јанга и Деба гласи (Слика 6):

```

begin
  Objective function  $f(x)$ ,  $x = (x_1, \dots, x_d)^T$ 
  Generate initial population of
     $n$  host nests  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ )
  while ( $t < \text{MaxGeneration}$ ) or (stop criterion)
    Get a cuckoo randomly by Lévy flights
    evaluate its quality/fitness  $F_i$ 
    Choose a nest among  $n$  (say,  $j$ ) randomly
    if ( $F_i > F_j$ ),
      replace  $j$  by the new solution;
    end
    A fraction ( $p_a$ ) of worse nests
      are abandoned and new ones are built;
    Keep the best solutions
      (or nests with quality solutions);
    Rank the solutions and find the current best
  end while
  Postprocess results and visualization
end

```

Слика 6. Псеудокод CS [11]

За стварање нових решења $x^{(t+1)}$ за кукавицу i , Левијев пут је:

$$x_i^{(t+1)} = x_i^t + \alpha \oplus \text{Levy}(\lambda) \quad (14)$$

где је $\alpha > 0$ величина корака. Обично је $\alpha = 1$. \oplus означава улазну мултипликацију.

Левијев пут може бити и случајни пут када су случајни кораци добијени из Левијеве расподеле за велике кораке:

$$\text{Леви} \sim u = t^{-\lambda}, (1 < \lambda \leq 3) \quad (15)$$

са бесконачним варијансом и средњом вредношћу.

Овај алгоритам нашао је своје место у програмском пакету MATLAB, са случајним путем и случајном расподелом величине корака:

```
stepsize=rand*(nest(randperm(n),:)-nest(randperm(n),:))  
new_nest=nest+stepsize.*K;
```

где је $K=rand(size(nest))>pa$ и pa је степен налажења решења.

4. ПРИМЕР: ПРИМЕНА ГРУБИХ СКУПОВА ПРИ ИЗБОРУ ОПТИМАЛНЕ ЛОКАЦИЈЕ ЗА ФАБРИКУ БЕТОНА

Бетон као грађевински материјал, веома често, у већини радова које изводе грађевинска предузећа заузима главно место и по количини и по цени. Захтеви који се постављају у погледу квалитета, особина, количине и цене бетона намећу потребу за применом фабрика бетона – комплетних аутоматских постројења за производњу бетонске масе. Процес производње се завршава транспортом свежег бетона до места уградње, који треба, зависно од конкретних околности, да се решава на најекономичнији начин.

О свему овоме се водило рачуна када је од девет могућих варијантних решења, различитих карактеристика на подручју града требало изабрати нову локацију за будућу фабрику бетона једног грађевинског предузећа.

Подразумева се да фабрика бетона у свакој варијанти има исти материјални резултат у смислу трошкова производње, не подразумевајући ефекат услед положаја локације у односу на градилишта којима се транспортује бетон. Овај ефекат, преко цене бетона, утиче на целокупну грађевинску производњу у предузећу, а резултат је низа утицаја, који се, уз то, мењају у простору и времену (нпр. отварање новог градилишта, измена режима саобраћаја).

Усвојено је, на основу општег искуства, пет критеријума за вредновање варијантних решења:

- Удаљеност локације од градилишта и лакоћа приступа
- Величина локације
- Инфраструктура
- Цена куповине локације
- Цена уређења локације

Ови критеријуми представљају атрибуте услова, а решење применљива (или неприменљива) локација представља атрибут одлуке. Вредности атрибута изражене су лингвистички. Фабрика бетона изграђена на новој локацији треба да има оптималну повезаност са градилиштима, величину довољну за оптималну производњу бетона и повољну за организацију префабрикације, решену инфраструктуру и минимално ангажовање инвестиционих средстава за куповину и уређење локације.

У Табели 1 приказани су подаци о 9 разматраних локација. Табела представља *табелу атрибут – вредност* или *табелу одлучивања*. Колоне у табели обележене су атрибутима (особинама локације), а редови објектима (локацијама будуће фабрике бетона), док су записи у табели вредности атрибута. На тај начин сваки ред се може посматрати као информација о појединој локацији. На пример, локацију 7 у табели карактерише следећи скуп атрибута-вредности:

(Удаљеност локације, неповољна), (Величина локације, довољна), (Инфраструктура, неразвијена), (Цена локације, средња), (Цена уређења, висока) који представљају информацију о тој локацији.

Табела 1. Табела одлучивања

Локација	Атрибути услова					Атрибути одлуке
	Удаљеност локације	Величина локације	Инфраструктура	Цена локације	Цена уређења	Погодна локација
1	средња	средња	развијена	средња	ниска	да
2	средња	средња	развијена	средња	ниска	не
3	средња	недовољна	развијена	висока	средња	не
4	повољна	довољна	развијена	ниска	ниска	да
5	повољна	недовољна	неразвијена	ниска	висока	не
6	неповољна	недовољна	неразвијена	средња	висока	не
7	неповољна	довољна	неразвијена	средња	висока	не
8	неповољна	довољна	неразвијена	средња	средња	не
9	неповољна	средња	неразвијена	ниска	висока	не

Табела одлучивања генерише следеће скупове:

$U = \{ \text{локација 1, локација 2, локација 3, локација 4, локација 5, локација 6, локација 7, локација 8, локација 9} \}$

$A = \{ \text{удаљеност локације, величина локације, инфраструктура, цена локације, цена уређења, погодна локација} \}$

$V_{\text{удаљеност локације}} = \{ \text{повољна, средња, неповољна} \}$

$V_{\text{величина локације}} = \{ \text{довољна, средња, недовољна} \}$

$V_{\text{инфраструктура локације}} = \{ \text{развијена, неразвијена} \}$

$V_{\text{цена локације}} = \{ \text{висока, средња, ниска} \}$

$V_{\text{цена уређења}} = \{ \text{висока, средња, ниска} \}$

$V_{\text{погодна локација}} = \{ \text{да, не} \}$

Из Табеле 1 се може издвојити осам елементарних скупова атрибута, односно A – скупова: један скуп објеката који се не разликују {1, 2} и преосталих седам скупова објеката који се разликују. То су доње и горње апроксимације класа одлуке Да {1, 4} и Не {2, 3, 5, 6, 7, 8, 9}.

Доња апроксимација класе одлуке Да: {4}

Горња апроксимација класе одлуке Да: {1, 2, 4}

Гранично подручје класе одлуке Да: $BN_A(\text{Да}) = \{1, 2\}$

Доња апроксимација класе одлуке Не: {3, 5, 6, 7, 8, 9}

Горња апроксимација класе одлуке Не: {1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9}

Гранично подручје класе одлуке Не: $BN_A(\text{Не}) = \{1, 2\}$

Тачност апроксимације класа одлуке је $\alpha_A(\text{Да}) = 0.33$ и $\alpha_A(\text{Не}) = 0.75$

Гранично подручје одлука је, код обе класе одлука, састављено од два објекта 1 и 2. Ови објекти (локације) имају потпуно исте вредности атрибута услова (не разликују се), али

Где су:

UL – Удаљеност Локације; VL – Величина Локације; I – Инфраструктура; CL – Цена Локације;
CU – Цена Уређења

Табела 3. Матрица разликовања

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8
x1	-	VL, CL, CU	UL, VL, CL	UL, VL, I, CL, CU	UL, VL, I, CU	UL, VL, I, CU	UL, VL, I, CU	UL, I, CL, CU
x2	-	-	UL, VL, CL, CU	UL, I, CL, CU	UL, I, CL, CU	UL, VL, I, CL, CU	UL, VL, I, CL	UL, VL, I, CL, CU
x3	-	-	-	VL, I, CU	UL, VL, I, CL, CU	UL, I, CL, CU	UL, I, CL, CU	UL, VL, I, CU
x4	-	-	-	-	UL, CL	UL, VL, CL	UL, VL, CL, CU	UL, VL
x5	-	-	-	-	-	VL	VL, CU	VL, CL
x6	-	-	-	-	-	-	CU	VL, CL
x7	-	-	-	-	-	-	-	VL, CL, CU

Проблем проналажења подскупа атрибута који чува (обезбеђује) релацију неразликовања, применом матрице разликовања, своди се на проналажење импликаната једначине (16). Импликант је конјункција променљивих таква да, ако су те променљиве тачне, онда је и функција тачна. Посебно су значајни прости импликанти, који су, заправо, импликанти минималне величине.

Табела 4. Табела одлучивања након редукције

Локација	Атрибути услова		Атрибути одлуке
	Величина локације	Цена уређења	Погодна локација
1	средња	ниска	Да
2	средња	ниска	Не
3	недовољна	средња	Не
4	довољна	ниска	Да
5	недовољна	висока	Не
6	недовољна	висока	Не
7	довољна	висока	Не
8	довољна	средња	Не
9	средња	висока	Не

Једначина (16) се своди на :

$$f(UL, VL, I, CL, CU) = VL \cap CU \quad (17)$$

Једначина (17) означава да атрибути величина локације и цена уређења представљају језгро атрибута и да се не могу елиминисати без губљења способности у апроксимацији одлучивања. Табела 4 представља табелу одлучивања након редукције.

Осим локација 1 и 2 чије су класе одлука неконзистентне, и локација 5 и 6, сви остали елементи се разликују.

Правила одлучивања генерисана из табеле 8 имају следећу форму:

- IF (Величина локације, средња) & (Цена уређења, ниска) \Rightarrow THEN (Погодна локација, да)
- IF (Величина локације, средња) & (Цена уређења, ниска) \Rightarrow THEN (Погодна локација, не)
- IF (Величина локације, недовољна) & (Цена уређења, средња) \Rightarrow THEN (Погодна локација, не)
- IF (Величина локације, довољна) & (Цена уређења, ниска) \Rightarrow THEN (Погодна локација, да)
- IF (Величина локације, недовољна) & (Цена уређења, висока) \Rightarrow THEN (Погодна локација, не)
- IF (Величина локације, довољна) & (Цена уређења, висока) \Rightarrow THEN (Погодна локација, не)
- IF (Величина локације, довољна) & (Цена уређења, средња) \Rightarrow THEN (Погодна локација, не)
- IF (Величина локације, средња) & (Цена уређења, висока) \Rightarrow THEN (Погодна локација, не)

5. БИБЛИОГРАФИЈА

- [1] S. Rao, Engineering optimization, Theory and Practice, John Wiley & Sons, New York, 1996, 894.
- [2] Z. Pawlak, Rough Sets, International Journal of Computer and Information Science, 11, 341–356, 1982.
- [3] G. Ćirović, G., D. Plamenac, Rough sets – application in the construction industry, Operational Research Society, Belgrade, 2005, 224.
- [4] S. N. Sivanandam, N. Deepa, Introduction to genetic algorithms, Springer-Verlag, Berlin, 2008, 462.
- [5] K. Miettinen, P. Neittaanmaki, M. M. Makela, P. Periaux, Evolutionary algorithms in engineering and computer science, John Wiley & sons, New York, 1999, str. 483.
- [6] C. R. Reeves, J. E. Rowe, Genetic Algorithms: Principles and Perspectives A Guide to GA Theory, Kluwer Academic Publishers New York, 2002, 319.
- [7] J. Holland, Adaptation in Natural and Artificial Systems, The University of Michigan, 1975.
- [8] R. Riolo, U. M. O'Reilly, T. McConaghy, Genetic programming, Theory and Practice, Springer Science+Business Media, 2010.
- [9] M. Srinivas. L. Patnaik, Adaptive probabilities of crossover and mutation in genetic algorithms, IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics, 24(4), pp.656–667, 1994.
- [10] X. S. Yang, S. Deb, Cuckoo search via Lévy flights, World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing (NaBIC 2009). IEEE Publications. str. 210–214., 2009.
- [11] A. E. Brehm, Живот животиња, Моно Мањана, 2004.
- [12] M. Shlesinger, G. M. Zaslavsky, U. Frisch, Lévy Flights and Related Topics in Physics, New York: Springer-Verlag, 1995.
- [13] C. Brown, L. S. Liebovitch, R. Glendon, Levy flights in Dobe Juhoansi foraging patterns, Human Ecol., 35, 129–138, 2007.



[4] 2016 4[1]

АГГ+ часопис за архитектуру, грађевинарство, геодезију и сродне научне области
ACEG+ Journal for Architecture, Civil Engineering, Geodesy and other related scientific fields

058-067 **Оригинални научни рад** | Original scientific paper

UDK I UDC 624.14:519.23]:005.96

DOI 10.7251/AGGPLUS1604012S

COBISS.RS-ID 6667032

Рад примљен | Paper received 16/05/2016

Рад прихваћен | Paper accepted 28/09/2016

Слободан Станаревић

*Град Бања Лука, Градска управа, Одјељење за просторно уређење, Трг српских владара 1, Бања Лука,
slobodan.stanarevic@banjaluka.rs.ba*

ПРЕДВИЂАЊЕ
РЕЗУЛТАТА
КОНСУЛТАНТСКИХ
УСЛУГА У
ГРАЂЕВИНАРСТВУ

PREDICTION OF
CONSULTANCY
SERVICES RESULTS IN
CONSTRUCTION
INDUSTRY

Оригинални научни рад

Original scientific paper

Рад прихваћен | Paper accepted

28/09/2016

UDK | UDC 624.14:519.23]:005.96

DOI 10.7251/AGGPLUS1604012S

COBISS.RS-ID 6667032

Слободан Станаревић

Град Бања Лука, Градска управа, Одјељење за просторно уређење, Трг српских владара 1, Бања Лука, slobodan.stanarevic@banjaluka.rs.ba

ПРЕДВИЂАЊЕ РЕЗУЛТАТА КОНСУЛТАНТСКИХ УСЛУГА У ГРАЂЕВИНАРСТВУ

АПСТРАКТ

Приказана је могућност вредновања и предвиђања консултантских услуга у грађевинској индустрији. Предложен је модел који се заснива на свеобухватној анализи великог броја утицаја на грађевинску производњу, промјенљивих у простору и времену. У раду су приказани резултати спроведених лицитација (надметања) током једне године. Примењена је метода дескриптивне статистике и метода претраживања података, са форсирањем варијабли и без форсирања варијабли. Оваква процедура се може спровести и за остале године у току неког посматраног периода. Омогућена је предикција, односно утврђене могућности доношења правовремених одлука у неизвјесним условима пословања.

Кључне ријечи: : консултантске услуге, грађевинска индустрија, вредновање, предикција, дескриптивна статистика, претраживање података

PREDICTION OF CONSULTANCY SERVICES RESULTS IN CONSTRUCTION INDUSTRY

ABSTRACT

The possibility of evaluation and prediction of consultancy services in the construction industry is presented. The model is based on a comprehensive analysis of a large numbers of impacts on the construction production, varying in space and time. The paper presents the results of the conducted auction (bidding) for one year. Descriptive statistics method as well as data mining method, with and without forcing the variables, is applied. This procedure can also be carried out for other years during an observation period. The prediction, as well as the ability to make timely decisions in uncertain business conditions, is enabled.

Key words: consultancy services, construction industry, evaluation, prediction, descriptive statistics, data mining

1. УВОД

Предузећа која послују на тржишту, било којим послом да се баве – маркетингом, информационим технологијама, производњом, консултантским услугама итд., непрекидно се сусрећу са проблемом егзистенције и континуираног одржавања нивоа услуга са једне стране, као и проблемом вредновања конкуренције, односно вредновања успешности фирме које се баве сродним пословима са друге стране. Основна тежња је да се предвиде резултати тих услуга у будућности. Овај рад се бави консултантским услугама, односно вредновањем конкуренције и предвиђањем резултата консултантских услуга у грађевинарству, како би се предвидјела успјешност конкретне консултантске фирме у предстојећем периоду пословања ради планирања сопствених капацитета, а поготову ради поређења са сродним консултантским фирмама у окружењу.

Независно од унутрашње структуре консултантског предузећа, битно је да се истражи оно што је за сваку консултантску фирму најзначајније, а то је *како предвидјети да ли ће консултантска фирма добити посао на јавном надметању*, а према Закону о јавним набавкама [1], односно *како вредновати утицај конкуренције и како предвидјети резултате консултантских услуга у грађевинарству, односно могућност добијања посла на лицитацији*. То је била идеја и циљ који су иницирали израду овог рада.

Оно што се логично намеће, то је да је неопходно анализирати и вредновати параметре који утичу на ту успјешност у одређеном периоду, односно у току неколико година протеклог пословања, у конкретном предузећу које се бави консултантским услугама, са тежњом да се, на основу резултата добијених овом анализом, омогући предвиђање/предикција за неки наредни период.

Сходно томе, *предмет истраживања* је селекција, вредновање и рангирање параметара који утичу на добијање консултантских послова на јавним тендерима у одређеном посматраном периоду, прикупљање и обрада конкретних података, формирање адекватног модела и тумачење добијених резултата. У анализи пословања разматрани су параметри у цјелини или у појединим сегментима предузећа (пројектовање, лабораторијска и теренска испитивања и вршење стручног надзора, и друго), како за конкретно консултантско предузеће, тако и за свако предузеће које је у наведеном периоду учествовало на лицитацији као конкуренција.

У том смислу, *циљ истраживања* је предвиђање успешности посматраног предузећа у предстојећем периоду пословања, као и његове позиције на тржишту и у одабиру пословне стратегије у процесу доношења управљачких одлука. Сходно томе, циљ је сазнање и закључивање који послови имају најбољу прогнозу, што омогућава предузимање конкретних стратешких мјера у дугорочној политици конкретног консултантског предузећа. Ово подразумијева прикупљање великог броја података, поготову што су у протеклом периоду, а тако ће бити и убудуће, у реализацији пројеката са дужим временским интервалом (до годину дана и више), присутни нарочито капитални и инфраструктурни објекти.

Сама реализација инвестиције наслоњена је директно на консултантске процедуре или процедуре оптималне по више критеријума (цијена, рок, квалитет).

Како би се што јасније сагледала слика стања консултантских предузећа и анализирале консултантске услуге (као што су пројектовање, стручни надзор и теренско-

лабораторијска испитивања и истраживања, и друго), за потребе формулисања модела који ће вредновати утицај конкуренције и предвиђање успјешности на тржишту у овом раду изабрано је једно репрезентативно консултантско предузеће у Босни и Херцеговини – Институт за грађевинарство „ИГ“ д.о.о. Бања Лука (у даљем тексту ИГ), како би се адекватно могло спровести истраживање конкретних процедура и скупити прецизни подаци у односу на уговорене и реализоване консултантске услуге.

2. ПРЕДЛОЖЕНИ МОДЕЛ И ДОБИЈЕНИ РЕЗУЛТАТИ

Модел је структуриран на сљедећи начин:

Истраживање се спроводи током неколико година. У моделу се анализирају сљедеће варијабле (атрибути):

- територијални ниво (БиХ, Република Српска, Федерација БиХ, Брчко дистрикт и Република Србија),
- институција (државна институција/предузеће, јавна установа/предузеће, општина, приватно правно лице и физичко лице),
- врста послова (стручни надзор, израда регулационог плана, израда студије, израда пројекта, израда плана управљања, израда елабората, просторно планирање, ревизија и нострификација техничке документације, израда акта о процјени, израда стратегије, испитивање, геодетско снимање, технички преглед, мјерења, мониторинг, пројектовање и други),
- ранг понуде (рангирање сваког појединачног понуђача).

Конкретно, у раду је проведена анализа на подацима прикупљеним у току једне године.

Посебно се напомиње да атрибут финансијска вриједност понуде није разматран, односно овај атрибут је посредно разматран, а због два битна разлога. Прво, због пословне тајне, а друго, важније за научно и стручно тумачење је да се, на основу расположивих података о тендерима у периоду посматрања може сагледати да је за инвеститора приликом избора најбољег понуђача највећи значај имала цијена услуге. С обзиром на то, цијене услуга за сваки појединачни тендер су приказане и анализирани преко рангова, који су у већини случајева усклађени са успјехом, што потврђује да је за инвеститоре најбитнији критериј приликом одабира понуде цијена услуге.

2.1. ПРИМЈЕНА ДЕСКРИПТИВНЕ СТАТИСТИКЕ

У раду се приказују резултати спроведених лицитација (надметања) током 2015. године у којима је учествовао ИГ. Оваква процедура може се спровести и за остале године у току неког посматраног периода. Кориштене су савремене статистичке методе [2].

Резултати су анализирани и представљени табеларно коришћењем аналитичко-статистичког софтверског пакета SPSS (Statistical Product and Service Solutions), верзија 20, као и графички коришћењем дводимензионалних стубичастих и линијских дијаграма креираних у Microsoft Excel-у.

Током 2015. године ИГ је имао сазнање о 165 лицитација (надметања). ИГ је био успјешан у 81 (49,09%) случају, док су сви остали учесници били успјешнији у 84 (50,91%) случаја (Табела 1), односно ИГ је био мање успјешан у односу на остале учеснике (81 : 84 или 49,09% : 50,91%).

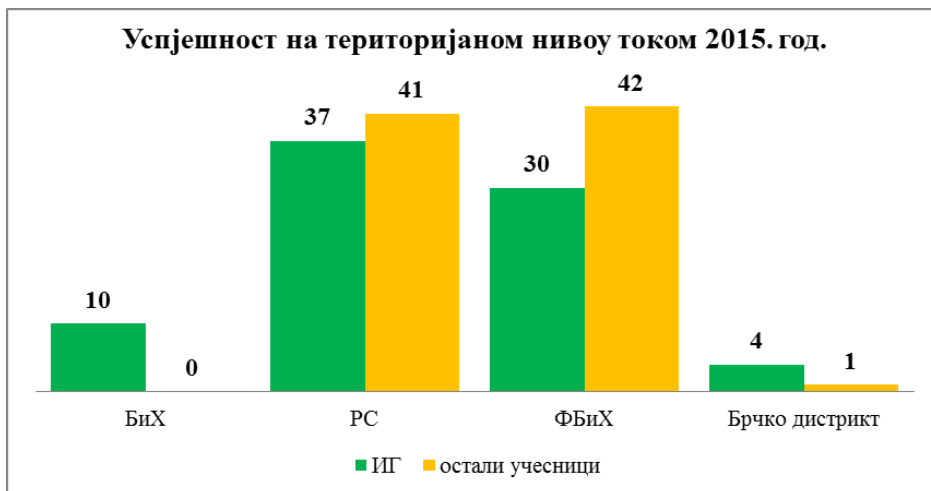
Табела 1. Резултат лицитација (надметања) током 2015. год.

Резултат	Успјех		Укупно
	ИГ	остали учесници	
Укупно (прихваћено)	81	84	165

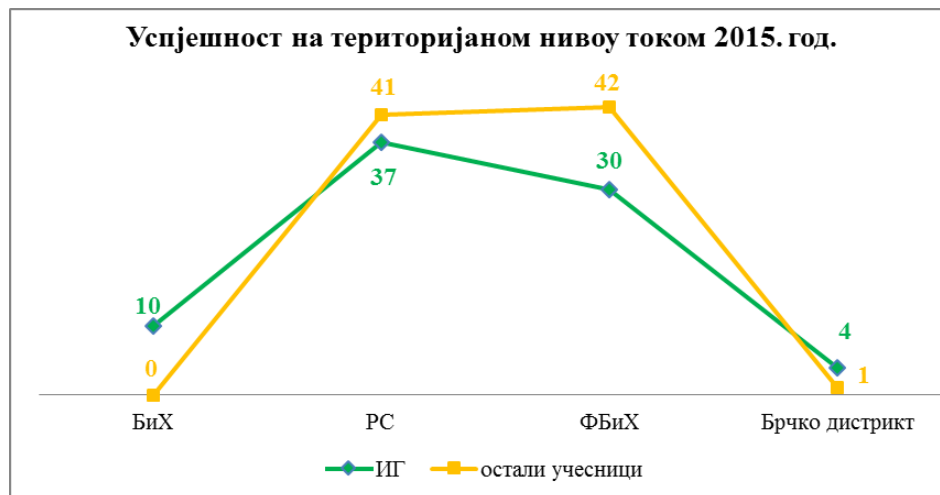
На нивоу БиХ ИГ је био успјешнији у свих 10 лицитација. Остали учесници су били успјешнији при реализацији лицитација на нивоу Републике Српске и реализовали су 41 од укупно 78 лицитација. И на нивоу Федерације БиХ остали учесници су били успјешнији и реализовали су 42, док је ИГ реализовао 30 лицитација. У Брчко дистрику је реализовано пет лицитација, а успјешнији је био ИГ са четири, док су остали учесници реализовали само једну од лицитација (Табела 2) и графикон 1а и 1 б.

Табела 2. Успјешност на територијаном нивоу током 2015. год

Ниво	Успјех		Укупно
	ИГ	остали учесници	
БиХ	10	0	10
РС	37	41	78
ФБиХ	30	42	72
Брчко дистрикт	4	1	5
Укупно	81	84	165



Графикон 1а. Успјешност на територијаном нивоу током 2015. год.



Графикон 16. Успјешност на територијалном нивоу током 2015. год.

Вредновањем понуда током 2015. године ИГ је у 90 (54,5%) случајева био прворангиран, у 40 (24,2%) другорангиран, у 21 (12,7%) трећегангиран, у девет (5,5%) четворорангиран, у четири (2,4%) петорангиран и у једној (0,6%) шесторангиран. Прво- или другорангиран ИГ је био у 130 (78,8%) случајева (Табела 3).

Табела 3. Ранг понуда ИГ за реализоване лицитације (надметања) током 2015. год.

	Ранг						Укупно
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
N	90	40	21	9	4	1	165
%	54.5	24.2	12.7	5.5	2.4	0.6	100.0
Кумулативно	54.5	78.8	91.5	97.0	99.4	100.0	

Од 90 прворангираних понуда, ИГ је реализовао 74, а остали учесници су реализовали 16 понуда. Као другорангирану понуду ИГ је реализовао седам, а остали учесници 33. ИГ није реализовао ниједан од радова који су били предмет надметања у којима је био тро-, четворо-, пето- или шесторангиран (Табела 4).

Табела 4. Ранг понуда ИГ за реализоване лицитације (надметања) током 2015. год.

Учесник	ИГ – ранг						Укупно
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
ИГ	74	7	0	0	0	0	81
Остали	16	33	21	9	4	1	84
Укупно	90	40	21	9	4	1	165

Највећи број радова (37 или 45,68%) које је ИГ реализовао су израда пројекта (остали учесници су били успјешнији у 36 случаја гдје је израда пројекта био предмет лицитације). По броју радова које је ИГ реализовао на другом мјесту је стручни надзор (14 или 17,28%), док су остали учесници били мало успјешнији (15 случаја). Израду регулационог плана ИГ

је реализовао у осам (9,88%), а остали учесници у шест случајева. ИГ је био успјешнији у шест (7,41%) од осам случајева у којима је предмет лицитације (надметања) било просторно планирање. Само у једном (1,23%) од осам случајева чији је предмет лицитације био израда елабората ИГ је био успјешнији. Ревизију и нострификацију техничке документације ИГ је реализовао у пет (6,17%) од седам случајева случајева. ИГ је био успјешнији у три (3,7%) од седам случајева у којима је предмет лицитације (надметања) било геодетско снимање. Од пет лицитација чији предмет је био израда студије ИГ је био успјешнији у два (2,47%), а од пет лицитација чији предмет је био технички преглед ИГ је био успјешнији само у једном (1,23%) случају. Испитивање као предмет лицитације било је у четири случаја, од којих су ИГ и остали учесници реализовали по два. Мјерење је било предмет лицитације само у једном случају и ИГ је био успјешнији. У једном од два случаја чији је предмет лицитације био израда плана управљања успјешнији је био ИГ. Код обје лицитације чији је предмет био израда акта о процјени успјешнији су били остали учесници. Само у једном од случајева предмет лицитације је било мјерење, а успјешнији је био неко од осталих учесника (Табела 5).

Табела 5. Успјешност ИГ за радове (предмет лицитације) током 2015. год.

Радови	Успјех		Укупно
	ИГ	остали учесници	
Стручни надзор	14	15	29
Израда регулационог плана	8	6	14
Израда студије	2	3	5
Израда пројекта	37	36	73
Израда плана управљања	1	1	2
Израда елабората	1	7	8
Просторно планирање	6	2	8
Ревизија и нострификација техничке Документације	5	2	7
Израда акта о процјени	0	2	2
Испитивање	2	2	4
Геодетско снимање	3	4	7
Технички преглед	1	4	5
Мјерења	1	0	1
Укупно	81	84	165

У наредној табели (Табела 6) приказана је успјешност у зависности од инвеститора (државне институције/предузећа, јавне установе/предузећа, општине или приватних правних лица).

Табела 6. Успјешност у зависности од инвеститора током 2015. год.

Ниво	Успјех		Укупно
	ИГ	остали учесници	
Државна институција/предузеће	12	1	13
Јавна установа/предузеће	27	27	54
Општина	41	56	97
Приватно правно лице	1	0	1
Укупно	81	84	165

Као што је претходно напоменуто, овдје су приказани резултати проведених лицитација током 2015. године у којима је учествовао ИГ. Евидентно је да се оваква процедура може провести и за остале године у току неког посматраног периода.

Такође, евидентно је да се могу, поред анализе података за сваку појединачну годину, посебно анализирати и подаци за кумулативни период који укључује наведени период. Разлог за разматрање и анализу по кумулативним периодима је да се спријечи и неутралише негативан утицај хетерогености података (свака појединачна година не садржи исте врсте послова ако се посматра територијални ниво и инвеститор, односно институција).

2.2. ПРИМЈЕНА ПРЕТРАЖИВАЊА ПОДАТАКА

Data Mining (DM) представља методу претраживања података која је, с развојем рачунарске технологије, донијела ефикасност при претраживању великих количина сирових података [3]. Data Mining је процес екстраховања претходно непознатих, ваљаних и дјелотворних информација из великих база података и коришћења тих информација за доношење кључних пословних одлука [4]. Она омогућује претварање сирових података у информације и знање, што је од непроцењиве вриједности за успешно обављање основне дјелатности предузећа (институција). Data Mining је истраживање и анализа великих количина података у циљу откривања смислених образаца и правила како би се фирми омогућило побољшање маркетинга, продаје и операција корисничке подршке кроз боље разумијевање њених клијената [5]. Користи се да би се прогнозирано припадништво субјекта или објекта некој од категорија зависне варијабле на основу мјерења једне или више предикторских варијабли [6].

Кориштењем погодног софтвера анализирају се подаци са различитих аспеката, тестирају и "уче" на претходним искуствима. Излазна (прогнозирана) варијабла је успјешност учесника на лицитацијама, посебно успјешност предметног (посматраног) предузећа у односу на остале. Генерисана правила одлучивања и добијена адекватна стабла одлучивања указују на утицај и значај појединог, праћеног атрибута на успјешност посматраног консултантског предузећа на јавном позиву.

У раду су приказани тачност класификације без форсирања и са форсирањем улазних варијабли, стабла одлучивања и генерисана правила у терминалним чворовима примјеном аналитичко-статистичког алата SPSS верзија 20. При кориштењу стабала одлучивања прате се подаци за познате резултате лицитације (прихваћене понуде). Родитељски чвор је подешен минимално на 10, а чвор дијете на пет случајева. Улазне варијабле су: ИГ – ранг, ниво и радови, а излазна варијабла је успјех (ИГ и остали учесници), а тестирање је вршено само за познате резултате лицитација. На тај начин се (пр)оцјењује успјешност предметног предузећа у односу на конкуренцију, тачност предвиђања – без форсирања и са форсирањем појединих улазних варијабли уз графички приказ стабала. Правила су приказана само за терминалне чворове, а табеларно се приказује тачност предикције. За креирање скупова одлука кориштен је метод CHAID (Chi Square Automatic Interaction Detection).

2.2.1. Класификација без форсирања варијабли

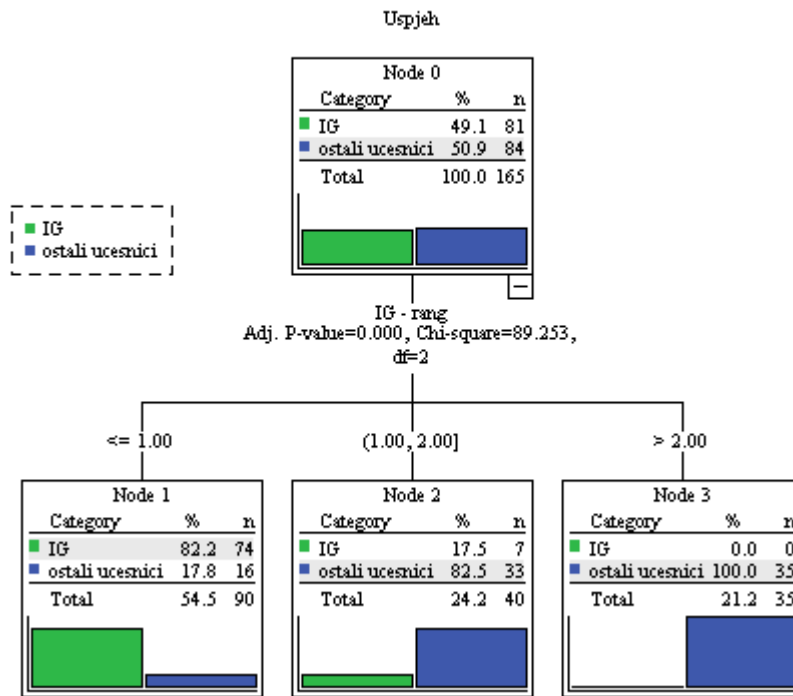
У табели 7. приказана је тачност класификације без форсирања варијабли и укупан постотак тачности класификације је 86,1%.

Табела 7. Тачност класификације без форсирања варијабли

	Предвиђено		
	ИГ	Остали учесници	Постотак тачности
ИГ	74	7	91,4%
Остали учесници	16	68	81,0%
Укупни постотак	54,5%	45,5%	86,1%

Growing Method: CHAID
 Dependent Variable: Uspjeh

На графикону 2. приказано је стабло одлучивања без форсирања варијабли.



Графикон 2. Стабло одлучивања без форсирања варијабли

Генерисана правила за терминалне чворове:

```
/* Node 1 */.
IF (ig_rang IS MISSING OR (ig_rang <= 1))
THEN
Node = 1
Prediction = 1
Probability = 0.822222
```

```
/* Node 2 */.
IF (ig_rang NOT MISSING AND (ig_rang > 1 AND ig_rang <= 2))
THEN
```

Node = 2
 Prediction = 2
 Probability = 0.825000

```
/* Node 3 */.
IF (ig_rang NOT MISSING AND (ig_rang > 2))
THEN
Node = 3
Prediction = 2
Probability = 1.000000
```

2.2.2. Класификација са форсирањем варијабли

2.2.2.1. Форсирана варијабла је „ниво“:

У табели 8. приказана је тачност класификације при форсирању варијабле „ниво“ и укупан постотак тачности класификације је 85,5%.

Табела 8. Тачност класификације при форсирању варијабле „ниво“

	Предвиђено		
	ИГ	Остали учесници	Постотак тачности
ИГ	74	7	91,4%
Остали учесници	17	67	79,8%
Укупни постотак	55,2%	44,8%	85,5%

Growing Method: CHAID
 Dependent Variable: Uspjeh

2.2.2.2. Форсирана варијабла је „радови“

У табели 9. приказана је тачност класификације при форсирању варијабле „радови“ и укупан постотак тачности класификације је, такође, 85,5%.

Табела 9. Тачност класификације при форсирању варијабле „радови“

	Предвиђено		
	ИГ	Остали учесници	Постотак тачности
ИГ	72	9	88,9%
Остали учесници	15	69	82,1%
Укупни постотак	52,7%	47,3%	85,5%

Growing Method: CHAID
 Dependent Variable: Uspjeh

3. ЗАКЉУЧАК

На основу претходно спроведеног истраживања и приказаних анализа може се закључити да је могуће вредновање конкуренције и предвиђање резултата консултантских услуга у грађевинској индустрији, као и да је могуће предвидјети сопствену успјешност и успјешност конкуренције на тржишту консултантских услуга.

Успјешно су примијењене методе операционих истраживања и методе вјештачке интелигенције, односно успјешно су коришћене методе дескриптивне статистике и генерисања правила из података (Data Mining) у селекционисању и вредновању конкуренције приликом лицитација у грађевинарству и избора консултантских услуга, као и предвиђање резултата успјешности консултантских услуга конкретног посматраног предузећа.

Очекује се да ће добијени резултати за анализу и процедуру спроведену у посматраном периоду бити добар основ за предвиђање успјешности посматраног предузећа у предстојећем периоду пословања, као и његове позиције на тржишту и у одабиру пословне стратегије у процесу доношења управљачких одлука.

Закључено је да је, прије свега, могуће предвидјети успјешност одређене понуђене консултантске услуге у конкретној ситуацији (инвеститор, регион, врста посла), да је могуће квантификовати варијабле које превасходно утичу на конкретну успјешност и да их је могуће селектовати и рангирати путем правила одлучивања методом претраживања података. Истиче се да је метода генерисања података која је овдје коришћена примјењивана до сада у различитим подручјима (економија, образовање, медицина и др.), а овдје је показана успјешност ове методе и у грађевинарству. Посебно се оставља простор да се предметни модел примијени и на остале области инжењерства, а не само на пољу грађевинске индустрије.

4. БИБЛИОГРАФИЈА

- [1] Закон о јавним набавкама (Сл. гласник Босне и Херцеговине, бр. 39/14 од 19. 5. 2014)
- [2] Ловрић, М., Комић, Ј., Стевић, С. (2017) „Статистичка анализа: методи и примјена“, II измијењено и допуњено издање, Народна и универзитетска библиотека Републике Српске, Бања Лука
- [3] Peral, J., Maté, A., Marco, M. (2017) „Application of Data Mining techniques to identify relevant Key Performance indicators“, Computer Standards & Interfaces 50, 55–64
- [4] Балабан, Н., Ристић, Ж. (2006) „Пословна интелигенција“, Економски факултет, Суботица
- [5] Berry, M. J. A., Linoff, G. S. (2004) “Data Mining Techniques For Marketing Sales And Customer Relationship Management“, Second Edition, Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, Indiana
- [6] <https://www.ibm.com/developerworks/library/ba-data-mining-techniques/>



[4] 2016 4[1]

AGG+ časopis za arhitekturu, građevinarstvo, geodeziju i srodne naučne oblasti
ACEG+ Journal for Architecture, Civil Engineering, Geodesy and other related scientific fields

070-079

Stručni rad | Professional paper

UDK I UDC 502.17:534.836.2]:72.01

DOI 10.7251/AGGPLUS1604068J

COBISS.RS-ID 6667288

Rad primljen | Paper received 11/09/2016

Rad prihvaćen | Paper accepted 13/10/2016

Aleksandar Janković

University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Bulevar Stepe Stepanovića 77/3,
Banja Luka, aleksandar.jankovic@aggf.unibl.org

Saša Čvoro

University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Bulevar Stepe Stepanovića 77/3,
Banja Luka, sasa.cvoro@aggf.unibl.org

Radovan Beleslin

Centar za graditeljstvo 'Centar' doo, Jug Bogdana bb, Banja Luka, rbeleslin@agfbl.org

ANALIZA SMANJENJA
NIVOA BUKE U ŽIVOTNOJ
SREDINI ZVUČNOM
BARIJEROM

ANALYSIS OF
ENVIROMENTAL NOSIE
LEVEL REDUCTION BY
SOUND BARRIER

Stručni rad

Professional paper

Rad prihvaćen | Paper accepted

13/10/2016

UDK I UDC 502.17:534.836.2]:72.01

DOI 10.7251/AGGPLUS1604068J

COBISS.RS-ID 6667288

Aleksandar Janković

University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Bulevar Stepe Stepanovića 77/3, Banja Luka, aleksandar.jankovic@aggf.unibl.org

Saša Čvoro

University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Bulevar Stepe Stepanovića 77/3, Banja Luka, sasa.cvoro@aggf.unibl.org

Radovan Beleslin

Centar za graditeljstvo 'Centar' doo, Jug Bogdana bb, Banja Luka, rbeleslin@agfbl.org

ANALIZA SMANJENJA NIVOA BUKE U ŽIVOTNOJ SREDINI ZVUČNOM BARIJEROM

APSTRAKT

U ovom radu su analizirani rezultati mjerenja nivoa buke u krugu fabrike za građevinske materijale u banjalučkom naselju Kuljani. Na osnovu rezultata mjerenja je dat zaključak o uticaju buke na životnu sredinu i predložene su mjere za smanjenje negativnog uticaja na susjedne objekte postavljanjem zvučne barijere.

Ključne riječi: nivo buke, akustička barijera, životna sredina

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL NOISE LEVEL REDUCTION BY SOUND BARRIER

ABSTRACT

This paper analyzes the results of measurements of noise levels within the factory grounds for building materials in the settlement of Kuljani, Banja Luka. Based on the measurement results, conclusion is given on the impact of environmental noise and appropriate measures by placing noise barriers are proposed to reduce the negative impact of noise on neighboring objects.

Key words: noise level, acoustic barrier, environment

1. UVOD

Buka u životnoj sredini ima negativno dejstvo na stanovništvo, a njene posljedice mogu imati različite efekte na zdravlje čovjeka, kao što su psihičke (zamor, unutrašnja napetost, neraspoloženje i sl.) i fiziološke promjene (povećanje pulsa, krvnog pritiska i sl.) [1]. S obzirom na činjenicu da u današnjem savremenom društvu buka predstavlja jednu od najštetnijih fizičkih pojava u životnoj sredini, u okviru ovog rada prezentovani su rezultati mjerenja nivoa buke i ocjena njenog uticaja na životnu sredinu. Cilj istraživanja je bio prijedlog mjera za smanjenje negativnog uticaja buke na stambeni objekat u neposrednoj blizini fabrike za građevinske materijale koja je smještena u banjalučkom naselju Kuljani.

Uticaj buke na životnu sredinu prema važećem Pravilniku [2] se utvrđuje prema izmjerenoj vrijednosti ekvivalentnog nivoa buke L_{eq} i vršnog nivoa buke L_{10} i L_1 , te su u radu prezentovani rezultati mjerenja nivoa buke izraženi preko ovih veličina. Ekvivalentni nivo buke predstavlja konstantni (prosječni) nivo buke, koji u određenom vremenskom intervalu ima istu zvučnu energiju kao posmatrana, vremenski promjenljiva buka [3]. S druge strane, vršni nivoi su maksimalni nivoi buke, koji su prekoračeni u trajanju od 10%, odnosno 1% od ukupnog vremena mjerenja. Prema Pravilniku, pri mjerenju ekvivalentnog nivoa buke koristi se A-frekvencijska ponderizaciona kriva. Frekvencijska ponderizacija određuje kako fonometar reaguje na različite frekvencije zvuka, jer osjetljivost ljudskog uha nije ista na svim frekvencijama. Frekvencijska A-ponderizacija koriguje signal na način koji najbolje odražava reakciju ljudskog uha na nivoove zvuka srednje jačine [4].

Najviši dopušteni ekvivalentni nivoi vanjske buke određeni su prema namjeni područja i dati su u tabeli 1. Pravilnika o dozvoljenim granicama intenziteta zvuka i šuma (Sl. list SRBiH br. 46/89). S obzirom na to da se stambeni objekti u blizini kruga fabrike nalaze nedaleko od autoputa (150 m), može se smatrati da oni spadaju u IV područje, tačnije u područje stambenih objekata smještenih uz saobraćajne koridore. Prema ovom Pravilniku, ekvivalentni nivo vanjske buke u području IV ne smije prelaziti vrijednost od 60 dB danju, odnosno 50 dB noću. Vršni nivo vanjske buke u ovom području ne smije u više od 10% ukupnog vremenskog intervala mjerenja preći nivo od 70 dB, a u više od 1% ukupnog vremenskog intervala mjerenja nivo od 75 dB. Rezultati mjerenja se mogu smatrati reprezentativnim za analizu buke u području stambenih objekata koji se nalaze uz saobraćajne koridore.

Tabela 1 – Najviši dopušteni nivoi vanjske buke u životnoj sredini prema Pravilniku o dozvoljenim granicama intenziteta zvuka i šuma [1]

Područje	Namjena područja	Najviši dozvoljeni nivo vanjske buke			
		Ekvivalentni nivo		Vršni nivoi	
		dan	noć	L ₁₀	L ₁
I	Bolničko, lječilišno	45	40	55	60
II	Turističko, rekreacijsko, oporavilišno	50	40	60	65
III	Čisto stambeno, vaspitno-obrazovne i zdravstvene institucije, javne zelene i rekreacijske površine	55	45	65	70
IV	Trgovačko, poslovno, stambeno i stambeno uz saobraćajne koridore, skladišta bez teškog transporta	60	50	70	75
V	Poslovno, upravno, trgovačko, zanatsko, servisno (komunalni servis)	65	60	75	80
VI	Industrijsko, skladišno, servisno i saobraćajno bez stanova	70	70	80	85

2. REZULTATI MJERENJA

Metodologija mjerenja je definisana prema odredbama važećeg Pravilnika o dozvoljenim granicama intenziteta i šuma (Sl. list SRBiH br. 46/89). Za mjerenje nivoa buke korišten je prenosni analizator sa oktavnim filterima, tip 2270, proizodač Brüel & Kjaer, Danska. Kalibracija instrumenta izvršena je prije mjerenja, kalibratorom Brüel & Kjaer, tip 4231. Analizator sadrži raznovrsne module za veliki broj primjena: osnovna fonometarska mjerenja, frekvencijska analiza u realnom vremenu, prikupljanje vremenskog profila buke, snimanje zvuka i vibracija, FFT analiza zvuka i vibracija, mjerenje vremena reverberacije, ocjena tonalnosti buke i dvokanalna mjerenja u građevinskoj akustici. Za arhiviranje i analizu rezultata mjerenja korišten je PC program Evaluator type 7815 PC Software [5].

Na slici 1 je prikazan satelitski snimak stambenog objekta (označen zelenom bojom) koji treba zaštititi zvučnom barijerom (označena žutom bojom) od prekomjernog nivoa buke koji dolazi iz kruga fabrike. Transportne mašine koje generišu buku najčešće se kreću unutar oblasti koje su označene crvenom bojom (slika 1). Buka je mjerena na granici između dvije parcele (mjerna pozicija označena ljubičastom tačkom na slici 1), na visini od 1,5 m u odnosu na tlo i na udaljenosti najmanje 3 m od prepreka koje reflektuju zvuk. Mjerenje je izvršeno u dva navrata. Prvi put kada je aktivan primarni izvor, tj. kada se transportne mašine kreću unutar kruga fabrike, što će u daljem tekstu biti referisano kao ukupna buka, i drugi put kada ovaj izvor nije aktivan i kada je prisutna samo ambijentalna buka, koja u najvećoj mjeri potiče od obližnjeg autoputa. Buka je mjerena u poslijepodnevnim časovima, između 14 i 15 časova, sa minimalnim vremenskim intervalom mjerenja od 15 minuta.



Slika 1 – Satelitski snimak fabrike i susjednog stambenog objekta

Rezultati mjerenja su prikazani u tabeli 2. Vrijednost ekvivalentnog nivoa ukupne buke, kada su aktivne i transportne mašine u krugu fabrike, iznosi 62,2 dB i za 2,2 dB prelazi dopuštenu vrijednost ekvivalentnog nivoa buke za stambena područja uz saobraćajne koridore danju. Vršni nivoi buke u ovoj tački ne prelaze dopuštene vrijednosti, što ukazuje na to da kratkotrajna i intenzivna (impulsna) buka nije prisutna.

Tabela 2 – Izmjereni i dopušteni ekvivalentni i vršni nivo ukupne buke

Pozicija	Izmjereno			Dopušteno		
	L_{eq}	L_{10}	L_1	L_{eq}	L_{10}	L_1
	62,2	65,4	72,54	60	70	75

Na osnovu rezultata mjerenja prikazanih u tabeli 3, razlika između ekvivalentnog nivoa ambijentalne i ukupne buke iznosi 6,4 dB. Poređenjem ovih izmjerenih vrijednosti mogu se izvući zaključci o intenzitetu zvuka koji potiče samo iz kruga fabrike. Prema ovoj procjeni, ekvivalentni nivo buke koji dolazi samo od transportnih mašina iznosi 61,0 dB, što je za 5,2 dB više od ekvivalentnog nivoa ambijentalne buke. Ovo pokazuje da je buka koja potiče samo iz kruga fabrike dominantnija od ambijentalne buke.

Tabela 3 – Izmjereni ekvivalentni nivo ambijentalne i ukupne buke, kao i procijenjeni ekvivalentni nivo buke koja potiče samo iz kruga fabrike

Pozicija	Ekvivalentni nivo buke (dB)		
	Ambijentalna buka	Buka iz kruga fabrike	Ukupna buka
	55,8	61,0	62,2

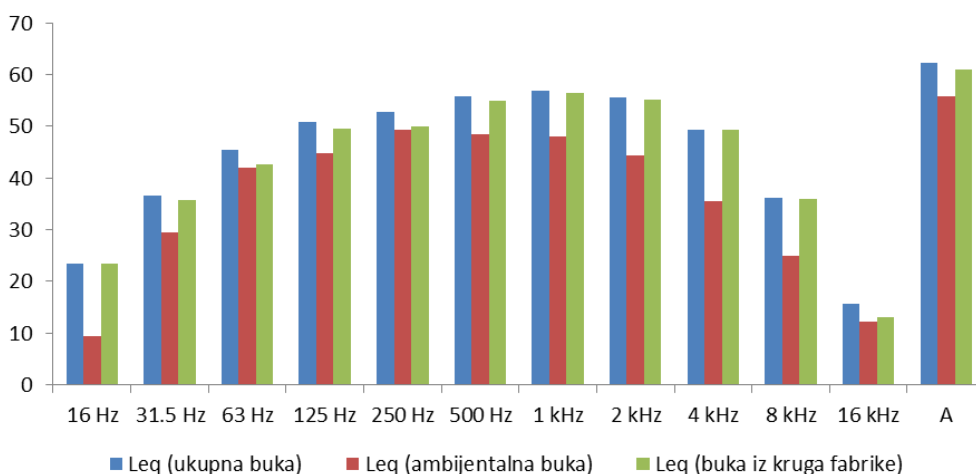
U tabeli 4 su prikazani ekvivalentni nivoi ambijentalne i ukupne buke L_{eq} , odgovarajući maksimalni nivoi buke L_{max} i vršni nivoi buke L_1 i L_{10} prema oktavnim opsezima. Prikazani su i rezultati navedenih veličina za čitav A ponderisani frekvencijski opseg, koji prema važećem

Pravilniku treba uzeti u obzir. Ako se posmatra čitav A ponderisani frekvencijski spektar ukupne buke, vidi se da je maksimalna vrijednost tokom mjerenja iznosila 79,1 dB, a kada je u pitanju ambijentalna buka, 78,5 dB.

Tabela 4 – Izmjereni ekvivalentni, maksimalni i vršni nivo ukupne i ambijentalne buke prema oktavnim opsezima

Frekvencija	Ukupna buka				Ambijentalna buka			
	L_{max}	L_{eq}	L_1	L_{10}	L_{max}	L_{eq}	L_1	L_{10}
16 Hz	41,9	23,5	37,0	25,7	30,2	9,4	20,8	8,8
31,5 Hz	56,2	36,6	49,8	38,4	42,6	29,5	38,0	33,2
63 Hz	68,1	45,4	58,5	46,4	55,9	42,1	49,8	45,2
125 Hz	69,1	50,8	62,1	53,6	74,4	44,9	63,0	48,8
250 Hz	67,8	52,7	61,8	56,3	73,7	49,4	62,0	50,5
500 Hz	76,1	55,7	66,5	59,3	69,4	48,5	58,8	51,4
1 kHz	75,7	57,0	67,8	59,3	64,6	48,0	53,8	50,7
2 kHz	77,1	55,5	66,2	58,0	63,8	44,3	50,5	47,4
4 kHz	70,3	49,4	59,4	51,0	63,4	35,5	43,0	38,2
8 kHz	54,5	36,2	48,0	38,7	53,4	24,9	35,6	25,4
16 kHz	38,6	15,7	26,9	17,9	38,7	12,1	22,9	15,0
A ponderizacija	79,1	62,2	72,5	65,4	78,5	55,8	67,4	57,5

Slika 2 prikazuje frekvencijski spektar ambijentalne (crvena) i ukupne (plava) buke, kao i procijenjeni frekvencijski spektar buke koja dolazi samo iz kruga fabrike (zeleni). Prema izgledu frekvencijskog spektra ukupne buke, može se zaključiti da je u pitanju širokopojasna buka, kod koje najveći dio energije nose zvučni talasi u opsegu srednjih frekvencija od 125 Hz do 4 kHz [5]. S druge strane i ambijentalna buka je širokog opsega, a najveću energiju nose zvučni talasi nižih i srednjih frekvencija u opsegu od 63 Hz do 2 kHz. Kada je aktivna i buka iz kruga fabrike, dolazi do značajnijeg porasta nivoa u opsegu srednjih i viših frekvencija od 500 Hz do 8 kHz. Da bi se zaštitili susjedni stambeni objekti od prekomjernog nivoa buke koja dolazi iz kruga fabrike, potrebno ih je izolovati zvučnom barijerom, koja bi apsorbirala veliki dio energije koji nose zvučni talasi u ovom opsegu frekvencija.



Slika 2 – Grafičko poređenje frekvencijskog spektra ukupne i ambijentalne buke, kao i procijenjenog frekvencijskog spektra buke koja potiče samo iz kruga fabrike

3. MJERE SMANJENJA NEGATIVNOG UTICAJA

Da bi se intenzitet zvuka doveo na prihvatljiv nivo, potrebno je izmjereni nivo buke spustiti za najmanje 3 dB. Ovo se može postići postavljanjem zvučne barijere između izvora i prijemnika buke. Postavkom zvučne barijere, nivo buke će se smanjiti u zoni sjenke uslijed: a) geometrijskog oblika, dimenzija i lokacije barijere i b) izolacione moći barijere [6]. Zvučna barijera će svojim geometrijskim oblikom, dimenzijama i položajem dovesti do smanjenja nivoa buke u zoni sjenke uslijed difrakcije direktnih zvučnih talasa oko gornje i bočnih ivica pregrade, koji na taj način prelaze veći put do prijemnika buke. S druge strane, materijal od kojeg je sazidana barijera će dovesti do prigušenja transmitovanog zvuka u zonu sjenke, što zavisi od akustičkih karakteristika materijala.

3.1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE I POLOŽAJ BARIJERE

Položaj izvora buke nije fiksna, jer se transportne mašine unutar kruga fabrike kreću, ali je njihovo kretanje ograničeno na horizontalni ugao od 30° posmatrano iz položaja stambenog objekta. Zvučnu barijeru treba postaviti duž granice između fabričke i stambene parcele, tako da pravac između izvora buke i stambenog objekta prolazi kroz središnji dio barijere, pazeći da je to približno ispunjeno za sve položaje izvora buke. Za umanjenje buke koja dolazi od transportnih mašina, dužina barijere mora biti barem četiri puta veća od rastojanja između izvora buke i barijere ili prijemnika i barijere, u zavisnosti od toga šta je kraće [7]. S obzirom na to da je najbliži stambeni objekat udaljen 10 metara od granice između parcela, predložena dužina zvučne barijere bi trebala iznositi minimalno 40 metara.

Ukoliko se ispune prethodno navedeni uslovi, redukcija nivoa buke zvučnom barijerom uslijed difrakcije direktnih talasa (slika 3) se može odrediti pomoću maksimalnog Frenselovog broja, koji zavisi od razlike između najkraće putanje zvuka koja dodiruje vrh barijere A+B i direktnog (najkraćeg) rastojanja između izvora i prijemnika r [8]:

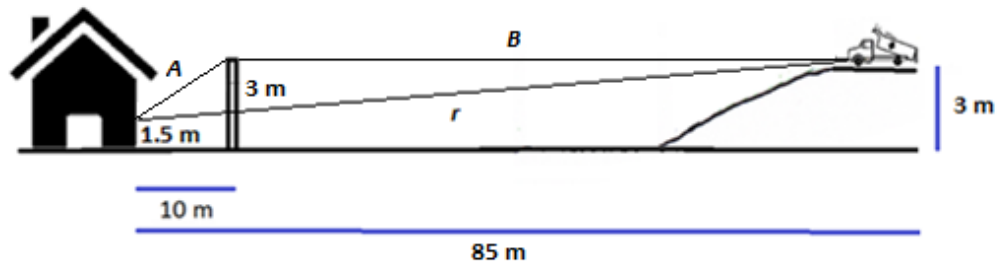
$$N = \frac{2}{\lambda}(A+B-r) \quad (1)$$

S obzirom na to da maksimalni Frenselov broj zavisi od talasne dužine zvuka λ , i smanjenje nivoa buke postavljanjem zvučne barijere će zavisiti od ove veličine. Za tačkasti zvučni izvor smanjenje nivoa buke se može procijeniti na osnovu sljedećeg izraza [8]:

$$\Delta L_B = 20 \log \frac{\sqrt{2\pi N}}{\tanh \sqrt{2\pi N}} + 5 \quad (2)$$

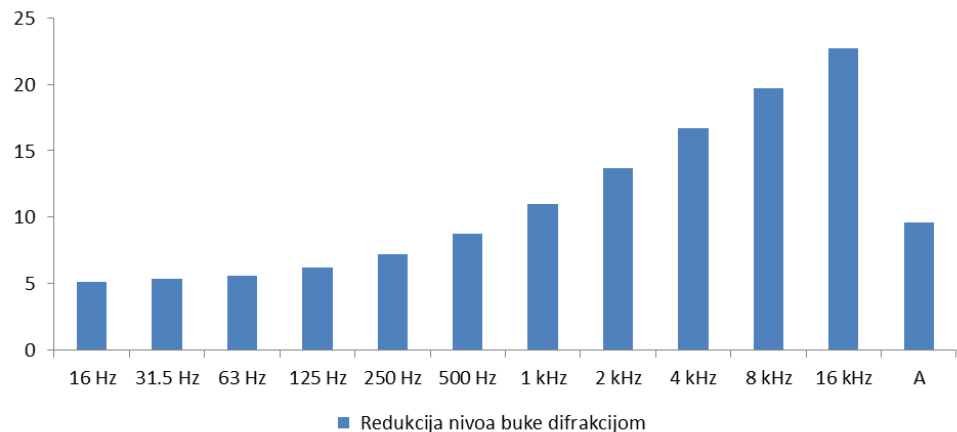
Ukoliko barijera svojim vrhom dodiruje pravac najkraćeg rastojanja između prijemnika i izvora buke, teorijsko prigušenje zvučnom barijerom će iznositi 5 dB. Za svako povećanje od 30 cm u odnosu na ovu visinu, zvučna barijera će obezbijediti dodatno prigušenje od 1 dB pri frekvenciji od 500 Hz. Da bi se odredila potrebna visina barijere koja će omogućiti umanjenje nivoa zvuka za 5 dB, potrebno je razmotriti kretanje transportnih mašina u krugu fabrike. Najviša tačka do koje dopijevaju transportne mašine nalazi se tri metra iznad tla na kome leže objekti unutar kruga fabrike, a udaljena je od stambenog objekta 85 metara vazdušnom linijom. Stoga potrebnu visinu barijere treba projektovati u odnosu na ovu kritičnu tačku, kao i standardnu visinu mjerenja (1,5 m). Prema proračunu, minimalna visina barijere koja će omogućiti umanjenje nivoa zvuka za 5 dB treba iznositi 1,65 m (A=10,00 m, B=75,01 m, r=A+B=85,01 m i

$N=0$). Ovako projektovana zvučna barijera će svojim vrhom dodirivati liniju najkraćeg rastojanja između izvora buke, smještenog na visini 3 m i prijemnika buke na visini 1,5 m.



Slika 3 – Šematski prikaz položaja zvučne barijere, izvora i prijemnika buke

Ukoliko bismo se odlučili za zvučnu barijeru visine 3 m, dobili bismo sljedeće vrijednosti parametara: $A=10,11$ m, $B=75,00$ m, $r=85,01$ m i $N=0,1$, a nivo zvuka bi oslabio po logaritamskom profilu, u rasponu od 5,2 dB (za najnižu frekvenciju do 16 Hz) do 22,7 dB (za najvišu frekvenciju od 16 kHz) (slika 4). Usljed efekta difrakcije zvučnih talasa doći će do redukcije A ponderisanog ekvivalentnog nivoa buke za oko 9,5 dB, što je značajno više od zahtijevanih 3 dB. Postoje praktična ograničenja na nivo buke koji može redukovati barijera. Maksimalna teorijska vrijednost redukcije buke difrakcijom direktnih zraka iznosi 24 dB za bilo koju frekvenciju, a u praksi se rijetko postiže redukcija veća od 20 dB [9].



Slika 4 – Redukcija nivoa buke difrakcijom direktnih talasa prema oktavnim opsezima

3.2. IZOLACIONA MOĆ BARIJERE

Dio energije koja se prenese zvukom kroz pregradu određen je izolacionim karakteristikama i debljinom materijala od kojeg je sagrađena barijera. Da bi efekat barijere bio potpun, taj dio energije mora biti zanemarljiv u odnosu na dio energije koju nose difraktovani talasi. Izolaciona moć pregrade treba da obezbijedi da nivo buke transmitovanih talasa na mjestu prijemnika bude 10 dB ispod nivoa buke difraktovanih talasa, što znači da izolaciona moć pregrade treba biti za 10 dB veća od nivoa redukcije buke koji se dobija dimenzionisanjem zvučne barijere [10]. U razmatranom primjeru, izolaciona moć barijere bi trebalo da iznosi najmanje 20 dB. Koliki dio

energije će se izgubiti transmisijom zvuka kroz barijeru zavisi od njene mase, tačnije od debljine i gustine materijala od kojeg je sagrađena. Izolacione moći barijera koje se koriste u praksi za zaštitu od buke znatno su više od zahtijevanih 20 dB, pa stoga možemo zaključiti da nije potrebna zvučna barijera velike površinske mase. Izolaciona moć R monolitne barijere zavisi od njenog koeficijenta transmisije [11]:

$$R = -10 \log_{10} \tau \quad (3)$$

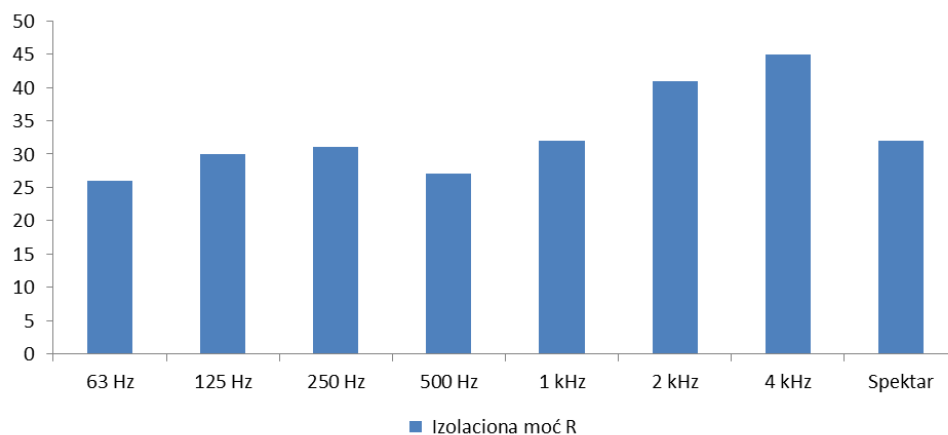
Pokazano je da se koeficijent transmisije može odrediti na osnovu sljedećih izraza [11] [12] [13]:

$$\tau = \begin{cases} \left(\frac{2\rho_0 c_0}{2\pi f m_s} \right)^2 \frac{\pi f_c \sigma^2}{2f \eta_{\text{tot}}} & f > f_c \\ \left(\frac{2\rho_0 c_0}{2\pi f m_s} \right)^2 \frac{\pi \sigma^2}{2\eta_{\text{tot}}} & f \approx f_c \\ \left(\frac{2\rho_0 c_0}{2\pi f m_s} \right)^2 \left(2\sigma_f + \frac{(l_1 + l_2)^2}{l_1^2 + l_2^2} \sqrt{\frac{f_c}{f}} \frac{\sigma^2}{\eta_{\text{tot}}} \right) & f < f_c \end{cases} \quad (4)$$

gdje ρ_0 predstavlja gustinu vazduha ($1,2 \text{ kg/m}^3$), c_0 brzinu prostiranja zvuka u vazduhu (340 m/s), f frekvenciju, m_s površinsku masu, f_c rezonantnu frekvenciju, η_{tot} faktor ukupnih gubitaka u materijalu, σ faktor zračenja za slobodne fleksione talase, σ_f faktor zračenja za prinudni prenos, a l_1 i l_2 dimenzije barijere. Rezonantna frekvencija se može proračunati na osnovu sljedećeg izraza [14]:

$$f_c = \frac{c_0^2}{1.8 \cdot c_L d} \quad (5)$$

gdje c_L predstavlja brzinu longitudinalnih talasa u materijalu, a d debljinu barijere. S obzirom na to da je u pitanju građevinska firma koja se bavi proizvodnjom betonske galanterije i proizvoda, predloženo je da se zvučna barijera napravi od siporeks (gas-beton) blokova debljine 10 cm ($m_s=65 \text{ kg/m}^2$, $c_L=1.400 \text{ m/s}$, $\eta_{\text{tot}}=0,01$, $f_c=458,7 \text{ Hz}$). Prema proračunu, izolaciona moć barijere se kreće u opsegu od 26 dB za frekvenciju od 62,5 Hz do 45 dB za frekvenciju od 4 kHz, a njena srednja vrijednost za čitav spektar iznosi 32 dB (slika 5).



Slika 5 – Izolaciona moć zvučne barijere

Postavljanjem zvučne barijere doći će i do povećanja nivoa buke sa strane izvora zvuka (u krugu fabrike), na šta treba posebno obratiti pažnju. Ovaj efekat se može umanjiti oblaganjem barijere apsorpcionim materijalom sa strane izvora, čime se smanjuje reflektovana energija. Posmatrajući objedinjen efekat geometrije i izolacione moći zvučne barijere na smanjenje nivoa buke u čitavom A-ponderisanom frekvencijskom spektru, može se zaključiti da će doći do potpunog prigušivanja zvučnih talasa čija je frekvencija viša od 2 kHz. Ovo je posebno značajno, jer aktiviranjem buke iz kruga fabrike dolazi do značajnijeg porasta nivoa u opsegu srednjih i viših frekvencija – od 500 Hz do 8 kHz.

4. ZAKLJUČAK

Izvršena mjerenja nivoa buke na granici između fabričke i stambene parcele su pokazala da vrijednost ekvivalentnog nivoa buke iznosi 62,2 dB i da je za 2,2 dB viša od dopuštene vrijednosti za stambena područja uz saobraćajne koridore danju. Vršni nivoi buke u ovoj tački, ne prelaze dopuštene vrijednosti, što ukazuje na to da kratkotrajna i intenzivna (impulsna) buka nije prisutna. Redukcijom za 3 dB postigao bi se prihvatljiv nivo buke koji je propisan važećim Pravilnikom.

Predloženo rješenje podrazumijeva postavku zvučne barijere duž granice između fabričke i stambene parcele, tako da pravac između izvora buke i stambenog objekta prolazi kroz središnji dio barijere, pazeći da je to približno ispunjeno za sve položaje izvora buke. Predložena dužina zvučne barijere bi trebalo da iznosi 40 metara, a visina 3 m. Ovakvom postavkom postiže se redukcija A ponderisanog ekvivalentnog nivoa buke za oko 9,5 dB. Takođe, predloženo je da se zvučna barijera sazida od siporeks blokova debljine 10 cm, čija će srednja izolaciona moć iznositi 32 dB. Površinu barijere sa strane izvora potrebno je obložiti apsorpcionim slojem koji sadrži gumene granulate dobijene reciklažom otpadnih guma, čime se umanjuje efekat povećanja nivoa buke refleksijom zvučnih talasa sa strane izvora. Predloženim rješenjem, nivo buke u okviru parcele stambenog objekta bi se redukovao ispod vrijednosti propisane važećim Pravilnikom.

5. БИБЛИОГРАФИЈА

- [1] M. Jablanović, P. Jakšić, K. Kosanović, *Uvod u ekotoksikologiju*, Univerzitet u Prištini, 2003.
- [2] "Pravilnik o dozvoljenim granicama intenziteta zvuka i šuma", *Službeni list SR BiH*, br. 46/89, 1989.
- [3] Lj. Preradović, B. Antunović, V. Simeunović, A. Janković, "Analiza akustičkog komfora zaposlenih na Banjalučkom Univerzitetu", *Zbornika radova sa internacionalne konferencije Tehnika i informatika u obrazovanju*, Fakultet tehničkih nauka u Čačku Univerziteta u Kragujevcu, 2012, 567–573.
- [4] B. Antunović, A. Janković, R. Dekić, "Ocjena uticaja buke u objektima Univerziteta u Banjoj Luci", *Zbornik radova sa međunarodnog naučno-stručnog skupa: Arhitektura i Urbanizam, Građevinarstvo, Geodezija – Juče, Danas*, Sutra, Arhitektonsko-građevinski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, 2011, 539–54.
- [5] *Instruction Manual, Hand-held Analyzer Types 2250, 2250-L and 2270*, Brüel & Kjær, Denmark, 2016.
- [6] M. Mijić, *Građevinska akustika*, Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, Srbija, 2001.
- [7] D. K. Ballast, S. O'Hara, *ARE Review Manual, 2nd Edition*, Professional Publications Inc, Belmont, USA, 2011.
- [8] M. Long, *Architectural Acoustics, 2nd edition*, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 2014.
- [9] *Guidelines on Design of Noise Barriers*, Environmental Protection Department, Hong Kong, 2003.
- [10] M. Prašćević, D. Cvetković, *Buka u životnoj sredini*, Fakultet zaštite na radu, Univerzitet u Nišu, 2005.
- [11] EN 12354-1:2000, Building Acoustics – Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements – Part 1, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- [12] R. Josse, C. Lamure, "Transmission du son par une paroi simple", *Acustica*, vol. 14, pp. 266–280, 1964.
- [13] U. Richter, "Nachhallzeit und mittlere Schnelle von ebenen Platten bei Biegewellenanregung", *Hochfrequenztechnik und Elektroakustik*, vol. 5–6, pp. 189–192, 1968.
- [14] L. L. Beranek, *Noise reduction*, 1st edition, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1960, pp. 292–293.

АГ
Г+

АГ
Г+

прегледник | overview

Приказ
Докторска дисертација

Ужа научна област
Архитектура и урбанизам

Тања М. Тркуља

ФАКУЛТЕТ/АКАДЕМИЈА
Универзитет у Београду
Архитектонски факултет

ИМЕ И ПРЕЗИМЕ ДОКТОРАНДА
Тања М. Тркуља

ДАТУМ И МЈЕСТО РОЂЕЊА
3. 8. 1983. Бања Лука

НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
**Дефинисање методолошких принципа регенерације напуштених железничких
коридора у Републици Српској**

УЖА НАУЧНА ОБЛАСТ
Архитектура и урбанизам

МЕНТОР
др Владан ЂОКИЋ, редовни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду

ДАТУМ ОДБРАНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
15. 7. 2015.

ПРЕДМЕТ И ЦИЉ РАДА: Шири предмет истраживања обухвата расветљавање и разумевање феномена посебне категорије урбаног простора – напуштене, претходно изграђене просторе, тзв. браунфилд локације. Ужи предмет истраживања се бави анализом напуштених индустријских железничких коридора и дефинисањем методолошких принципа регенерације ових простора који су проверени на специфичним локацијама три града Републике Српске: Бање Луке, Приједора и Новог Града.

Постоје три основна циља истраживања: 1) утврђивање најадекватније методе урбане обнове напуштених железничких коридора (НЖК), 2) дефинисање методолошких принципа регенерације НЖК и 3) испитивање употребљивости и валидности методолошких принципа регенерације НЖК анализом три полигона у РС.

МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА: Због комплексности теме истраживање се заснива на више различитих научноистраживачких метода. Истраживање теоретске поставке браунфилд локација и процеса урбане обнове заснива се на методи критичке анализе садржаја. Дефинисање методолошких принципа регенерације НЖК састоји се од три нивоа: 1) дефинисање епистемолошких методолошких принципа регенерације НЖК које се заснива на методи критичке анализе садржаја, синтези релевантних података и методи дедукције; 2) дефинисање фронтетичких методолошких принципа регенерације НЖК које се заснива на методи студије случаја примењеној на анализу репрезентативних примера трансформације НЖК у зелене коридоре (индивидуална дескрипција), затим компаративној анализи наведених студија случаја и методи индукције; 3) дефинисање методолошких принципа регенерације НЖК које се заснива на компаративној анализи епистемолошких и фронтетичких методолошких принципа регенерације НЖК и методи индукције. Примена методолошких принципа регенерације НЖК на три града Републике Српске заснива се на прикупљању података методом *in situ* и методом научне анализе и на методи дедукције. Резултати научне анализе су наративно приказани и аргументовано синтетизовани у закључна поглавља истраживања.

ГЛАВНЕ И ПОМОЋНЕ ХИПОТЕЗЕ: У оквиру истраживања, сходно постављеним циљевима, постављене су следеће радне хипотезе:

1. Урбана регенерација је најадекватнији метод урбане обнове НЖК.
2. „Епистеме + фронтетизис“ је кључна синтагма за дефинисање методолошких принципа регенерације НЖК.
3. Методолошке принципе регенерације НЖК могуће је преточити у препоруке и смернице за операционализацију при планирању и пројектовању.

НАУЧНИ ДОПРИНОС: Научни допринос истраживања се односи на: синтезу релевантних знања унутар предметних области; проширење дотадашњих научних сазнања дисциплине урбане регенерације у форми: општепримењивих методолошких принципа регенерације НЖК, каталогског обрасца за мапирање ових простора и квалитативних смерница и препорука (просторних образаца) за регенерацију НЖК применљивих у ширем географском и друштвено-културном контексту; употпуњавање дотадашњих

методолошких принципа регенерације браунфилд локација; отварање нових могућности за даља истраживања.

ЗАКЉУЧАК: Поред научног, истраживање има и практични допринос који се односи на: примену методолошких принципа регенерације НЖК на конкретним полигонима у циљу проналажења реалних решења њихове обнове; адекватније разматрање проблема и потенцијала НЖК у току процеса урбанистичког и пејзажног планирања и пројектовања; унапређење урбанитета НЖК кроз преиспитивање њихове улоге и потенцијала у циљу стварања еколошко-економско-социјално повољних простора; примену бројних информација о предметној области у процесу урбанистичког и пејзажног планирања и пројектовања; ефикасније управљање просторним ресурсима Републике Српске регенерацијом браунфилд локација које је потребно евидентирати у склопу јединствене информационе базе података о браунфилд локацијама (тренутно не постоји на нивоу РС, а коришћење дефинисаног каталогског обрасца може бити почетна основа за мапирање, анализу и промоцију ових локација, као и даља практична истраживања); едукацију свих актера укључених у процес планирања омогућавајући им синтезу релевантних знања. Резултати овог истраживања представљају подлогу за даља истраживања у функцији стварања стратегија, концепата и законских прописа у процесу регенерације НЖК на подручју Републике Српске и целе Босне и Херцеговине или планирања, пројектовања и имплементације зелених коридора. Ово истраживање, у контексту урбанизма и пејзажне архитектуре Републике Српске, јесте прво емпиријско истраживање које се базира на анализи проблема и потенцијала напуштених железничких коридора и испитивању модела њихове регенерације.

ΑΓ

Γ+

Приказ
Докторска дисертација

Ужа научна област
Урбанизам

Дубравко Алексић

ФАКУЛТЕТ/АКАДЕМИЈА
Универзитет у Београду
Архитектонски факултет

ИМЕ И ПРЕЗИМЕ ДОКТОРАНДА
Дубравко Алексић

ДАТУМ И МЈЕСТО РОЂЕЊА
28. 2.1981. Брчко

НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
**Унапређење процеса пројектовања јавних градских простора применом принципа
квантне архитектуре**

УЖА НАУЧНА ОБЛАСТ
Урбанизам

МЕНТОР
др Александра Ђукић, ванредни професор

ДАТУМ ОДБРАНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
27. 9. 2016.

ПРЕДМЕТ И ЦИЉ РАДА: Предмет истраживања обухвата анализу и разумевање феномена отворених јавних градских простора у функцији њиховог редизајнирања и унапређења. Бави се и испитивањем начина на који се користи јавни градски простор, као и начина на који се пројектује. Додатно, бави се истраживањем флексибилности отворених јавних градских простора односно могућностима њихове трансформације у контексту савремених дигиталних окружења. Циљ истраживања је унапређење методолошких принципа урбанистичког пројектовања отворених јавних градских простора применом принципа квантне архитектуре, као и дефинисање алата за унапређење квалитета отворених јавних градских простора, подизање нивоа њихове флексибилности и могућности једноставније, брже и ефикасније трансформације у складу са принципима квантне архитектуре.

МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА: Општа научна метода која је примењена при изради докторске дисертације јесте аналитичко-синтетичка метода која обједињује и структурира теоријска истраживања и емпиријско истраживање у циљу испитивања постављених хипотеза. Прва хипотеза се проверава уз помоћ више научних метода истраживања: методе научне анализе (критичка анализа садржаја примарних и секундарних теоријских извора), комбинованим истраживањима кроз пројекат, информатичком методом саморегулативног система и итерација и, у завршном делу, комбиновањем методе критичке анализе и методе логичке аргументације. У првом делу емпиријског истраживања коришћена је метода итерације и метода употребе модела цикличног система. Метода употребе модела цикличног система је саморегулативни систем и адекватна је због омогућавања мапирања простора и образаца понашања корисника у реалном времену, те због омогућавања благовремене или сталне понуде нових просторних облика и решења. Из истог разлога коришћена је и метода итерације. Будући да се у процесу итерације резултат једног понављања користи као почетна тачка за наредно понављање, метода је примењена и за унапређење система саморегулације.

ГЛАВНЕ И ПОМОЋНЕ ХИПОТЕЗЕ: Грађена средина, пројектована применом методолошких принципа урбанистичког пројектовања, насталих коришћењем квантне архитектуре као модела, омогућава сталну проверу и благовремену модификацију сопствене форме и функције; Примена принципа теорије квантног конструктора у пројектовању отворених јавних градских простора омогућава кориснику стални утицај на форму и функцију простора, а да при томе не умањује првобитну способност трансформисања елемената у простору.

НАУЧНИ ДОПРИНОС: Кључни теоријски допринос предложеног истраживања огледа се у постављању концепта процеса пројектовања отворених јавних градских простора у контекст теорије квантне архитектуре. Сложеност потреба корисника отворених јавних градских простора и непредвидљивост у обрасцима њиховог понашања, намеће квантну архитектуру као логичан и потребан модел за изградњу простора чије ће постојање у градском ткиву допринети већем степену испуњења потреба корисника. Научна оправданост планираног истраживања заснива се на чињеници да теорија квантне архитектуре није до сада примењивана у истраживањима и пракси урбанистичког

пројектовања отворених јавних градских простора нити у анализи социопросторних односа јавних површина на начин на који је предложен у докторској дисертацији.

ЗАКЉУЧАК: Испитивање прве хипотезе обухвата истраживање теоријског оквира квантне архитектуре као парадигме, феномена отворених динамичких система у контексту грађене средине (архитектуре и урбанизма) и основне структуре елемената конструктора. Примена принципа квантне архитектуре у контексту грађене средине захтева отворени динамички систем пројектовања као основу за просторни дизајн. Такав систем садржи повратну везу која је основни алат за сталну проверу сопствене форме и функције. Благовремена модификација сопствене форме и функције могућа је захваљујући елементима конструктора који су повезани са елементима отвореног динамичког система и са процесом итерације. Промена форме и функције примарно се односи на конструктор, тј. на могуће трансформације, и на програм који покреће конструктор. Друга хипотеза испитивана је кроз истраживање теоријског оквира поставке феномена отворених јавних градских простора и кроз испитивање основног филозофског концепта теорије конструктора. Хипотеза је испитивана кроз дефинисање модела који спаја елементе теоријске поставке отворених јавних градских простора, елементе теорије конструктора, отворени динамички систем и процес итерација. Захваљујући повратној вези, као интегралном елементу динамичког система, корисник може директно или активно и индиректно или пасивно константно да утиче на форму и функцију окружења. Додатни стални утицај омогућава процес итерације који константно укључује корисника у сферу утицаја према сопственом окружењу и омогућава му, заједно са повратном везом, право на избор и право на креацију јавног окружења у коме борави. Првобитна способност трансформисања у оквиру дефинисаног модела остаје непромењена док је систем активан. Утицај корисника и промена форме и функције односи се на променљивост могућих трансформација, итерације, редизајн програма, који дефинише однос између могућих трансформација и корисника, те ширење и преклапање територије, односно, хоризонта догађаја унутар којег делује модел. Без обзира на промену програма, немогућих трансформација и промену ширине хоризоната догађаја, основна структура модела остаје иста, због чега се никада не умањује његова првобитна способност трансформисања.

ΑΓ
Γ+

Приказ
Докторска дисертација

Ужа научна област
Архитектонско пројектовање и
савремена архитектура

Огњен Шукало

ФАКУЛТЕТ/АКАДЕМИЈА
Архитектонски факултет
Универзитет у Београду

ИМЕ И ПРЕЗИМЕ ДОКТОРАНДА
Огњен Шукало

ДАТУМ И МЈЕСТО РОЂЕЊА
15. 2. 1985. Бања Лука

НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
**Концептуални односи и модели контекстуалних интеграција пермакултуре и
архитектуре породичне куће**

УЖА НАУЧНА ОБЛАСТ
Архитектонско пројектовање и савремена архитектура

МЕНТОР
проф. др Владан Ђокић, редовни професор, Архитектонски факултет Универзитета у
Београду

ДАТУМ ОДБРАНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
28. 9. 2016.

ПРЕДМЕТ РАДА: Укупни однос архитектуре породичне куће и пермакултуре. Ово подразумијева и укључује истраживање својстава ова два феномена (у општем смислу и у међусобном поређењу), тј. захтијева разумијевање њихових концептуалних граница, формативних утицаја, специфичних циљева, доминантних идеологија и оперативних поступака.

Пермакултура се овдје посматра као сложен скуп феномена, али такав у којем, као предмет истраживања, доминантно мјесто заузима пројектовање у пермакултури (permaculture design).

ЦИЉ РАДА: Општи циљеви рада су: 1) Боље разумијевање пермакултуре као система мишљења, уз развијање латентних могућности које овакав систем мишљења потенцијално носи. 2) Предлагање перспективе за ново разумијевање архитектуре породичне куће – нарочито кроз архитектонски маргинализоване теме етичког и биолошког.

Остварење општих циљева омогућава остварење средишњег циља истраживања:

Дефинисање модела мишљења настањеног простора – модела који интегрише перспективу архитектуре (породичне куће) и перспективу пермакултуре.

Под моделом мишљења овдје се подразумијева таква структура мишљења која предлаже одређене путање истраживања, прејудицира закључке и изводи оперативне смјернице, али, при томе, претпоставке, везе и логику свог закључивања одржава у највећој мјери транспарентним и отвореним за употребу вођену другачијим истраживачким интенцијама.

МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА: Поред линеарног истраживања, које се односи на појединачне потенцијале обједињавања пермакултуре и архитектуре породичне куће у њиховој пуној интеграцији, примијењени су многи поступци који имају за циљ постављање шире информационе и концептуалне структуре која би служила општем повезивању ових двају дисциплина. Најочљивији међу њима јесте поступак јукстапозиције.

Одговарајућа методологија је примијењена за различите области истраживања: пермакултура, као нов, концептуално одредив и временски ограничен феномен, примарно је постављена кроз анализу садржаја; архитектура породичне куће, имајући другачије временско и феноменолошко простирање, испитивана је дискурзивно, тј. наспрам теме пермакултуре. Приликом моделовања потенцијалних односа, уз помоћ низа параметара, оквирно се дефинишу могући сценарији за даља истраживања. Провјера хипотеза одвија се постепено, кроз неколико фаза рада. У тексту се налазе већи сегменти у којима се, уз постављање претходне информационе основе и појмовно прецизирање граница расправе, улази у самостално концептално и филозофско мишљење појединачних тема, стварајући тако потенцијалну везу са концептуално-пројектантским процесима ка којима је ова дисретација, финално, усмјерена. (Прилагођено из Реферата о урађеној докторској дисертацији.)

ХИПОТЕЗЕ:

1. Интеграцијом архитектуре породичне куће и пермакултуре могуће је конструисати такве концептуалне оквири и модалитете дјеловања који се односе на теме које претходно нису биле (и нису могле бити) конципирани и обрађени у двјема базним дисциплинама.

Ова хипотеза долази од препознавања специфичних континуитета у темама и поступцима пермакултуре и архитектуре породичне куће, а као потенцијално најзначајније нове теме у које би овако интегрисане дисциплине могле да захвате појављују се:

- a) невербална и нелитерарна културна акумулација у доминантно биолошком окружењу;
 - b) развој просторних односа у потенцијалним условима ресурсно-енергетске, економске и друштвено-културне контракције.
2. Интеграција архитектуре и пермакултуре може, у свом крајњем облику, довести до продуктивне трансформације оба полазна феномена, тј. може, у контексту двију базних дисциплина, довести до локализованог епистемолошког прекида.

Ова хипотеза долази од уочавања одређених дисконтинуитета међу полазним дисциплинама и заснива се на процјени да су ти дисконтинуитети посљедица различито заснованих контекстуалних граница. Експериментално приближавање ова два феномена може да изазове руптуре у контекстима (и базним претпоставкама), стварајући претпоставке за трансформацију.

НАУЧНИ ДОПРИНОС: Као основни допринос појављује се увођење једне специфичне теорије и праксе интегралног еколошког пројектовања и еколошки повољног настањивања простора у расправе о пројектовању архитектуре породичне куће. Обрнуто, за истраживања о пермакултури (или другим сличним и сродним перспективама које се примарно фокусирају на непосредне еколошке односе) допринос лежи у увођењу тема сложене културно-симболичке комуникације и организације. (Прилагођено из Реферата о урађеној докторској дисертацији.)

ЗАКЉУЧАК: Радикални приступ који пермакултура са собом носи исцртава неадекватност важећих политичких, економских и техничких пракси које се баве питањима климатских промјена и угрожености ресурса. За архитектуру, овај приступ открива недовољност постојећих и прихваћених пракси „одрживе архитектуре“. Истраживани концепти су цјеловити: пермакултура никад није скуп техничких процедура, а архитектура становања је непрестано постављана (и замишљана) кроз континуитет искуственог (и симболичког), техничког и друштвеног. Та ширина перспективе, заједно са систематично постављаним кључним питањима, омогућава накнадна коришћења текста као референтне одреднице у сличним истраживањима (којих, усљед маргиналног положаја пермакултуре, свакако мањка).

ΑΓ
Γ+

Приказ
Докторска дисертација

Ужа научна област
Грађевински материјали и
технологија бетона и
Грађевинске конструкције

Гордана Броћета

ФАКУЛТЕТ/АКАДЕМИЈА
Универзитет у Бањој Луци
Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

ИМЕ И ПРЕЗИМЕ ДОКТОРАНДА
Гордана Броћета

ДАТУМ И МЈЕСТО РОЂЕЊА
30. 3. 1979. године, Зеница

НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ
Утицај врсте агрегата на трајност конструкција од самозбијајућег бетона

УЖА НАУЧНА ОБЛАСТ
Грађевински материјали и технологија бетона и Грађевинске конструкције

МЕНТОР
проф. др Мирјана Малешев /проф. др Властимир Радоњанин

ДАТУМ ОДБРАНЕ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ
27. 9. 2016. године.

ПРЕДМЕТ И ЦИЉ РАДА: Тежиште дисертације представља теоријско-експериментално истраживање утицаја врсте и карактеристика примијењеног агрегата на трајност бетонских конструкција, које се изводе примјеном самозбијајућег бетона. Посебан дио дисертације посвећен је истраживању могућности примјене агрегата од рециклираног "старог" бетона, као и различитих минералних додатака, првенствено кречњачког филера и нуспроизвода термоелектрана – електрофилтерског пепела. Предметно истраживање је због тога у потпуности у складу са савременим тенденцијама одрживог грађевинарства, будући да се самозбијајућим бетонима рјешава проблем компактирања свјежег бетона, а примјеном рециклираних агрегата рјешава се проблем отпадних материјала и очувања природних сировина. Посебна актуелност овог истраживања је то што су, у сопственом експерименталном испитивањима, за справљање различитих бетонских композита, кориштени домаћи материјали и сировине.

Кључни циљ дисертације био је да се примјеном метода научних истраживања идентификује и дефинише проблем угрожене трајности, утврде нивои значајности утицајних параметара на анализирана својства трајности самозбијајућих бетона, са акцентом на утицају врсте агрегата, те формирају одговарајући математички модели везе "утицајни параметри – својство бетона".

МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА: Током истраживања примијењене су сљедеће научне методе: експериментална метода, компаративна метода, статистичка метода, метода анализе и синтезе и метода индукције. Наведеним методама обрађена су сљедећа својства 14 различитих врста самозбијајућих бетона: запреминска маса очврслог бетона, чврстоћа при притиску у старостима од 2, 7, 14 и 28 дана, фигура лома, конструкциона повољност, хигроскопска влажност, упијање поступним потапањем природно влажног бетона, упијање поступним потапањем потпуно суhog бетона, упијање кувањем, упијање под вакуумом, zasiћеност бетона, капиларно упијање, отпорност према хабању брушењем, садржај хлорида, отпорност на симултано дејство мраза и соли, отпорност на дејство мраза (150 и 200 циклуса), макроструктура и микроструктура.

ГЛАВНЕ И ПОМОЋНЕ ХИПОТЕЗЕ:

Примјена самозбијајућих бетона доприноси повећању трајности бетонских конструкција.

На карактеристике ових бетона, у погледу трајности, утиче врста примијењеног агрегата – ријечни, дробљени, рециклирани.

Самозбијајући бетони прашкастог типа и без присуства аеранта посједују високу отпорност на дејство мраза, а с обзиром на укупан садржај хлорида, могу се примијенити за све врсте армиранобетонских и преднапрегнутих конструкција.

Примјеном крупног рециклираног агрегата од отпадног бетона, као компонентног материјала самозбијајућих бетона, могуће је произвести конструкцијске бетоне задовољавајућег, па чак и високог квалитета, што првенствено зависи од карактеристика бетона чијим дробљењем је добијен агрегат.

НАУЧНИ ДОПРИНОС: Резултати и закључци предметне докторске дисертације дају научни и практични допринос рјешавању проблема угрожене трајности бетонских конструкција изведених од самозбијајућег бетона. У прилог изнесеном, међу најзначајнијим резултатима је то што се доказало да је примјеном различитих врста агрегата (ријечних агрегата различитог поријекла, дробљеног агрегата, мјешавина ријечног и дробљеног агрегата, рециклираног агрегата познатог и непознатог поријекла) могуће пројектовати конструкцијске самозбијајуће бетоне задовољавајућих физичко-механичких карактеристика. Такође, доказало се да се примјеном отпадних материјала (рециклирани бетон и електрофилтерски пепео) могу произвести самозбијајући бетони задовољавајућих карактеристика у погледу трајности. Надаље, од изузетног је значаја и дефинисана величина утицаја варираних врста агрегата на својства трајности, те то што је формулисана значајан број математичких модела којима је успостављена веза својстава самозбијајућег бетона са аспекта трајности са врстама примијењеног агрегата и водоцементним фактором. Као посебан допринос истиче се да је доказано да се електрофилтерски пепео може користити као минерални додатак у самозбијајућим бетонима, самостално или у комбинацији са кречњачким филером, при чему се наглашава да је он примијењен без додатне припреме, чиме се, кроз уштеду енергије, доприноси очувању животне средине и остварује економски бенифит. Резултати анализирани примјеном факторијалног експеримента омогућили су дефинисање аналитичких израза у којима се јасно сагледава појединачни и интеракциони утицај варираних параметара (врста агрегата и примјена минералних додатака) на својства трајности самозбијајућег бетона. Такође, дошло се и до нових сазнања везаних за могућност моделирања квалитета прелазне зоне, а као посебан допринос истиче се да је дата препорука о могућностима примјене различитих врста самозбијајућих бетона у сеизмички активним подручјима.

ЗАКЉУЧАК: Предметном дисертацијом дат је значајан научни допринос у области истраживања трајности бетонских конструкција од самозбијајућег бетона и одрживом грађевинарству, будући да то није довољно истражено у свјетској научној и стручној јавности, нарочито када је у питању примјена специфичних врста агрегата и минералних додатака, као и домаћих компонентних материјала. На основу обимног експерименталног истраживања и анализе засноване на примјени математичке статистике и теорији вјероватноће, дефинисан је утицај врсте компонентних материјала на трајност конструкција које се изводе од самозбијајућег бетона, са посебним нагласком на примијењеним врстама агрегата. Такође, успостављене су и међусобне везе појединих анализираних својстава очврслог бетона, те формулисани математички модели зависности између својстава бетона са аспекта трајности и утицајних параметара, што даје могућност моделирања животног вијека приликом пројектовања бетонских конструкција.

ΑΓ
Γ+

Приказ
Докторска дисертација

Ужа научна област
Архитектура

Драган Јевтић

ФАКУЛТЕТ/АКАДЕМИЈА
Универзитет у Бањој Луци
Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

ИМЕ И ПРЕЗИМЕ ДОКТОРАНДА
Драган Јевтић

ДАТУМ И МЈЕСТО РОЂЕЊА
21. 6. 1965. године, Доњи Локањ, Зворник

НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
Могућности и правци осавремењавања српског православног црквеног градитељства на примјеру Епархије зворничко-тузланске

УЖА НАУЧНА ОБЛАСТ
Архитектура

МЕНТОР
др Миодраг Ралевић, дипл. инж. арх., редовни професор и
др Миленко Станковић, дипл. инж. арх., редовни професор – коментор

ДАТУМ ОДБРАНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
6. 10. 2016.

ПРЕДМЕТ И ЦИЉ РАДА: Предмет истраживања је црквено градитељство, православне вјере и српске провенијенције, у односу на религијску димензију. Основни циљ докторске дисертације јесте сагледавање праваца и могућности осавремењавања (прилагођавања савременим трендовима) српског православног градитељства уз поштовање (и немијењање) религијско-теолошких канона кроз омогућавање промјена које ће јачати препознатљивост идентитета српског оовременог црквеног кода.

МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА: У раду се користе сљедеће методе: анализа садржаја, анализа и синтеза, историјска, архитектонска, компаративна метода, индуктивно-дедуктивна метода и метода типолошке анализе.

ГЛАВНЕ И ПОМОЋНЕ ХИПОТЕЗЕ:

1. Основна претпоставка је да ће проучавање и упознавање религијско-теолошких канона, као и специфичности црквених правила, формирање базе типолошког проучавања и литургијског знања бити предуслов формирања базе за научни приступ црквеном градитељству.
2. Полазна хипотеза је да ће се анализом српског црквеног градитељства кроз вијекове, заступљених стилова у српском црквеном градитељству и развоја српског црквеног градитељства, створити основа за његов даљи развој односно осавремењавање.
3. Претпоставка је да ће се упознавањем са савременим технолошким и градитељским могућностима као и начинима и облицима реконструкције и обнове створити могућност за њихову примјену у српском црквеном градитељству.
4. Циљна хипотеза је да ће се анализом изведених добрих и лоших примјера црквеног градитељства новијег доба на простору Србије, Републике Српске и Босне и Херцеговине, како новоизграђених тако и старих реконструисаних црквених објеката, посебно анализом Епархије зворничко-тузланске створити основа за формирање праваца и могућности осавремењавања српског црквеног градитељства и јачање идентитета српских црквених објеката.

НАУЧНИ ДОПРИНОС: Научни допринос рада огледа се у:

- i. излазним подацима самог рада, тј. предложеним могућностима и правцима осавремењавања српског православног црквеног градитељства,
- ii. прикупљању и сређивању грађе везане за тему традиционалног и историјског православног црквеног градитељства на простору Епархије зворничко-тузланске, али и шире,
- iii. кључни допринос огледа се у успостављању методско-моделске узрочно-посљедиичне вертикале сталног присуства у процесу осавремењавања црквеног градитељства православних канона, који треба преко осавремењених форми црквених храмова да симболизују божије вриједности и на тај начин да их приближе човјеку-вјернику у складу са културолошким контекстом времена у коме се све то дешава,

- iv. успостављању методско-моделске матрице процеса сталног осавремењавања црквеног градитељства еквивалентно сложеног по приступу као што је и слојевита духовност православне хришћанске вјероисповијести и
- v. предлагање и формирање кодекса (правила/начела) процеса осавремењавања, односно редизајнирања и преобликовања, ремоделовања црквених објеката, по физичко-материјализованим слојевима црквеног градитељства, како својим позиционирањем у простору, преко цјеловитости црквеног склопа, па све до појединачних детаља материјализованог објекта.

ЗАКЉУЧАК: У складу са постављеном циљном хипотезом, може се потврдити да постоје три правца "осавремењавања" симболизације православних храмова, и то: осавремењавања постојећих форми, ширења скале форми и увођења "нових видова симбола". У том контексту могуће је формирати (формиран је) склоп препорука за осавремењавање процеса симболизације православног црквеног градитељства на више тематско-проблемских нивоа, и то у виду 10 препорука.

Развојни правци "осавремењавања" црквених храмова, у функцији њиховог усклађивања са друштвеним контекстом и савременим условима грађења, морају да буду у циљу побољшања и унапређења услова за богослужење вјерницима.

У том смислу предложено је формирање просторно-градитељских начела осавремењавања црквеног храма, и то кроз сљедеће нивое: позиционирање, ресимболизација, реорганизација литургијског тока, реструктурисање склопа храма, преобликовање и декоративна уљепшавања храма.

Свеукупне принципе позиционирања црквених храмова можемо сврстати у три основне категорије: духовни принципи избора позиције, структурални принципи лоцирања црквених храмова и визуелни принципи позиционирања црквених храмова који су као такви и предложени у виду начела.

ΑΓ
Γ+

Приказ

Докторска дисертација

Ужа научна област

Архитектура и урбанизам

Младен Ђуровић

ФАКУЛТЕТ/АКАДЕМИЈА

Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

ИМЕ И ПРЕЗИМЕ ДОКТОРАНДА

Младен Ђуровић

ДАТУМ И МЈЕСТО РОЂЕЊА

7. 10. 1962., Подгорица

НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Урбоморфолошка и типолошка структура градских централних језгара и њихова улога у развоју и формирању приморских градова и насеља Црне Горе

УЖА НАУЧНА ОБЛАСТ

Архитектура и урбанизам

МЕНТОР

проф. др Миодраг Ралевић

ДАТУМ ОДБРАНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

27. 12. 2016.

ПРЕДМЕТ И ЦИЉ РАДА: Основни и полазни циљ истраживања је био постављен као сагледавање урбоморфолошке структуре, формирање типологије градских централних језгара и проучавање њихове улоге у развоју и формирању приморских градова на подручју Црне Горе. Главни циљ истраживања је био да се одслика формирање морфологије градских централних језгара приморских градова са хронолошко-географског и етнолошког, социокултуролошког, организационо-функционалног, физичко-амбијенталног и урбанистичко-архитектонског аспекта. Непосредни циљеви истраживања су вишеструки: 1. Анализа морфолошке структуре градских језгара кроз односе створене и природне, обликовне, организационе и уређене средине; 2. Анализа типолошке структуре градских језгара кроз историјску и структуралну обраду (симболи и типологија); 3. Сагледавање развоја градских језгара кроз различите утицајне факторе и све друге аспекте који су утицали на њихово формирање кроз градитељска стремљења, просторне функционалне карактеристике, просторне и социолошке промјене и др. 4. Научна класификација и типологизација приморских градова и њихових језгара на микро и макро нивоу; 5. Утврђивање и препознавање кодекса реактивирања и оживљавања градских језгара кориштењем сазнања научног истраживања и формирање моделске основе архитектонског обликовања урбаних простора. На основу претходно дефинисаних циљева научног истраживања, дефинисани су и конкретни циљеви ове докторске дисертације: 1. Сагледавање историјских околности настанка и специфичних природно-морфолошких услова за формирање урбане структуре урбаних језгара и приморских градова; 2. Утврђивање основних елемената топологије и морфологије урбаних језгара приморских градова ради формирања типологије њихових појавних облика; 3. Расцјеп у пракси спонтаног, традиционалног и планираног у формирању урбанистичко-архитектонске структуре и морфологије приморских градова и насеља; 4. Значај просторно-временских и историјских процеса за обликовање простора језгара у формирању композиције приморских градова; 5. Композиција и планирање у формирању урбане архитектонике крајолика приморског града; 6. Проучавање елемената спонтаног градитељства и њихова улога у формирању архитектонско-урбанистичког склопа језгара у формирању идентитета приморског крајолика;

МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА: Истраживање се базира на проучавању законитости формирања урбаних језгара приморских градова, као зачетка структурисања урбаних склопова приморских градова у цјелини. Оно тежи да опише различите видове урбоморфолошких и типолошких структура градских централних језгара и градова Црне Горе и да прикаже њихов хронолошки развој и трансформацију и то како су они утицали на развој града тј. насеља у цјелини. Истраживање се на овај начин везује за основне елементе који чине један град тј. насеље и кроз њихову теоријску анализу (како класичних – карактеристичних типова, тако и конкретних типова везаних за подручје Црне Горе) пружа приказ основних градотворачких елемената. Тиме се, поред историјског, друштвеног и производно-економског аспекта, развој приморских градова посматра са више становишта. Сходно претходно исказаној сложености предмета и проблема, истраживање се структурира кроз следеће методско-тематске нове: – Примарни ниво истраживања чине хронолошко-историјска и структурална истраживања развојне морфологије и формирање типологије градских језгара кроз проучавање улоге језгара на њихово формирање; – Секундарни ниво истраживања представља утврђивање утицаја “микротопоса” и богате морфологије на формирање типологије различитих појавних облика градских језгара приморских градова Црне Горе; – Терцијарни ниво истраживања

базира се на сагледавању популационих кретања као последице историјско-друштвених процеса и њиховог утицаја на структуру и развој насеља; – Основни ниво се бави проучавањем трансформације урбане структуре и (архитектонских) форми (планске и спонтане) насеља под утицајем друштвених, историјских и економских фактора који се мијењају кроз вријеме; – Кључни ниво се заснива на истраживању односа између физичких структура, отворених простора градских језгара понаособ кроз однос морфологије и типологије урбане структуре приморских градова у цјелини; – и коначни ниво је усмјерен ка истраживању трансформација градских језгара под утицајем просторних и друштвених промјена и њихове улоге у свеукупном развоју урбане морфологије приморских градова у цјелини.

ГЛАВНЕ И ПОМОЋНЕ ХИПОТЕЗЕ: Рад представља логичан наставак раније обрађиване теме гдје се преко хронолошког и урбаног развоја црногорских приморских градова, анализе физичких структура, карактеристика морфосинтаксе урбаних форми, карактеристика структура централних језгара, преко проучавања развоја урбанистичких матрица приморских градских цјелина и развоја урбаних агломерација анализира свеукупни развој приморских градова Црне Горе. У том смислу провјераване су и „доказиване“ сљедеће полазне хипотезе истраживања: – да су градови приморја Црне Горе апсолутно произашли из природног окружења и да су уткани у морфологију природе; – да је морфологија градских језгара изузетно богата и слојевита, колико је богата и морфологија у којој су настала; – да садрже ред ????? који тежи успостављању урбаног реда (строго организованом простору); – градска језгра су настајала у међусобном утицају физичких склопова и културолошких образаца; – да је у градска језгра приморских градова уткана традиција црногорске културе живљења; – да су градска језгра пресудно утицала на структуру урбане морфологије приморских насеља.

НАУЧНИ ДОПРИНОС: Израдом ове докторске дисертације очекује се допринос у погледу идентификовања стања градских језгара приморске регије са аспекта систематизације тополошког, морфолошког и хронолошког ритма настајања, трајања и мијењања и предвиђања могућности унапређења градова кроз формирање планске основе кодекса, правила и образаца будућег развоја приморских градова Црне Горе. ЗАКЉУЧАК: Значај цјелокупног истраживања се огледа у томе што ће се кроз извршено истраживање прецизно сагледати и дефинисати обрасци развоја традиционалног типа приморског насеља као продукта богате морфологије и последице етнокултуре народа који их је стварао, градио и у њима живио. Поред тога, кроз истраживање су сагледане и могућности ремоделације и ревитализације градских језгара и указано је на могуће одговоре на питање који су путеви, начини и методе обнове изворних вриједности приморских градова, активирања њихових изворних потенцијала и оживљавања живота у читавој приморској регији Црне Горе.

AG
G+

AG
G+

УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ I instruction for authors

АГГ+ је међународни часопис који се бави темама из области архитектуре, грађевинарства, геодезије и других сродних научних области у циљу њиховог унапређења.

ОПШТА УПУТСТВА АУТОРИМА

Припрема и предаја рада

Рукопис (текст чланка с илустрацијама) доставља се Уредништву у електронском облику (*e-маил*). Радови се достављају у едиторима: МС Ворд 2003 и новије верзије. Радове за часопис могуће је предати на службеним језицима БиХ и на енглеском језику. Уколико достављање радове електронским путем није могуће, молимо ауторе да се обрате Уредништву на е маил адресу: aggplus@aggf.unibl.org.

Сви радови подлијежу анонимном рецензентском поступку. Све остале описе (УДК ознаке, датуме пријема и прихваћања рада, двојезичне елементе итд.) уноси Уредништво.

Радови се категоришу као:

- | **Оригинални научни рад**, организован по схеми ИМРАД (Интродуцтион, Метходс, Ресултс Анд Дисцуссион), у коме се први пут публикује текст о резултатима сопственог истраживања оствареног примјеном научних метода, које су текстуално описане и које омогућавају да се истраживање по потреби понови, а утврђене чињенице провјере.
- | **Прегледни рад** је рад који доноси нове синтезе настале на основу прегледа најновијих дјела о одређеном предметном подручју, а које су изведене сажимањем, анализом, синтезом и евалуацијом с циљем да се прикаже закономјерност, правило, тренд или узрочно-последични однос у вези са истраживаним феноменима тј. рад који садржи оригиналан, детаљан и критички приказ истраживачког проблема или подручја у коме је аутор остварио одређени допринос.
- | **Кратко или претходно саопштење** је оригинални научни рад, али мањег обима или прелиминарног карактера гдје неки елементи ИМРАД-а могу бити испуштени, а ради се о сажетом изношењу резултата завршеног изворног истраживачког дјела или дјела које је још у изради.
- | **Научна критика**, односно полемика или осврт је расправа на одређену научну тему, заснована искључиво на научној аргументацији, гдје аутор доказује исправност одређеног критеријума свога мишљења, односно потврђује или побија налазе других аутора.
- | **Стручни радови** не садрже нове, оригиналне научне спознаје, резултате, теорије него обрађују већ познато и описано. Доприноси примјени добро-познатих научних резултата и њихову адаптацију за практичну употребу.
- | **Приказ** доктората, књига, наставних програма, међународне активности, пројеката и сродних активности.

Радови се предају у А4 формату, према техничким упутствима објављеним на <http://doisrpska.nub.rs/index.php/aggplus>

ACEG+ is an international journal devoted to topics in the fields of architecture, civil engineering, geodesy and other related scientific disciplines, with the aim of their advancement.

GENERAL AUTHOR INSTRUCTIONS

Preparation and submission of papers

The manuscripts (texts of papers with illustrations) are to be submitted to the Editorial Board in electronic form (via e-mail). The texts should be prepared using MS Word 2003 or a later version of the program. They can be submitted in one of the official languages of Bosnia and Herzegovina or in English. In case submitting texts in electronic form is not possible, the authors should contact the Editorial Board at the following e-mail address: aggplus@aggf.unibl.org.

All papers are subject to anonymous peer review. All other designations (UDC, date of paper submission, date of paper acceptance, bilingual parts, etc.) are entered by the Editorial Board.

The works are categorized as:

- | **Research paper**, structured according to the IMRAD pattern (Introduction, Methods, Results and Discussion), as the first publication, in textual form, of the results of the author's/authors' own research conducted using scientific methods, which are described in the text and allow the repetition of the research, if necessary, and checking of the stated facts.
- | **Review paper** is a paper that offers a new synthesis based on a review of the latest works on a particular subject area, which is made by summarizing, analyzing, synthesizing and evaluating in order to show a regularity, rule, trend or cause-and-effect relationship with respect to the investigated phenomena, i.e. a paper which includes an original, detailed and critical review of a research problem or area in which the author has made a contribution.
- | **Brief or preliminary announcement** is an original scientific paper, small in scale or preliminary in nature, with some elements of the IMRAD pattern omitted. It is a concise presentation of the results of completed original research works or works that are still under preparation.
- | **Scientific critique**, debate or overview is a discussion on a particular topic, based solely on scientific arguments, where the author proves the correctness of certain criteria of her or his opinions, or confirms or refutes the findings of other authors.
- | **Professional papers** do not contain new and original scientific findings, results or theories but rather process that which is already known and has been previously described. They contribute to the application of well-known scientific results and their adaptation for practical use.
- | **Reviews** of PhD theses, books, curricula, international activities, projects and related activities.

The papers should be submitted in A4 format, in line with the technical guidelines published at <http://doisrpska.nub.rs/index.php/aggplus>.

Рецензије

За све прилоге Уредништво осигурава најмање двије рецензије, при чему су ауторима рецензенти непознати, а исто су тако рецензентима непознати аутори рада. Коначну одлуку о категоризацији рада доноси Уредништво узимајући у обзир мишљења рецензента. Објавиће се сви позитивно рецензирани и на састанку Уредништва прихваћени чланци, а редослијед објављивања Уредништво утврђује према садржајним и концепцијским критеријумима сваког појединачног броја.

Уредништво ће аутора обавијестити о проведеном рецензентском поступку, утврђеној категорији чланка и евентуалним допунама или исправкама које је аутор обавезан урадити прије коначног прихватања чланка за објављивање.

Аутор је обвезан поступити према примједбама рецензента и исправљени текст доставити у року од 30 дана, поновно у истом облику као и приликом прве предаје. Уколико аутор не доради рад у року од 30 дана, рад се неће узети у разматрање за објављивање у часопису.

Радови се у интегралном облику пишу и објављују на неком од језика БиХ или енглеском језику, а апстракти, кључне ријечи, наслови и поднаслови објављују се дојезично (превод осигурава Аутор).

Молимо сараднике да свој рад, осим овим опшним упутствима, обвезно прилагоде и детаљним Техничким упутствима.

Радови треба да садрже:

- | НАСЛОВ РАДА на једном од језика БиХ
- | АПСТРАКТ на једном од језика БиХ - Апстракт треба одмах да претходи уводу. Апстракт треба да пружи јасну индикацију природе резултата садржаних у раду и треба да прати кључне ријечи.
- | КЉУЧНЕ РИЈЕЧИ на једном од језика БиХ - до 5 кључних ријечи које одеђују тему бављења рада
- | НАСЛОВ РАДА на енглеском језику
- | АПСТРАКТ на енглеском језику
- | КЉУЧНЕ РИЈЕЧИ на енглеском језику
- | ТЕКСТ РАДА - 1. УВОД, 2. ПОГЛАВЉА, 3. ЗАКЉУЧАК И 4. БИБЛИОГРАФИЈА

Један аутор може пријавити највише два рада, а само у једном раду може бити први аутор.

Молимо сараднике да свој рад, осим овим опшним упутствима, обвезно прилагоде и детаљним Техничким упутствима.

The Editorial Board will provide at least two independent reviews for all submissions, with the authors unknown to the reviewers, and vice versa. The final decision on the categorization of papers will be made by the Editorial Board taking into account the opinions of the reviewers. All submissions that are given a positive review and are accepted in the meeting of the Editorial Board will be published, and the order of publication will be determined by the Editorial Board in accordance with the content and conceptual criteria of each volume of the journal.

The Editorial Board will notify the authors about the reviewing procedure, established category of the article and any additions or corrections required from the author before the final acceptance of the article for publication.

The author is obliged to act according to the reviewers' comments and recommendations, and submit the revised text within 30 days, in the same form as the first submission. If the author does not submit the revised version of the text within 30 days, the paper will not be considered for publication in the journal.

The articles are written and published in one of the official languages of Bosnia and Herzegovina or English, and the abstracts, keywords, headings and subheadings are published bilingually (with the translation provided by the author).

The contributors are kindly requested to adjust their texts to these general author instructions as well as the detailed technical guidelines.

The papers should include:

- | PAPER TITLE in one of the languages of Bosnia and Herzegovina
- | ABSTRACT in one of the languages of Bosnia and Herzegovina. The abstract should precede the introduction. It should provide a clear indication of the nature of the results contained in the paper and should follow the keywords.
- | KEYWORDS in one of the languages of Bosnia and Herzegovina - up to 5 keywords that specify the topic of the paper
- | PAPER TITLE in English
- | ABSTRACT in English
- | KEY WORDS in English
- | BODY OF PAPER – 1. INTRODUCTION, 2. CHAPTERS, 3. CONCLUSION and 4. REFERENCES

One author can submit a maximum of two papers, and may be the first author of only one paper.

The contributors are kindly requested to adapt their texts to these general author instructions as well as the detailed technical guidelines.

