

Univerzitet u Beogradu  
ARHITEKTONSKI FAKULTET  
Bulevar kralja Aleksandra 73/II  
Beograd, Srbija



University of Belgrade  
FACULTY OF ARCHITECTURE  
Bulevar kralja Aleksandra 73/II  
Belgrade, Serbia

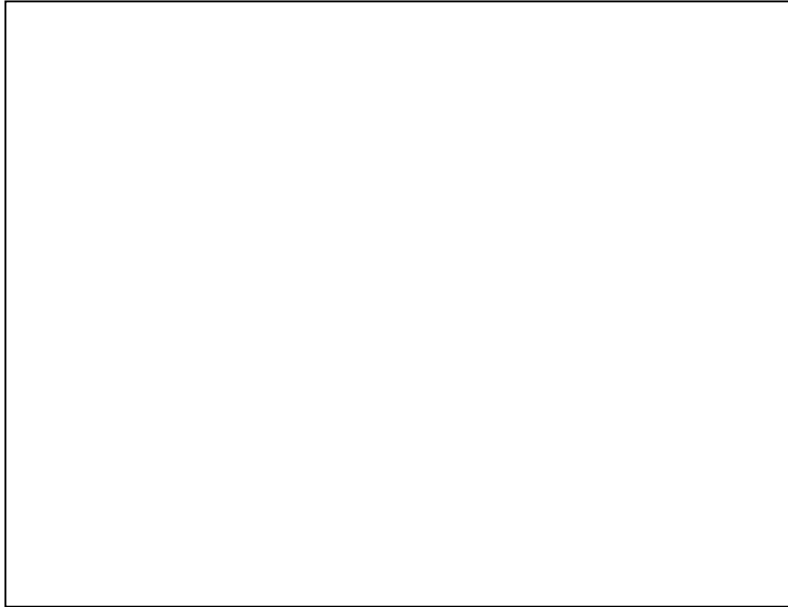
[www.arh.bg.ac.rs](http://www.arh.bg.ac.rs)

OSMI NACIONALNI NAUČNO - STRUČNI SKUP  
SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM  
**INSTALACIJE & ARHITEKTURA 2021**

Urednici  
**Tatjana Jurenić**  
**Damjana Nedeljković**  
**Aleksandra Čabarkapa**

Zbornik radova  
Beograd, 2. decembar 2021.

ISBN 978-86-7924-277-8



Izdavač: Univerzitet u Beogradu - Arhitektonski fakultet

Za izdavača: Prof. arh. Vladimir Lojanica

Recenzenti: dr Tatjana Jurenić, docent na Univerzitetu u Beogradu –  
Arhitektonskom fakultetu  
dr Gordana Ćosić, profesor u penziji Arhitektonskog fakulteta  
Univerziteta u Beogradu

Urednici: Doc. dr Tatjana Jurenić, dipl. inž. arh.  
Ass. Damjana Nedeljković, mast. inž. arh.  
Ass. dr Aleksandra Čabarkapa, mast. inž. arh.

Uređivački odbor: Prof. dr Lidija Đokić  
Doc. dr Milan Radojević  
Doc. dr Tatjana Jurenić  
Ass. dr Aleksandra Čabarkapa  
Ass. Damjana Nedeljković

Tehnički urednici: Doc. dr Tatjana Jurenić  
Ass. dr Aleksandra Čabarkapa  
Ass. Damjana Nedeljković

Dizajn korica: I&A tim

### **Organizacioni odbor: Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet**

ass. **Damjana Lojaničić**, mast. inž. arh.

ass. dr **Aleksandra Čabarkapa**, mast. inž. arh.

doc. dr **Milan Radojević**, dipl. inž. arh.

doc. dr **Tatjana Jurenić**, dipl. inž. arh.

### **Naučni odbor**

- **prof. Vladimir Lojanica**, dipl. inž. arh.  
Dekan Univerziteta u Beogradu – Arhitektonskog fakulteta, Srbija
- **prof. dr Gordana Ćosić**, dipl. inž. arh.  
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
- **prof. dr Lidija Đokić**, dipl. inž. arh.  
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
- **doc. dr Milan Radojević**, dipl. inž. arh.  
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
- **prof. dr Jelena Ivanović-Šekularac**, dipl. inž. arh.  
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
- **prof. Vesna Cagić-Milošević**, dipl. inž. arh.  
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
- **prof. dr Aleksandra Stupar**, dipl. inž. arh.  
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
- **prof. dr Vladan Đokić**, dipl. inž. arh.  
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
- **prof. dr Budimir Sudimac**, dipl. inž. arh.  
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
- **prof. dr Vladimir Mako**, dipl. inž. arh.  
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
- **prof. dr Frangiskos Topalis**, dipl. inž. el.  
NTVA – Nacionalni Tehnički Univerzitet, Atina, Grčka
- **prof. dr Florian Nepravishta**  
Dekan Politehničkog Univerziteta u Tirani, Fakultet za Arhitekturu i Urbanizam, Albanija
- **prof. dr Balint Bachman**,  
DLA Pollack Mihaly Fakultet Inženjerstva, Univerzitet u Pečuju, Mađarska
- **prof. dr Saša Čvoro**, dipl. inž. arh.  
Univerzitet u Banjoj Luci, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet, Bosna i Hercegovina
- **dr Mila Pucar**, naučni savetnik, dipl. inž. arh.  
Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, Srbija

- **prof. dr Branka Dimitrijević**, dipl. inž. arh.  
Univerzitet Stratklid u Glazgovu, Arhitektura, Velika Britanija
- **prof. mr Srđa Hrisafović**, dipl. inž. arh.  
Akademija lepih umetnosti, Sarajevo, Bosna i Hercegovina
- **dr Jeremija Jevtić**, naučni savetnik, dipl. inž. maš.  
IMR Institut, Beograd, Srbija
- **dr Igor Svetel**, naučni saradnik, dipl. inž. arh.  
Inovacioni centar Mašinskog fakulteta, Beograd, Srbija
- **prof. dr Branislav Živković**, dipl. inž. maš.  
Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Srbija
- **prof. dr Miloš Stanić**, dipl. inž. građ.  
Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Srbija
- **prof. dr Elina Krasilnikova**  
Državni Univerzitet za Arhitekturu i Građevinarstvo  
Institut za Arhitekturu i Urbani razvoj, Volgograd, Rusija
- **prof. dr Veljko Radulović**, dipl. inž. arh.  
Univerzitet Crne Gore, Arhitektonski fakultet, Podgorica, Crna Gora
- **prof. dr Dražan Kozak**, dipl. inž. maš.  
Univerzitet u Osijeku, Mašinski fakultet, Slavonski Brod, Hrvatska
- **prof. dr Aleksandar Radevski**, dipl. inž. arh.  
Univerzitet Sv. Kiril i Metodij, Arhitektonski fakultet, Skoplje, Severna Makedonija
- **prof. dr Brankica Milojević**, dipl. inž. arh.  
Univerzitet u Banjoj Luci, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet, Bosna i Hercegovina
- **dr Marina Nenković-Riznić**, naučni saradnik, dipl. pr. planer  
Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, Srbija
- **Veljko Janjić**, dipl. inž. el.  
Bexel Consulting, Beograd, Srbija
- **Dijana Kordić**, dipl. inž. arh.  
JKP Vodovod i kanalizacija, Beograd, Srbija
- **prof. dr Vangjel Dunovski**, dipl. inž. arh.  
MIT Univerzitet, Arhitektonski fakultet, Skoplje, Severna Makedonija



## PREDGOVOR

Naučno–stručni skup Instalacije & Arhitektura osmišljen je kao okvir za prikaz i analizu razvoja novih tehnologija zastupljenih u različitim segmentima arhitekture i građevinarstva, sa posebnim osvrtom na reaktivaciju postojećih objekata na različite načine. Kao posledica sve složenijih zahteva investitora i društvene zajednice za izgradnjom energetski efikasnih objekata, javlja se potreba za integracijom instalacionih sistema, kako bi arhitektonski objekat mogao da funkcioniše kao jedinstvena Celina forme, funkcije, konstrukcije i instalacija. Prvenstveni cilj skupa je prezentacija savremenih naučnih i stručnih dostignuća u oblasti arhitekture i izgradnje objekata.

Osmi naučno-stručni skup Instalacije & Arhitektura održan je u decembru 2021. godine. Prvi put je skup održan *online* preko *Teams* platforme i zadovoljstvo nam je da konstatujemo da je ovaj izazov uspešno savladan, zahvaljujući odličnoj saradnji svih učesnika.

Zbornik radova sadrži radove na srpskom i engleskom jeziku, prevashodno iz zemlje i regiona. Objavljeni i saopšteni radovi obuhvataju i povezuju više tematskih oblasti, kroz istraživanje i predlaganje rešenja sa aspekta održive gradnje i eksploatacije.

Zahvaljujemo se članovima Naučnog odbora, autorima radova, kolegama i prijateljima koji su nas podržali u organizaciji i pomogli održavanje osmog nacionalnog naučno–stručnog skupa sa međunarodnim učešćem Instalacije & Arhitektura 2021.

Beograd,

Organizacioni odbor I&A 2021

decembar 2021. godine

## SADRŽAJ

<b>Aleksa Ciganović .....</b>	<b>1</b>
KONSTRUKCIONISTIČKI MODALITETI PLANIRANJA I PROJEKTOVANJA SAVREMENIH INSTALACIJA U SPOMENIČKOJ ARHITEKTURI.....	1
CONSTRUCTIONISTIC MODALITIES OF PLANNING AND DESIGN OF CONTEMPORARY INSTALLATIONS IN MONUMENTAL ARCHITECTURE .....	1
<b>Aleksandar Radevski, Dimitar Krsteski .....</b>	<b>9</b>
ALTERNATIVNI MODELI SAVREMENIH RURBANIH SREDINA PUTEM TRANSFORMACIJE POLJOPRIVREDNIH DVORIŠTA .....	9
ALTERNATIVE MODELS OF MODERN RURBAN ENVIRONMENTS THROUGH TRANSFORMATION OF THE AGRICULTURAL YARDS.....	9
<b>Aleksandra Čabarkapa, Lidija Đokić.....</b>	<b>17</b>
OSVETLJENJE PARKA PO MERI ČOVEKA .....	17
PARK LIGHTING DESIGNED FOR HUMAN NEEDS .....	17
<b>Božidar S. Furundžić .....</b>	<b>25</b>
PREFABRICATED CONCRETE HALL NONCONFORMITIES CASE.....	25
SLUČAJ NEUSAGLAŠENOSTI PREFABRIKOVANE BETONSKE HALE.....	25
<b>Damjana Nedeljković, Tatjana Jurenić.....</b>	<b>31</b>
PRINCIPI VALORIZACIJE U VIŠEKRITERIJUMSKIM MODELIMA ZA EVALUACIJU POTENCIJALA OBJEKATA ZA ADAPTACIJU.....	31
THE PRINCIPLES OF VALORISATION IN MULTI-CRITERIA MODELS FOR EVALUATION OF POTENTIAL OF BUILDINGS FOR ADAPTATION .....	31
<b>Igor Kuvač, Borjana Mrđa, Isidora Komljenović, Aleksandar Marić, Andrej Simičević, Vesna Otašević, Bosa Ostić .....</b>	<b>39</b>
FESTIVAL KANALIZACIONIH CIJEVI. VIZUELIZACIJA PROBLEMA ZAGAĐENJA RIJEKE VRBAS U BANJALUCI .....	39
SEWAGE PIPES FESTIVAL. VISUALISATION OF THE VRBAS RIVER POLLUTION PROBLEM IN BANJA LUKA.....	40
<b>Igor Svetel .....</b>	<b>48</b>
BIM KAO DELATNOST ZASNOVANA NA STANDARDIMA I UTICAJ NA GRAĐEVINSKI SEKTOR.....	48

BIM AS AN ACTIVITY BASED ON STANDARDS AND IMPACT ON THE AEC SECTOR .	48
<b>Jelena Dinić Milovanović.....</b>	<b>56</b>
GRADSKA INFRASTRUKTURA JAVNOG OSVETLJENJA U FUNKCIJI SREDSTVA KOMUNIKACIJE .....	56
PUBLIC LIGHTING CITY INFRASTRUCTURE IN THE FUNCTION OF COMMUNICATION DEVICE.....	56
<b>Jelena Živković , Ana Nikezić .....</b>	<b>62</b>
INTEGRISANJE KONCEPTA ZELENE INFRASTRUKTURE U OBRAZOVANJE U DOMENU URBANOG DIZAJNA.....	62
INTEGRATING THE CONCEPT OF GREEN INFRASTRUCTURE INTO URBAN DESIGN EDUCATION .....	62
<b>Liljana Dimevska .....</b>	<b>70</b>
BIM TEHNOLOGIJE ZA ANALIZU ENERGETSKE PERFORMANSE ZGRADE PRE I NAKON PRIMENE FASADNIH NANOMATERIJALA .....	70
BIM TECHNOLOGY FOR ENERGY PERFORMANCE ANALYSIS OF A BUILDING BEFORE AND AFTER APPLICATION OF FAÇADE NANOMATERIALS.....	70
<b>Dr Malina Čvoro, Slobodan Peulić .....</b>	<b>79</b>
INDUSTRIJSKO NASLJEĐE U FUNKCIJI REGENERACIJE PRIOBALJA .....	79
INDUSTRIAL HERITAGE IN SERVICE OF RIVER BANKS REGENERATION.....	79
<b>Milan Radojević .....</b>	<b>85</b>
FASILITI MENADŽMENT: ODRŽAVANJE OBJEKATA ZA VREME PANDEMIJE IZAZVANE VIRUSOM KORONA .....	85
FACILITY MANAGEMENT: BUILDING MAINTENANCE DURING THE COVID-19 PANDEMIC.....	85
<b>Miloš Stojković Minić .....</b>	<b>94</b>
FENOMEN VODE U ARHITEKTURI – ISTRAŽIVANJE KROZ IDEJNE PROJEKTE .....	94
THE PHENOMENON OF WATER IN ARCHITECTURE - RESEARCH THROUGH CONCEPTUAL PROJECTS.....	94
<b>Mirjana Devetaković, Djordje Djordjević.....</b>	<b>104</b>
POZICIONIRANJE BIM-A U ZAŠTITI I PREZENTACIJI GRADITELJSKOG NASLJEĐA....	104
POSITIONING BIM IN PRESENTATION AND PRESERVATION OF BUILT HERITAGE	104

<b>Nikola Milanović .....</b>	<b>115</b>
INTEGRACIJA NAČELA OGRANIČENJA SVETLOSNOG ZAGAĐENJA U REGULATORNOM OKVIRU SRBIJE .....	115
INTEGRATION OF LIGHT POLLUTION LIMITATION PRINCIPLES IN SERBIA'S REGULATORY FRAMEWORK.....	115
<b>Saša Čvoro, Una Okilj .....</b>	<b>123</b>
ODRŽIVOST U ARHITEKTURI – MOGUĆNOST UPOTREBE KIŠNICE NA PRIMJERU KUĆE PENNHILL U BANJOJ LUCI .....	123
SUSTAINABILITY IN ARCHITECTURE - POSSIBILITY OF RAINWATER USE ON THE EXAMPLE OF PENNHILL HOUSE IN BANJA LUKA .....	123
<b>Slobodan Bulatović .....</b>	<b>131</b>
RJEŠAVANJE PROBLEMA NESANITARNE GRADSKOJ DEPONIJE: STUDIJA SLUČAJA GRAD BRČKO .....	131
SOLVING THE PROBLEM OF NON-SANITARY CITY LANDFILL: A CASE STUDY OF THE CITY OF BRČKO .....	131
<b>Snežana Đorić-Veljković, Nikola Mitrović, Sandra Veljković, Predrag Janković, Danijel Danković .....</b>	<b>139</b>
INOVATIVNE PRIMENE OLED KOMPONENTI U ARHITEKTURI.....	139
INNOVATIVE APPLICATIONS OF OLED COMPONENTS IN ARCHITECTURE .....	140
<b>Tatjana Kosić, Dragana Vasilski .....</b>	<b>148</b>
INOVATIVNE TEHNOLOGIJE STAKLENIH FASADA KOMPLEKSNIH FORMI .....	148
INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF COMPLEX FORM GLASS FACADES .....	148
<b>Una Okilj, Malina Čvoro, Saša Čvoro.....</b>	<b>157</b>
PRIJEDLOG UNAPREĐENJA URBANOG OSVJETLJENJA PREMA METODI REKONSTRUKCIJE JAVNE RASVJETE U LOKALNIM ZAJEDNICAMA .....	157
PROMOTION OF URBAN LIGHTING ACCORDING TO THE METHOD OF RECONSTRUCTION OF PUBLIC LIGHTING IN LOCAL COMMUNITIES.....	157
<b>Žikica Tekić, Ljiljana Kozarić, Jasmina Lukić.....</b>	<b>166</b>
DRVENA KONSTRUKCIJA KROVA VINARIJE U TOPOLI .....	166
TIMBER ROOF STRUCTURE OF THE WINERY IN TOPOLA .....	166
<b>Žikica Tekić, Ljiljana Kozarić, Jasmina Lukić.....</b>	<b>172</b>
DRVENA KONSTRUKCIJA KROVA CRKVE U ŠVEDSKOJ .....	172
TIMBER ROOF STRUCTURE OF THE CHURCH IN SWEDEN .....	172

*Aleksa Ciganović<sup>1</sup>*

## **KONSTRUKCIONISTIČKI MODALITETI PLANIRANJA I PROJEKTOVANJA SAVREMENIH INSTALACIJA U SPOMENIČKOJ ARHITEKTURI**

### **Rezime**

Razvodi savremene instalacione tehnike i tehnologije su neizbežni izvor frustracija u polju čuvanja, korišćenja i održavanja spomeničke arhitekture jer predstavljaju neadekvaciju koja nije imanentna njenim dokumentarnim vrednostima autentičnosti i heritološkim svojstvima istinitosti. Stavljanje problema instalacija u fokus logičkih odnosa između tradicije i inovacije, rezultira složenim teorijskim izazovima u čijem se centru nalazi svojevrsna radikalna protivrečnost (kontradikcija) u arhitektonskom postupku kreativne sinteze, na osnovu koje se konsekvantno zaključuje o integrativnoj, kompleksnoj, kombinatoričnoj i strateškoj prirodi arhitektonskog mišljenja kao konstrukcionističkog kognitivnog procesa.

### **Ključne reči**

spomenička arhitektura, arhitektonski konstrukcionizam, autentičnost, inovacija

## **CONSTRUCTIONISTIC MODALITIES OF PLANNING AND DESIGN OF CONTEMPORARY INSTALLATIONS IN MONUMENTAL ARCHITECTURE**

### **Summary**

Divisions of modern installation techniques and technologies are an inevitable source of frustration in the field of preservation, use and maintenance of monumental architecture because they represent an inadequacy that is not immanent to its documentary values of authenticity and heritological properties of truthfulness. Putting the problem of installations in the focus of logical relations between tradition and innovation, results in complex theoretical challenges centered on a kind of radical contradiction in the architectural process of creative synthesis, based on which the integrative, complex, combinatorial and strategic nature of architectural thinking is consistently concluded as a constructionist cognitive process.

### **Key words**

monumental architecture, architectural constructionism, authenticity, innovation

---

<sup>1</sup> savetnik, Republički zavod za zaštitu spomenika kulture, ul. Radoslava Grujića 11, Beograd, Srbija, [aleksa.s.ciganovic@gmail.com](mailto:aleksa.s.ciganovic@gmail.com), i doktorand Arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

## 1. UVOD

Konstrukcionizam predstavlja pojam koji se u savremenim teorijama saznanja može posmatrati sa nekoliko različitih pozicija ali uvek sa stanovišta unutrašnjeg saznanjog horizonta subjekta<sup>2</sup> koji u konkretnom slučaju, planira odnosno projektuje<sup>3</sup>. Struktura referentnih okvira konstrukcionizma je izuzetno složena i sastoji se od više različitih i relativno razdvojenih epistemoloških stanovišta, od kojih su za pitanja modaliteta mišljenja u planiranju i projektovanju savremene instalacione tehnike u spomeničkoj arhitekturi posebno interesantne tri pozicije – funkcionalistička, racionalistička i relativistička. Prema teorijskim postavkama koje je u našoj naučnoj sredini najranije dao logičar i filozof nauke Svetozar Sindelić [1], funkcionalistička pozicija mišljenja podrazumeva obavezu normativnog dokazivanja formalnih aspekata usklađenosti rada sistema i struktura na osnovu skeptičnog stava kojim se zabranjuje svaka manipulacija objektima pre nego što postojanje svrhe, norme ili standarda u njihovim funkcionalnim relacijama nisu dokazani. Racionalistička pozicija mišljenja predstavlja sinonim za empirijski intervencionizam ili, drugačije rečeno, tradicionalno iskustvene, prirodno zdravorazumske i eksplicitno praktične pokušaje da se reguliše ili upravlja kompleksnim sistemima i otvorenim strukturama. Dakle, racionalizam počiva na pragmatičnoj i realističnoj ideji da ukoliko ne postoji zasnovanost iskustva kao pokazatelja objektivnih činjenica, onda nije moguće utvrditi nikakve objektivne tvrdnje, te njihovo inicijalno opravdanje počiva na striktno funkcionalnoj osnovi. Konačno, kao posledica savremene sveprisutne krize logičkog pozitivizma, relativistički modaliteti mišljenja nastaju iz nesamerljivosti različitih fizikalističkih okvira usled čega utisak uvek prethodi iskustvu - nema preferiranog okvira odnosno izvesnog modaliteta znanja, rezonovanja niti percepcije, svaki referentni okvir u nekom sistemu ima složenu strukturu po različitim nivoima, usled čega se relativno promenljivim činocima iskustvo uređuje

---

<sup>2</sup> Glagol konstruisati (od lat. gl. *construere*) označava akt sastavljanja, građenja ili sačinjavanja (M. Vujaklija, *Leksikon stranih reči i izraza*, 1992). Ovaj pojam ne označava samo subjekta koji sprovodi delo fizikalističkog sazdanja već i subjekta koji izvodi mnemotehničke konstrukte aktom tumačenja (na primer, normativa, situacionih stimulusa, apstraktnih koncepata i sl.) dok se u kognitivno-mnemoničkim i kreativističkim teorijama psihologije upotrebljava kako bi se istakao aktivni doprinos subjekta u procesu intencionalnih, intuitivnih i instinktivnih spoznavanja pojava i/u okruženjima. Ovde se, ni u kom slučaju, ne radi o višeslojnim konstruktivističkim umetničkim i stilskim prosegima koji se zasnivaju na geometrijskoj apstrakciji i asocijativnim konfiguracijama.

<sup>3</sup> Konstrukcionistički postulati u oblasti arhitekture, za sada malobrojni i prepuni izrazitih semantičkih kolebanja, uglavnom su povezani sa dve istraživačke metode (*research by design* i *grounded theory*) i dominantno su usmereni ka kreativnim mišljenjima u istraživački usmerenom dizajnu. Podsticajni radovi: Groat, L., Wang, D. (2013) *Architectural Research Methods*, John Wiley 2nd ed., New Jersey; Robert Mugerauer (1995) *Interpreting Environments: Tradition, Deconstruction, Hermeneutics*, Austin: University of Texas Press; Jacques Derrida (1990) *A Letter to Peter Eisenman*, *Assemblage* 12, 7–13; Norman Denzin and Yvonna Lincoln (2008) *Collecting and Interpreting Qualitative Materials*, Los Angeles: Sage, 32; John W. Creswell and Clark V. L. Plano (2011) *Designing and Conducting Mixed Methods Research*, Los Angeles: Sage; Charles Teddlie and Abbas Tashakkori (2009) *Foundations of Mixed Methods Research: Integrating Quantitative and Qualitative Approaches in the Social and Behavioral Sciences*, Los Angeles: Sage; Linda Finlay (2008) *A Dance Between the Reduction and Reflexivity*, *Journal of Phenomenological Psychology* 39, 1–32; Linda Finlay (2009) *Debating Phenomenological Research Methods*, *Phenomenology & Practice* 3(1), 6–25; Amadeo Giorgi (1994) *A Phenomenological Perspective on Certain Qualitative Research Methods*, *Journal of Phenomenological Psychology* 25(2), 190–220; Martha S. Feldman (1995) *Strategies for Interpreting Qualitative Data*, Thousand Oaks, CA: Sage.

intuitivno a delovanje tog iskustva je uglavnom nesvesno i izvan kritičke svesti subjekta saznanja i kreacije.[2]

Pored sistemoloških, u raznovrsnim angažmanima na spomeničkoj arhitekturi i bihevioralna stanovišta pripadaju kontekstu konstrukcionističke percepcije. Suočavanje tradicionalnog konteksta sa savremenim tehničkim rešenjima u projektantskom radu na spomeničkoj arhitekturi, otkriva konstrukcionističko mišljenje kao izjednačavanje dizajnerskog i istraživačkog postupka u perceptivnom sagledavanju kreativnih veza i logičkih zakonitosti koje dovodi do inženjerskog ciljno-orijentisanog inovativnog rešenja u određenoj situacionoj praksi. Jedan od fundamentalnih izazova u odnosu prema spomeničkoj arhitekturi je da se ona gotovo nikada ne percipira kao mezofilna (gr. *mesos* - srednje, centralno; *φιλία* - sklonost, voljenje) već se kreće između perceptivnih polova starog koje se po pravilu, smatra kvalitetnijim, zahtevnijim i zadivljujućim, i novog koje se smatra podrazumevanim, temporalno očekivanim i egzistencijalno normalizujućim, ali i kvalitativno redukovanim. U tom smislu, staro se vidi u duhu utemeljene empirije, iskustva i sigurne tradicije, dok je tehnički novum uvek moguća žrtva rizika ubrzanja promena na specifičnom tržištu. Engleski arhitekta-konzervator Julijan Holder (Julian Holder) opisuje neodređenost odnosno nestalnost karaktera projektantskih sinteza staro-novo kao posledicu različite privlačnosti, osećaja moralnosti i poštenosti pred istorijskom starinom koje mogu biti od koristi, ali koje često ostavljaju i trag subjektivnosti usled čijeg nedostatka strogosti i patetičnih zabluda, kako kaže Holder u raskinovskom smislu, bojažljivo nastaju savremena adaptirana rešenja nepotpunih tehničkih performansi. [3]

Danski arhitekta i urbanista Sten Eiler Rasmussen (Steen Eiler Rasmussen) priznaje karakteristiku odnosa prema spomeničkoj arhitekturi, u smislu da laička većina savremene radove na arhitektonskoj starini prosuđuje celim svojim voljnim i egzistencijalnim iskustvom, dok arhitekti i drugi inženjeri procenjuju problemske kategorije na osnovu jednog ili tek retko nekoliko faktora koji ih konkretno interesuju. Za njega, lični izbor i uspostavljanje hijerarhije prioriteta bez obzira na objektivizaciju tehničkih činjenica ili uspostavljanje povratnih veza između faza i nivoa, predstavlja određeno projektovanje karaktera projektantove ličnosti. U klasičnom projektantskom postupku pitanje pravilnog i pogrešnog je izuzetno lično pitanje, smatra Rasmussen. Nije neuobičajeno da tokom planskog ili tehničkog projektovanja, projektant usmerava napor u istraživanje varijanti kojima se dokazuje da su personalna, specifično njegova rešenja bolja od drugih, oponentnih predloga i inicijativa. [4] Nasuprot ovome, važan aspekt metodoloških proliferacija koje oblikuju tehnička suočenja sa *temporalnom stranošću* arhitektonske starine, predstavlja profesionalna (stručna) koncenzualnost. U studiji posvećenoj inventivnom razmišljanju sa stanovišta ontološke celovitosti profesionalnog delovanja, Orlof (Michael A. Orloff) definiše koncept metodoloških saglasnosti i utvrđuje da je unutar inženjerskog koncenzusa nužno razlikovati dva oblika njegove predodređenosti: neupitno polje osnovnog koncenzusa (Grundkodeks) koje obezbeđuje *nezavisni pogled na sebe* koji se oslanja na norme i standarde, i šire, pluralizovano polje proceduralnog koncenzusa koje nameće *međuzavisan pogled na sebe* oslonjen na *kultove autoriteta* odnosno kompeticiju ključnih profesionalnih aktera. Prema Orlofu, profesionalna koncenzualnost uvek teži konstruisanju jedinstvene i što ravnomernije metodološke taksonomije i *pragmatičke ideologije* u okviru profesionalne zajednice kako bi se postigli što ujednačeniji vrednosni

kriterijumi pristupa, sa tendencijom maksimalnog smanjenja energetske troškova informacione i autoritetske razmene među njenim članovima.

## 2. KONSTRUKCIONISTIČKI MODALITETI

### 2.1. FUNKCIONALISTIČKI KONSTRUKCIONIZAM

Prema teoretičaru organizacione metodologije i inovativnog razvoja Biljani Stošić, inovativni konstrukti u tehničkom rešenju mogu biti po svojim funkcionalnim modalitetima (1) *inkrementalne inovacije* - koje podrazumevaju unapređenje postojećeg funkcionalnog rešenja, (2) *radikalne inovacije* - koje podrazumevaju kvalitativno potpuno novi i visoki stepen *tehničkog novuma* ali tako da plan, projekat ili proizvod ipak sadrži funkcionalne komponente autentičnih rešenja u skladu sa doslovnim smislom pojma *koren* (lat. *radix, radici f.* - koren), i (3) *strateške inovacije* - koje predstavljaju holistički pristup usmeren ka stvaranju značajne i obuhvatnije razlike po vrednosti i svojstvu od već poznatog inkrementalnog ili radikalnog rešenja.[6] Razlog za izrazitu zastupljenost inkrementalnih optimizacija u odnosu na radikalne optimizacije leži u tome što radikalna inovacija uvek uključuje veći rizik u smislu testiranog i proverenog funkcionalnog rešenja, kao i ekonomskih ušteda. Teoretičari inženjerskog dizajna Pal, Bajc, Feldhusen i Grout (Gerhard Pahl, Wolfgang Beitz, Joerg Feldhusen, Karl-Heinrich Grote) razlikuju konstrukte koji referišu na funkcionalne modalitete u odnosu na (1) *novi rešenje* - kod koga se novom kombinacijom funkcionalnih principa rešava o budućem stanju, (2) *modifikovano (adaptirano) rešenje* - kod koga princip rašavanja ostaje isti ali se materijalne i geometrijsko-prostorne karakteristike prilagođavaju zadatim funkcionalnim ograničenjima i (3) *varijantno rešenje* - kod koga se fizikalistički i dimenzionalno-materijalni varijeteti kombinuju u potpuno novi funkcionalni poredak.[11] Pored toga, poznata je i Ulmanova (David G. Ullman) klasifikacija funkcionalnih konstrukata konceptualnog dizajna čije ishodište u projektnim morfologijama predstavlja *originalno rešenje, parametarsko rešenje, konstrukcija konfiguracije i konstrukcija selekcije*. Ulmanova teoretizacija konstrukcionističkog tehničkog mišljenja se proširuje na tipične projektno-planske konstrukcionističke mehanizme mišljenja, dovodeći kreativnost u vezu sa četiri kategorije – *projektantom, procesom, posledicom i okolinom* a kreativni proces kroz tranziciju četiri kognitivne faze – *pripreme, inkubacije, iluminacije i funkcionalne verifikacije*. [8]

Hubka i Eder (Vladimir Hubka, Wolfgang Ernst Eder) klasifikuju planski i projektni konstrukcionizam kroz shvatanje funkcionalnih veza elemenata, čiji karakter mogu biti *originalne, rekonstruisane, adaptirane i reciklirane veze*, pri čemu je konstrukt originalnog funkcionalnog sistema najređi i ima najviši nivo *tehničkog novuma*. I Orlof konstatuje da je većina novih razvojnih i proizvođačkih rešenja u potpunosti ponovo iskorišćena ili je blago modifikovanih funkcija.<sup>4</sup> Funkcionalizam je za Sajmonsa (Howard Allan Simons) osnovna

---

<sup>4</sup> Ranije studije su pokazale da projektanti provode i do 30% radnog vremena u traženju informacija i transformativnim manipulacijama poznatih tehničkih rešenja prihvaćenih autoriteta. Smit i Dafi (Joanne S. Smith, Alex H. B. Duffy) navode mnoge studije koje ističu pristup planiranju i projektovanju kroz princip rekonstrukcije a ne razvoj novih tehničkih konstrukata. Prema drugim procenama, 90% planskih i projektnih



priroda instalacione tehnike i tehnologije koje su planski konstruisane fizičke strukture, realizovane po principu sistemološke celovitosti.[10] U perspektivi savremenih adaptacija spomeničke arhitekture instalacionom infrastrukturom, jaka teza o funkcionalističkom konstrukcionizmu se zasniva na stanovištu po kome funkcija ima karakter strukturalne komponente u sistemu arhitektonske autentičnosti kao oponentne vrednosti, dok je funkcija rezultat teleološkog znanja koje opisuje svrhu odnosno cilj određenog sistema kao i relevantne uslove koji su potrebni da bi takav sistem ispunio takvu svrhu odnosno cilj. Jakoj tezi o funkcionalnom konstrukcionizmu u čijem se temelju nalazi svrha odnosno cilj sistema, pripada i stanovište po kome se funkcija definiše kao transformacija vrednosti od ulaza do izlaza iz određenog sistema.[11]

## 2.2. RACIONALISTIČKI KONSTRUKCIONIZAM

Racionalistička pozicija u kontekstu planiranja i projektovanja savremenih instalacija i objekata u spomeničkoj arhitekturi, počiva na kompleksnom i dvoznačnom misaonom zaleđu, jer bi antinomija između reči *tradicija* i *savremenost* trebalo navodno da naglašava napetost između dva stava – *ovako se oduvek radilo* i *ovako se sada više ne radi*. S druge strane, antinomija pojmova *tradicija* i *racionalizam*, koja bi mogla biti i preduslov prethodne antinomije prema kulturologu Aleksanderu (James Alexander), snažnije bi se odnosila na filozofiju pristupa nego na političke i ekonomske instrukcije kao rodna mesto pragmatičnog racionalizma. [12] Ova potonja antinomija predstavlja razliku između tvrdnje *razlog postupka je tradicija* i *razlog postupka je nešto drugo osim tradicije* (zato što je korisnije ili zato što je ispravnije). Na prvi pogled bi se učinilo da *racionalizam* nije ništa drugo do prekid kontinuiteta tradicije, ali bi takav stav vodio grešci da pragmatika podstiče odstupanje od tradicije. Kako je Fajerabend (Paul Feyerabend) konstatovao u svom seminalnom delu *Protiv metoda* (1975/1987), *racionalnost nije arbitarna tradicije već je upravo sama tradicija ili aspekt kontinuiteta tradicije*. Savremeni engleski filozof Oukšot (Michael Oakeshott) takođe tvrdi, budući da ne postoji drugačiji izvor znanja osim tradicije, da ne postoji ni jedan drugi, spoljni kriterijum po kojem se pitanjima i predmetima tradicije uopšte može presuđivati. U kontekstu Poperovog shvatanja da racionalizam nije suprotnost tradiciji već sam po sebi konstituiše smisao *racionalističke tradicije* koja uključuje i praksu sebi imanentne autentičnosti, tada je, prema Poperu, neophodno razlikovati dve vrste tradicionalne autentičnosti - *bezuslovnu*, intaktnu i nekritičku koja je prvog reda u kojoj ne postoje mesta anomalije po vrednostima i svojstvima, i *uslovnu*, promenjivu koja je drugog reda i podložna formama kritičkih tumačenja shodno odnosima, predmetu ili strukturi činilaca tradicije. [7]

Inicijalno mesto racionalističkog konstrukcionizma u planskom i projektnom modalitetima mišljenja se prepoznaje u dominantno zdravorazumskom, iskustvenom i empirijskom postupku ili po pragmatičnom i instrumentalnom praćenju zadatih određenosti i kategorija (*input-output* podaci, projektni zadatak, normativne kategorije, kategorije normi i standarda, ekonometrijske kategorije i slično). U kontekstu tako uspostavljenog racionalističkog stanovišta, Orlof sistematizuje modalitete racionalizovanog mišljenja koji se konstituišu iz *internih informacija* - unutar profesionalne organizacije, uključujući izveštaje o ispitivanjima i razvojnim rezultatima, kataloge, priručnike, uputstva i slično, dok

---

konstrukata u industriji se zasniva na varijantnim rešenjima dok se 70% informacija koristi iz prethodnih rešenja, što navodi na zaključak da je većina optimizacija modifikovani konstrukt.

modalitete mišljenja nastale iz *eksternih informacija* obuhvataju bibliotečki i arhivski izvori, časopisna publicistika, izložbe, konferencije ali i informacije koje dolaze iz kolegijalnog i saradničkog područja kao i područja normativnih akata na osnovu kojih se preduzimaju radovi. Koncepti ciljeva, funkcija, performansi i struktura omogućavaju racionalno definisanje i shvatanje procesa planiranja i projektovanja. Struktura se racionalno definiše projektnim zadatkom i projektovanim materijalom, njegovim rasporedom odnosno geometrijsko-topološkim osobinama koje obuhvataju veličine elemenata, njihove rasporede i načine povezivanja. Odnos između fiziko-tehničke i socio-kulturne okoline se odvija na osnovu racionalnog tumačenja funkcijâ koje ispunjavaju ciljeve i kao takve predstavljaju realizaciju koristi projektovane instalacione tehnike, dok proces tumačenja zahtevanih ciljeva kao planiranih funkcija i performansi predstavlja proces formulacije problema. Racionalne procedure se zasnivaju na konceptualnom pozicioniranju performanse instalacija i objekata između svrhe i strukture i obuhvataju proces (1) *analize* kao procesa neposrednog, zdravorazumskog i direktnog tumačenja strukture radi određivanja performansi i funkcija instalacija i objekata i (2) *sinteze* kao najčešće indirektnog, sistemološkog procesa transformacije performansi u strukturu planirane i projektovane instalacione tehnike i objekata.

### 2.3. RELATIVISTIČKI KONSTRUKCIONIZAM

Zajednički imenilac konstrukcionizma u tehničkom pristupu spomeničkoj arhitekturi predstavljaju unutrašnje predstave dizajnerske ideacije koje potpomažu razmišljanje o strukturi instalacija kao delu šireg arhitektonskog sklopa odnosno sistema. Intuitivnost i kreativnost predstavljaju integralne elemente arhitektonskog konstrukcionizma čime postaju i osnovni elementi tehničko-tehnološke inovacije sa učinkom *tehničkog novuma*. Hansen i Andreasen primećuju da ideja kao proizvod konstrukcionističkog modaliteta mišljenja u odnosu na egzistirajući objekat, ima dva aspekta - kao (1) *ideja u objektu* i kao (2) *ideja sa objektom*. Prvi aspekt ideje pripada tehničkom svetu planiranja i projektovanja i odnosi se na realizacije u sistemu proizvoda i usluga na inovativan način njihovog struktuiranja, dok se pod drugim aspektom ideje podrazumeva *tehnički novum* koji pripada svetu društvenih potreba odnosno sociokulturnoj upotrebi objekta i usluga. Holandski istraživač i metodolog industrijskog dizajna Ekels (Johannes Eekels) primećuje da je konstrukcionistički proces spajanja tradicionalnog i inovativnog određen nalaženjem ideje odnosno procesom ideacije, koji je sastavni deo procesa tehnološke inovacije odnosno razvojne proizvodnje nezavisno o kome se stepenu novosti radi. Eekels razlikuje dve faze u procesu ideacije, koju čine (1) faza selekcije i generisanja polja u kojima se traže ideje i (2) faza selekcije i generisanja ideja po odabranim poljima, pri čemu norme i standardi predstavljaju tehničke ideacije i postaju relevantne u inovacionom procesu. Za Andreasa (Morgens M. Andreasen) i saradnike, kreativnost je forma modelovanja kao relativno određenog heurističkog procesa kreiranja i manipulacije modelima koji podrazumeva i proces generisanja i realizacije modela.[9]

Filip Keš sa saradnicima (Ben J. Hicks, S.J. Culley, Philip Cash i Timothy D. Adlam) konstatuju da pored aspekta transformacije informacija u inženjerskom modalitetu konstrukcionističkog mišljenja postoji i kreativni aspekt njegove transpozicije i agregacije, preuzimajući od Blesingove (Lucienne Blessing) podelu na dva tipa kreativnih aktivnosti - *adaptivnu* i *inventivnu kreativnost*. [13] Adaptivna kreativnost uključuje reparatorne tehnike

kroz adaptacije, rekonstrukcije i proširenje postojećeg znanja novoj situaciji dok je inventivna aktivnost čisto originalna. Konstrukcionizam ne počiva samo na evaluaciji i donošenju odluka u planiranju i projektovanju na osnovu informacija i znanja već je u tom procesu značajan i udeo kreativnosti, pri čemu je bitno napomenuti da većina rešenja pretpostavlja adaptirane (modifikovane) i varijantne konfiguracije odnosno da su konstrukcionistički modaliteti mišljenja oslonjeni na informacije i znanje a tek potom na kreativnost. Ulrich (Karl T. Ulrich) razlikuje četiri kategorije konstrukcionističkih modaliteta odnosno kreativnih konstrukata. Prva kategorija konstrukata ima karakter nove kombinacije koja je rezultat izdvajanja samostalnih strukturnih karakteristika iz svakog poznatog tehničkog rešenja i njihovo kombinovanje na novi funkcionalni način. Druga kategorija konstrukata ima karakter funkcionalne optimizacije oblika odnosno geometrijskih atributa. Treća kategorija konstrukata podrazumeva primenu fizičkog prirodnog atributa odnosno topološko-geometrijskih rasporeda koji predstavlja osobinu materijala, dimenzije i položaja, dok četvrta kategorija konstrukata ima karakter formalnog agregativnog jedinstva koje nastaje iz spajanja više konstruktivističkih karakteristika u jedan karakterističan kreativni konstruktivistički element. [14]

### 3. ZAKLJUČAK

Konstrukcionizam nije jednoznačan pojam i nije utvrđen stabilnim značenjima a jedan od njegovih najvažnijih segmenata je kontekstualno kretanje od objektnog opservacionizma do kreativnog induktivizma. Planiranje i projektovanje instalacione tehnike, pre svega u kontekstu spomeničke arhitekture, predstavlja modalitete dizajna i istraživanja koji se, po pravilu, događaju u nizu epistemoloških pretpostavki. Dizajn se može sprovesti u okviru postpozitivističkog razumevanja znanja koje tek pretpostavlja i odražava *naučnu metodu*, dok se istraživanja mogu sprovesti u okviru (ne)naučnih epistemologija, uključujući one koje se često nazivaju konstrukcionističkim perspektivama (subjektivističkim horizontima projektanta). Epistemološki pristupi spomeničkoj arhitekturi u polju projektovanja instalacione tehnike ukazuju na to da modaliteti mišljenja u planskim i projektnim integracijama tradicionalnog i inovativnog nužno podrazumevaju konstrukcionistički odnos između svojstava i vrednosti objekta starine na kome se preduzimaju savremeni radovi i nove instalacije kao odnosa dva systemska stanovišta. U svetlu toga, planiranje i projektovanje instalacija nikada ne predstavlja pitanje konvencionalizma. U arhitekturi, gotovo svi referentni modaliteti mišljenja o planiranju i projektovanju savremenih instalacija, koji se mogu sistematizovati u tri glavna stanovišta, pa i oni koji se *a priori* odnose na primenu normativa i standarda prilikom ugradnje instalacione tehnike, imaju zajedničku karakteristiku samoreferentnih konstrukata. Konstrukcionistička samoreferentnost koja se u neodređenom broju slučajeva odnosi na rad u spomeničkom okruženju, predstavlja određeni činjenični stav projektanta koji ne pripada nužno i uvek objektivnom, standardnom i normiranom nego se može sam objektivizovati unutar korpusa znanja kroz kreativne improvizacije i samo u tom smislu opstojava kao objektivan. Stoga, planiranje i projektovanje instalacione tehnike i novih objekata u/na spomeničkoj arhitekturi sadrži opasnost da se primenom individualnih konstrukata objektivizuju subjektivne predstave i prakse odnosno da se ubeđenja i kreativni elementi subjekta projektovanja vremenom konsturišu kao *objektivni postupak* koja se tada tumači

kao prirodni i objektivni poredak prakse. Pitanje dubljeg razumevanja načina na koji se kreira konstrukcionistački odnos tradicionalnog i inovativnog u radu na spomeničkoj arhitekturi, predstavlja teorijsko-metodološku opciju kojom se iz polja inženjerske teorije saznanja mogu jasnijim reduktivnim principom objasniti agregacije spoljašnjih, novostečenih determinanti spomeničke autentičnosti u odnosu na one unutrašnje i dublje, originalne determinante vrednosti i svojstva spomeničke arhitekture.

## LITERATURA

- [1] Синђелић, С. (2005). Релативност научне рационалности, Институт за филозофију Филозофског факултета у Београду, 10-20
- [2] Sinđelić, S. (2009). Od tradicionalne do savremene filozofije nauke. *Theoria*, Vol. 52, No. 2, 32-33. 10.2298/THEO0902005S
- [3] Julian Holder (2001). The Concept of Character in Old Buildings, *Building Conservation Directory*
- [4] Rasmussen, S. E. (1964). *Experiencing Architecture*, Cambridge: MIT Press, 9-10
- [5] Stošić, B. (2013). Menadžment inovacija. *Inovacioni projekti, modeli i metodi*, Beograd: Fakultet organizacionih nauka
- [6] Ahmed, S., Wallace, K. M., Blessing, L.T.M (2003). Understanding the differences between how novice and experienced designers approach design tasks, *Research in Engineering Design* 14, 1-11, DOI 10.1007/s00163-002-0023-z
- [7] Popper, K. (1948/1969). Towards a Rational Theory of Tradition, in Karl Popper, *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*, 3rd ed., London: Routledge and Kegan Paul, 120-135
- [8] Ullman, D. G. (2015). *Mechanical Design Process*, 4thEdn., Higher Education, 48
- [9] Andraesen M. M., Howard T. J., Bruun H.P.L. (2014) Domain Theory, Its Models and Concepts, in: Chakrabarti A., Blessing, L. (eds.) *An Anthology of Theories and Models of Design*, London: Springer, 175-190
- [10] Simon, H. A. (1996). *The Sciences of The Artificial*, 3rd ed., The Mit Press, Cambridge MA,
- [11] Pahl, G., Beitz W., Feldhusen, J., Grote K.H., (2007) *Konstruktionslehre*, Springer, Berlin, 19, 21-25
- [12] Alexander, J. (2016) *A Systematic Theory of Tradition*, *Journal of The Philosophy of History* No. 10 Brill, Boston etc., 6-7
- [13] Cash, P. & Hicks, B. & Culley, S.J. & Adlam, T. (2015) A foundational observation method for studying design situations, *Journal of Engineering Design*. 26, 1-33
- [14] Ulrich, K.T. (1988) *Computation and Pre-Parametric Design*, Technical Report 1043, MIT Artificial Intelligence Laboratory, 7

*Aleksandar Radevski<sup>1</sup>, Dimitar Krsteski<sup>2</sup>*

## **ALTERNATIVNI MODELI SAVREMENIH RURBANIH SREDINA PUTEM TRANSFORMACIJE POLJOPRIVREDNIH DVORIŠTA**

### **Rezime**

Ovo istraživanje predstavlja pokušaj da se prikaže teoretski i praktični pristup realizacije nastavnog plana u Studiju VIII/3 na Arhitektonskom fakultetu u Skoplju. Semestralna tema: Nove tipologije poljoprivrednih dvorišta u ruralnim sredinama, imala je u cilju da pruži odgovore na savremene probleme kao što su povećana potražnja vikend kuća i sve češću migraciju iz grada u selo zbog restriktivnih mera vezanih za pandemiju COVID-19. Novi trendovi u urbanim sredinama za uvođenje urbane agrikulture su paradigma koja u okolini Skoplja daje mogućnost da ruralne sredine pretrpe transformaciju poljoprivrednih dvorišta u alternativne modele rurbanih sredina.

### **Ključne reči**

Poljoprivredna dvorišta, alternativni modeli, rurbana sredina, rurbanizacija

## **ALTERNATIVE MODELS OF MODERN RURBAN ENVIRONMENTS THROUGH TRANSFORMATION OF THE AGRICULTURAL YARDS**

### **Summary**

This research is an attempt to present the theoretical and practical approach of the curriculum's realization in Studio VIII/3 of the Faculty of Architecture in Skopje. The semester topic: New typologies of agricultural yards in rural areas, aimed at providing answers to modern problems such as the growing demand for weekend houses and the increasing migration from town to village due to the restrictive measures related to the COVID-19 pandemic. The new trends in urban areas for introduction of urban agriculture is a paradigm which in the surrounding area of Skopje provides an opportunity for the rural areas to undergo a transformation of the agricultural yards into alternative models of rurban environments.

### **Key words**

Agricultural yards, alternative models, rurban environments, rurbanization

---

<sup>1</sup> prof. dr, Univerzitet „Sv. Kiril i Metodij“, Arhitektonski fakultet, Skoplje, [radevski.aleksandar@arh.ukim.edu.mk](mailto:radevski.aleksandar@arh.ukim.edu.mk)

<sup>2</sup> mr, Univerzitet „Sv. Kiril i Metodij“, Arhitektonski fakultet, Skoplje, [krsteski.dimitar@arh.ukim.edu.mk](mailto:krsteski.dimitar@arh.ukim.edu.mk)

## **1. INTRODUCTION**

New paradigm  
Urban landscape or  
Urban agriculture?

In the world of urbanism, architecture and landscape, a new paradigm is a new way of doing things that has a huge effect on living spaces. New paradigm draws its roots from the idea of a paradigm shift in science, in which technology or new findings completely change the way people think about or interact with something. In the design disciplines, the idea is the same; a whole new way of looking at living spaces and their changing. [3]

The culture of the architectural projects for the cities and the landscape can not be insensitive to these problems and it is necessary to upgrade it through the educational process.

## **2. STUDIO VIII/3**

In the study program of the integrated five – year studies of the first and second cycle in architecture at the Faculty of Architecture in Skopje, the studio is the basic core where the knowledge and skills in the field of architecture and architectural design are integrated. From I-IX semester, all architectural studios are one-semester and the students have the right to choose between several offered topics and areas.

The teaching in the Studio VIII/3 deals with the topic of agricultural buildings and the main goal is to establish continuity of knowledge and develop the design process by getting acquainted with the problems of animal breeding facilities through urban, architectural and program research from which it should, later emerge graphic presentation with a detailed conceptual architectural project.

In the process of making the architectural project, all relevant factors are analyzed: location, program contents, equipment, internal and external communications. During the design process, students should apply the established principles of shaping the space by using characteristic constructive structures that are specific to this typology of buildings. The rural environment with its specific program-spatial and social situation can also be a task where the analysis is based on the rural context.

## **3. SEMESTER THEME**

The COVID-19 pandemic that started in Macedonia at the end of February 2020 and the restrictive measures taken by our government in terms of several days of quarantine, contributed to the need for people in cities to find a way to be free even in conditions of complete confinement. Some of the people who had preconditions, own their property, sought freedom and escape from confinement in rural areas and tourist settlements. But the reality is that many people do not have their own property outside the cities and this has resulted in increased demand for houses in villages and tourist settlements.

Rurban life - as the twenty-first century approached, the information era transformed the traditional concepts of ownership and dwelling. Information workers no longer need to live in the cities to live an urban life. The entire territory is now inhabitable. For this very reason it deserves a project. Its cities. Its agriculture. Its regional parks (now green spaces in the landscape-city). [2]

With all this in mind, we decided to give the students in Studio VIII/3 in the academic year 2020/21, a semester topic: New typologies of agricultural yards in rural areas; which aimed to offer inventive conceptual solutions to this new reality.

#### **4. PROCESS OF MAKING ARCHITECTURAL PROJECTS**

The methodology for the preparation of architectural projects is conceived to take place in several interrelated phases:

1. Research of reference examples
2. Site analysis
3. Program contents and functional zoning
4. Formal and spatial articulation
5. Materialization and contextualization

The students were organized in teams of two. It is important that they themselves chose the project task and thus put themselves in the role of investors, so that they can see the situation from another perspective.

##### **4.1 RESEARCH OF REFERENCE EXAMPLES**

As a first step of introducing the students to the topic of the studio is their own research on examples of agricultural yards in rural areas, which to a greater or lesser extent address the given issues.

Such research aims to open new perspectives on the area they are faced with for the first time and to create an initial idea of the final outcome of their project, which they are expected to achieve.

Since each team of students publicly presents their research, the other teams practically receive additional information on the topic and can further use it in their project.

##### **4.2 ANALYSIS OF THE LOCATION**

The students were given a location placed in the surroundings of Skopje. The corresponding location was chosen because it is at the same time close to the city and is in close proximity to the rural area.

The site location covers an area of 15 hectares and on one side touches the river of Vardar. The students according to the number of teams they formed, had a task to propose a parcels for agricultural yards that will be similar in size and that will be in relation to the

river. From the offered concepts, all the positive sides were singled out and a common urban plan with 15 agricultural yards was developed (as many as groups were formed).

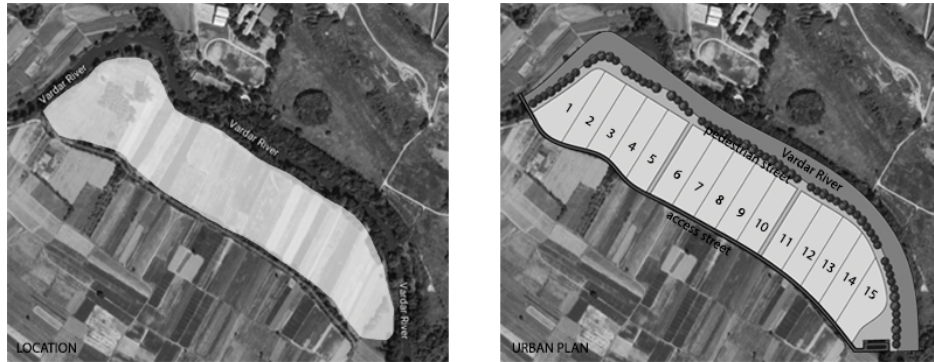


Figure 1. Site location and Urban plan

On the common urban plan, each team according to the selected project task received its own plot (agricultural yard), on which it continued to develop its project. The newly designed agricultural yards by the students should be an alternative model of modern urban environment in the surroundings of Skopje.

### 4.3 PROGRAM CONTENTS AND FUNCTIONAL ZONING

The students by their own choice defined the program contents for their agricultural yard. It is characteristic that there were different agricultural programs, among which the most common were those for breeding horses, but other barns were also present, such as raising cows, sheep, goats and chickens. There were also two teams that did not decide to raise animals. One of them decided on a winery, and the other on horticultural crops.

Examples of ecologically useful animals in a city: horses, ponies, donkeys-for local transportation and sport. Pigs – to recycle garbage and for meat. Ducks and chickens – as a source of eggs and meat. Cows – for meat. Goats – milk. Bees – honey and pollination of fruit trees. Birds – to maintain insect balance. [1]

All agricultural yards had to contain the following functional parts: residential, economic and garden part. Each team, according to the program content and the location of their plot in relation to the entire urban plan, had the task to make the most appropriate functional zoning within the agricultural yard. Particular attention was paid to the barn facilities to be correctly placed in line with the sides of the world and the dominant winds.



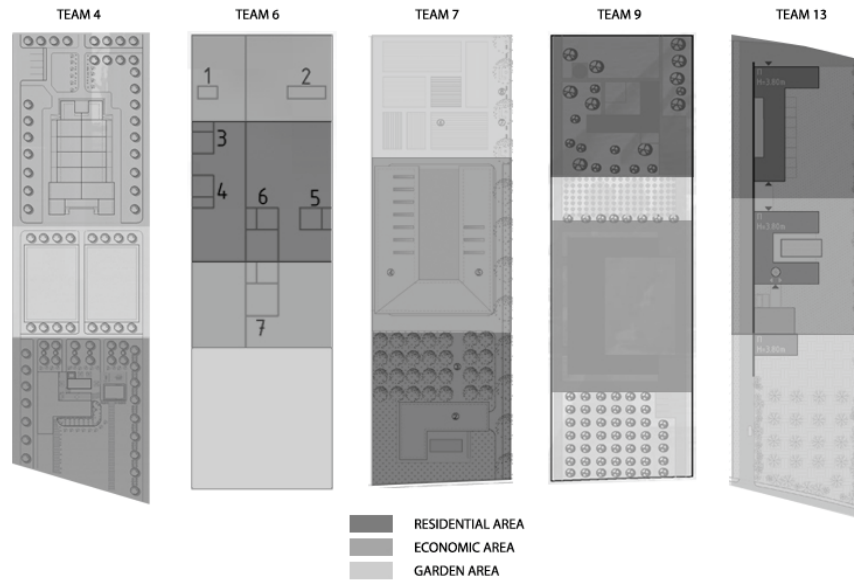


Figure 2. Different types of functional zoning

#### 4.4 FORMAL AND SPATIAL ARTICULATION

In terms of form, each team developed a different formal concept for its agricultural program. It can be said that the compact line structures were dominant, but objects in L and П shape were also present.

A specific concept that arises from nature, ie the form developed with the use of the Voronoi diagram was used as an idea in the commercial garden with horticultural crops.

All the formal concepts of the agricultural program tended to be related to the residential part of the yard, so that they could form a complete spatial whole. In the end, it can be said that every agricultural yard is a fully formed formal-spatial complex, which interacts with the urban space and the landscape.

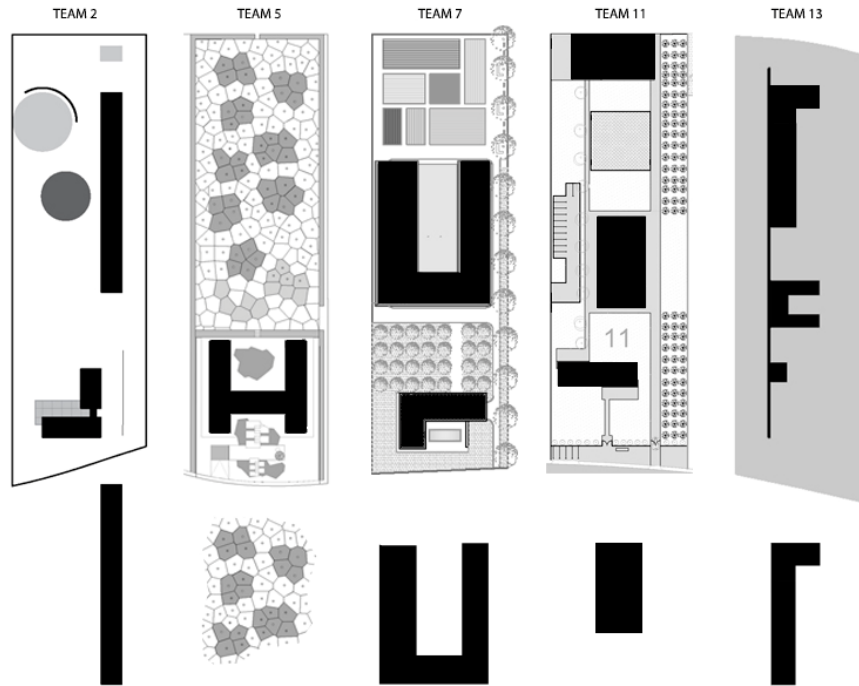


Figure 3. Different types of concepts for -agricultural program

#### 4.5 MATERIALIZATION AND CONTEXTUALIZATION

Each team in their projects elaborates in detail the barn facilities through the plan, section and elevation of a segment of the facade. This makes students aware of the materials they use and how they can achieve the desired effects.

In reference to the use of building materials, the students focus on the use of local natural materials in order for their choice to contribute to sustainable development. Hence, the use of wood in the shaping of facades was noticeable, which further emphasized the natural context of the space.

#### 5. EXAMPLES OF ALTERNATIVE MODELS OF MODERN RURBAN ENVIRONMENTS

As a final result of all student projects at the end of the semester in Studio VIII/3 is the joint urban plan that shows the possible rurbanization with which a certain group of agricultural yards get a new urban look in the form of a suburban or weekend settlement that would encourage development of the surrounding rural areas.

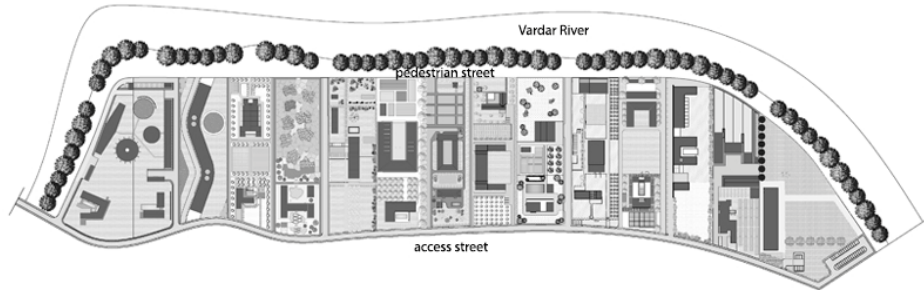


Figure 4. Urban plan – alternative models of modern rural environments

The new alternative models of rural environments, ie the modern agricultural yards, contain various program contents that can be easily upgraded and supplemented with the existing rural areas.



Figure 5. 3D architectural visualization

## 6. CONCLUSION

The projects are devices that interpret and represent a precise place. They are narrative structures that tell about contexts by crystalizing them in fascinatingly characteristic shapes that fix them into a shape of existing spacial values and relationships. What remains is to investigate, to dig, and to add value. The project can only reveal shapes that are already present in the landscape, shapes that often already contain a sense of change. [3]

Finally, through the different phases in the design process, the students were pointed out the new approaches in the process of urban-rural transformation through the example of agricultural yards. Understanding the significance of creating new concepts and alternative models of modern rurban environments is of paramount importance to students. They, as future architects, should be aware of the complexity of the problems of cities, agriculture and landscape and with great sensitivity and sensibility should at all times offer adequate solutions in the direction of sustainable development.

## BIBLIOGRAPHY

- [1] Alexander, K. (1977). *A Pattern Language*. Oxford university press – New York.
- [2] Gausa, M., Gualart, V., Müller, W., Soriano, F., Porras, F., Morales, J. (2003). *The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture*. Actar – Barcelona.
- [3] Ricci, M. (2012). *New Paradigms*. LISt Lab – Trento.

## NOTE

The following students participated in Studio VIII/3:  
team 1 – Sara Gjorgjioska and Andrijana Volceska  
team 2 – Marija Krzalovska and Ivana Miteska  
team 3 – Mimoza Gastevska and Ruzica Stankovic  
team 4 – Mile Mitev and Rebeka Velkova  
team 5 – Robertina Atanasoska and Konstantina Badzakova  
team 6 – Ivana Mileva and Marijana Todevska  
team 7 – Eva Koteska and Viktorija Mojsovska  
team 8 – Maja Krstic and Ilina Trajceva  
team 9 – Elena Gavrilovska and Tamara Gencovska  
team 10 – Ana Kostova and Melanija Dimoska  
team 11 – Sara Stefanovska and Sara Kitanovska  
team 12 – Mjelma Mehmedi and Alije Bakiu  
team 13 – Katerina Malinova and Sandra Nikolovska  
team 14 – Rebeka Bozinovska and Liljana Atanasova  
team 15 – Ivana Kajretic and Stefanija Boskova

*Aleksandra Čabarkapa<sup>1</sup>, Lidija Đokić<sup>2</sup>*

## **OSVETLJENJE PARKA PO MERI ČOVEKA**

### **Rezime**

Parkovi predstavljaju gradske zelene oaze namenjene pre svega čoveku. Iz tog razloga je neophodno učiniti ih pristupačnim i poželjnim za ljude i u noćnim satima. Pored tehničkih karakteristika koje osvetljenjem treba postići, postoje subjektivne karakteristike o kojima je važno voditi računa, kako bi doživljaj parka u noćnim uslovima bio poželjan.

### **Ključne reči:**

osvetljenje parka, subjektivni doživljaj osvetljenja

## **PARK LIGHTING DESIGNED FOR HUMAN NEEDS**

### **Summary**

A park represents a city's green oasis intended primarily for humans. For that reason, it is necessary to make it accessible and desirable for people at night. In addition to the technical characteristics which should be achieved by lighting, there are subjective criteria that are important to take into account, so that the experience of the park at night would be pleasant.

### **Key words:**

park lighting, subjective criteria, experience of lighting

## **1. UVOD**

Parkovi predstavljaju otvorene gradske prostore, a važan su deo ne samo urbano-morfološkog, već i socijalnog mozaika grada. S obzirom na to da se u njima odvija veći broj različitih aktivnosti, a uz to je i veliki broj različitih aktera u prostoru, park je neophodno sagledati kao multifunkcionalan prostor. [1]

---

<sup>1</sup> dr, asistent, Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/3, [aleks@arh.bg.ac.rs](mailto:aleks@arh.bg.ac.rs)

<sup>2</sup> dr, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet Bulevar kralja Aleksandra 73/3, [lidija@arh.bg.ac.rs](mailto:lidija@arh.bg.ac.rs)

Kako navodi Bazik, treba biti oprezan sa intervencijama u životnom okruženju ljudi, jer svaka promena ima za posledicu promenu broja i sastava korisnika, kao i njihovih aktivnosti i utisaka. [2]

Poznato je da vizuelni kontakt i boravak u prostoru ispunjenom zelenilom pozitivno utiče na raspoloženje. [3] Iz tog razloga je potrebno osvetliti parkove, kako bi mogli da se koriste i u noćnim satima. Pri tome treba voditi računa o tome da se boje prirodnih elemenata parka adekvatno prikažu, što direktno zavisi od izbora izvora svetlosti – boje svetlosti i reprodukcije boja.

Postoji niz preporuka koje definišu šta osvetljenjem treba da se obezbedi, ali mnoge od njih uzimaju u obzir samo tehničke karakteristike, a zanemaruju ono što je glavna uloga osvetljenja u parku, a to je formiranje prijatne atmosfere, kreiranje pozitivnih emocija i interakcije među korisnicima prostora, odnosno doživljaj ambijenta, koji zavisi od percepcije ljudi. Firma Philips u svom priručniku [4] navodi da postoje studije koje se bave velikim brojem različitih subjektivnih karakteristika osvetljenja, ali da njihovo uzimanje u obzir stvara problem prilikom subjektivne ocene kvaliteta osvetljenja inteligentnih sistema kontrole. Razmatrajući to, postavlja se pitanje da li se parkovi osvetljavaju da bi se primenile nove tehnologije i da li su inteligentni sistemi kontrole osvetljenja važniji od parka po meri čoveka?

## **2. KAKO UČINITI DA PARK NOĆU BUDE PO MERI ČOVEKA?**

Što su gradski prostori usklađeniji sa aktivnostima ljudi, to će gradska atmosfera biti izraženija. [5] Posebno mesto u gradu zauzimaju parkovi, kao urbani ambijenti, i zato ih je i u noćnim satima potrebno prilagoditi ljudskim potrebama.

### **2.1 PROCES PROJEKTOVANJA OSVETLJENJA PARKA**

Projektovanje osvetljenja parka treba da započne analizom prisutnih elemenata u prostoru, aktivnosti i aktera.

Potrebno je pažljivo razmotriti elemente prostora: zelenilo, prirodne čvrste elemente (kamenje, stene), parterne elemente (betonske staze i stepenike, popločanja), veštačke čvrste strukture (objekte, skulpture, mobilijar) i vodene elemente (kako prirodne (bare, jezera, potoci), tako i veštačke (fontane, bazeni)). [6]

Uz identifikaciju elemenata, potrebno je utvrditi načine na koje će se prostor koristiti i aktivnosti koje će se u prostoru odvijati, kao i identifikovati korisnike i njihove potrebe. Važno je uzeti u obzir činjenicu da u noćnim uslovima aktivnosti i korisnici mogu značajno da se razlikuju od onih u dnevnim. [6]

Nakon identifikacije elemenata, aktera i aktivnosti, neophodno je uspostaviti hijerarhiju elemenata koje treba osvetliti. To pre svega znači mapiranje prostora koji se aktivno koriste noću, a pre svega šetališne staze i prostore za rekreaciju, koje predstavljaju glavni prostor u okviru koga se odvijaju aktivnosti u parku. [7] Veoma je važno posebno tretirati prostore namenjene rekreaciji i sportu, zbog veće brzine kretanja. (slika 1)



*Slika 1. Osvetljenje prostora za rekreaciju*

Pored prostora koje treba istaći osvetljenjem, treba imati u vidu i prostore koji bi ostali potpuno u mraku, jer oni predstavljaju kontrast i pozadinu za isticanje pojedinačnih elemenata u prostoru, uz čiju pomoć se postižu dramatični efekti koji mogu da doprinesu formiranju posebne atmosfere u parku.

## **2.2 ORIJENTACIJA U PROSTORU**

Orijentacija u prostoru može da se postigne osvetljenjem nekog od karakterističnih elemenata ili mikroambijenata. Osvetljenje staze koja vodi ka obeležju po kom je okruženje parka poznato, može da utiče pozitivno na orijentaciju u prostoru. Važnu ulogu u orijentaciji u otvorenom prostoru predstavljaju pristupi, pa je njihovo naglašavanje osvetljenjem takođe važno.

## **2.3 DUH MESTA**

Poseban kvalitet otvorenog prostora čini duh mesta. Duh mesta daje prostoru identitet i može da se kreira isticanjem kulturno i istorijski važnih elemenata, poput objekata i skulptura [8], što u noćnim uslovima može da bude izraženije nego u dnevnim, upravo zbog kontrasta koji je moguće ostvariti sa mračnim okruženjem. U noćnim uslovima, park može da dobije nov izgled i da poznate staze transformišu u staze koje će se doživeti kao nove i neočekivane. [9] Intervencije treba da budu takve da se zadrži postojeći ili kreira nov identitet prostora, koji će ga učiniti prepoznatljivim, uz isticanje njegove upotrebne i oblikovne vrednosti. [2]

## **2.4 UTICAJ BOJE SVETLOSTI NA ATMOSFERU**

Boja svetlosti u velikoj meri određuje atmosferu u prostoru i ne treba da se razmatra samo kroz pridruženu temperaturu boja, jer je važno kakav subjektivni utisak kod ljudi proizvodi izloženost različitim izvorima svetlosti. Svetlost kod koje je izražena komponenta plavog dela spektra, doživljava se kao da je veće sjajnosti. Izvori veće pridružene temperature boja mogu da učine da ambijent deluje sjajnije nego što to pokazuju merenja nivoa osvetljenosti i sjajnosti. Ovi izvori i kod pešaka mogu da izazovu neprihvatljivo

blještanje. Uz to, prostore osvetljene izvorima tople boje svetlosti, od oko 3000K, korisnici najčešće doživljavaju kao prijatnije. [10]

Treba uzeti u obzir i boju svetlosti okruženja, jer mešanje tople i hladne boje svetlosti proizvodi negativan efekat.

Uz boju svetlosti, reprodukcija boja je od suštinskog značaja u otvorenim javnim prostorima, pre svega zbog činjenice da je u ovim prostorima interakcija ljudi glavni razlog zbog čega se ovi prostori osvetljavaju, tako da je potrebno dobro osvetliti ljude. S obzirom na to da je zelenilo glavna karakteristika parkova i da ga je potrebno osvetliti u noćnim uslovima, kako bi se sačuvao duh mesta, neophodno je voditi računa o sezonskim promenama koje se na zelenilu dešavaju. [6]

#### **2.4.1 Psihološki efekat osvetljenja zavisno od podneblja**

Treba voditi računa i o psihološkom efektu koji svetlost ima na stanovnike dela sveta u kom se park nalazi. U delovima sveta koje karakterišu duge zime sa dugim periodima mraka, spoljašnje osvetljenje ima važnu ulogu u funkcionisanju ljudi. Stanovnicima skandinavskih zemalja je svetlost posebno važna i zbog hladne klime im je prijatnija primena tople boje svetlosti. Za razliku od njih, stanovnici severne Afrike ili Bliskog istoka preferiraju neutralnu ili hladnu boju svetlosti zbog klimatskih uslova u kojima žive.

## **2.5 OSEĆAJ BEZBEDNOSTI**

Da bi ambijent parka bio kvalitetno osvetljen, nije neophodno obezbediti velike nivoe osvetljenosti kako bi osvetljenje bilo efektno. Bitan je odnos sjajnosti posmatranog mesta i njegovog okruženja. Kako se navodi u preporukama IESNA, sjajnost istaknutog mesta treba da bude 3 do 5 puta veća od sjajnosti okruženja, a najviše 10 puta veća ukoliko nešto treba posebno da se istakne. [6]

Boyce navodi da za nivoe osvetljenosti u opsegu od 0 do 10 lx, malo povećanje nivoa osvetljenosti dovodi do značajnog povećanja osećaja sigurnosti. [11] Znajući da horizontalna osvetljenosti koju obezbeđuje pun mesec iznosi najviše 1 lx (dok je tipična vrednost 0.2 lx), horizontalna osvetljenost na stazama na kojima je poznato da postoji značajan pešački saobraćaj ne treba da prevaziđe petostruku vrednost osvetljenosti dobijene od punog meseca.<sup>3</sup> [12]

Pored velikog broja studija koje ukazuju na smanjenje kriminala u osvetljenim otvorenim javnim prostorima, postoje i studije koje navode da osvetljenje ne utiče na redukovanje kriminala u otvorenim prostorima. [13, 14] Ipak, osvetljenjem se postiže subjektivni osećaj sigurnosti i zaštićenosti, koji doprinose vedroj atmosferi u gradu. [15]

## **2.6 ULOGA PERIFERNOG VIDA U LJUDSKOJ PERCEPCIJI**

Juhane Pallasmaa tvrdi da prirodni ambijent i bogato oblikovani arhitektonski prostor pružaju snažnu stimulaciju perifernog vida i da je podsvesna percepcija, koja se

---

<sup>3</sup> Poređenja radi, odnos osvetljenosti koju pruža mlad mesec u odnosu na onu koju pruža pun mesec 10.000:1. [12]

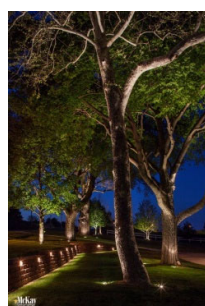


doživljava izvan sfere fokusiranog vida, jednako važna kao i fokusirana slika. Pallasmaa čak ističe da periferni vid ima važniju ulogu u našem perceptivnom i mentalnom sistemu. [16]

Raznovrsnost osvetljenih sadržaja koji se doživljavaju perifernim vidom čine prostor privlačnim i atraktivnim. S obzirom na to da je periferni vid zadužen za maštu, osvetljenje okruženja pešačke staze značajno utiče na doživljaj parka u noćnim uslovima i treba težiti aktiviranju perifernih stimulusa. Ako je staza osvetljena, neposredno okruženje ne treba da bude u potpunom mraku.

## 2.7 KONTRASTI

S obzirom na to da su parkovi najčešće prostrani, nije potrebno sve delove parka osvetliti, već je neophodno odrediti balans između osvetljenih i neosvetljenih površina. Neosvetljene površine predstavljaju adekvatnu podlogu za isticanje pojedinačnih elemenata, poput spomenika, drveta,... (slike 2 i 3)



*Slike 2 i 3. Izražen kontrast – efektno isticanje pojedinačnih elemenata prostora*

Svakako je neophodno da svi prostori po kojima se ljudi kreću imaju bar minimalni nivo osvetljenosti i ravnomernost osvetljenosti neophodnu za sigurno kretanje i subjektivni osećaj bezbednosti.

Kako navodi Pallasmaa, mnogi javni prostori pružaju veći užitak kada se doživljavaju pod nižim nivoom osvetljenosti i neravnomernom raspodelom sjajnosti. [16]

### 2.7.1 Stvaranje senki

Senke koje svetlost stvara u prostoru oživljavaju prostor [16] i daju mu dubinu (treću dimenziju), koja je neophodna za njegovo razumevanje. Ljudsko oko, iskustveno, očekuje uobičajene senke, zbog čega na licima ljudi treba izbegavati neprirodne senke.

Kako bi se ublažile senke, potrebno je da svetlost dolazi iz više pravaca.

### 2.7.2 Modelovanje lica

Pored senki koje su značajne za modelovanje lica i predmeta, za prepoznavanje lica su važni i indeks reprodukcije boja, kao i polucilindrična osvetljenost. Pošto je poznato da je 5m razdaljina na kojoj je moguće uočiti nameru osobe koji nam ide u susret, treba voditi računa o polucilindričnoj osvetljenosti ljudskih lica. Kako Knight navodi, minimalna sjajnost

lica treba da iznosi od 0.1 do 1cd/m<sup>2</sup> ukoliko je potrebno prepoznati izraz lica na udaljenosti do 4m. [17]

## **2.8 ESTETIKA**

Kako bi se postigla željena atmosfera u parku, neophodno je uskladiti estetski izgled svetiljki i okruženja. Treba voditi računa o tome u kojoj meri će izabrane svetiljke skretati pažnju sa elemenata i prostora kojima je svetlost namenjena. Iako je tema rada osvetljenje u noćnim satima, treba imati u vidu promenu u dnevnom izgledu parka do koje dovodi postavljanje predviđenih stubova i svetiljki.

## **3. SVETLOSNO ZAGAĐENJE I NOVE TEHNOLOGIJE – NEZAOBILAZNA TEMA DANAŠNJICE**

Iako se osvetljenje parka ne može razmatrati bez uzimanja u obzir primene novih tehnologija i uticaja osvetljenja na svetlosno zagađenje, ipak treba imati u vidu koja je glavna uloga osvetljenja parka – formiranje prijatne atmosfere za korisnike.

### **3.1. BRIGA O SVETLOSNO M ZAGAĐENJU**

Često se razmatra uticaj spoljašnjeg osvetljenja na svetlosno zagađenje. Uticaj na sjaj neba se razmatra i u urbanim područjima, iako ona ne predstavljaju mesta pogodna za posmatranje zvezda. Ukoliko je prilikom osvetljavanja prostora za kretanje, izborom i usmerenjem svetiljke ograničen pravac svetlosti na donji poluprostor, osvetljenje parkova ne treba da se koriguje kako bi se smanjila količina reflektovane svetlosti i time smanjilo svetlosno zagađenje, s obzirom na to da je jedna od glavnih uloga osvetljenja formiranje bezbednog i prijatnog ambijenta u noćnim uslovima. I pored činjenice da je prilikom osvetljavanja izdvojenog drveća, kao i vertikalnih elemenata, poput spomenika, veći deo svetlosnog fluksa usmeren ka nebu, opredeljivanje za svetiljke integrisane u podlozi (zemlji, popločanju) često predstavlja jedini način za postizanje adekvatnog efekta, što opravdava njihovo korišćenje.

Ipak, blještanje, kao vid svetlosnog zagađenja, treba svesti na minimum, jer negativno utiče na vizuelne performanse pešaka. U tom smislu, treba voditi računa o tome da se svetiljke ugrađene u tlo postave van pešačke staze. Uz to, ukoliko se park nalazi u stambenoj zoni, treba voditi računa da svetlost namenjena osvetljenju parka ne bude usmerena prema prozorima objekata. [18]

Dimovanje izvora u kasnim noćnim satima može pozitivno da utiče na smanjenje svetlosnog zagađenja, a da ne utiče značajno na efekat osvetljenja parka, s obzirom na to da je u to vreme aktivnost korisnika značajno manja.

### 3.2. PRIMENA NOVIH TEHNOLOGIJA

Oblast osvetljenje je jedna od oblasti koja se ubrzano razvija i čiji se efekat razvoja brzo primećuje. Postavlja se pitanje, da li su sve inovacije u ovoj oblasti pogodne za korisnike prostora, za čoveka? Nedavno je predstavljen novi sistem [19] koji je promovisan kao pogodan za primenu na pešačkim stazama. Zarad uštede energije, osmišljen je inteligentni sistem osvetljenja koji bi u kasnim noćnim satima ostavljao stazu u potpunom mraku dok na njoj nema korisnika, a palio samo osvetljenje dela staze kuda se kreću pešaci. Postavlja se pitanje ko bi kročio na potpuno neosvetljenu stazu? Ovo je samo jedan od primera kod kojih je želja za novitetima u oblasti tehnologije sa jednim jedinim ciljem uštede energije, osvetljenja potpuno zanemarila značaj čoveka u posmatranom prostoru.

## 4. ZAKLJUČAK

Svaki otvoreni javni prostor mora da se posmatra kao pojedinačni slučaj, jer ne postoje dva parka koja imaju identične karakteristike. Iz tog razloga je prvi korak za kvalitetno osvetljenje upravo analiza prostora, potencijalnih korisnika i aktivnosti.

Pored obezbeđivanja bezbednog boravka i kretanja u prostoru, cilj osvetljenja u parku je da formira specifičnu atmosferu i ambijent koji podstiču socijalizaciju i interakciju korisnika. Efekat noćnog izgleda parka može da bude značajno drugačiji od onog u dnevnim uslovima.

I pored suprotstavljenih mišljenja da li osvetljenje doprinosi bezbednosti u parku, za pešake je svakako boravak u osvetljenom prostoru prijatniji i korisnici se češće odlučuju da ga koriste ukoliko je osvetljen, tako da na podsvesnom nivou korisnika, osvetljenje ima značajnu ulogu u otvorenim javnim prostorima.

Iako značajna, ušteta energije je samo jedna od ljudskih potreba, često ne najvažnija. To posebno važi za osvetljenje parkova, gde su najvažniji bezbednost, sjajnost i prijatan ambijent (vizuelna udobnost).

Uzimajući u obzir sve navedeno, dolazi se do zaključka da je neophodno ispitati subjektivni osećaj korisnika u parku pod različitim osvetljenjem (različitim tipovima izvora svetlosti, različitim nivoima osvetljenosti, različitim scenarijima), tako da će dalje istraživanje biti usmereno u tom pravcu.

## LITERATURA

- [1] Čabarkapa, A. (2015). Upoređivanje kvaliteta ambijentalnog osvetljenja izvedenog primenom metal-halogenih i LED izvora svetlosti, doktorska disertacija, Beograd: Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet.
- [2] Базик, Д. (1995). Сценарио живота у граду – процес настајања градске сценографије. Београд: Архитектонски факултет Универзитета у Београду.
- [3] Nikunen, H. (2014). Perceived restorativeness and walkway lighting in near-home environments. *Lighting research and technology*, 46, 308-328.
- [4] Philips. (1993). *Philips Lighting Manual (5th Edition)*. Eindhoven: Philips Lighting BV.

- [5] Пушић, Љ. (2007). Писање града – урбана свакодневица. Нови Сад: Прометеј.
- [6] Rea, MS. (2000). The IESNA Lighting Handbook, 9th Edition. New York: The Illuminating Engineering Society of North America.
- [7] EATON. Lighting design tips for parks and recreation areas. Preuzeto 15.11.2021, sa <http://www.eaton.com/eg/sg/en-us/company/news-insights/lighting-resource/design/lighting-tips-for-parks-and-recreation-areas.html>
- [8] Amardeep, D. (2011) Lighting urban parks – reviewing the basics. Professional Lighting Design.
- [9] ZUMTOBEL. (2018). The Lighting Handbook. Dornbirn: Zumtobel Lighting.
- [10] Miller, N. & McGowan, T. (2015). Correspondence: Glare in pedestrian-friendly outdoor lighting, *Lighting research and technology*, 47, 760-762.
- [11] Johansson, M, et al. (2011) “Individual factors influencing the assessment of the outdoor lighting of an urban footpath”, *Lighting research and technology*, Vol. 43, pp. 31-43
- [12] Parks Canada. (2016). Guidelines and Specifications for Outdoor Lighting at Parks Canada. Canada
- [13] Access Fixtures. Why Light Parks? A Park Lighting Investigation. Preuzeto 6.11.2021. sa <https://www.accessfixtures.com/park-lighting-and-public-perception/>
- [14] Harnik, P, et al. (2011). Safer parks after dark, *Landscape Architecture Magazine*
- [15] CIE. (2007). A guide to masterplanning urban lighting (draft report – 7a.1).
- [16] Pallasmaa, J. (2005). The eyes of the skin. Chichester: Willey Academy.
- [17] Knight, C. (2010). Field surveys of the effect of lamp spectrum on the perception of safety and comfort at night. *Lighting research and technology*, 42, 313-329.
- [18] The Institution of Lighting Engineers. (2005). Outdoor Lighting Guide. Oxford: Taylor & Francis.
- [19] Philips. 5 Ways to Use Pathway Lights to Lead the Way. Preuzeto 18.11.2021. sa <https://www.philips-hue.com/en-us/explore-hue/blog/pathway-lighting-ideas>

## IZVORI ILUSTRACIJA

- [1] Slika 1 <https://www.deltalight-mena.com/en/inspiration/all-projects/project/verudela-art-park-hr-3107>
- [2] Slike 2-3 <https://www.mckaylighting.com/blog/landscape-lighting-trees>

Božidar S. Furundžić <sup>1</sup>

## **PREFABRICATED CONCRETE HALL NONCONFORMITIES CASE**

### **Summary**

This paper considers construction nonconformities emerging in building prefabricated reinforced concrete industrial hall. Following quality management brief introductory review, the Vopachel company production facility located in Šabac is concisely described. Nonconformities detected in concrete industrial hall are recorded as a case study from practice. Typical construction nonconformities are selected and their photos before their treatment are presented. Regular control of works on the site and detected nonconformities resolving are necessary and important for the successful construction quality management.

### **Key words**

prefabricated reinforced concrete hall, construction, nonconformities, case study

## **SLUČAJ NEUSAGLAŠENOSTI PREFABRIKOVANE BETONSKE HALE**

### **Rezime**

U ovom radu razmatraju se neusaglašenosti izgradnje koje se javljaju pri izvođenju prefabrikovane armirano betonske industrijske hale. Posle kratkog uvodnog osvrta na upravljanje kvalitetom, proizvodni pogon kompanije Vopachel locirane u Šapcu je sažeto opisan. Neusaglašenosti otkrivene u betonskoj industrijskoj hali su prikazane kao primer iz prakse. Tipične nusaglašenosti konstrukcija su odabrane i njihove fotografije pre popravljanja su prikazane. Stalna kontrola radova na gradilištu i rešavanje utvrđenih neusaglašenosti su neophodni i važni za uspešno upravljanje kvalitetom izgradnje konstrukcije.

### **Ključne reči**

prefabrikovana armirano betonska hala, izgradnja, neusaglašenosti, studija slučaja

---

<sup>1</sup> Dipl.-Ing. Civ., MS(ECP), Consulting Engineer, „CPM Consulting“, Belgrade, Knjeginje Zorke 80, Beograd,  
e-mail: [bfurundzic@gmail.com](mailto:bfurundzic@gmail.com)

## 1. INTRODUCTION

Building process is a complex venture which links finance, design, construction and commerce [1]. Construction management includes many different activities [2]. The contractor has 3 main objectives: achieving quality, on schedule, and within budget [3].

Nonconformities control on building site is important task of a quality management [4]. The contractor has to report in writing detected nonconformities [5]. Construction engineering and management practice on large sites, such as New Belgrade [6] and Dimitrovgrad [7], displays various cases of nonconformity.

The author of this paper, engaged as the Expert for structural engineering, had to inspect and record construction nonconformities in the production hall of Vopachel company in Šabac. The task of the Expert was to macroscopically visually inspect on the spot the hall structure nonconformities, already registered by the Supervision, and then submit the report on existing state.

## 2. VOPACHEL PRODUCTION FACILITY (VPF)

*Serbia* is suitable country for foreign investors because it has free trade agreements and free zones. *Free zone* is special part of the territory of Serbia, physically fenced and with infrastructure and utilities. Production and services in the free zone can be done with certain benefits. Town of Šabac has free zone founded in 2009.

Company *Vopachel srl*, located in Villesse, Gorizia, founded in 1998, is a part of the plastic products manufacturing industry involved in the making of plastic materials and packaging. Its daughter company *Vopachel doo*, located in Šabac, is founded in 2015.

The construction of a new factory for the production of plastics: *Vopachel - Production facility (VPF)* started in *Majur*, an industrial zone located not far from the town of Šabac. The VPF plot is about 30000 square meters (3 ha). Final floor area of the VPF is around 3600 sqm.

The production hall of VPF is *prefabricated reinforced concrete structure (PRCS)*. Main advantage of PRCS is the speed at which the structure can be designed, manufactured, transported, and assembled. Elements of PRCS are manufactured in controlled production conditions. The PRCS enables rational and fast construction of halls, warehouses, hangars, and other business facilities.

According to the Contract on the construction, concluded in 2015, the participants in the construction of VPF are: *Investor* - Vopachel doo Šabac; *Contractor* - Rolomatik doo Bajina Basta; *Subcontractor* - Novotehna-niskogradnja doo Novi Sad; *Site Supervisor* - Archiline doo (arch. Slobodan Ninković); *Coordination Supervisor* - Studio Roselli and Associates (ing. Cristiano Roselli della Rovere).

Before site inspection, the Expert held a meeting on the nonconformities of PRCS of the VPF hall. Then, the Expert reviewed the relevant technical documentation [8]. PRCS nonconformities were registered by the Coordination Supervisor [9].

### 3. STRUCTURAL NONCONFORMITIES

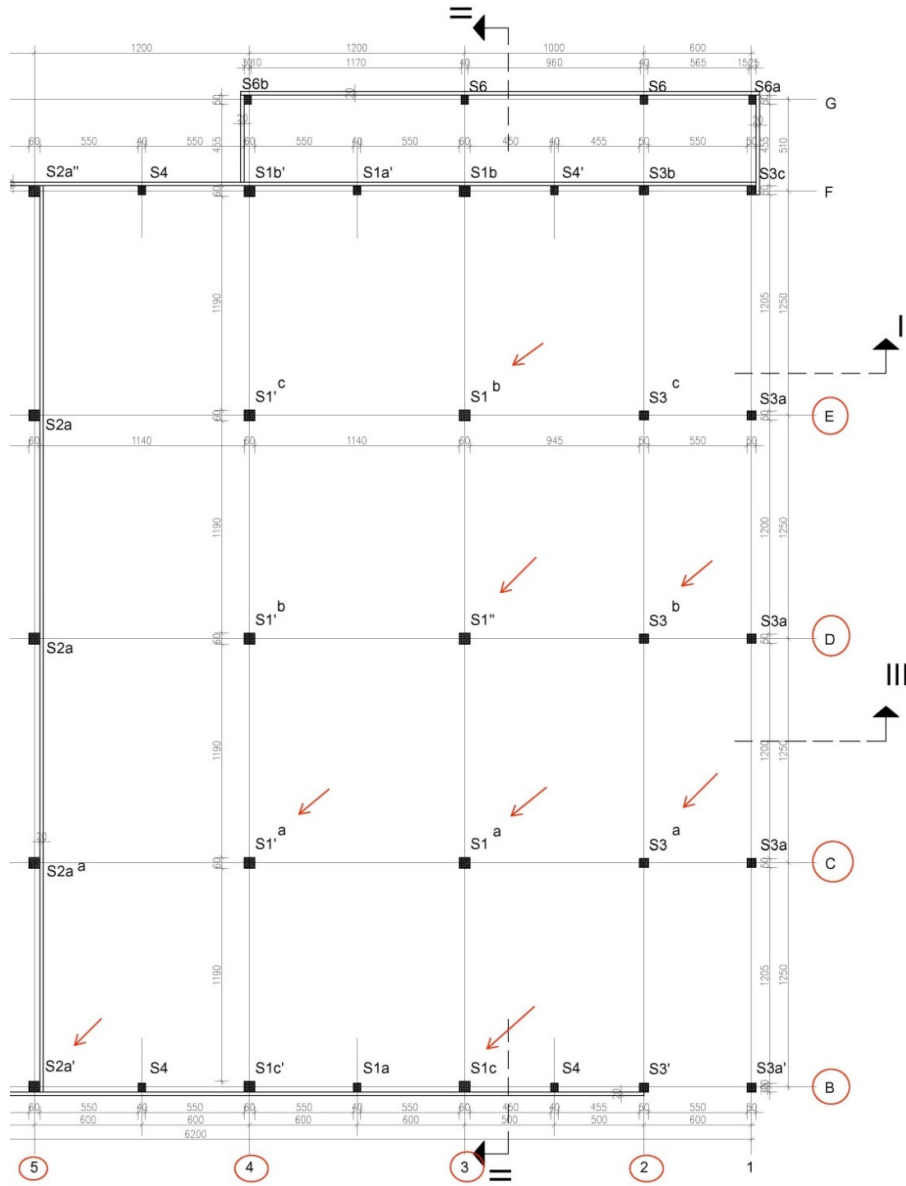


Figure 1. VPF hall layout part

*Nonconformity* (NC) is a product or process which fails to meet the contract requirements, codes, and standards [7]. NC can relate to each part (document, material, workmanship) of construction. Each NC should be identified, evaluated, and treated.

Places with the nonconformities of PRCS, already registered by the Coordination Supervisor, are shown to the Expert for structural engineering by the Site Supervisor. The Expert could not closely observe NC at a height because there was no crane or scaffolding available. Such NC the Expert examined visually using binoculars.

Valuable NC photos are made by the structural engineer [9] in 2017. The Expert, together with the Site Supervisor, singled out the part of VPF hall layout (figure 1) with columns having NC. Then NC photos are marked (figure 2) and joined to the VPF hall layout with columns (figure 1) [10].

The part of the Vopachel - Production facility (VPF) hall layout, where column with nonconformity is marked with an *arrow* drawn, is presented in **figure 1**.

Table 1. VPF hall columns markings

Markings by abscissa (numbers):	5	4	3	2
Marks by ordinate (letters):	B	C	D	E

Table 2. Coordinates of columns with nonconformities

5B		
4C		
3B	3C	3E
2C		

In the *raster* of the layout of columns (figure 1), the *verticals* are marked with numbers (5, 4, ..., 1), and the *horizontal*s with capital Latin letters (B, C, ..., G), as shown in **table 1**. These numbers and letters are encircled in the drawing (figure 1).

The raster *coordinate* is indicated by two-part symbol: numberLETTER, as shown in **table 2**. For example, the coordinates are: 5B, 3C, et cetera.

*Photos* of VPF nonconformities selected are presented in **figure 2**. The photos are arranged in descending order of numbers and ascending order of Latin letters. Below each photo is a *symbolic equation* (for instance: 5B = S2a'-1), where the left side (5B) is the raster coordinate and the right side (S2a'-1) is the column mark (S2a') from which the number of photo (1) is separated by a dash (-). Nonconformities are shotted by the Coordination Supervisor (Nov. 2017) and inspected in site by the Expert (Jan. 2018).

According to the structural designer report [9], strong wind in Šabac (September 2017, wind speed of 21.5 m/s) damaged the PRCS and require urgent and future repairs. Urgent repair is removing cracked parts of concrete, which can cause damage to people or property. Future repairs include replacement of fasteners, control of anchors, and repair of concrete places using grouting.

During the site inspection in January 2018, the Expert saw that structural damages are not yet repaired. Thus, all damages should be repaired completely and urgently [10].





Figure 2 – VPF hall nonconformities selection

## 4. CONCLUSIONS

Nonconformity is a deviation from contract specification, code, standard, or expectation. Permanent nonconformity control on site is essential for a successful construction quality management. The value of case histories is everlasting, because the construction principles do not change significantly through time.

The objective of construction quality management is to assure that the activities of a specific project are performed in accordance with all contractual specifications, codes, and standards. Assuring quality is one of the key conditions for a successful outcome of the construction project within time schedule and budget.

The task of the Expert for structural engineering was visual inspection only and not a repair matter. However, the following recommendation can be made.

All reinforced concrete elements of the hall construction, especially the main beams and columns with short elements, should be brought to a state of bearing capacity and usability that corresponds to the designed capacity of the structure.

Due to the risk of new impacts, which can have a significant influence on the load-bearing capacity and usability of damaged structural elements, repairs of these elements should start immediately.

## REFERENCES

- [1] Merritt, F. S., Rickettes, J. T. (eds) (2001) *Building design and construction handbook*, (6th ed.), New York: McGraw-Hill.
- [2] Pellicer, E., et al. (2014) *Construction Management*, Chichester (UK): Wiley.
- [3] Kerzner, H. (2009) *A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*, (10th Ed.), Hoboken (New Jersey): Wiley.
- [4] Hendrickson, C., Tung, A. (2008)/[1989] *Project Management for Construction*, (2nd ed.), Englewood Cliffs (New Jersey): Prentice-Hall.
- [5] Furundžić, B.S. (2011) *Guide for Control of Nonconformities on Site*, (2nd ed.), Alpine Bau GmbH: Quality Assurance System, pp. 1-18.
- [6] Furundžić, B.S. (2012) *Nonconformity Control on Construction Site*, Društvo građevinskih konstruktora Srbije (DGKS) – simpozijum, zbornik, Beograd: DGKS, pp. 83-88.
- [7] Furundžić, B.S., Furundžić, D.S. (2014) *Building Nonconformities Case, Instalacije & arhitektura (IA) – simpozijum, zbornik*, Beograd: Arhitektonski fakultet, str.48-53.
- [8] *Vopachel prefabricated reinforced concrete hall technical documentation (CD)*, Investor: Vopachel doo Šabac, Building: Production facility - Phase I, Site: Majur - Šabac, Designer: Novotehna doo, D. Bajilo, dipl. građ. inž., Novi Sad, Feb. 2016.
- [9] *Vopachel doo Manufacturing Plant - Preliminary report on wind-induced damage*, Commitment: Vopachel doo Šabac, Design: Studio Roselli e Associati, Design engineer: C. Roselli della Rovere, dott. ing., Nov. 2017, pp.1-9.
- [10] Furundžić, B.S. (2018) *Vopachel Production facility - Report and opinion of the Expert*, Beograd, 10 pages.

*Damjana Nedeljković<sup>1</sup>, Tatjana Jurenić<sup>2</sup>*

## **PRINCIPI VALORIZACIJE U VIŠEKRITERIJUMSKIM MODELIMA ZA EVALUACIJU POTENCIJALA OBJEKATA ZA ADAPTACIJU**

### **Rezime**

U savremenoj arhitektonskoj praksi može se primetiti da je, pored nove gradnje, sve veći fokus na različitim metodama adaptacije već izgrađenih objekata. U okviru istraživanja koja su usmerena na ovu temu, razmatraju se različiti aspekti procesa adaptacije.

Višekriterijumski modeli su osmišljeni kao instrumenti pomoću kojih se, u ranim fazama projektovanja, procenjuje potencijal postojećeg objekta za određeni vid adaptacije i ekonomska opravdanost procesa u celini. U radu je prikazana analiza principa valorizacije koji se koriste u višekriterijumskim modelima za evaluaciju potencijala objekata za različite metode adaptacije.

Cilj istraživanja je razmatranje načina povezivanja kvantitativnih i kvalitativnih skala kojima se mere parametri i kriterijumi ovih modela, kao i načini uspostavljanja hijerarhije među njima.

### **Ključne reči**

višekriterijumski modeli, kvantitativne skale, kvalitativne skale, hijerarhija

## **THE PRINCIPLES OF VALORISATION IN MULTI-CRITERIA MODELS FOR EVALUATION OF POTENTIAL OF BUILDINGS FOR ADAPTATION**

### **Summary**

It can be noticed that, in addition to new construction, there is an increasing focus on various methods of adaptation of existed buildings in a contemporary architectural practice. Within the research focused on this topic, various aspects of the adaptation process are considered.

Multi-criteria models are designed as instruments that, in the early stages of design, assess the potential of the existing building for a certain type of adaptation and the economic feasibility of the process as a whole. The paper presents an analysis of the valorization principles used in multicriteria models for evaluating the potential of objects for different adaptation methods.

The aim of the research is to consider the ways of connecting quantitative and qualitative scales by which parameters and criteria of these models are measured, as well as the ways of establishing a hierarchy between them.

### **Key words**

Multi-criteria models, quantitative scale, qualitative scale, hierarchy

---

<sup>1</sup> Asistent, mast. inž. arh, Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd, [damjana@arh.bg.ac.rs](mailto:damjana@arh.bg.ac.rs)

<sup>2</sup> Docent, dr, Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd [tanja@arh.bg.ac.rs](mailto:tanja@arh.bg.ac.rs)

## 1. UVOD

Adaptacije predstavljaju skup intervencija koje podrazumevaju izmene fizičkog i funkcionalnog (ili samo jednog) aspekta postojećih objekata, a odnose se na promenu namene, renoviranje, unapređenje pojedinih sistema, primenu tehnika za čuvanje objekata pod zaštitom...U početnoj fazi i tokom procesa implementacija, učesnici u projektu donose niz odluka, koje se zasnivaju na razmatranju velikog broja parametara. Ovi parametri se ne odnose isključivo na ekonomski, društveni i ekološki aspekt, već i na specifičnosti izvođenja intervencija. Neki parametri i kriterijumi su kvantitativni i mogu se izmeriti, dok su drugi kvalitativni i, neretko, neopipljivi. Cilj je pronaći rešenje kojim će se maksimalno iskoristiti svi potencijalni benefiti, i istovremeno, umanjiti svi potencijalni nedostaci projekta [1]. Parametri koji imaju uticaj na tok procesa adaptacije i njegovu ekonomsku isplativost i opravdanost bili su predmet brojnih istraživanja u okviru kojih su se razmatrali određeni aspekti tih procesa [2; 3; 4; 5]. Višekriterijumski modeli za evaluaciju potencijala postojećih objekata za određenu vrstu adaptacije su osmišljeni kao instrumenti koji, uzimajući u obzir različite vrste parametara i kriterijuma i vrednujući ih, u ranoj fazi projekta, doprinose donošenju odluka vezanih za projekat adaptacije u celosti.

U radu su analizirani princip valorizacije parametara i kriterijuma u višekriterijumskim modelima Conversion meter [6; 7], TOBUS [8; 9], ARP (Adaptive reuse potential) [10; 1], iconCUR [1] i PAAM (Preliminary assessment of adaptation potential) [11]. Neki od navedenih modela namenjeni su proceni potencijala postojećeg objekta za konkretni vid adaptacije – prenamenu (Conversion meter, ARP) ili dogradnju (PAAM), dok su ostali namenjeni proceni najadekvatnijeg vida adaptacije u odnosu na trenutno stanje objekta (TOBUS, iconCUR). Bez obzira na navedene razlike, struktura modela je slična: postoji određeni broj parametara i, u okviru njih, set kriterijuma, koji se mere unapred utvrđenim skalama.

S obzirom na to da se, u modelima, razmatraju i kvantitativni i kvalitativni parametri i kriterijumi, koji se po načinu merenja razlikuju, fokus je na skalama kojima se mere parametri i kriterijumi obe vrste i na prevođenju jedne skale u drugu, radi dobijanja zajedničkog, jedinstvenog rezultata. Budući da se višekriterijumski modeli koriste za različite objekte, čiji se okidači za adaptaciju, kao i interesi učesnika, razlikuju, u radu se razmatraju načini uspostavljanja hijerarhije među parametrima i kriterijumima, kako bi se višekriterijumski model što više prilagodio konkretnom primeru.

Cilj istraživanja je usmeren na otkrivanje najpouzdanijeg načina za prevođenje jedne skale u drugu, bez gubitka vrednosti obe vrste skala, kao i uspostavljanje metoda za uvođenje promenljive hijerarhije među parametrima i kriterijumima čiji se uticaj može razlikovati u zavisnosti od konkretnog slučaja, i nepromenljive hijerarhije, među parametrima i kriterijumima čiji je uticaj, u svim procesima adaptacije određenog tipa, konstantan.

## 2. PRIKAZ VIŠEKRITERIJUMSKIH MODELA

U ovom delu rada predstavljeni su višekriterijumski modeli čiji su principi valorizacije parametara i kriterijuma analizirani.

### 2.1. CONVERSION METER

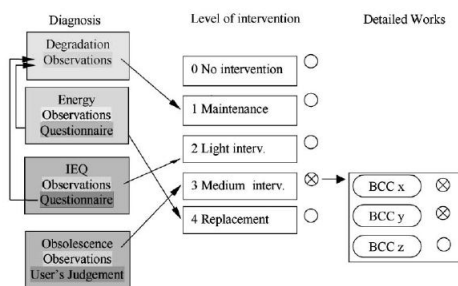
Conversion meter je namenjen evaluaciji potencijala za prenamenu poslovnih objekata van upotrebe u objekte stanovanja [6]. Procena se odvija u nekoliko koraka koju obuhvataju grupu parametara (veto) koji su eliminacionog karaktera i isključuju objekat iz dalje procene, ukoliko jedan od njih nije ispunjen, zatim set parametara i kriterijuma lokacije i samog objekta, koji se vrednuju i ukazuju na veći ili manji potencijal, procenu finansijske izvodljivosti i opravdanosti i prikaz mogućih rizika i problema koji se mogu javiti tokom procesa prenamene poslovnog objekta, sa predlozima rešenja [7].

Step	Action	Level	Outcome
Step 0	Inventory market supply of unoccupied offices	Stock	Location of unoccupied offices
Step 1	Quick Scan: initial appraisal of unoccupied offices using veto criteria	Location Building	Selection or rejection of offices for further study; Go / No Go decision
Step 2	Feasibility scan: further appraisal using gradual criteria	Location Building	Judgement about transformation potential of office building
Step 3	Determination of transformation class	Location Building	Indicates transformation potential on 5-point scale from excellent to not transformable
<b>Further analysis (optional, and may be performed in reverse order if so desired):</b>			
Step 4	Financial feasibility scan using design	Building	Indicates financial/economic feasibility Sketch and cost-benefit analysis; Go / No Go decision
Step 5	Risk assessment checklist	Location Building	Highlights areas of concern in transformation plan; Go / No Go decision

Slika 1. Prikaz modela Conversion meter

### 2.2. TOBUS

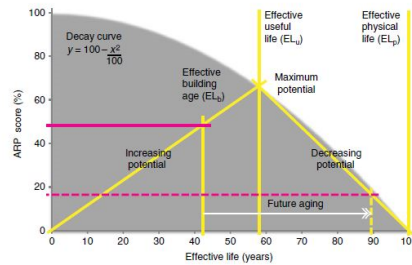
TOBUS je višekriterijumski model kojim se predlažu različite vrste obnove, na osnovu njegovog procenjenog trenutnog stanja [8]. Razmatranje najadekvatnije intervencije se vrši kroz četiri koraka koji se odnose na procenu fizičkog stanja objekta i njegovih delova, procenu funkcionalne zastarelosti radi sagledavanja mogućnosti za usklađivanje objekta sa savremenim standardima, procenu potrošnje energije i procenu kvaliteta unutrašnjeg prostora [9].



Slika 2. Prikaz modela TOBUS

### 2.3. ARP (ADAPTIVE REUSE POTENTIAL)

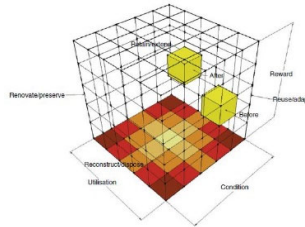
ARP je višekriterijumski model za evaluaciju potencijala prenamene objekata baziran na proceni očekivanog trajanja posmatranog objekta kao fizičke strukture i starosti objekta u trenutku procene [10]. Preliminarno očekivano trajanje objekta se procenjuje na osnovu seta parametra. Međutim, osnovni parametri modela su različite vrste zastarelosti koje umanjuju period korišćenja objekta: fizička zastarelost (neadekvatno održavanje objekta), ekonomska zastarelost (frekventnost lokacije), funkcionalna zastarelost (nefleksibilnosti objekta), tehnološka zastarelost (količina potrebne energije za postizanje komfora korisnika), društvena zastarelost (potražnja na tržištu), legislativna zastarelost (kvalitet prvobitnog rešenja) i politička zastarelost (stepen zainteresovanosti javnosti i lokalne zajednice) [1].



Slika 3. Prikaz modela ARP

### 2.4. ICONCUR

Upotrebom iconCUR-a se u prostornom modelu prikazuju mogućnosti postojećeg objekta u kontekstu adaptacije u bilo kom trenutku njegovog „života“. Model se zasniva na parametrima koji tretiraju trenutno stanje objekta, upotrebljenost objekta i relevantnost projekta sagledano kroz kolektivnu korist i interese učesnika. U prostornom modelu, parametri su predstavljeni kroz ose na kojima su skale vrednovanja. U odnosu na trenutno stanje i upotrebljenost objekta, predlaže se jedan od ponuđenih vidova intervencije (održavanje, renoviranje, dogradnja, rekonstrukcija, reciklaža, prenamena, adaptacija,..) koja je najviše odgovara trenutnom stanju objekta. Trećim parametrom se vrednuje izvodljivost i opravdanost predložene intervencije. U 3D prikazu je moguće istovremeno porediti mogućnosti jednog objekta u različitim trenucima ili mogućnosti više objekata [1].



Slika 4. Prikaz modela iconCUR

## 2.5. PAAM (PRELIMINARY ASSESSMENT OF ADAPTATION POTENTIAL)

Ovaj model se koristi u proceni mogućnosti različitih vrsta dogradnji poslovnog objekta. Parametri i kriterijumi (kao i način valorizacije) primenjeni u modelu se zasnivaju, sa jedne strane, na pregledu literature i javnih baza podataka, a, sa druge strane, na statističkoj analizi velikog broja objekata na kojima je već izvedena pomenuta vrsta intervencije. U okviru svakog od izdvojenih parametara, procenjen je uticaj kriterijuma (procentualno) na konačnu vrednost parametra, a zatim je procentualno određen i uticaj parametra u procesu adaptacije u celini. Procentualni udeli su definisani primenom matematičkog metoda PCA (Principal component analysis), koji se koristi u izradi prediktivnih modela. Parametri i kriterijumi, koji u istoj meri utiču na potencijal objekta za neku vrstu dogradnje, nisu sastavni deo modela [11].

Factor number	Factor name (% of variance explained)	Factor attributes (% of variance explained within factor)
1	Physical and size (44.86%)	<i>Number of storeys</i> (19.19%) <i>Gross floor area</i> (19.19%) <i>Property Council of Australia building quality grade</i> (16.46%) <i>Degree of attachment to other buildings</i> (15.52%) <i>Typical floor area</i> (14.88%) <i>Site access</i> (14.76%)
2	Land (19.78%)	<i>Street frontage</i> (36.28%) <i>Vertical services location</i> (35.26%) <i>Property location</i> (28.46%)
3	Social (9.32%)	<i>Historic listing</i> (42.42%) <i>Age in 2010</i> (32.58%) <i>Aesthetics</i> (25.00%)

Slika 5. Prikaz modela PAAM

### 3. PRINCIPI VALORIZACIJE U VIŠEKRITERIJUMSKIM MODELIMA ZA EVALUACIJU POTENCIJALA OBJEKATA ZA ADAPTACIJU: UPOREDNA ANALIZA

Tabela 1. Usporedna analiza principa valorizacije u višekriterijumskim modelima za evaluaciju potencijala objekata za adaptaciju

	principi valorizacije	hijerarhija
Conversion meter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veto parametri;</li> <li>• Set parametara i kriterijuma - zbrovi pozitivnih odgovora kriterijuma lokacije, odnosno objekta, koji se množe utvrđenim koeficijentima;</li> <li>• Konačni rezultat se rangira u okviru utvrđene kvantitativne skale – pet kategorija;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nema hijerarhije;</li> <li>• Razlika u tumačenju vrednosti parametara u zavisnosti od ciljane grupe korisnika;</li> <li>• Privremene vrednosti koeficijenata, promenljive za konkretne slučajeve;</li> </ul>
TOBUS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojedinačne kvalitativne skale za parametar, koje se u softveru kvantifikuju;</li> <li>• Na osnovu svakog parametra (modula) - predlog intervencija na objektu;</li> <li>• Rezultat - različiti scenariji sa predloženim rezultatima;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nema hijerarhije;</li> <li>• Fokus na energetskim potrebama i komforu unutrašnjeg prostora koji je moguće postići;</li> </ul>
ARP (Adaptive reuse potential)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Set parametara i kriterijuma za određivanje očekivanog trajanja - pozitivno/negativno;</li> <li>• Uticaj vrsta zastarelosti - procentualno 0-20%;</li> <li>• Period korišćenja objekta - matematička formula - veza između očekivanog trajanja objekta i svih vrsta zastarelosti;</li> <li>• Skala potencijala objekata za adaptaciju u procentima - nekoliko nivoa;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nema hijerarhije;</li> <li>• Veliki uticaj očekivanog trajanja objekta i trenutne starosti;</li> </ul>



iconCUR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parametri objašnjeni kriterijumima – skala 0-5;</li> <li>• Uticaj kriterijuma na vrednost parametara – (promenljivi) procentualni udeo;</li> <li>• Objekat se pozicionira u okviru prostorne rešetke parametrima - koordinate.</li> <li>• Rezultat - udaljenost koordinata objekta od neke od ivica prostorne rešetke (moguće intervencije);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hijerarhija među kriterijumima u okviru parametara je uspostavljena njihovim procentualnim udelom;</li> <li>• Promenom se menja i vrednost parametara, a samim tim, i ishod evaluacije;</li> <li>•</li> </ul>
PAAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kriterijumi - kvalitativna skala;</li> <li>• Kvalitativne vrednosti se kvantifikuju;</li> <li>• Vrednost kriterijuma – procentualna zastupljenost dobijena statističkom analizom prethodnih slučajeva;</li> <li>• Procentualne vrednosti prepoznatih potencijala su standardizovane skalom sa pet nivoa;</li> <li>• Valorizuju se svi kriterijumi kako bi se dobile vrednosti pojedinačnih parametara;</li> <li>• Parametri se valorizuju kvalitativno, u cilju dobijanja finalne procene;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hijerarhija među parametrima i kriterijumima u okviru parametara postoji i izražena je njihovim procentualnim udelima (PCA (Principal Component Analysis) matematičkom metodom na osnovu statističkih podataka izvedenih adaptacija);</li> <li>• Procentualni udeo nije podložan promeni.</li> </ul>

#### 4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Istraživanja u oblasti višekriterijumskih modela za evaluaciju potencijala objekta za adaptaciju mogu značajno unaprediti kvalitet projekatantskih rešenja u savremenoj arhitektonsko-građevinskoj praksi. Među modelima, razlikuju se oni koji su namenjeni odabiru najadekvatnije intervencije kojom bi određeni objekat bio adaptiran (TOBUS, iconCUR) i drugi, namenjeni evaluaciji potencijala objekta za određenu vrstu intervencije (Conversion meter, ARP – prenamena; PAAM - dogradnja). Fokus rada je na principima valorizacije koji se primenjuju u višekriterijumskim modelima. Na osnovu istraživanja sprovedenog u radu, može se zaključiti da se teži kvantitativnoj skali prilikom vrednovanja parametara i kriterijuma, pa je, samim tim, češći slučaj prevođenja kvalitativne u kvalitativnu skalu. Kada je reč o uspostavljanju hijerarhije među parametrima i kriterijumima u modelima, primećeno je da se u svim modelima nazire dominantni uticaj

određenih parametara, ali je način formiranja hijerarhije kreiran u samo dva modela (iconCUR i PAAM). Načini za uspostavljanje hijerarhije su potpuno različiti, ali nalaze primenu u istom modelu: promenljiva može biti hijerarhija među parametrima i kriterijumima koji se mogu razlikovati u konkretnim slučajevima pod uticajem interesa učesnika projekta ili specifičnosti konteksta, dok bi nepromenljiva hijerarhija trebalo da postoji među parametrima i kriterijumima čiji je uticaj uvek isti.

Smernice za dalja istraživanja date su kroz nekoliko pitanja: da li se prevođenjem kvalitativnog u kvantitativno pojednostavljaju kvalitativne vrednosti, a opet, da li bi prevođenjem kvantitativne u kvalitativnu skalu došlo do gubitka preciznosti kvantitativne skale? S obzirom na to da su korisnici višekriterijumskih modela i učesnici u projektu koji imaju određena očekivanja i interese, da li bi se pouzdanijim smatrao kvalitativni ili kvantitativni rezultat? Koji parametri i kriterijumi se mogu razlikovati u procesima adaptacije, a koji su isti za sve slučajeve?

## LITERATURA

- [1] Wilkinson, S.J., Remoy, H. & Langston, C. (2014). *Sustainable Building Adaptation: Innovations in Decision-Making*. Wiley Blackwell.
- [2] Remoy, H. (2010), *Out of office: a study on the cause of office vacancy and transformation as a means to cope and prevent*, doctoral thesis, TU Delft, Netherlands.
- [3] Douglas, J. (2006). *Building adaptation*. Oxford, Butterworth – Heinemann.
- [4] Bullen, P.A. (2007). Adaptive reuse and sustainability of commercial buildings. *Facilities*, 25, 20-31. 10.1108/02632770710716911
- [5] Olivadese, R., Remoy, H., Berizzi, C. & Hobma, F. (2016). Reuse into housing: Italian and Dutch regulatory effects. *Property Management*, 35(2), 165-180. 10.1108/PM-10-2015-0054
- [6] Geraedts, R. & Van der Voordt, T. J. M. (2004). Offices for living in. An instrument for measuring the potential for transforming offices into homes. *Open House International*, 28(3), 80-90.
- [7] Geraedts, R. P., Van der Voordt, T. & Remoy, H. (2017). Conversion Meter: A new tool to assess the conversion potential of vacant office buildings into housing. In *Proceedings of the International Conference on Advances on Sustainable Cities and Buildings Development (SB-LAB 2017)*. Green Lines Institute for Sustainable Development.
- [8] Balaras, C.A. (2002). TOBUS – A European method and software for office building refurbishment. *Energy and Building*, 34, 111-112. 10.1016/S0378-7788(01)00099-8
- [9] Caccavelli, D. & Gugerli, H. (2002). TOBUS - a European diagnosis and decision-making tool for office building upgrading. *Energy and Building*, 34, 113-119. 10.1016/S0378-7788(01)00100-1
- [10] Langston, C. & Shen, L. (2007). Application of the adaptive reuse potential model in Hong Kong: a case study of Lui Seng Chun. *International Journal of Strategic Property Management*, 11(4), 193 – 207. 10.1080/1648715X.2007.9637569
- [11] Wilkinson, S.J. (2014). The preliminary assessment of adaptation potential in existing office buildings. *International Journal of Strategic Property Management*, 18(1), 77-87. 10.3846/1648715X.2013.853705

*Igor Kuvač<sup>1</sup>, Borjana Mrđa<sup>2</sup>, Isidora Komljenović<sup>3</sup>, Aleksandar Marić<sup>4</sup>, Andrej Simićević<sup>5</sup>, Vesna Otašević<sup>6</sup>, Bosa Ostić<sup>7</sup>*

**FESTIVAL KANALIZACIONIH CIJEVI.**  
**VIZUELIZACIJA PROBLEMA ZAGAĐENJA RIJEKE VRBAS U BANJALUCI**

**Rezime**

Jedan od glavnih elemenata identiteta grada Banja Luka je kultura življenja u bliskom odnosu sa rijekom Vrbas. Nažalost, rijeka je danas otvoreni glavni gradski kolektor, a problem zagađenja vodotoka konstantno ostaje izvan političke rasprave. U tom kontekstu važno je pokrenuti diskusiju, te izvršiti pritisak javnosti na podizanje svijesti i borbu protiv zagađenja životne sredine. U tu svrhu, organizovan je Festival kanalizacionih cijevi sa ciljem pokretanja javne debate o problemu zagađenja rijeke i pridruživanja inicijativi za izgradnju sistema za prečišćavanje otpadnih voda. Centralni dio programa bila je studentska radionica, tokom koje su mapirani kanalizacioni ispusti u rijeku i osmišljen vizuelni prikaz problema, koji je realizovan kroz različite formate. Jedan od rezultata je urbanističko-arhitektonska instalacija na glavnom gradskom trgu. Osim što materijalizuje problemsko pitanje, instalacija postavlja korisnike u središte simulacije gradskog kanalizacionog sistema, osvještavaju njegovo neposredno prisustvo u svakodnevnom životu i razmjeru problema.

**Ključne reči**

kanalizacioni sistem, zagađenje rijeke Vrbas, radionica, prostorna instalacija

---

<sup>1</sup> dipl. inž. arh., docent doktor na Arhitektonsko-građevinsko-geodetskom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci, Stepe Stepanovića 77/3 Banja Luka, Bosna i Hercegovina, [igor.kuvac@aggf.unibl.org](mailto:igor.kuvac@aggf.unibl.org)

<sup>2</sup> doktor umjetnosti, profesor na Akademiji umjetnosti Univerziteta u Banjoj Luci, Bulevar vojvode Petra Bojovića 1, Banja Luka, Bosna i Hercegovina, [mrdja\\_borjana@yahoo.com](mailto:mrdja_borjana@yahoo.com)

<sup>3</sup> student Arhitektonsko-građevinsko-geodetskom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci, Stepe Stepanovića 77/3 Banja Luka, Bosna i Hercegovina, [isidora.komljenovic@student.aggf.unibl.org](mailto:isidora.komljenovic@student.aggf.unibl.org)

<sup>4</sup> student Arhitektonsko-građevinsko-geodetskom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci, Stepe Stepanovića 77/3 Banja Luka, Bosna i Hercegovina, [aleksandar.maric@student.aggf.unibl.org](mailto:aleksandar.maric@student.aggf.unibl.org)

<sup>5</sup> student Arhitektonsko-građevinsko-geodetskom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci, Stepe Stepanovića 77/3 Banja Luka, Bosna i Hercegovina, [andrej.simicevic@student.aggf.unibl.org](mailto:andrej.simicevic@student.aggf.unibl.org)

<sup>6</sup> student Akademije umjetnosti Univerziteta u Banjoj Luci, Bulevar vojvode Petra Bojovića 1, Banja Luka, Bosna i Hercegovina, [antesevicvesna@yahoo.com](mailto:antesevicvesna@yahoo.com)

<sup>7</sup> student Akademije umjetnosti Univerziteta u Banjoj Luci, Bulevar vojvode Petra Bojovića 1, Banja Luka, Bosna i Hercegovina, [osticbosiljka@gmail.com](mailto:osticbosiljka@gmail.com)

## **SEWAGE PIPES FESTIVAL. VISUALISATION OF THE VRBAS RIVER POLLUTION PROBLEM IN BANJA LUKA**

### ***Summary***

One of the main identity elements of the city of Banja Luka is the culture of living in close relation to the Vrbas river. Unfortunately, the river is an open city collector nowadays, while the problem of pollution constantly remains outside the political debate. In this context, it is important to initiate a discussion and to put public pressure on raising awareness on environmental pollution. The Sewage Pipes Festival was organized with the objective of launching a public debate on the problem and joining the initiative to build a wastewater treatment system. The central part of the program was a student workshop, during which sewage discharges into the river were mapped and a visual presentation of the problem was designed. One of the results is an urban-architectural installation on the main city square. In addition to materializing the problem, the installation places users at the center of the city's sewage system simulation, raising awareness of its immediate presence in everyday life and the scale of the problem.

### ***Key words***

sewage system, Vrbas river pollution, workshop, spatial installation

## **1. INTRODUCTION**

Environmental pollution is one of the greatest global challenges. Its solving means continuous work on changing the entire planetary system, based on the unlimited use of natural resources. This implies a globally coordinated strategies, with a series of programs, actions and projects to be implemented at different levels, scales and geographies. A long experience in implementing strategies to reduce the level of environmental pollution, the dynamics of change and the current results show that the efforts made so far have not been sufficient and that the problem is becoming more complicated. Some of the reasons are insufficiently developed awareness of the population, as well as official policies, which are not able to respond to challenges. In these conditions, it is necessary to apply well-known slogan „think globally and act locally“ as the great ideas can be equally implemented through the small and simple projects at the local level, as well as small spatial interventions can impact on a much larger scale whenever they contribute to the real life and spatial character [1]

### **1.1 ACTIVISM IN PUBLIC SPACE**

Porqueddu [2] states that the micro-scale of spatial perception and human interaction should be “reshaped as components of emerging socio-physical networks that extend beyond local boundaries”. Therefore, action in the field of environmental protection should move towards small units and multiple scenarios, which increase the diversity of spatial relationships that small [spatial] units combine into a complex structure [3]. In addition to top-down institutional strategies, alternative problem-solving methods can be applied. This mainly implies self-initiated, spontaneous actions of temporary cultural

interventions and practical approaches, such are: community urbanism, do-it-yourself, pop-up, guerrilla and tactical urbanism, short-term projects done by using a collaborative approach, urban acupuncture strategies, etc. [4]

By recognizing the real problems, needs and potentials of different spatial scales, it is necessary to experiment with the development of new ways of thinking and different models of solving problems in cities. [5] Because urbanism alone is not enough. It must be supported by cultural activities [6]. In parallel with the creation of formal-legal frameworks, a proactive and direct activist-design approach is needed [7].

## **1.2 SMALL SCALE APPROACH**

The small-scale approach applies equally to the social and physical dimension of space, as a framework for human activities [8]. Small-scale projects make it easier to involve different actors in the ongoing process of change. They activate the public space through community engagement and the implementation of affordable and ready-made projects. The advantages are: the ability to adapt to a dynamic and unstable context of change, a higher level of feasibility in economic and social terms, encouraging residents to take an active attitude towards public space, and the proximity of human scale, perception and needs. However, it is important that small-scale projects belong to the system, and to be always seen as part of a complex, sensitive, dynamic and multiple system of urban structure. Although limited in size, small-scale projects encourage further expansion of the idea, launching a series of other “bottom up” projects, which can have a greater impact, and increase the vitality and diversity of urban space.

Small urban interventions shift the boundaries between the spheres of the artistic, architectural, and urban, and enter the sphere of the social (immaterial) because a small physical environment increases the possibility of social interaction [9]. Small scale is not an aesthetic category; rather, it is both social and psychological, as it depends on feelings of security and different sensations in the urban space [3]. They mainly represent participatory projects close to artistic performance in public space [10], which have the ability to visualize provocative alternative scenarios and engage local participants (citizens, workers, associations) while reflecting the collective perception of common values.

## **1.3 VISUAL STATEMENT ON THE RESEARCH QUESTION**

A picture is worth a thousand words, they say. In a time of digital era (internet and smart phones) we live invaded by apps in an extremely visualized world, seeing more than 5.000 pictures a day both at YouTube, Instagram, Facebook, Twitter, etc. Thus, social media allows us to “share” images instantly so through the virtual lenses we are able (our eyes) to see a much larger (wider) portion of space and society at the same time than it was possible only a few years or decades ago. This brings us to the idea of living in a parallel digital reality. Having those digital lenses always put on, our lived space is perceived in another way, so digital landscape nowadays becomes representation of our actions in reality. On the other hand, the visual representation of space and events is a kind of process of contemplation and naturalization of cultural and social constructions [11]. This shows that the medium of visual communications becomes one of the most powerful representations of reality and its

perception. That is why it is important that topics and problems are visually presented, and in that way visually closer to the general public. One of these problems is the problem of pollution of the Vrbas River in Banja Luka, caused by the lack of a wastewater treatment system.

## **1.4 CONTEXT**

The city of Banja Luka has the epithet of a green and landscape city [12], [13], as the natural structure creates a continuous environment for its dispersed urban fabric. It is characterized by sparsely built structure, green alleys, gardens and orchards, the habit of agricultural production, the customs of staying by the river or nearby resorts, to mention only a few characteristics. One of the main elements of the natural heritage and identity of the city is the Vrbas river with a centuries-old tradition of living in close relation to the water. But, Vrbas river is almost invisible nowadays, its riversides are not accessible along most of its flow through the urban area, they are unregulated and underused, they are not safe or adequately designed. They are polluted and the river stinks! One of the reasons is the water pollution caused by the discharge of the entire city sewage directly into the river. Dozens of such discharges can be seen along the entire Vrbas through Banja Luka. Although this problem dates back to 1912, when the first sewage system was built, 100 years later it still remains out of the public interest or political debate. In this context, it is important to start discussion and make public pressure on raising awareness and combating pollution for the benefit of environmental protection. This can be a trigger for supporting sustainable development.

## **2. WORKSHOP AS A METHOD**

The Sewage Pipes Festival was organized to launch a public debate on the river pollution problem and joining the initiative to build a wastewater treatment system. The central part of the festival was a workshop for students of the Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy and the Academy of Arts of the University of Banja Luka. Students mapped wastewater discharges into the Vrbas river in a narrow urban area (between the Green and Rebrovac Bridges) of the city of Banja Luka, and then worked on a visual presentation of the problem. During the six days, the workshop was accompanied by lectures on hydrotechnics, water landscape, contemporary visual arts and urban public space, which contributed to the analytical process and inspired actions.

The workshop was organized according to the model of small SCALE project of the Center for Spatial Research, which has been applied since 2017. It includes research on a specific topic, design of a small urban intervention and its real construction in open public space [14]. The workshop analyzes the mutual impacts of different spatial scales, from very small (ephemeral building - pavilion) to large ones (public spaces and city), reflecting the physical environment of everyday life and experience. Students are faced with working in a multidisciplinary team, achieving collaboration with all participants in the process, including government representatives, investors, contractors and other professionals. In addition to the research, the project involves main project design and realization of all activities,

including project promotion and post-production. Therefore, the workshop is a method of research and joint learning by doing in which a multidisciplinary approach to education is focused on practice, connection with the real context and cooperation with the wider community as a long-term process of collective learning involving a wide range of actors and exploring new models of co-creation.

In light of environmental challenges at the everyday level, it is especially important to encourage the participation of young and creative people in order to promote sustainable ideas, to raise public awareness of the importance of environmental pollution and to create better living conditions. This project is just like that! In addition to the practical experience that students gain, it emphasizes the importance of personal initiative and promotes the active participation through cooperation in the development and implementation of new models of social responsibility and care for urban and natural environment.

### **3. RESULTS**

A group of young people (students, lecturers and mentors) gathered around the University of Banja Luka were fully engaged in meeting the goals of joint learning, research and finally presenting the results to the public in different formats: (1) by mapping sewage discharges from different perspectives by public urban walks and dajak boat rides along the river (Figure 1.); (2) S.O.S. for Vrbas - performance with the release of colored smoke signals along the river, sending a clear visual message about the scale of the river pollution (Figure 2.); (3) a festival walk through the city center, carrying banners with visual messages that in a comic way provoke passers-by in an attempt to think about the pollution; (4) a small-scale spatial installation on Krajina Square (the main city square in Banja Luka) (Figures 3, 4, 5); (5) exhibition panels that demystify the problem of pollution and construction of wastewater treatment systems through exact results of the analytical procedure; (6) exhibition Landscape of Vrbas - conditionally, which shows eight urban projects that treat the Vrbas river, but depending to one condition - clean water; (7) a panel discussion; and (8) promo video.

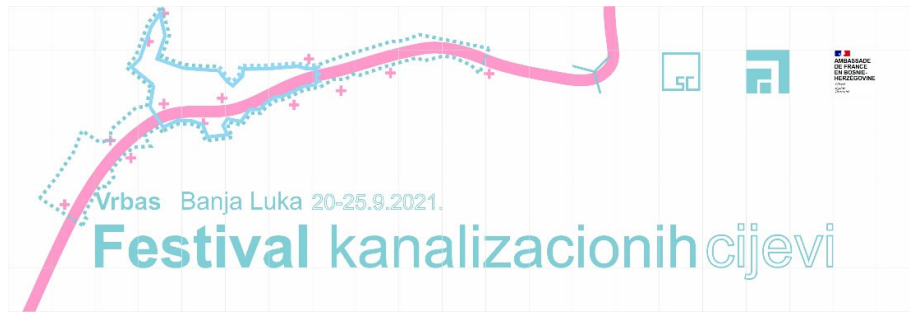


Figure 1. Map of the Wastewater discharges into the Vrbas river in a narrow urban area (between the Green and Rebrovac Bridges).



Figure 2. S.O.S for Vrbas performance.

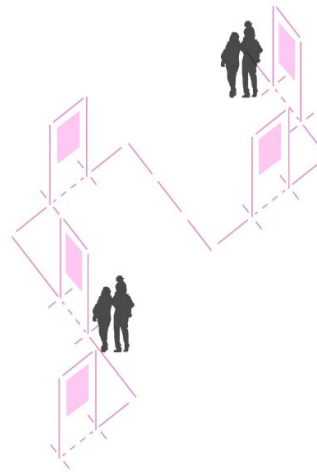


Figure 3. Small-scale spatial installation on Krajina Square.



Figure 4. Citizens interacting with the small-scale spatial installation.



Figure 5. Workshop participants promoting the project for the media.



### **3.1 THE CHARACTER OF A SMALL URBAN INTERVENTION**

One of the main results is the spatial installation on Krajina Square (the main city square) in Banja Luka. It is made of plastic sewage pipes of circular cross section, 50 mm diameter of different lengths: 250 mm (4 pcs), 500 mm (42 pcs), 1000 mm (14 pcs) and 2000 mm (12 pcs), and shaped elements with 50 mm diameter and 900 mm length (46 pcs), as basic modules of the structure. The linear structure is designed to allow the flexibility, easy (dis)assembly, and different spatial configurations depending on the location. The intense pink color of the pipes stands out from any urban or natural context and attracts the attention of passers-by. In addition of materializing the issue, the installation places users at the center of the simulation of the city's sewage system, raising awareness of its immediate presence in everyday life and its scale.

The setting in the busiest public city space (between the Boska department store and the main Market place) in the "peak" of a sunny Saturday morning shows a small sample of the city infrastructure all around visible urban structure. At the same time, it represents a free-standing construction for exhibition panels that raise awareness of the problem of discharging complete wastewater directly into the Vrbas River - main city collector. The main question of the exhibition "Where does your shit go?", with the presentation of wastewater samples and simultaneous combination of different sensations, fully explains the idea of the Sewage Pipes Festival.

### **3.2 IMPACTS**

Thus the goals of the project have mostly been met. The news about the Sewage Pipes Festival went viral, attracting the attention of the professional, academic and student community, and then ecologists, users and fans of the Vrbas River. The main target group (20 students directly involved) and more than 250 other active participants in the event. Through workshop participants gained theoretical and practical knowledge about the city sewage system, how to approach the problems of environmental pollution using various types of political pressure, and raised public awareness about the issue. In addition to setting up the installation by using the public space as an exhibition space, students also conducted a performative walk with banners, as well as addressing the citizens on the square, initiating communication and a lively dialogue about the problem. A dialogue has also been established between local actors and the young population - the bearers of future change. The local administration has gained experience of a new proactive approach in the process of creating a critical mass for launching expensive and long-term, but necessary strategic projects for a healthier and more sustainable future of the urban environment.

In addition the public was informed through the medias reports (internet portals and TV shows) which covered the festival and through social medias (Instagram, Facebook, Twitter and LinkedIn), where the project posts were seen about 10,000 times, and. Negative outcomes were minimal, mainly related to great expectations and provocative festival language, which introduces the sewage pipes system and finally the content of the Vrbas River on the table, which should not be censored.

## 4. CONCLUSIONS

To resume, the success of a multimedia and multidisciplinary approach could be confirmed. Students and teachers of both faculties came out of the closed space of institutions and well-known teaching process into the new public and cultural space, using their acquired knowledge thoughtfully and purposefully. The act of placing the installation in the public space of the main square connects ecological, architectural and artistic principles and modes of operation. In addition to the educational character about the emerging issue of the Vrbas River pollution caused by unregulated sewage discharges, it also has an engaged character in which it invites citizens to act in addressing and solving community problems. Finally, the Sewage Pipes Festival confirms the statement that public space is a place where society is visualized and built, and that collaborative approaches by engaging community with public space can provide quality results.

## ACKNOWLEDGMENT

Thanks to the Embassy of France in Bosnia and Herzegovina for co-financing the Sewer Pipe Festival project; organizer - Center for Spatial Research; partners - the Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy and the Academy of Arts of the University of Banja Luka, the City Administration of Banja Luka, the Kayak-Canoe Club Vrbas Banja Luka and the Dayak Club Banja Luka; lecturers - Žana Topalović, Ognjen Šukalo, Isidora Karan and Milana Stijak; and video makers - Milan Bajić and Nemanja Petković.

## BIBLIOGRAPHY

- [1] Solà-Morales, M. (2008) *De cosas urbanas*. Barcelona: Gustavo Gili.
- [2] Porqueddu, E. (2015) "Intensity without Density". *Journal of Urban Design*, 20(2): 169-192.
- [3] Radović, D. and Boontharm, D. (2012) *Small Tokyo: Measuring non-measurable*. Tokyo: Flickr studio co.
- [4] Zagora, N. and Šamić, D. (2021) *Urban rooms of Sarajevo: Transforming urban public spaces using interior design tools*. Sarajevo: Faculty of Architecture, University of Sarajevo.
- [5] Available at: <<https://icprostor.wordpress.com/o-nama/>>] [Accessed on Oct. 10, 2017]
- [6] Sieverts, T. (2015) Class Lecture, Topic: „The Horizontal Metropolis needs a Soul: The book „Zwischenstadt" from 1997 read again in 2015. Escuela Técnica Superior de Granada, Granada, España, Dec. 2, 2015.
- [7] Thorpe, A. (2012) *Architecture & Design versus Consumerism: How Design Activism Confronts Growth*. London: Routledge.
- [8] Gehl, J. (2010) *Cities for People*. Washington: Island Press.
- [9] Lerner, J. (2005) *Acupuntura urbana*, Barcelona: Instituto de Arquitectura Avanzada de Cataluña.
- [10] Agatino Rizzo, "Urban Interventions," *Cityleft- Towards Transdisciplinary Urbanism*, [Available at: <<http://cityleft.blogspot.ba/p/urban-interventions.html>>] [Accessed on March 6, 2018]
- [11] Mitchell, W.J.T. (ed.) (1994) *Landscape and Power*, Chicago: The University of Chicago Press.
- [12] Симоновић, Д. (2010) *Пејзажни градови, поређење развоја урбаног идентитета Бањалуке и Граца*. Бања Лука: Архитектонско-грађевински факултет.

- [13] Kirjakov, A. (1951) Generalni urbanistički plan - Banjaluka (nepublikovani javni dokument). Sarajevo: Urbanistički zavod Generalne uprave za komunalne poslove Narodne republike Bosne i Hercegovine.
- [14] Karan, I., Stijak, M., Kuvač, I. (2017) „The small-scale approach as a generator for urbanity increase of Banja Luka city,“ in Proc. Places and Technologies, Sarajevo.
- [15] Кувач, И., Каран, И. (2018) "Нови концепт урбаног развоја Бањалуге: Између приватних интереса и потреба грађана" у Перић-Ромић, Р. и Савић, Д. (ур.) Нови концепт урбаног развоја Бањалуге: између приватних интереса и потреба грађана [Зборник радова] Бања Лука: Универзитет у Бањој Луци, Факултет политичких наука. Стр. 33-56.

*Igor Svetel<sup>1</sup>*

## **BIM KAO DELATNOST ZASNOVANA NA STANDARDIMA I UTICAJ NA GRAĐEVINSKI SEKTOR**

### **Rezime**

Informaciono modeliranje građevina (BIM) se danas sastoji od tehnologija, procesa i propisa koji omogućavaju kooperativno projektovanje, izgradnju i eksploataciju građevinskog objekta zasnovano na informacionom modelu. Samo razvoj softvera ne obezbeđuje uspešnu implementaciju BIM procesa i zato se pristupilo izradi većeg broja standarda koji regulišu taj proces. Iako standardi obuhvataju kako oblasti koje se direktno tiču projekatata, izvođača i investitora, tako i oblasti koje su potpuno orijentisane na razvoj softvera, ipak je razumevanje svih standarda potrebno da bi se sagledao ceo obim digitalne transformacije koju donosi BIM i ostvari uspešna primena BIM tehnologija.

### **Ključne reči**

BIM, standardi, građevinska praksa, digitalna transformacija.

## **BIM AS AN ACTIVITY BASED ON STANDARDS AND IMPACT ON THE AEC SECTOR**

### **Summary**

Building Information Modeling (BIM) today consists of technologies, processes and regulations that enable cooperative design, construction and operation of a building based on an information model. Software development alone does not ensure the successful implementation of the BIM process, and therefore a number of standards governing this process have been developed. Although the standards cover areas directly related to designers, contractors and investors, as well as areas that are fully oriented to software development, an understanding of all standards is needed to understand the full scope of digital transformation brought by BIM and achieve successful application of BIM technologies.

### **Key words**

BIM, standards, AEC practice, digital transformation.

---

<sup>1</sup> dr, naučni saradnik, Inovacioni centar Mašinskog fakulteta, Kraljice Marije 16, Beograd, [isvetel@mas.bg.ac.rs](mailto:isvetel@mas.bg.ac.rs)

## 1. UVOD

Informaciono modeliranje građevina (BIM) se danas sastoji od tehnologija, procesa i propisa koji omogućavaju kooperativno projektovanje, izgradnju i eksploataciju građevinskog objekta zasnovano na informacionom modelu. Model na kome se bazira je zajednička digitalna reprezentacija koju koriste svi učesnici u procesu i koja je pouzdan izvor svih informacija potrebnih za donošenje odluka tokom životnog ciklusa građevinskog objekta. BIM u ovom trenutku podrazumeva korišćenje svih vrsta digitalnih reprezentacija informacija, bez obzira da li su one predviđene samo za ljudsku interpretaciju (kao digitalni crteži, dokumenti u PDF formatu i sl.) ili su predviđene za računarsku interpretaciju (Svetel 2020). Samo razvoj softvera i entuzijazam korisnika ne može da uspostavi red u mnoštvu informacija koje odlikuju građevinski sektor, zbog čega se pristupilo razvoju brojnih standarda.

## 2. UPRAVLJANJE INFORMACIJAMA

U poslednje vreme najveću pažnju privlači skup standarda iz ISO 19650 serije. Ova serija standarda reguliše proces upravljanja informacijama tokom svih faza životnog veka građevine. Standard trenutno sadrži četiri dela, uz još dva u razvoju. Deo 1 (ISO 2018b) definiše osnovne koncepte i principe koji se koriste u svim ostalim delovima, deo 2 (ISO 2018c) se bavi upravljanjem informacijama tokom faze isporuke koja uključuje projektovanje i izgradnju građevine, deo 3 (ISO 2020a) se bavi upravljanjem informacijama tokom operativne faze građevinskog objekta, a deo 5 (ISO 2020b) razmatra problem bezbednosti informacija. Delovi u izradi pokrivaju detaljan opis procesa razmene informacija i zahteve za zdravljem i bezbednošću.

Ovi standardi su zasnovani na najboljim praksama i predstavljaju rezultat skoro decenije primene BIM-a u zemljama gde je uvedena zakonska obaveza njegove primene. Iskustvo je pokazalo da samo softver i standardni formati razmene informacija nisu dovoljni za efektivnu saradnju i izradu BIM modela. Sadržaj standarda se može posmatrati kao lista aktivnosti koje treba sprovesti tokom planiranja, ugovaranja i implementacije upravljanja BIM informacijama da bi se postigao efikasan tok. Standardi takođe preciziraju vrste dokumenata koji treba da sumiraju rezultate planiranja i ugovaranja i koji su deo ugovorne dokumentacije.

Standardi ISO 19650 razlikuju dva smera kretanja informacija. Strana koja inicira proces (tzv. strana koja imenuje) bilo projekat u slučaju projektovanja i izgradnje objekta, bilo fazu u eksploataciji objekta, treba da pripremi dokumente koji jasno navode zahteve za informacijama. Ovi zahtevi su podeljeni u četiri kategorije: 1) organizacioni (OIR) koji se odnose na opštu politiku upravljanja informacijama kompanije, 2) imovinski (AIR) koji definišu odnos prema upravljanju informacijama o imovini, 3) projektni (PIR) koji definišu zahteve za informacijama o konkretnom projektu i 4) zahtev za razmenom informacija (EIR) koji definiše za svaku fazu precizan obim i nivo informacija. Uloga ovih dokumenata je da unapred odrede koje su informacije, u kom obimu, u kom definisanom trenutku, u kom formatu, i za koga, potrebne tokom životnog ciklusa građevine. Ovi dokumenti čine osnovu za proces ugovaranja svake faze projekta ili događaja tokom eksploatacije zgrade. Za svaki

događaj u životnom ciklusu zgrade sprovodi se niz aktivnosti upravljanja informacijama, koji uključuje raspisivanje tendera, planiranje informacija i proizvodnju informacija.

Drugi pravac kretanja informacija kreće od strane tima za isporuku informacija koji se sastoji od vodeće imenovane strane i radnog tima. Na osnovu zahteva za informacijama u procesu tendera oni izrađuju plan sprovođenja BIM-a (BEP). Plan sprovođenja BIM-a je dokument koji navodi kako će tim za isporuku uzeti u obzir zadatke upravljanja informacijama i proizvodnje informacija i takođe daje jasan uvid u njihove BIM kapacitete i sposobnosti. Tim za isporuku informacija definiše kako će ispuniti zahteve iz AIR ili EIR, kako će da obezbedi precizno vreme isporuke informacija, definiše strategiju objedinjavanja (federacije) i strukturu raščlanjivanja za informacione kontejnere, opisuje kako će informacije biti koordinirane sa drugim timovima i uspostavlja preciznu matricu odgovornosti.

Važan aspekt BIM procesa prema standardu ISO 19650 je zahtev da se svim dokumentima, koji moraju biti u digitalnom formatu, treba pristupati i upravljati kroz zajedničko informaciono okruženje (CDE). Funkcionisanje CDE se bazira na informacionim kontejnerima, imenovanim i trajnim kolekcijama informacija. Ime kontejnera treba da prati utvrđenu konvenciju imenovanja koja daje informacije o ulozi informacionog kontejnera i obezbeđuje kontejneru jedinstveni ID. Pored toga, kontejnerima treba dodeliti atribut koji određuju njihovu podobnost (status), reviziju, verziju i klasifikaciju. CDE treba da definiše i postavi strana koja inicira proces (strana koja imenuje) pre tenderskog procesa, tako da se svim tenderskim dokumentima može upravljati kroz CDE.

CDE mora dozvoliti informativnim kontejnerima da prelaze između stanja, da omogući siguran pristup kontejnerima, da garantuje vlasništvo nad kontejnerom čak i u slučaju da autor kontejnera napusti projekat, i da omogući beleženje imena korisnika i datuma kada je izvršena tranzicija. Informacioni kontejneri mogu imati četiri stanja: 1) rad u toku – koji sadrži informacione kontejnere koji su vidljivi samo akterima koji na njima rade, 2) deljeni – informacioni kontejneri koji su provereni i odobreni za deljenje sa drugim akterima u projektu, 3) objavljeni - informacioni kontejneri koje je prihvatio naručilac, i 4) arhivski - informacioni kontejneri koji se čuvaju nakon projekta.

### **3. MODEL PODATAKA**

Počeci razvoja BIM-a su povezani sa idejom o definisanju digitalnog modela građevinskog objekta koji bi na strukturisani način objedinio sve informacije o građevinskom objektu potrebne tokom čitavog njegovog životnog ciklusa. Rezultat tih napora su Osnovne industrijske klase (Industry Foundation Classes – IFC) (ISO 2018a). Razvoj je počeo 1994-te, sa prvom objavljenom verzijom iz 1996-te i postignutim nivoom ISO PAS standarda 2005-te godine. IFC je i konceptualna šema podataka i format datoteke za razmenu podataka. Kao konceptualna šema podataka definiše klase neophodne za predstavljanje svih koncepata koji se odnose na građevinske objekte i objekte infrastrukture tokom njihovog životnog ciklusa. Pošto nije moguće predvideti sve parametre koji čine određene klase, samo oni najčešći su deo osnovnog IFC modela podataka, a uveden je mehanizam za dodavanje novih parametara korišćenjem klase `IfcPropertySet`. Kao format datoteke za razmenu, IFC koristi tekstualni format datoteke zasnovan na STEP standardu (ISO 2016) i XML format.

Od samog početka IFC je razvijan da omogućí najviši nivo interoperabilnosti među aplikacijama, i sa tim ciljem težilo se podršci za najveći broj informacija, a ne jednom konzistentnom modelu. Mnoge informacije, među njima i sama geometrija mogle su da budu prikazane na različite načine. Različite aplikacije su imale različite pristupe kako zgrade treba da se modeluju, koje informacije su potrebne za razmenu i kako različiti objekti i parametri treba da budu mapirani u IFC šemu (Jeong et al. 2009). Da bi se ostvarila efikasna razmena podataka razvijena je definicija prikaza modela (Model View Definitions - MVD) (buildingSMART 2021b) kao podskup pune šeme podataka koja uključuje samo one podatke koji podržavaju jedan određeni tok rada u građevinskom sektoru. Kao način da se odredi koje su informacije potrebne i u koje vreme buildingSMART je razvio priručnik za pružanje informacija (Information delivery manual - IDM), seriju standarda ISO 29481. Prvi deo (ISO 2010) definiše metodologiju za kreiranje dokumenata koji opisuju procese i potrebne podatke i definiše IDM format koji se sastoji od mape interakcije, mape procesa i jednog ili više zahteva za razmenom informacija. Drugi deo (ISO 2012) daje detaljan prikaz načina na koji se strukturira mapa interakcije. IDM predstavlja formalno strukturisan opis nekog radnog toka u građevinskom sektoru na način koji omogućava implementaciju MVD za konkretni radni tok. MVD takođe služi kao osnova za sertifikaciju funkcionalnosti IFC uvoza i izvoza određenog softvera. IFC 2x3 ima samo jedan sertifikacioni MVD, Coordination View 2.0, dok IFC4 ima dva: 1) Reference View koji je sličan Coordination View 2.0, ali je jednostavniji i pokriva samo aspekte koordinacije, i 2) Design Transfer View koji pokriva aspekte razmene modela tako da ih mogu koristiti druge aplikacije.

Serija standarda ISO 12006 razmatra organizaciju informacija o građevinskim radovima. Deo 2 (ISO 2015) daje opšti okvir za klasifikaciju u građevinarstvu. U vreme prvog izdanja 2001. godine odnosio se generalno na problematiku razvoja klasifikacionih sistema u građevinarstvu i nije bio konkretno vezan za BIM. Vremenom, kako su razvijani moderni sistemi klasifikacije građevina u skladu sa standardom kao što su OmniClass i Uniclass i sa razvojem značaja BIM tehnologija u građevinarstvu, drugo izdanje ISO 12006-2 je uključilo BIM u razmatranje.

IFC format je strukturisan a elementi su klasifikovani tako da predstavljaju jedan građevinski objekat u momentu kada se informacija razmenjuje između aplikacija. Ako treba da predstavimo različite faze projekta, potrebno je da napravimo poseban IFC model za svaku fazu. Ali, ako želimo da predstavimo odnose između faza projekta, ili da predstavimo odnose između parametara elemenata modela i kataloga građevinskih proizvoda, ne možemo koristiti IFC model. Za takve potrebe osmišljen je model podataka za kreiranje rečnika (ISO 2007). Ovaj model podataka omogućava definisanje pojmova u građevinarstvu pomoću računarskih struktura koje definišu svojstva, grupe pojmova i odnose između pojmova i omogućava njihovu računarsku interpretaciju. Svaki pojam je identifikovan globalno jedinstvenim identifikatorom (GUID) i sadrži višejezične oznake i opise. Na taj način svaki koncept je jedinstveno identifikovan i omogućen je automatski prevod između različitih jezika. Trenutno buildingSMART pruža uslugu korišćenja buildingSMART Data Dictionary (bSDD) koji predstavlja implementaciju ISO 12006-3 modela podataka (buildingSMART 2021a) Ovaj servis je još uvek u razvoju i trenutno uključuje nove pristupe zasnovane na međusobno povezanim rečnicima podataka. Kombinuje koncepte iz mnogih sistema klasifikacije kao što su CCI Construction, ETIM, NL-SfB, Uniclass 2015, itd. Takođe služi kao centralno skladište svih IFC svojstava (IfcPropertySet).

Standard ISO 23387 je nastao iz praktične potrebe da se definiše standardni način strukturiranja informacija o građevinskim proizvodima (ISO 2020d). Ovaj standard definiše strukturu podataka koja grupiše definicije svojstava iz rečnika podataka kreiranih u skladu sa ISO 12006-3 kako bi se odgovorilo na specifične potrebe kao što su: zajednički način pružanja informacija o proizvodima, strukturisanje informacija o proizvodu u skladu sa specifičnim tržišnim standardima ili kreiranje zahteva za informacijama.

Prema ISO 19650-2 (ISO 2018c) u završnoj fazi svakog projekta ostvaruje se isporuka informacija koje su organizovane u okviru informacionih kontejnera koji imaju različite strukture i sadržaje. Serija standarda ISO 21597 bavi se problemom kako specificirati odnose između informacionih kontejnera da bi se omogućio lakše pronalaženje informacija. Deo 1 (ISO 2020e) definiše format kontejnera koji se sastoji od datoteke zaglavljiva i opcionih datoteka veza koje definišu odnose između dokumenata ili elemenata unutar njih. Informacija u datotekama zaglavljiva i linkova definisane su korišćenjem standarda semantičkog veza RDF, RDFS i OWL. Deo 2 (ISO 2020f) definiše dalju specijalizaciju generičkih tipova veza navedenih u ISO 21597-1 dodavanjem uobičajenih tipova veza koji omogućavaju dodavanje informacija o sadržaju kontejnera i time ih čine razumljivim za ljude.

#### 4. OSTALI STANDARDI

Prva ideja kod razvoja bSDD-a je bila da se napravi jedan sveobuhvatni rečnik koji bi uključio sve pojmove u AEC građevinarstvu. Međutim, kako je došlo do razvoja većeg broja nezavisnih rečnika podataka, razvijen je novi pristup sa više međusobno povezanih rečnika. Pošto proces kreiranja rečnika podataka zahteva da odobreni stručnjaci za određeni domen unose i održavaju sadržaj, ovakav decentralizovani pristup zahteva standardizovan način upravljanja rečnicima. U tom cilju standard ISO 23386 (ISO 2020c) definiše metodologiju za opisivanje, autorizovanje i održavanje svojstava u međusobno povezanim rečnicima podataka i služi kao procedura koja osigurava kvalitet rečnika podataka. Takođe, standard daje opsežnu listu atributa koji se moraju koristiti za opisivanje svojstava u rečnicima podataka.

Tradicionalno, nivo informacija u građevinskom sektoru je određen razmerom crteža. Sa početkom primene BIM modela, postavilo se pitanje kako odrediti nivo potrebnih digitalnih informacija. Jedno rešenje je bio Nivo razvoja (Level of Development - LOD) (BIMForum 2020) koncept koji opisuje stepen razrade BIM informacija prema unapred definisanim nivoima (100, 200, 300, 350 i 400). Dokument daje detaljan opis nivoa za svaki element zgrade i redovno se ažurira. Standardi ISO 19650 ne koriste koncept LOD-a, nego navode da razmena informacija treba da bude u skladu sa odgovarajućim nivoom kako bi se sprečila isporuka previše informacija. Standard EN 17412 (CEN 2020) uspostavlja okvirnu strukturu za nivo potrebnih informacija. On ne predviđa unapred definisane nivoe, već uspostavlja opšte principe za specifikaciju nivoa potrebnih informacija. Cilj je da se uspostavi fleksibilni okvir koji može odrediti preciznu granularnost informacija za specifičnu razmenu informacija, umesto da se koriste unapred definisani nivoi.

Format BIM saradnje (BIM Collaboration Format - BCF) (buildingSMART 2017) je razvijen kao standard za upravljanje problemima vezanim za BIM model. Ima dve



implementacije: 1) kao otvoreni format podataka zasnovan na XML-u koji podržava saradnju zasnovanu na datotekama i 2) kao bcfAPI koji omogućava razvoj usluga zasnovanih na serveru. Koristeći BCF, učesnik u procesu kreira temu koja ima naslov, opis, rok i druge informacije koje su povezane sa određenom pozicijom pogleda u okviru BIM modela i jedinstvenim identifikatorima (GUID) obuhvaćenih elemenata zgrade. Na taj način nije potrebno razmenjivati nikakve elemente modela, a svaki učesnik u projektu može kreirati, sortirati, istraživati i rešavati probleme direktno u svom BIM modelu.

## 5. UTICAJ NA GRAĐEVINSKI SEKTOR

Nakon perioda u kome je bio dominantan samo razvoj softvera što je dovelo mnoge potencijalne korisnike BIM tehnologija u nedoumicu šta je pravi izbor i često rezultovalo prilagođavanjem procesa zahtevima pojedinačnog softvera, sadašnji trenutak u razvoju BIM-a odlikuje nov pristup zasnovan na standardizaciji različitih aspekata digitalnog procesa.

Uvažavajući činjenicu da građevinski sektor teško napušta tradicionalne reprezentacije kao što su planovi standardi se odnose na informacije u digitalnom formatu bez obzira da li je on namenjen samo ljudskoj interpretaciji ili je moguća računarska interpretacija. Digitalizacija građevinskog sektora nije laka misija, pogotovo što je ceo sektor fragmentiran i međusobno odvojen. Da bi se postigli vidljivi rezultati, neophodno je promeniti ovu situaciju i ostvariti veću saradnju svih učesnika u procesu što je i cilj BIM standarda. Serija ISO 19650 standarda je posebno korak u tom pravcu jer postavlja temelje koji omogućavaju svim učesnicima da bolje razumeju svoju poziciju i odgovornosti tokom BIM procesa. Jasna definicija zahteva za informacijama i proces ugovaranja BIM projekta pruža sigurnost organizacijama koje isporučuju BIM modele da je ono što rade upravo ono što se očekuje. S druge strane, izrada plana sprovođenja BIM-a od strane organizacije koja isporučuje informacije garantuje inicijatoru projekta da će dobiti ono što očekuje. Na taj način se jača poverenje svih učesnika u BIM proces i stvara osnova za veću saradnju učesnika. Drugi standardi kao Format BIM saradnje i nivo potrebnih informacija dodatno pomažu u ostvarivanju kooperativnog radnog okruženja i pojačavaju mogućnost saradnje među svim učesnicima u procesu.

Ostali standardi podržavaju šire povezivanje informacija o građevinskim objektima van osnovnog modela kakav je definisan IFC formatom i predstavljaju osnove za modele zasnovane na informacijama koje se računarski interpretiraju čime će se ostvaruju osnove za integrisane BIM sisteme koji u potpunosti povezuju sve discipline povezane sa građevinskim sektorom u jedno računarsko okruženje .

Treba prihvatiti da je BIM novi medij za digitalnu reprezentaciju arhitektonskih i građevinskih projekata, nov način da svi učesnici u lancu projektovanja, izvođenja i eksploatacije građevinskih objekata izraze svoje ideje, očekivanja, rešenja, izveštaje itd.

## 6. ZAKLJUČAK

Sve veći broj standarda koji se pojavljuju u poslednje vreme pružaju podršku za digitalnu transformaciju celog građevinskog sektora, međutim ne predstavljaju rešenje sami po sebi. Potrebno je dobro razumevanje namene svakog standarda, njihove međusobne povezanosti kao i njihovih ograničenja da bi se ostvarila uspešna digitalna transformacija. Takođe postoje i naponi da se razviju nove konceptualne šeme koje bi pružale adekvatni pogled na korišćenje informacionih tehnologija u građevinskom sektoru obzirom da tradicionalno ne postoje teoretske osnove celog procesa, već se ceo razvoj zasniva na svakodnevnoj praksi (Succar, Poirier 2020). Da bi se ostvario pravi napredak standarde ne treba posmatrati kao formalne zahteve koje treba zadovoljiti, već kao uputstva ili kontrolne liste koje služe za ostvarivanje efikasnog kolaborativnog stvaranja i korišćenja informacija o građevinskim objektima. Kvalitet informacija, mogućnost njihovog korišćenja od strane svih učesnika u procesu, bez gubitaka i tokom celog životnog ciklusa građevine je suština digitalne transformacije građevinskog sektora.

BIM nije gotov proizvod, već tehnologija u razvoju i za uspešnu primenu neophodno je da arhitekti, inženjeri, izvođači, investitori, proizvođači materijala i opreme i svi ostali učesnici u procesu razumeju značaj informacija i da budu upoznati sa BIM standardima da bi bili u mogućnosti da razvoj usmere u skladu sa potrebama struke.

## LITERATURA

- [1] BIMForum. (2020). Level of Development (LOD) Specification <https://bimforum.org/lo/>
- [2] buildingSMART. (2017). BIM Collaboration Format (BCF). <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/bim-collaboration-format-bcf/>
- [3] buildingSMART. (2021a). buildingSMART Data Dictionary. <http://bsdd.buildingsmart.org/>
- [4] buildingSMART. (2021b) Model View Definitions (MVD). <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/model-view-definitions-mvd/>
- [5] CEN. (2020). Building Information Modelling - Level of Information Need - Part 1: Concepts and principles. (EN 17412-1:2020). [https://standards.cencenelec.eu/dyn/www/f?p=CEN:110:0:::FSP\\_PROJECT,FSP\\_ORG\\_ID:64241,1991542&cs=16FB24B5565D2877CE747B42A7E8B934B](https://standards.cencenelec.eu/dyn/www/f?p=CEN:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:64241,1991542&cs=16FB24B5565D2877CE747B42A7E8B934B)
- [6] ISO. (2007). Building construction — Organization of information about construction works — Part 3: Framework for object-oriented information. (ISO 12006-3:2007). <https://www.iso.org/standard/38706.html>
- [7] ISO. (2010). Building information modelling — Information delivery manual — Part 1: Methodology and format. (ISO 29481-1:2010). <https://www.iso.org/standard/45501.html>
- [8] ISO. (2012). Building information models — Information delivery manual — Part 2: Interaction framework. (ISO 29481-2:2012). <https://www.iso.org/standard/55691.html>
- [9] ISO. (2015). Building construction — Organization of information about construction works — Part 2: Framework for classification. (ISO 12006-2:2015). <https://www.iso.org/standard/61753.html>
- [10] ISO. (2016). Industrial automation systems and integration — Product data representation and exchange — Part 21: Implementation methods: Clear text encoding of the exchange structure. (ISO 10303-21:2016). <https://www.iso.org/standard/63141.html>

- [11] ISO. (2018a). Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema. (ISO 16739-1:2018). <https://www.iso.org/standard/70303.html>
- [12] ISO. (2018b). Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles. (ISO 19650-1:2018). <https://www.iso.org/standard/68078.html>
- [13] ISO. (2018c). Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 2: Delivery phase of the assets. (ISO 19650-2:2018). <https://www.iso.org/standard/68080.html>
- [14] ISO. (2020a). Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 3: Operational phase of the assets. (ISO 19650-3:2020). <https://www.iso.org/standard/75109.html>
- [15] ISO. (2020b). Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 5: Security-minded approach to information management. (ISO 19650-5:2020). <https://www.iso.org/standard/74206.html>
- [16] ISO. (2020c). Building information modelling and other digital processes used in construction — Methodology to describe, author and maintain properties in interconnected data dictionaries. (ISO 23386:2020). <https://www.iso.org/standard/75401.html>
- [17] ISO. (2020d). Building information modelling (BIM) — Data templates for construction objects used in the life cycle of built assets — Concepts and principles. (ISO 23387:2020). <https://www.iso.org/standard/75403.html>
- [18] ISO. (2020e). Information container for linked document delivery — Exchange specification — Part 1: Container. (ISO 21597-1:2020). <https://www.iso.org/standard/74389.html>
- [19] ISO. (2020f). Information container for linked document delivery — Exchange specification — Part 2: Link types. (ISO 21597-2:2020). <https://www.iso.org/standard/74390.html>
- [20] Jeong, Y.-S., Eastman, C.M., Sacks R., and Kaner I. (2009). Benchmark tests for BIM data exchanges of precast concrete. *Automation in Construction*. vol. 18, pp. 469-484. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.11.001>
- [21] Succar, B., Poirier, E., (2020). Lifecycle information transformation and exchange for delivering and managing digital and physical assets, *Automation in Construction*, Volume 112, 103090, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103090>.
- [22] Svetel, I. (2020). Document vs. Model Based Digital Design Process. in R. Bogdanovic, (Ed.), *On Architecture: Learning Architecture*, (pp. 35-41). Strand.

*Jelena Dinić Milovanović<sup>1</sup>*

## **GRADSKA INFRASTRUKTURA JAVNOG OSVETLJENJA U FUNKCIJI SREDSTVA KOMUNIKACIJE**

### **Rezime**

Generalni utisak je da je tehnički progres u disproportciji sa ljudskom empatijom, da nužno podrazumeva nemar i nebrigu prema pojedincu, a da li je baš tako?

Da li je moguće uspostaviti relaciju između tehničkog napretka, razvoja komunalne infrastrukture i društva (empatije, srdačnosti, diplomatskog protokola itd.) i na koji način?

Ovaj stereotip od nedavno, ruši instalacija dekorativnog osvetljenja Brankovog mosta, koja je jedna od malobrojnih na teritoriji prestonice sa potencijalom promene boja. Iako je realizovana tokom 2019.g, etapno se izvode radovi uregulisanja instalacije osvetljenja.

### **Ključne reči**

javno osvetljenje, jedinstvo tehnologije i društva

## **PUBLIC LIGHTING CITY INFRASTRUCTURE IN THE FUNCTION OF COMMUNICATION DEVICE**

### **Summary**

The general impression is that technical progress is disproportionate to human empathy, that it necessarily implies negligence and carelessness towards the individual, but is that so?

Is it possible to establish a relation between technical progress, development of communal infrastructure and society (empathy, cordiality, diplomatic protocol, etc.) and which way?

This stereotype recently has been broken by the installation of decorative lighting on Branko's Bridge, which is one of the few in the capital with the potential to change colors. Although it was realized during 2019, the works of regulating the lighting installation are being carried out in stages.

---

<sup>1</sup> dipl.el.inž, JKP“Javno osvetljenje“Beograd, [jelena.dinic@bg-osvetljenje.rs](mailto:jelena.dinic@bg-osvetljenje.rs)

## 1. UVOD

Kada se za neki grad kaže da je „pametan“, jedna od asocijacija je futuristički koncept kontinualnog unapređenja visoke tehnologije, štedljivog korišćenja resursa i redukovane emisije zagađenja. Mesto gde standardne usluge postaju efikasnije primenom digitalnih tehnologija u cilju ostvarivanja koristi za sve stanovnike grada, najčešće zvuči kao tehnološka fantazija. U svemu tome, postavlja se pitanje gde je tu čovek kao pojedinac, sa svim svojim specifičnim potrebama i koja je njegova vidljivost kao takvog u sistemu?

Da li je moguće uspostaviti relaciju između tehničkog napretka, razvoja komunalne infrastrukture i društva (empatije, srdačnosti, diplomatskog protokola itd.) i na koji način?

### 1.1. INSTALACIJA DEKORATIVNOG OSVETLJENJA BRANKOVOG MOSTA U BEOGRADU

Odavno se stiče se utisak da je tehnički progres u disproportiji sa ljudskom empatijom, da pomenuti nužno podrazumeva i nemar i nebrigu prema pojedincu, naročito onima koji su deo neke specifičnosti, a da li je baš tako?

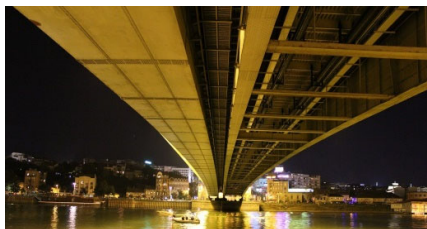
Jedna od malobrojnih instalacija dekorativnog osvetljenja koja bi mogla da se uhvati u koštac sa stereotipima je nova instalacija dekorativnog osvetljenja Brankovog mosta, koja je jedna od malobrojnih instalacija sa potencijalom promene boja. Iako je realizovana još tokom 2019.g, tokom prethodne godine etapno su izvođeni radovi uregulisanja instalacije upravljanja osvetljenja.

Implementacija nove instalacije dekorativnog osvetljenja Brankovog mosta predstavlja logičan korak ka upotpunjavanju transformisane urbane zone desne obale Save, na mestu njenog ušća u Dunav. Činjenica je da su mostovi neodvojivi segmenti pejzaža, a imajući u vidu sagledivost Brankovog mosta iz različitih perspektiva, uvažene su i implementirane brojne tehnološke premijere, osobene modernim sistemima osvetljenja. Pre svega, sama instalacija predstavlja infrastrukturu za različite vizuelne doživljaje, statičke ili dinamičke, monohromatske ili višebojne. Značajan je doprinos unapređenju energetske efikasnosti, integracijom sistema svetiljki nominalne potrošnje mnogo manje od potrošnje koja je očitavana prethodnim rešenjem osvetljenja, kao i daljinskog sistema kontrole i softverskog upravljanja.

Saglasno generalnim principima osvetljavanja kolosalnih objekata, pažnja je posvećena svim detaljima sagledivosti konstrukcije mosta, uvažavajući neuniformnost donjeg dela, ali i činjenicu da usled refleksije vode nije bilo neophodno postavljati reflektore sa donje strane mosta.



Slika 1. Sagledivost Brankovog mosta iz raznih perspektiva



*Slika 2. Donja strana mosta*

Scene koje posmatrač opaža su formirane posredstvom svetiljki kojima se osvetljava konstrukcija mosta i koje se softverski grupišu, kao i tačkastih reflektora usmerenih u kontrapoziciji od mosta. Drugopomenute svetiljke čine po 6 pikselizovanih duži sa obe strane mosta ispod pešačkih staza, formirajući dva 670x6 pikselna displeja.



*Slika 3. Pozicije tačkastih reflektora*

Svi pojedinačni reflektori (oko 8000) su kontrolabilni, što za posledicu ima mogućnost podešavanja boje, intenziteta, kao i temperature boje svakog ponaosob reflektora, kako statičkih, ali i efekata fluktuacije, valovitosti, i mnogih drugih u realnom vremenu, sa zadatim periodama, tj. učestanostima pojavljivanja. Instalirana snaga ovako opisanog sistema je oko 15 kW.

Na ovaj način, instalacija mosta ne omogućava monoton, već intenzivan vizuelni doživljaj koji fotografija može delimično da dočara.

## **2. INSTALACIJA DEKORATIVNOG OSVETLJENJA BRANKOVOG MOSTA U BEOGRADU - PRETHODNO REŠENJE**

Prethodno rešenje instalacije dekorativnog osvetljenja Brankovog mosta je realizovano uz pomoć 283 tradicionalna reflektora, sa konvencionalnim metalhalogenim izvorima svetlosti, kao i natrijum visokog pritiska. Ukupna instalirana snaga takvog sistema je bila oko 70 kW, a vizuelno, most je karakterisala specifična blede žuta boja tokom noćnih

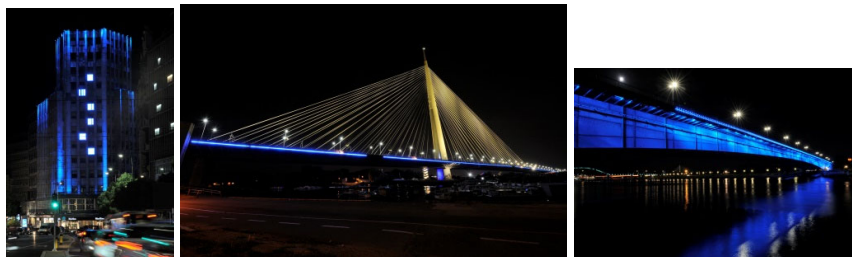
sati. Pomenuta, je bila prva instalacija dekorativnog osvetljenja nekog od mostova u srpskoj prestonici.



*Slika 4. Izgled prethodne instalacije dekorativnog osvetljenja Brankovog mosta*

## **2.5. INTERACT LANDMARK SYSTEM**

Realizacija dekorativnog osvetljenja Brankovog mosta ima potencijal integracije u Interact Landmark sistem, koji polako osvaja svetske metropole, kao način jedinstvenog upravljanja svetlosnim instalacijama na teritoriji grada, centralizovanim dirigovanjem instalacijama koje imaju mogućnost promene boja (Palata Albanija, Brankov i Most na Adi, Velika kupola Doma Narodne Skupštine). Potentnost realizovanih instalacija dekorativnog osvetljenja na taj način dobija na snazi, posmatranjem iz ptičije perspektive, što je u pseudoformi viđeno prilikom ceremonije otkrivanja spomenika Stefanu Nemanji, kada su u istom kadru bili spomenik, Brankov most i beogradska naselja sa modernim funkcionalnim osvetljenjem. Na taj način, modeli funkcionisanja scenskog osvetljenja zadavanjem dinamičkih komandi u određenim intervalima postaju primenljivi i na otvorenom, što predstavlja veliki korak u unapređenju sistema javnog osvetljenja.



*Slika 5. Objekti dekorativnog osvetljenja u plavom*

## **3. INFRASTRUKTURA JAVNOG OSVETLJENJA U FUNKCIJI SREDSTVA KOMUNIKACIJE**

Zahvaljujući prethodno navedenim osobenostima, i mogućnosti promene scena, kako statičkih, tako i dinamičkih, Grad Beograd se oglašava na jedan karakterističan način. Poruke podrške u istrajnosti u borbi sa korona virusom, poslali smo zemljama sa velikim

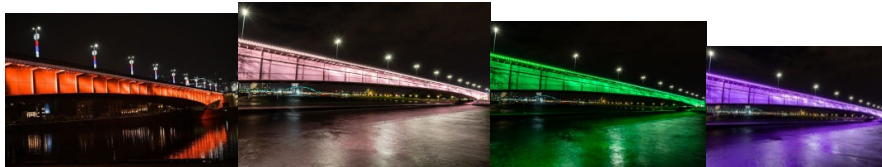
brojem žrtava, Italiji, Iranu, Španiji, zahvalnost na ukazanoj pomoći Narodnoj Republici Kini, srdačnu dobrodošlicu visokim zvaničnicima iz Evropske Unije, Kneževine Monako, Poljskoj, čestitali nacionalni praznik Bugarskoj, Argentini, Meksiku, podršku u borbi protiv terorizma Austriji, Francuskoj, i mnogim drugima, kolorizovanjem konstrukcije Brankovog mosta u osnovne boje zastava pomenutih zemalja.



*Slika 6. Kolorizovanje konstrukcije mosta u zastave Austrije, Srbije, Italije, Španije*

Sa kakvim poteškoćama se svakodnevno suočavaju oboleli od cerebralne paralize, dijabetesa ili kancera, znaju samo oni koji to direktno ili indirektno iskustveno proživljavaju. Kalendarom javnog zdravlja, jednom godišnje se obeležava njihov dan, kada postaju vidljiviji u društvu, sa malo više medijskog prostora i mogućnošću da predoče specifičnosti iz svakodnevice, uz apel za podrškom, saosećanjem, pomoći u sitnicama koje znače i vrede mnogo.

Svetlosnim instalacijama u zelenoj, ružičastoj, narandžastoj ili plavoj boji, generalno „bojenjem“ izabranih objekata koje podržavaju promenu boja, Grad Beograd daje primer društvene odgovornosti, ukazivanjem na probleme pojedinih osetljivih grupa. Činjenica je da podrška ne bi trebalo da izostaje tokom cele godine, ali na ovaj način se simbolično pažnja društva fokusira na pojedinca, njegovo prepoznavanje i ohrabivanje.



*Slika 7. Obeležavanje značajnih datuma u kalendaru javnog zdravlja*



#### **4. ZAKLJUČAK**

Iako deluje da su ove aktivnosti skorašnje, zapravo datiraju od pre više od decenije, kada su postavljene instalacije dekorativnog osvetljenja Palate Albanija, Doma Narodne skupštine, Mosta na Adi. Skromno, i bez velike pompe, Grad Beograd uz tehničku podršku JKP“Javnog osvetljenja“ Beograd je deo globalnog koncepta integracije socijalne i tehničke komponente u jednu, neodvojivu, i upravo ta činjenica daje posebnu draž priči o energetskej efikasnosti, koja je jedan od motiva rekonstrukcije stare instalacije. Kolorizovanje objekata tokom noćnih časova nije novina, ali bojama se na ovaj način oživljava duhovna i emocionalna komponenta grada, kao živog sistema, pažljivom upotrebom komunalne infrastrukture na multifunkcionalan način.

#### **LITERATURA**

- [1] <https://eu-smartcities.eu>

*Jelena Živković<sup>1</sup>, Ana Nikezić<sup>2</sup>*

## **INTEGRISANJE KONCEPTA ZELENE INFRASTRUKTURE U OBRAZOVANJE U DOMENU URBANOG DIZAJNA**

### **Rezime**

Savremeni pristupi razvoju gradova prepoznaju multifunkcionalnu zelenu infrastrukturu kao jedan od ključih alata za ostvarenje održivog urbanog okruženja kojim se istovremeno ostvaruje korist i za ljude i za prirodu. Primena ovog koncepta u urbanom planiranju i dizajnu zahteva holističko razumevanje kompleksnih odnosa u urbanim socio-ekološkim sistemima, kao i multidisciplinarni i multi-skalarni pristup razumevanju, vrednovanju i transformaciji prostora. To stvara potrebu za razvojem novih znanja i veština, kao i za novim pristupom obrazovanju arhitekata i urbanista.

Ovaj rad prikazuje teoretske osnove i metodološki pristup integraciji koncepta zelene infrastrukture u nastavu u oblasti urbanog dizajna i ilustruje njegovu primenu na primeru studio projekta "Ekološki urbani dizajn" na Master akademskim studijama arhitekture na Univerzitetu u Beogradu - Arhitektonskom fakultetu.

### **Ključne reči**

zelena infrastruktura, urbani dizajn, obrazovanje arhitekata i urbanista, nastava u studiju

## **INTEGRATING THE CONCEPT OF GREEN INFRASTRUCTURE INTO URBAN DESIGN EDUCATION**

### **Summary**

Current approaches to urban development recognize multifunctional green infrastructure as one of the key tools for achieving a sustainable urban environment that simultaneously serves interests of both people and nature. The application of this concept in urban planning and design requires a holistic understanding of complex relationships in urban socio-ecological systems, as well as a multidisciplinary and multi-scalar approach to understanding, valuing and transforming space. This creates a need for the development of new knowledge and skills, as well as for a new approach to the education of architects and urban planners. This paper presents the theoretical foundations and methodological approach to the integration of the concept of green

---

<sup>1</sup> Dr Jelena Živković, associate professor, University of Belgrade - Faculty of Architecture, Bulevar kralja Aleksandra 73/2 Beograd, [jelena.zivkovic@arh.bg.ac.rs](mailto:jelena.zivkovic@arh.bg.ac.rs)

<sup>2</sup> Dr Ana Nikezić, associate professor, University of Belgrade - Faculty of Architecture, Bulevar kralja Aleksandra 73/2 Beograd, [ana.nikezic@arh.bg.ac.rs](mailto:ana.nikezic@arh.bg.ac.rs)

infrastructure in urban design education, and illustrates its application on the example of the studio unit "Ecological Urban Design" at the Master of Architecture program of the University of Belgrade - Faculty of Architecture.

**Key words**

green infrastructure, urban design, urban design education, studio-based learning

## **1. INTRODUCTION**

The challenge for architecture and urbanism today is to help build and develop more resilient, vital and healthy cities in which people and nature can flourish together. One of the concepts that have recently been widely recognised as important for reaching this goal is the concept of multifunctional green infrastructure (GI). It refers to a natural spatial structure that aims to enhance nature's ability to deliver multiple ecosystem goods and services that provide variety of environmental, social and economic benefits.

The application of GI concept requires changes in how architects, planners and urban designers perceive, understand and evaluate contexts, types and effects of urban spatial interventions. It asks for holistic understanding of complex relationships in urban socio-ecological systems that need to be addressed by different disciplines and at different spatial scales.

This creates a need for the development of new knowledge and skills among professionals, and for a new approach to education of architects and urban planners. In that context, urban design education needs to be transformed so as to simultaneously help development of the professional and ecological knowledge, skills and awareness. There is a growing body of research focused on exploring possible ways to transform urban design education towards sustainability [1]; [2]; [3]), but it is still little known about its relation to application of GI concept.

This paper aims to contribute to this line of the research by presenting and discussing the pedagogical concept and the results of Ecological Urban Design Studio at Master of Architecture program at the University of Belgrade Faculty of Architecture that aims to integrate GI concept into design education. The work in studio builds upon theories and principles of ecological urbanism, and uses place based and student centred approach to help students gain knowledge, skills and abilities for designing ecologically sound urban environments through application of GI elements and systems.

## **2. WHAT IS GREEN INFRASTRUCTURE?**

Green infrastructure is a natural spatial structure that serves the interests of both people and nature. Although application of green networks and systems have long tradition in urban and regional planning, the concept of green infrastructure emerged as new way of thinking about what landscapes should be in terms of their form and function in relation to people, society and development. Progressing from previous concepts that mainly focused

on conservation of nature, the underlying assumption for green infrastructure is that „it offers possibilities for harmonising the environment costs of human activities“ [4].

There are many definitions of the GI concept, but widely accepted is formulated in EC Green Infrastructure Strategy [5] that defines Green Infrastructure (GI) as *“a strategically planned network of natural and semi-natural areas with other environmental features designed and managed to deliver a wide range of ecosystem services. It incorporates green spaces (or blue if aquatic ecosystems are concerned) and other physical features in terrestrial (including coastal) and marine areas. On land, GI is present in rural and urban settings.”* GI comprise of „all natural, semi-natural and artificial networks of multifunctional ecological systems within, around and between urban areas, at all spatial scales“ [6]. The elements of GI differ in relation to scale, and span from forests, regional parks, rivers and floodplains etc., at regional level, to street trees, hedges, ponds, green roofs and walls, etc. at local site scale.

This means that GI concept integrates two important dimensions – it is at the same time **multifunctional and multiscalar** [7]. Multifunctional character of GI planning and management is based on its purpose to enhance nature’s ability to deliver multiple ecosystem goods and services that may contribute to sustainable development by providing variety of environmental, social, biodiversity as well as climate change and adaptation benefits. As such, multifunctional GI stands in contrast to usually mono-functional ‘grey’ infrastructures.

Multiscale character of GI planning, as Ahern suggests [8], builds upon landscape ecology, and apply key principles of landscape ecology to urban environments. In developing GI as a coherent ecological network, different types of green areas at various spatial levels (local, regional, national, international) are linked, and special attention is paid to pattern - process relationships, as well as on their physical (spatial) and functional connections.

Conceptualised as a tool to serve and harmonise the interests of both people and nature, GI is supposed „promote **place-based** approaches to conserve, protect, restore, and manage local and regional networks of natural living, and environmental resources and amenities“ [9]. In that sense, GI planning and design is based on holistic understanding of the complex interrelations and dynamics of **socio-ecological systems**, and assumes interdisciplinary and multi-scale approach, thus creating a new challenges to planning and design professions and academic education.

### **3. HOW TO INTEGRATE THE CONCEPT OF GREEN INFRASTRUCTURE INTO URBAN DESIGN EDUCATION FOR SUSTAINABILITY?**

Urban design is a process and a product of designing man-made environment by creating connections between people and places, nature and urban fabric, urban movement and urban form [1]. In that context, the purpose of urban design education is to help student develop awareness, knowledge, skills to understand and value urban spaces, and to design them as places for people and nature.

Although GI can be planned and applied at both regional and local (city/town/village) level, the latter is the focus of urban design education. In order to enable the integration of GI concept, the focus of urban design teaching and learning activities should be on developing student's abilities to understand the importance, purpose and prerequisites for GI application, and to design and evaluate integrated UD interventions at relevant spatial scales.

In relation to knowledge, the purpose of integrating GI into UD education is to help development of future professionals that have knowledge and awareness on general GI related concepts, processes and benefits.

Students should be capable to understand complex socio-ecological relations and processes in built environment and on how can ecosystem services and nature-based solutions, as implemented through GI, contribute to sustainable development, nature conservation and biodiversity in human settlements.

They should acknowledge the variety of benefits from GI planning and development in key areas of benefits that include: a) environmental quality (air quality, temperature and water regulation; erosion and noise reduction...), b) support of biodiversity; c) provision of food, fibre; and d) quality urban living (recreational experiences, social interactions, aesthetic qualities...).

Students should learn on possibilities for implementation of GI at different spatial scales (city/metropolitan, neighbourhood, site/building level).

Urban design education should also help students develop skills to plan and design context-specific, integrated and sustainable solutions by including connected and multifunctional GI elements into architecture/urban design projects in a knowledge-based, socially aware, and creative manner. In that context, interdisciplinary and systems approach, as well as widening of the knowledge base to include local lay knowledge and values, are important to help students understand how natural and cultural heritage may guide their context-specific and appropriate design solutions.

Additionally, the character of GI as a place-based, multi-scale and multifunctional concept makes necessary that students develop specific thinking skills. GI planning and design is based on revealing and understanding complex relations between nature, people and society, and for that reason, students will benefit from developing **systems thinking** skills. According to Arnold and Wade [11] *"systems thinking is a set of synergistic analytic skills used to improve the capability of identifying and understanding systems, predicting their behaviours, and devising modifications to them in order to produce desired effects."* From this perspective: *"the future can't be predicted, but it can be envisioned and brought lovingly into being. Systems can't be controlled, but they can be designed and redesigned"* [12]. Integrating the systems thinking and design thinking helps to encourage learning and innovative systems change.

Besides that, in order to be able to appropriately integrate GI concept into planning and design practice, professionals and students should develop critical thinking skills. According to Gleaser[13], the ability of **critical thinking** involves: 1) the ability to consider in a thoughtful way the problems and subjects, 2) knowledge of the methods of logical inquiry and reasoning and (3) skill in applying those methods. More precisely: *"Critical thinking calls*

*for a persistent effort to examine any belief or supposed form of knowledge in the light of the evidence that supports it and the further conclusions to which it tends” [13].*

Taking all of this into account, learning/teaching process and activities should help students develop new thinking, communication and design skills to enable them to appropriately integrate GI in urban design projects, while at the same time supporting their authenticity and creativity. Therefore, as for environmental education in general, **student-centred** pedagogical approach can be considered as the most appropriate. It encompasses teaching methods that shift the focus of instruction from the teacher to the student. From this perspective, students are not only passive recipients of information but "active" actors in educational process. Student-centred pedagogies are collaborative efforts in which both teachers and students are actively engaged in the content and process of learning [14].

Although different learning environments are appropriate for learning on GI, **place-based pedagogies** are most favourable for design studio formats. This means that while learning on GI concept, related processes and possible design strategies can be performed in class environment, specific learning value will be provided from the different forms of on-site learning (field work and contact with local communities, etc.). Place-based education builds upon natural and human geographies of place to create authentic, meaningful and engaging personalized learning experiences for students. It is situated in places, promote learning rooted in local conditions, and use local surroundings as a context to integrate curriculum into wider society ([15]; [10]).

Integration of GI in urban design education implies not only changes in teaching and learning pedagogies, but also changes in relation to **teachers’ competences**. In order to effectively educate students on concept, purpose, elements and benefits from GI, and help them acquire the appropriate skills, teachers should develop specific competences. They should be capable to organise and moderate the collaborative work so that students can develop skills to work in interdisciplinary environment and with local communities. In addition, besides having traditional pedagogical competences to clearly convey knowledge or to initiate debates, teachers should be able to function as trainers/coaches in the student-centred design studio. Finally, since the knowledge about GI elements and application is constantly evolving, teachers are supposed to be lifelong learners and reflective agents, as well as innovators in transferring knowledge and skills to students.

Next section presents possibilities for application of abovementioned methodological approach on the example of the “Ecological Urban Design Studio” from UBFA Master of Architecture that aims to integrate GI concept into design education.

## **4. APPLICATION: „ECOLOGICAL URBAN DESIGN STUDIO“**

### **4.1. EUD STUDIO\_PEDAGOGICAL CONCEPT**

The „Ecological Urban Design Studio“(EUD) is based on the premise that the ecological urbanism draws from ecology to inspire urbanism that is more socially inclusive and sensitive to the environment. It seeks for new ethics and aesthetics of the urban [2]. Being part of Master of Architecture education at University of Belgrade Faculty of Architecture – the EUD study unit is conceptualised to enable students to acquire complex

and deep awareness, knowledge, skills to design place based ecological urban design project. It is organised in 3 inter-related modules: project, seminar and workshop, and encompasses theoretical and practical lessons and tasks for group and individual work of students.

It applies place based and student-centred pedagogical approach. EUD Studio applies thematic approach to urban design in which place-related values or environmental issues are leading the choice of the theme. Studio is organised as a complex system of abstract (theoretical) and experiential learning cycles. Pedagogical process (Figure 1) combines research, design and reflection phases that weave together to help students produce design project at different spatial scales, as well as to gain wider knowledge, skills and awareness on how can urban design and environmental issues (such as GI development) be integrated [16].

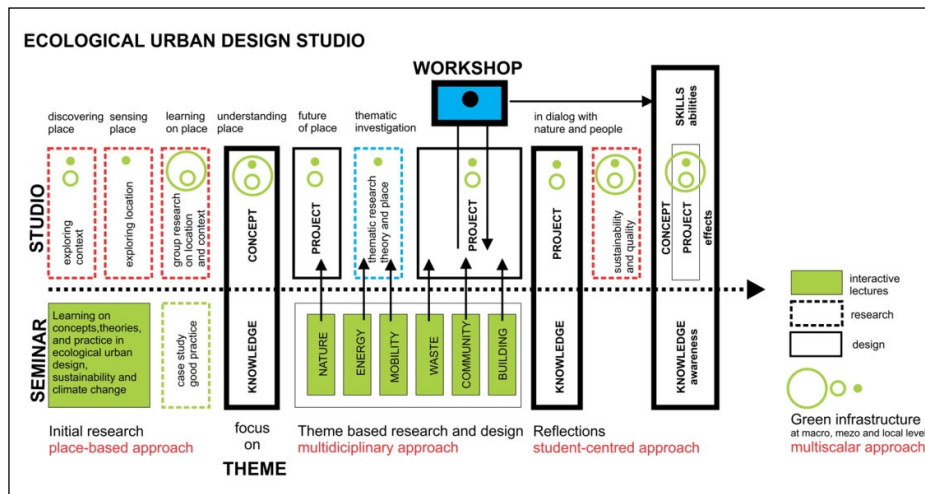


Figure 1. Pedagogical model for EUD studio. Author: Jelena Živković

Structure and process of Study Unit EUD makes place-based, multidisciplinary and multi-scalar approach to GI research and development possible, by combining seminar, workshop and project formats. During the educational process, students acquire and share GI related knowledge through thematic lectures conducted by multidisciplinary team of lecturers, study of good practices, and individual and group research on GI related elements in specific context. Besides that, through variety of pedagogical activities, students are enabled to develop systems and critical thinking, as well as GI planning and design skills. In addition, during both research and design phases, multi-scale approach is applied, and students are encouraged to conceptualise and develop their design projects as part of wider socio-ecological systems. Next section illustrates the application of this pedagogical model by showcasing one student's EUD research and design project.

## 4.2. EUD STUDIO\_ RESULTS

The location for Ecological urban design studio in 2018/19 was Block 70a in New Belgrade, a modernist mass housing area near the Sava River. Building units of the Block gather around centrally located public open spaces, characterised by the high quantity of underused and neglected green spaces. Therefore, the purpose of the studio research and design project was to investigate possibilities for developing multifunctional public open space system, as a place where nature and culture connect, overlap and permeate, in order to contribute to sustainable development of „Block 70a“.

Project “PLAY nature” (student: Ana Simić) explores the potential of local public open spaces to serve both people and nature by focusing on the concept of play. Play is here understood as both integrative activity and playful environment that motivates people to use and interact *in and with* nature. Led by theoretical, contextual and thematic research, the author develops an urban design intervention as a socio-ecological system of play that integrates variety of GI elements. The outputs of the EUD pedagogical process, in the form of urban design and workshop projects and reflective process-folios (Figure 2), clearly demonstrate the capability of the student to design multifunctional public open spaces conceptualised as part of wider system of green infrastructure.

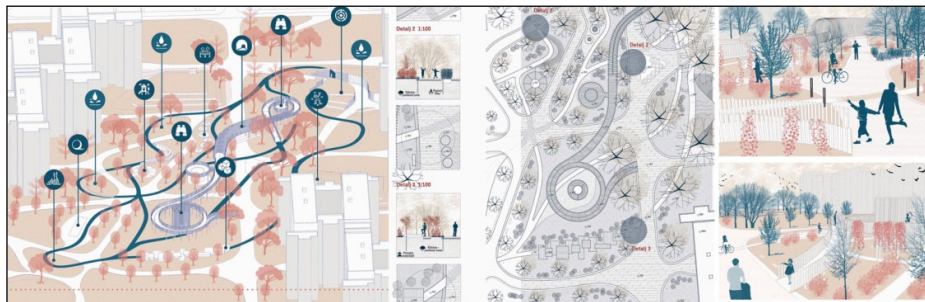


Figure 2. Project „PLAY nature“: concept, system, elements. Author: Ana Simić

## 5. CONCLUSION

Being widely recognised as important for sustainable urban development, the concept of multifunctional green infrastructure needs to be integrated into urban design theory, practice and education. Its appropriate inclusion in the education of future professionals depends on exploring how the key characteristics of the GI concept may be linked to the pedagogical approaches, knowledge and skills that students should acquire.

As examined on the case of Ecological Urban Design Studio, if based on place-based and student centred pedagogical approach, tripartite structure (project, seminar, workshop) of UBFA Master of architecture studio unit, proves to provide a good basis for integrating multiscalar and multifunctional concept of GI into architecture and urban design education in a knowledge based, systemic and creative way.



### Acknowledgments

The research was realized within the Erasmus + Strategic Partnerships for Higher Education entitled Enhancing of Heritage Awareness and Sustainability of Built Environment in Architectural and Urban Design Higher Education (HERSUS).

### LITERATURE

- [1] Altomonte, S. (ed.), 2012. EDUCATE: Framework for curriculum development, Nottingham: EDUCATE Press/University of Nottingham, Available at [www.educate-sustainability.eu](http://www.educate-sustainability.eu)
- [2] Mostafavi, M. & Doherty, G. (ed.)(2010). Ecological urbanism, Harvard University, Lars Muller Publishers.
- [3] Elin, N., 2006. Integral urbanism, Routledge.
- [4] Mell, I. (2008). Green infrastructure: concepts and planning. FORUM Ejournal, 8. (June 2008): 69-80
- [5] European Commission.(2013). Green Infrastructure (GI) – Enhancing Europe’s natural capital. Available at <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52013DC0249>
- [6] Tzoulas, K. et.al. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: a literature review. Landsc Urban Plan 81(3):167–178.
- [7] Vasiljević, N., Radić, B., Gavrilović, S, Šljukić B, Medarević M, Ristić, R. (2018). The concept of green infrastructure and urban landscape planning: a challenge for urban forestry planning in Belgrade, Serbia. iForest 11: 491-498.
- [8] Ahern, J. (2007). Green infrastructure, a spatial solution for cities. In V. Novotny, P. Brown (Eds.). Cities of the Future. (pp. 267–283). IWA Publishing.
- [9] President’s Council on Sustainable Development(1999).Towards a sustainable America: Advancing prosperity, opportunity and a healthy environment for the 21st Century. <https://www.osti.gov/servlets/purl/7088>
- [10] Živkovic, J., Đukanović, Z., & Radosavljević, U. (2019). Urban design education for placemaking: Learning from experimental educational projects. In E.Vaništa-Lazarevic, A. Krstic-Furundzic, A. Djukic, & M. Vukmirovic (Eds.), Keeping up with technologies to create cognitive city (114-137). Cambridge Scholars Publishing.
- [11] Arnold,P. & Wade, J. (2015). A Definition of Systems Thinking: A Systems Approach, Procedia Computer Science 44 (2015) 669 – 678. doi: 10.1016/j.procs.2015.03.050
- [12] Meadows, D.(2008) Thinking in systems: A primer, Chelsea Green Publishing .
- [13] Glaser, E. M. (1941). An experiment in the development of critical thinking, Teacher’s College, Columbia University.
- [14] Tangney, S. (2014) Student-centred learning: a humanist perspective, Teaching in Higher Education, 19:3, 266-275, DOI: 10.1080/13562517.2013.860099
- [15] Nikezić, A.,& Marković, D.(2015). Place-based education in the architectural design studio: Agrarian landscape as a resource for sustainable urban lifestyle. Sustainability, 7(7), 9711-9733.
- [16] Živković, J.&Lalović, K. (2018) Place-Based Urban Design Education for Adapting Cities to Climate Change. In: A. Krstić-Furundžić, M. Vukmirović, E. Vaništa Lazarević, and A. Đukić (eds.) Book of Conference proceedings: Places and Technologies 2018 - Keeping up with technologies to adapt cities for future challenges (641-651). Belgrade: University of Belgrade – Faculty of Architecture.

*Lilijana Dimevska<sup>1</sup>*

## **BIM TEHNOLOGIJE ZA ANALIZU ENERGETSKE PERFORMANSE ZGRADE PRE I NAKON PRIMENE FASADNIH NANOMATERIJALA**

### **Rezime**

Informaciono modelovanje zgrada jedno je od najperspektivnijih dostignuća u arhitekturi. U ovom radu, BIM tehnologija se koristi za dinamičko modeliranje i simulaciju energetske performansi modernističke zgrade. Modernističke zgrade su važno kulturno nasleđe, ali imaju lošu energetske efikasnost i toplotnu udobnost. Oni su veliki potrošači energije i odgovorni su za tonove emisije CO<sub>2</sub> godišnje. Da bi se poboljšale njihove energetske performanse, koristi se fasadnih nanomaterijala poput aerogel termalni malter. Prvo, napravljena je simulacija postojećeg stanja zgrade koja se upoređuje sa „in situ“ izmerenim vrednostima i stvarnim računima za grejanje i električnu energiju. Drugo, napravljena je energetska simulacija poboljšanog scenarija. Konačno, izvršene su uporedne analize postojećeg stanja i poboljšanog scenarija, iz čega se može zaključiti da dodavanje novih materijala na fasadi značajno poboljšava energetske performanse zgrade.

### **Ključne reči**

BIM tehnologija, energetska efikasnost, nanomaterijali, simulacija dinamičke energije

## **BIM TECHNOLOGY FOR ENERGY PERFORMANCE ANALYSIS OF A BUILDING BEFORE AND AFTER APPLICATION OF FAÇADE NANOMATERIALS**

### **Summary**

Building information modeling is one of the most promising developments in architecture. In this paper, BIM technology is used for dynamic modeling and simulation of energy performance of a modernist building. The Modernist buildings represent an important cultural heritage, but they have poor energy efficiency, they're big energy consumers and responsible for tones of CO<sub>2</sub> emissions annually. In order to improve their energy performance, a façade nanomaterial is used, such as aerogel thermal plaster. First, an energy simulation of the existing condition of the building is made and it is compared with the “in situ” measured values and the actual energy bills for heating

---

<sup>1</sup> Faculty Of Architecture, Ss. Cyril And Methodius University In Skopje, Bul. partizanski odredi 24, 1000 Skopje, [dimevska.lilijana@arh.ukim.edu.rs](mailto:dimevska.lilijana@arh.ukim.edu.rs)

and electricity. Second, an energy simulation of the improved scenario is made. Finally, comparative analyzes between the existing condition and improved scenario are carried out. It can be concluded that adding the new material on the façade make a significant improvement of the building's energy performance.

**Key words**

BIM technology, energy efficiency, nanomaterials, dynamic energy simulation

## **1. INTRODUCTION**

The architecture of Modern Movement is an important cultural heritage of the city of Skopje. [1] According to the construction standards of that time, the buildings were built in the lack of thermal insulation materials, [2] which resulted with a bad thermal comfort, high costs for heating, cooling and maintenance, degradation and decay. These buildings need to be properly renovated according to today's energy efficiency standards. [3] On the other hand, the authentic appearance of the architecture that is considered as a cultural heritage should not be compromised in the renovation process. Recently, the use of nanomaterials as thermal insulation building materials has been increased. A façade nanomaterial such as aerogel thermal plaster with good thermal insulation properties, which has a minimal impact on the original architectural appearance of the building is used for the analysis. In order to see the real energy condition of the building and also its possible improvements by using nanomaterials on the façade walls, a dynamic energy simulation of the building is made by using BIM technology.

## **2. "CASE STUDY" BUILDING SELECTION AND PROPERTIES**

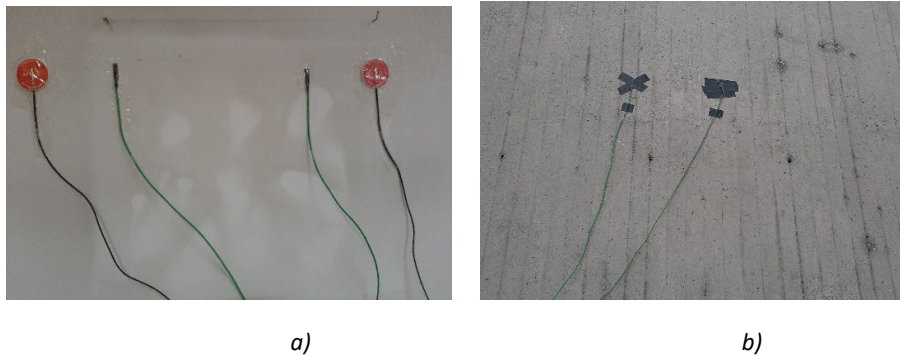
The selected "case study" is an office building, considered as a cultural heritage from Modern Movement in Skopje, which construction and facade design are built in raw exposed concrete, known as "beton-brut" (Fig.1). The building has a complex composition of one central volume that unites the other six separate volumes in a dynamic futuristic structure, further emphasized by the three cylindrical towers that rise from the central volume and end connected in a triangular structure.



*Figure 1. Macedonian Hydrometeorological Service building*

## **2.1 IN SITU MEASUREMENTS**

In order to determine the real U values of the concrete facade walls of the building, "in situ" measurements of the heat flux and the surface temperatures of the facade walls was performed. The measurements were conducted in the period from 6<sup>th</sup> to 13<sup>th</sup> of March, 2020. The measurements were performed by TRSYS01, which is a high-accuracy building thermal resistance measuring system with two measurement locations. The data were processed by LoggerNet software. The sensors were placed on the both sides of the façade wall (a – inside sensor position; b – outside sensor position), shown in figure 2.



*Figure 2. In situ measurements sensor positions on the facade wall a) inside b) outside*

Figure 3 shows the graph of the U values measures of the façade wall which average value is 1.5 W/m<sup>2</sup>K. The allowed U value for external façade walls is 0.35 W/m<sup>2</sup>K, which indicates the fact that the building has very poor thermal properties.

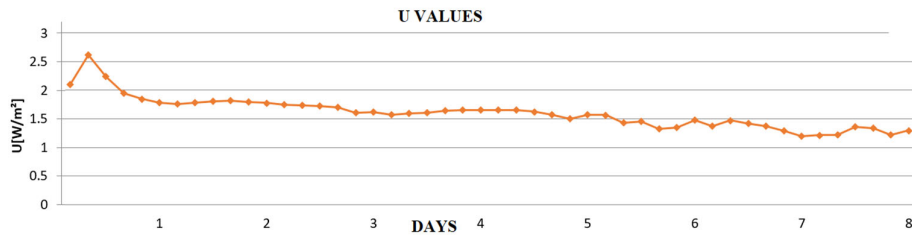


Figure 3. Average U values during eight days period of measurement

## 2.2 MODELING, ZONING, GEOMETRY AND MATERIALS

The building is modeled in Design Builder and the dynamic simulation is made in EnergyPlus which are both BIM oriented softwares. The modeled capacity of the building is 150 employees, organized into several types of offices and departments. Figure 4 shows the ground floor division of thermal zones. All four facades of the building are exposed to wind, its entrance part is north oriented, surrounded by vegetation. Each room is modeled as different thermal zone due to the many different parameters that define it (number of people, electrical equipment, room orientation, etc.). The building is divided into a total of 140 thermal zones, including the zones on the ground floor, first floor, towers and basement. Each of the zones has its own design temperature, orientation, number of people, lighting, electrical equipment and appliances, type of heating, cooling, ventilation, glazing area, etc. Figure 4 shows the ground floor thermal zones divided in the following groups: occupied zones (zones with people, conditioned during working hours); corridors (no people, but conditioned during working hours); unconditioned zones (stairs and toilets); occupied zones for 24 hours (zones with people conditioned all the time). The designed room temperature in the offices is 20°C, and in the halls and corridors is 15°C. The outdoor climate data are obtained simultaneously by the Hydro meteorological Institute, which enables most accurate calculations.

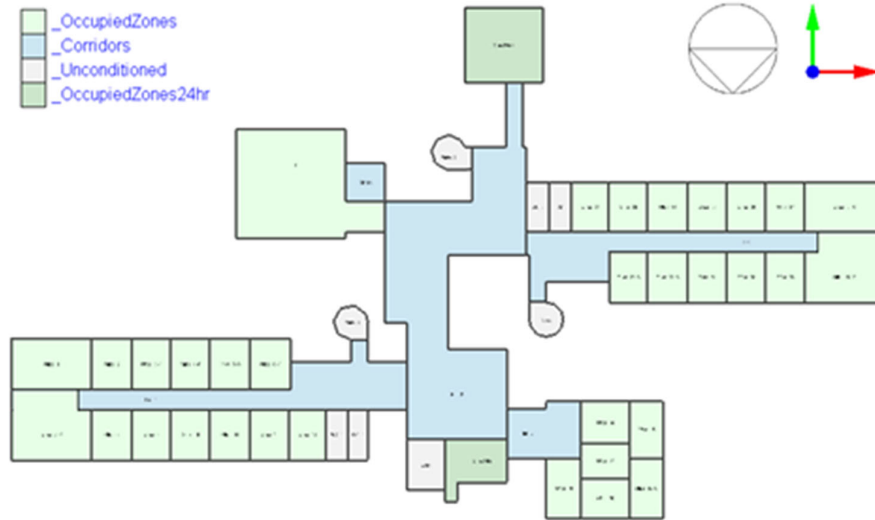


Figure 4. Thermal zones – ground floor

Table 1 shows some of the most important parameters of the building geometry, summarized for all of the zones. The building envelope is mainly composed of reinforced concrete solid walls without external finishing layer, except in certain parts, where a brick masonry wall appears. The facade walls, the roof and floor slab are not insulated. The facade fenestration is made of aluminium framed single glazed windows with an U value of 5.7 W/m<sup>2</sup>K. All of the building parameters indicate its poor energy performance, bad thermal comfort and low energy efficiency.

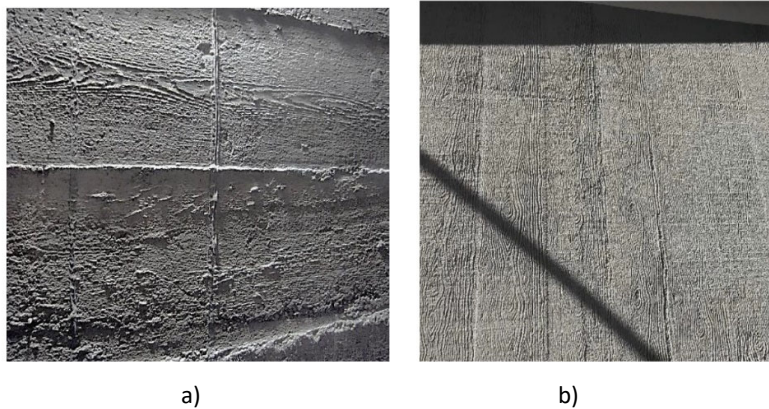
Table 1. Zone summary

Area [m <sup>2</sup> ]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Above Ground Gross Wall Area [m <sup>2</sup> ]	Underground Gross Wall Area [m <sup>2</sup> ]	Window Glass Area [m <sup>2</sup> ]	Opening Area [m <sup>2</sup> ]	Lighting [W/m <sup>2</sup> ]	People [m <sup>2</sup> per person]
2647.72	8085.93	2468.92	9.69	658.83	712.3	12.9	9.77

### 3. NANOMATERIALS SELECTION AND PROPERTIES

The research showed that aerogel based thermal plaster has a low thermal conductivity  $\lambda$  ranging from 0.028-0.014W/mK, thanks to the porous nano structure. [4] In the buildings renovated with this type of plaster, energy savings could be over 50%. [5] According to the criteria for protection of cultural heritage (authenticity, integrity, reversibility and compatibility) aerogel plasters have a moderate impact on the authenticity of buildings, but it is important that they are compatible with the chemical composition of

the original materials, which can be easily removed without damaging them and there is no need for additional fastening that would damage the original material. [6] They have great flexibility in applying uneven surfaces, architectural details and insulating thermal bridges. [7] Due to the composition and method of application, aerogel plasters perfectly mimic the texture of natural concrete and it is difficult to distinguish (Fig. 5), while the original material remains preserved.



*Figure 5 – Original materials vs. nanomaterials application a) Exposed rough concrete wall  
b) Wall with applied aerogel plaster as imitation of rough concrete*

Two dynamic energy simulations have been conducted: a simulation of the existing condition and a simulation of an improved scenario by adding aerogel plaster to the facade walls. Conventional thermal insulation materials such as rock wool and eps are added to the rest of the envelope (floor slab and roof). The fenestration has been replaced by aluminum framed double glazed low emission glass with U value of 1.06 W/m<sup>2</sup>K.

#### **4. DYNAMIC ENERGY SIMULATION RESULTS**

First, a simulation of the existing condition of the building was conducted, and the results were compared with the actual heating and electricity bills. A comparison between the U values obtained from the software simulation and the results obtained from the "in situ" measurements was also made. The coincidences of the bills with the simulated condition for both electricity and heating energy consumption are over 90% (Figure 6). The simulated U value of the measured facade wall is 1.73 W/m<sup>2</sup>K, which is slightly higher than the measured one of 1.5 W/m<sup>2</sup>K. From the comparative analysis between the real existing

condition ("in situ" measures and bills) and the simulated existing condition, it can be concluded that the used BIM technology gives very accurate results.

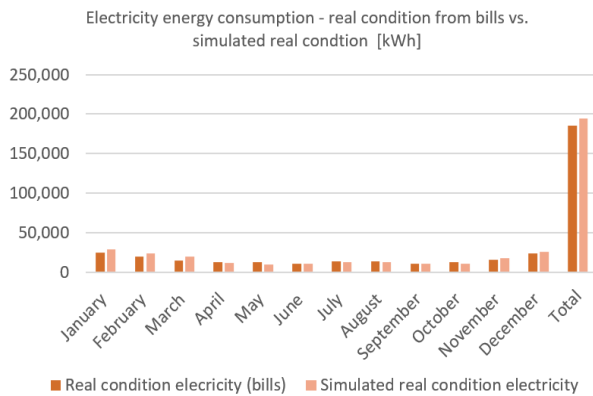


Figure 6. Electricity consumption (bills and simulation)

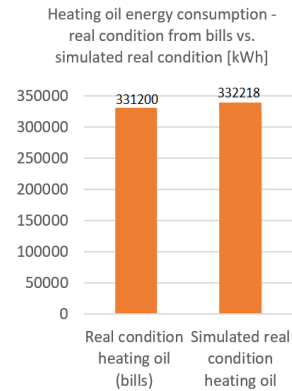


Figure 7. Heating consumption (bills and simulation)

The second simulation results of the improved scenario, showed significant improvements in terms of total heating energy consumption and total electricity energy consumption (electricity for heating, cooling, lighting and appliances), as well as a drastic reduction in CO<sub>2</sub> emissions.

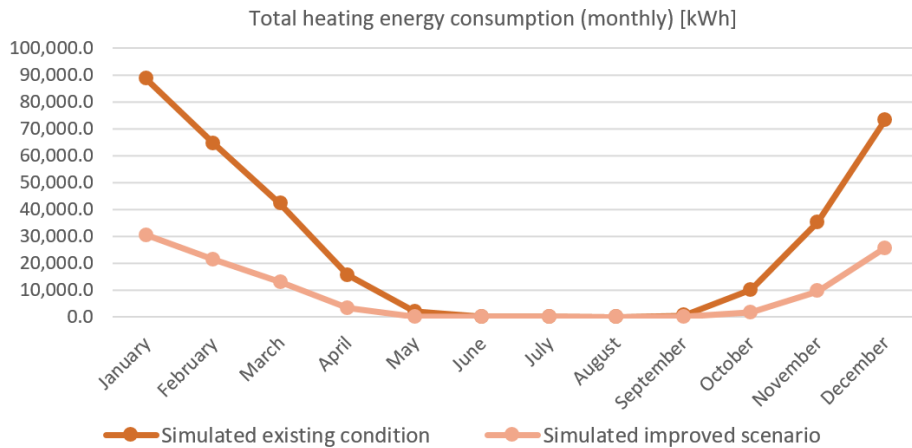


Figure 8. Heating energy consumption (existing condition and improved scenario)

The comparative analysis between the heating energy consumption of the existing condition and the improved scenario showed a big reduction in the improved scenario by 68%. The total heating energy consumption in the existing condition is 332,218.5 kWh



annually, ie an average of 27, 684.8 kWh monthly. The total heating energy consumption in the improved scenario is 105,188.4 kWh annually, ie an average of 8,765.7 kWh monthly. The graphs of the heating energy consumption for both, existing condition and improved scenario are shown on figure 8.

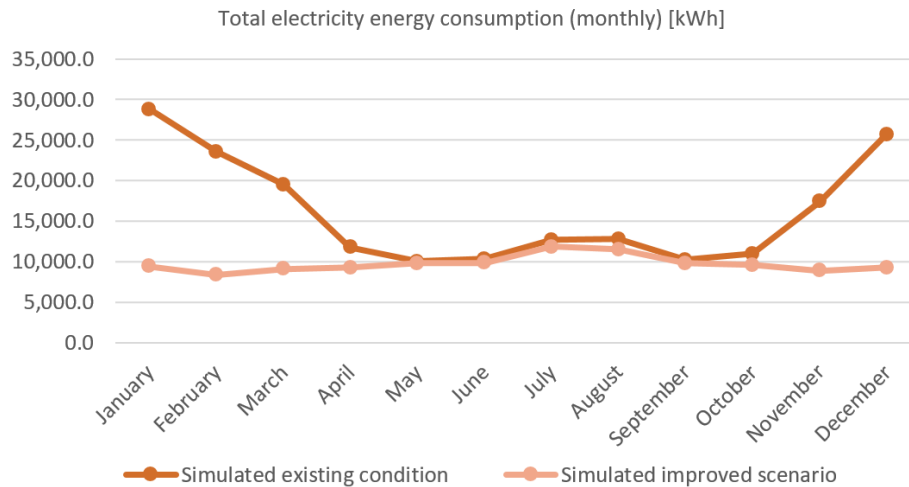


Figure 9. Electricity energy consumption (existing condition and improved scenario)

The comparative analysis between the electricity energy consumption of the existing condition and the improved scenario showed a reduction in the improved scenario by 40%. The total energy consumption for electricity in the existing condition is 193,888.7 kWh annually, ie an average of 16,157.4 kWh monthly. The total electricity energy consumption in the improved scenario is 116,833.1 kWh annually, ie an average of 9,736.1 kWh monthly. The graphs of the electricity energy consumption for both, existing condition and improved scenario are shown on figure 9.

The pollution factor is also included in the simulation, i.e. the CO<sub>2</sub> emissions of the building. The CO<sub>2</sub> emissions in the existing condition of the building are 168,269.4 kg annually, ie an average of 14,022.5 kg monthly, while the CO<sub>2</sub> emissions in the improved scenario are 84,215.4 kg annually, ie an average of 7,018 kg monthly. The reduction of CO<sub>2</sub> emissions in the improved scenario is 50%.

## 5. CONCLUSIONS

Based on the conducted analysis, it can be concluded that the architecture of Modern Movement in Skopje is an endangered cultural heritage whose energy efficiency and sustainability need to be improved. From the investigated nanomaterials, the aerogel plaster (improved scenario) is a material that leaves a minimal impact regarding the authenticity of the buildings. According to the comparative analysis between the actual energy consumption bills and the “in situ” U value measurements and the simulated

existing condition of the building it can be concluded that the used BIM oriented soft wares give very accurate results with an accuracy of over 90%. Based on the dynamic energy simulations of existing condition and the improved scenario, comparative analysis between the two conditions were also obtained. The analysis showed a significant reduction of the heating energy consumption in the improved scenario by 68 % compared to the existing condition of the building. Also, the electricity energy consumption was reduced by 40% and CO<sub>2</sub> emissions by 50% in the improved scenario. Finally, it can be concluded that the application of the aerogel based thermal plaster on the facade walls, not only improves its energy efficiency, comfort and emissivity, but also has a minimal impact on the authentic appearance of the building. BIM technology has proven to be an excellent method and sophisticated tool for getting the most accurate results in this type of architectural and also scientific analysis.

## LITERATURE

- [1] A, D. (2015). Architecture from the period of the post-earthquake reconstruction of Skopje - values and condition within the contemporary context. Skopje: Faculty of Architecture, University "St. Cyril and Methodius".
- [2] P, N. (2014). Analysis of the current state of energy efficiency of buildings, construction units, plants and industrial processes. Skopje: CeProSARD.
- [3] A, G. (2015, 11 19). Rulebook on energy performance of buildings. Ministry of economy, R Macedonia, n. Preuzeto sa [http://www.arh.ukim.edu.mk/images/Obuki/EnergetskaEfikasnost/Predavanja/9.\\_Pravilnik\\_za\\_energetski\\_karak.na\\_zgradi.pdf](http://www.arh.ukim.edu.mk/images/Obuki/EnergetskaEfikasnost/Predavanja/9._Pravilnik_za_energetski_karak.na_zgradi.pdf)
- [4] T, S. (2012). Thermo-hygric properties of a newly developed aerogel based insulation rendering for both exterior and interior applications. *Energy and Buildings, Elsevier.*, 114–117.
- [5] L, C. (2017). Analysis of the effects of aerogel insulation on the thermal performance of existing building envelopes. Edinburgh Napier University, 09013398.
- [6] Ganobjak M, B. S. (2019). Aerogel materials for heritage buildings: Materials, properties and case studies. *Journal of Cultural Heritage, Elsevier.*
- [7] S, F. (2015). Development of high performance aerogel concrete. IPBC, Turin.
- [8] Karol P, T. S. (2015). A review of models for effective thermal conductivity of composite materials. *Journal of Power Technologies*, 14–24.
- [9] Ministry of economy, R. M. (2013). Rulebook on energy performance of buildings. no. 94. Skopje: Ministry of economy, R Macedonia, .
- [10] Rulebook Amending the Rulebook on Energy Characteristics of Buildings. (2015). Preuzeto sa Energy Agency of the Republic of North Macedonia: <https://www.ea.gov.mk/regulations/rulebooks/?lang=en>

*Dr Malina Čvoro<sup>1</sup>, Slobodan Peulić<sup>1</sup>*

## **INDUSTRIJSKO NASLJEĐE U FUNKCIJI REGENERACIJE PRIOBALJA**

### **Rezime**

Različiti periodi u razvoju grada nosili su sa sobom promjenu funkcije prostora priobalja što se direktno odražavalo na njegovo oblikovanje i strukturu. Danas možemo govoriti o različitim, isprepletenim funkcijama duž gradskog priobalja. Formiranje industrijskih naselja uz obalu dobija veće razmjere praćene trendovima u planiranju u vrijeme socijalističkog društvenog uređenja. Iako bogati u prostornom, infrastrukturnom i emotivnom smislu, danas su oni nedovoljno integrisani u razvoj grada i neophodno je tražiti nove modele upravljanja objektima industrijskog nasljeđa i uvesti nove funkcije kompatibilne kapacitetu i tipologiji. Regeneraciju treba posmatrati integralno, u prostornom i funkcionalnom smislu, gdje je moguće formirati strategije obnove širih poligona koji kreću aktiviranjem pojedinačnih tački, kasnije uvezanih u cjelinu.

### **Ključne reči**

Oživljavanje obala, modeli upravljanja, industrijsko nasljeđe

## **INDUSTRIAL HERITAGE IN SERVICE OF RIVER BANKS REGENERATION**

### **Summary**

Different periods in the city's development brought with them change in the function of the coastal areas, which directly reflected on its design and structure. Today we can talk about different, intertwined functions along the city's coastline. Formation of industrial settlements along the coast gained greater proportions accompanied by trends in planning during the socialist social period. Although rich in spatial, infrastructural and emotional sense, these spaces are insufficiently integrated in the city's development and it is necessary to look for new management models of industrial heritage objects on the coast, thus introducing new functions compatible with capacity and positions of these objects. Regeneration should be viewed integrally, in the spatial and functional sense, or to form wider polygon strategies with processes that start by activating individual points, later linked into a complete system.

### **Key words**

Coastal revitalization, management models, industrial heritage

---

<sup>1</sup> University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy. Bulevar vojvode Stepe Stepanovića 77/3, Banja Luka. [malina.cvoro@aggf.unibl.org](mailto:malina.cvoro@aggf.unibl.org) [slobodan.peulic@aggf.unibl.org](mailto:slobodan.peulic@aggf.unibl.org)

## 1. INTRODUCTION

The position of the city in relation to the immediate surroundings is one of its most important morphological characteristics. Areas along rivers or seas have long been interesting for habiting. The city along the river, observed through the development of human settlements, most often found its place regardless of its length, capacity or strength. [1] Raised in close relationship with river, it uses extraordinary benefits that water provides for the settlement and its population. It can be said that many settlements and cities owe their existence to water, developing around arches or positioning themselves at significant crossings over waterways. The coast was the dominant center of economy, industry and transport. Often, areas along the river are most important parts of the city's physical structure, places where buildings and public spaces are built and frequency of people and content is greatest.

Urban area of Banja Luka had its historical development for the most part in the Vrbas valley. Vrbas River, both upstream and downstream of the urban area of Banja Luka, has always been a significant natural resource with all its characteristics and has been the backbone of life. Representations of roads in cartographic material from the 18th century unequivocally speak of the dominant role of the longitudinal direction that follows the course of the Vrbas River, which has been inherited in the urbanization of Banja Luka since ancient times. This communication direction along the river in the Oriental period, as in previous epochs, represented the backbone to which the construction was tied, creating a linear scheme around which individual inhabited units were arranged. [2] The existence of drinking water and the use of its power to run watermills, clearly tell us about the first functions of the coast related to survival and supply. In this paper, special attention will be given to the production function of the coast. It became relevant in the 19th century with the arrival of the Roman Catholic Trappist order who founded their monastery in Delibašino selo. They are building the first power plant on Vrbas and several factory plants. The production function of the coast is especially pronounced during the industrialization of our cities in the second half of the 20th century. Banja Luka gets industrial zone as a reflection of trends in planning during the socialist social order. From the zone of the confluence of the Vrbanja and Vrbas rivers and downstream, food, wood, metal and celuloze industries were built along the river.

The natural wealth of Vrbas River and its shores has not been sufficiently used, and it has often been devastated. Today we are talking about abandoned areas on the coast that were once the backbone of the city's economic development. Within the researched scope, numerous objects of industrial heritage are evident, although in our country it is not recognized under that term in the Law on Cultural Heritage. There is a term Technical Culture Objects and as such are recorded in this scope at two significant locations. The first is in Delibašino selo, as a very valuable heritage and legacy of the first Trappist colony that greatly contributed to the development of the city in the 19th century: a water tower, a mill, part of a brewery and the first power plant on the Vrbas. Second protected object of technical culture is in the industrial zone and refers to the Jelšingrad Steel Foundry, founded in 1936. [3] Different periods in the development of the city brought with them a change in the function of the coastal area, which directly reflected on its design, structure, ways and intensity of use. The new life of the industrial heritage on the coast of our cities can start

the process of regeneration of the entire settlement, giving it new directions of development.

## 2. REGENERATION MODELS

Our perception of the city is usually not continuous, but more partial and fragmentary [4], so the relationship between today's modern city and inhabitants, refers to the suburbs formed on the banks of the river Vrbas. It is interesting that the settlements that were the nuclei of city's development are marginalized today, and that the city's development direction was directed towards the polycentric system, away from the river, which caused an incoherent picture of the city's development and appearance. Bringing the city back to the river is not easy, taking into account, first of all, the complex property-legal relations and changed structure of the settlement.

It could be said that the key to a city's sustainability lies solely in good management of the city's potential. Renewable energy sources, human resources, identity (national, spatial, environmental) are just some of the items that every city, more or less successfully, manages. The dynamics of changes in the sociological and cultural structure can, and most often is, reflected in space, which is why multiple scale of the city must be observed in planning, from micro to macro scale, and models must adapt to these changes.



Figure 1. City and River – industrial zones (red) along the river [5]

Suburban landscapes are often marginalized spatial gaps in cities that require special models to be implemented in urban lives. It is clear that these landscapes reflect the reaction to time and the economy of a certain period. The historical context, as the basic category of space, must not be separated from the modern development. These areas should be carefully read and regeneration systems should be defined in accordance with the up to date development. As these "dormant" spaces were the backbone of economic development of the city, it is necessary to understand the opportunities that led to the development break, and propose regeneration systems in accordance with development potentials.

As can be seen from Figure 1, the city of Banja Luka has a visible structure of industrial settlements formed along the shores, which today results in a series of spatial polygons mature for modernization with new functions. These polygons are accessible, connected to most of the city's infrastructure and especially rich in unused spatial capacities, which is understandable considering their original purpose. The capacities of the buildings of this typology can and should be used for the modern needs of the city, which contributes to the preservation of tradition, memory, architectural heritage and the revival and upgrading of cultural and economic events of the city as a whole.

Of all the above, the first complexes of this type are of special value, which is certainly an industrial complex formed by monks of the Trappist Order in the late XIX and early XX century in the settlement of Trapisti (Delibašino selo) in Banja Luka, which due to its strong architectural and natural heritage serve as an example of a polygon possible to carry out the regeneration process.



Figure 2. Existing and vanished heritage layers in Trapisti neighbourhood. [6][7]

By introducing new functions and industry into the settlement and society, the Trappists contributed to the intensive development of the area, which will be reflected on the city as a whole. Although it was not usual that the southern regions were inhabited, (especially those still under Turkish occupation), coming to Banja Luka was not so unusual, since the monks repeatedly tried to establish a monastery in Slavonia or in the south of the then Austro-Hungarian Empire. After series of failed attempts to obtain consent, they begin the process of buying land in Banja Luka in 21.6.1869 [8]. With their arrival, they formed a monastery and introduced a number of accompanying economic and industrial activities such as - beer production, Trappist cheese, book printing and textile production, fruit driers, schools for scientists, and accompanying facilities for livestock. Efforts to establish an industrial complex certainly gain even more weight, knowing that in parallel with the delivery of the necessary devices, they built each of these facilities independently and in

accordance with their skills. The period of intense life and activity of the Trappists in Banja Luka is connected to a relatively short period, more precisely until 1941 [9], however, the cultural-historical and industrial heritage they left behind is very valuable and deserves more attention of the city, profession and inhabitants.

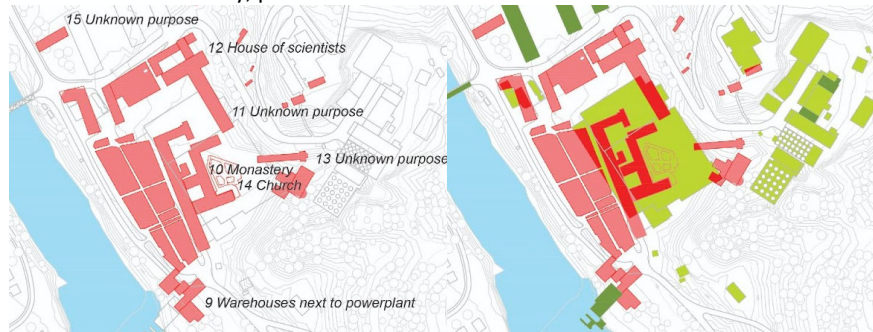


Figure 3. (left) Missing objects of Trappist heritage in the settlement of Delibašino selo; (right) Map of overlapping heritage structures in Delibašino selo. [6]

As an integral and long-term, the coastal regeneration process must be based on a analysis of the available historical material. Figure 3 shows an approximate reproduction of the initial appearance of the settlement based on old maps [9], models available in the depot of the Marija Zvijezda monastery and postcards. It can be seen that the complex was initially created south of the position of the present complex where all the contents were concentrated. It is interesting that, even after a series of changes, some of the functions introduced by the monks were retained - such as the Banja Luka brewery, which still exists today, but in more modern form and with a much larger scope of business.

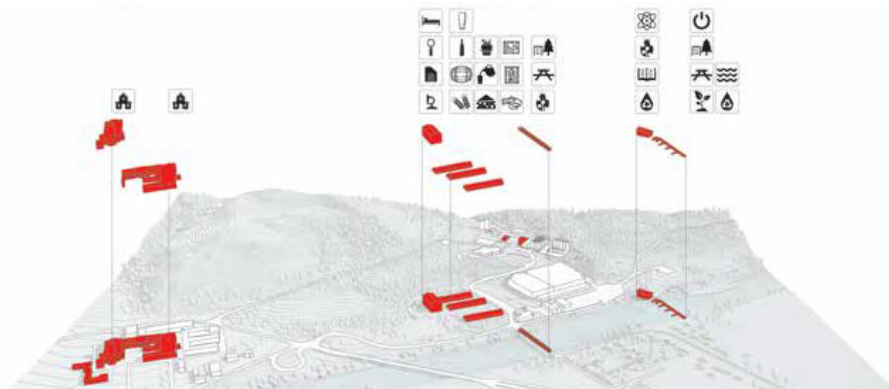


Figure 4. Diagram of new activities in industrial heritage sites. [6]

New models of architectural heritage management can start the process of settlement regeneration. It is very important to give new life to the existing infrastructure, thus, it gained momentum in the life of the place, new requirements and directions of development, that is, it does not lag behind the modern and parallel processes of the urban city. In these processes, three key points for regeneration can be defined - (1) promotion



and protection of ambient units - park-forest in Trappists, small agricultural plots, unique species of trees, river Vrbas; (2) regeneration, promotion and integration of cultural and historical heritage; (3) integration of the community - monks and local population in the project. Figure 4 shows a diagram of the activity of the analyzed polygon, where a number of new functions compatible with the capacities and positions of the existing abandoned buildings are proposed. The whole process needs to start from one, initial point, which in this case could be an old hydroelectric power plant that talks about the beginnings of the life of the settlement, the art and intellectual wealth of the first inhabitants. After that, the regeneration cycle would expand to the coast to the bridge, forming a new infrastructure that can start regeneration and other points. Successively this open regeneration process can take on greater proportions, and initiate strategies and new models of industrial heritage management in the city as a whole.

### 3. CONCLUSION

This approach to regeneration tends to emphasize the historical significance of the coast in the city and its more active use. In that context, the coast is formed as a new representative border of the city in modern conditions and a carrier of new meaning. The improved image of the city, in essence, leads to the strengthening and emphasizing of identity and symbolism, which can potentially increase the tourist attractiveness of the city, so important in the modern competition between cities.

### BIBLIOGRAPHY

- [1] V. Đokić, Urbana morfologija: grad i gradski trg, Beograd: Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2004., str. 44.
- [2] Lj. Ševo, Urbanistički razvoj Banje Luke, Banja Luka: Zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode Banja Luka, 1996., str. 63.
- [3] M. Čvoro, Problems and potentials of waterfronts in town and cities in the Republic of Srpska; Scietntific monograph Browninfo. Toward a Methodological Framework for Brownfield Database Development, Banja Luka: Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, 2014.
- [4] K. Linč, Slika jednog grada, Beograd: Građevinska knjiga, 1974
- [5] S. Peulić, Regeneracija prostora kulture Grada Banjaluke, Banja Luka: Arhitektonsko - građevinsko - geodetski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, 2018
- [6] S. Peulić, Regeneration of Industrial Heritage: Case study of hydroelectric power-plant revival in Banja Luka, master thesis, Bosnia and Herzegovina, Banja Luka: 2019
- [7] Museum of Republic of Srpska, Series of Photos and Postcards.
- [8] M. Malinović, The architecture in Banja Luka during the Austro-hungarian rule in Bosnia and Herzegovina between 1878 and 1918, Banja Luka: Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, University of Banja Luka, 2014
- [9] B. Teinović, Trapistička Opatija Marija Zvijezda, Banja Luka: Muzej Republike Srpske, 2009.



*Milan Radojević<sup>1</sup>*

## **FASILITI MENADŽMENT: ODRŽAVANJE OBJEKATA ZA VREME PANDEMIJE IZAZVANE VIRUSOM KORONA**

### **Rezime**

Pandemija izazvana širenjem koronavirusa donela je mnogo promena u načinu i obimu korišćenja poslovnih, sportskih, trgovačkih, ugostiteljskih, kulturnih, obrazovnih i proizvodnih objekata sa aspekta upravljanja i održavanja. Cilj istraživanja je da se opišu, prenesu i analiziraju iskustva, metode i preporuke iz drugih sredina, kao i da se razmotri da li ista ili slična rešenja mogu da se primene u našoj praksi i sredini. Pored predstavljanja osnovnih problema u korišćenju objekata za vreme pandemije, ponuđenih preporuka i rešenja, u radu se razmatra i primena istih u Zgradi tehničkih fakulteta u Beogradu.

### **Ključne reči**

Održavanje objekata, fasiliti menadžment, pandemija, koronavirus, Kovid-19.

## **FACILITY MANAGEMENT: BUILDING MAINTENANCE DURING THE COVID- 19 PANDEMIC**

### **Summary**

The pandemic caused by the spread of coronavirus infections has brought many changes in the manner and scope of use of facilities used for business, sports, trade, hospitality services, culture, education and production from the perspective of facility management and building maintenance. The aim of the research is to describe, convey and analyze experiences, methods and recommendations from other environments, as well as to consider whether the same or similar solutions could be applied in the local practice and environment. In addition to the presentation of the main problems in the use of facilities during the pandemic, the author discusses some recommendations and solutions. The paper considers possible application of these solutions in the building of the Technical Faculties in Belgrade.

### **Key words**

Building maintenance, facility management, global pandemic, coronavirus, COVID-19.

---

<sup>1</sup> Dr, docent, Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija  
milan@arh.bg.ac.rs

## 1. UVOD

Tokom prethodne dve godine pandemija izazvana virusom korona promenila je naše navike, običaje i izazvala mnogo nedoumica, pitanja i zabrinutosti u pogledu odlaska na posao, korišćenja objekata (zgrada), lične zaštite i prevencije infekcije. Bolest izazvana ovom pandemijom se pokazala kao vrlo uporna (o čemu govori nekoliko talasa do sada) i nepredvidiva. Odnela je mnogo ljudskih života i „protresla” svetsku ekonomiju. Pronalaskom vakcine, njenim usavršavanjem i relativno brzo sprovedenom imunizacijom stanovništva situacija se donekle popravila. Pre svega, vakcinacija je omogućila da ljudi postepeno počnu da izlaze iz svojih domova, odlaze na posao, vraćaju se socijalnom životu, običajima i navikama pre pandemije.

Još uvek prisutna pandemija sa povremenim oscilacijama u intenzitetu, pored loših stvari koje je donela, pokazala nam je da mnogo poslova u profesionalnom smislu može da se obavi od kuće ili na daljinu (*online*), kao i mnogo pratećih poslova i aktivnosti kao što je odlazak u kupovinu, plaćanje računa, praćenje kulturnih, sportskih i drugih događaja. Otvoren je jedan sasvim novi „prozor” mogućnosti uz primenu dostupne savremene tehnologije koja je poslužila u svrhe lične zaštite, prevencije i ekonomskog opstanka. Naravno da ovo nije stalno rešenje niti preporuka da se ovako nastavi u budućnosti, već predstavlja dobru opciju koju treba uzeti u razmatranje sagledavajući dobre i loše strane za neke nove izazove u budućnosti kojih će verovatno biti.

Razvojem i ubrzanim širenjem trgovine preko interneta i modela „rad od kuće” mnogi poslodavci su prepoznali veliku šansu u smanjivanju troškova poslovanja. Takođe, za velikim brojem zanimanja se smanjuje obim tražnje, dok neka druga zanimanja i poslovi postaju perspektivni, traženi, dobro plaćeni i sa tendencijom daljeg širenja.

## 2. STANJE OBJEKATA TOKOM PANDEMIJE U SVETU

Arhitektonski objekti su izloženi uticajima kao što su: prirodni, tehnički, tehnološki, ekonomski, zdravstveni i drugi, dok su sa druge strane sve složeniji i zahtevniji u funkcionalnom pogledu, što zahteva razmatranje i rešavanje u fazama planiranja i projektovanja kao najranijim u životnom veku svakog izgrađenog resursa.

Povećan obim rada od kuće, zaključavanje gradova, onemogućavanje slobodnog kretanja stanovnika i nedovoljna pripremljenost objekata sa aspekta sigurnosti i zdravstvene zaštite korisnika zahtevali su određena rešenja za novonastalu situaciju. Pored navedenog, ponuđena rešenja morala su da uzmu u obzir smanjivanje operativnih troškova sa aspekta procesa održavanja, zakupa, kredita, poreza i drugih ekonomskih faktora koji utiču na poslovanje.

U nastavku je predstavljeno nekoliko procesa koji su preduzimani kako bi se umanjili negativni efekti brzog širenja virusa korone na zdravlje ljudi (korisnika objekata), poslovanje i ekonomiju uopšte.

## 2.1 IZMEŠTANJE POSLOVANJA

Veliki broj zaposlenih koji su oboleli od Kovida-19, drastičan pad uobičajene kupovine proizvoda, umanjena tražnja luksuznih proizvoda, zatvaranje institucija kulture, kao i ugostiteljskih i turističkih objekata uticalo je na mnogobrojne kompanije da izmeste svoje poslovanje. Interesantno je da su pojedine kompanije morale svoje poslovne i prodajne prostore iz prestižnih, centralnih zona velikih svetskih poslovnih, trgovačkih i turističkih gradova da napuste, iako su više desetina godina unazad (neke i preko sto godina) tu egzistirale. Svoje poslovanje i prodajne prostore su izmestile na druge, manje atraktivne, lokacije sa manjim dažbinama i povećale obim trgovine i usluga preko interneta<sup>2</sup>.

## 2.2 ZATVARANJE

Svi navedeni procesi: ograničavanje slobodnog kretanja, socijalno distanciranje, veći obim rada od kuće, kao i veći nivo trgovine preko interneta su u manjoj ili većoj meri doprineli da pojedini objekti budu delimično ili potpuno zatvoreni i da se tokom određenog vremenskog perioda ne koriste. Ta odluka je sa ekonomskog aspekta verovatno dobra i u datim okolnostima ispravna. Međutim, objekat koji se duže vreme ne koristi mora da se održava. Najviše treba obratiti pažnju na rad instalacija (uređaja i opreme) za klimatizaciju, grejanje i hlađenje (*KGH ili engl. HVAC*) i vodovoda. Ovo su instalacione mreže i sistemi koji moraju pažljivo da se provere prema važećim procedurama i propisima kako bi se zaštitilo zdravlje korisnika prostora i sprečilo širenje drugih zaraznih bolesti nakon ponovnog otvaranja zgrade i nastavljanja korišćenja.

## 2.3 FUNKCIONALNA PRENAMENA

Jedno od predloženih i razmatranih rešenja za objekte koji su već duži period van funkcije je prenamena prostora. U SAD, posebno u Njujorku veliki broj visokih poslovnih zgrada i hotela (solitera) su trajno zatvoreni usled ekonomskih problema izazvanih pandemijom koronavirusa<sup>3</sup>. Zanimljivo je da se većina tih visokih poslovnih zgrada nalaze na Menhetnu, na prestižnim i najskupljim lokacijama. Urađene analize i studije su pokazale da funkcionalna prenamena prostora ide u tri pravca: iz kancelarija u stanove, iz hotela u stanove i iz hotela u kancelarije koje bi se koristile „na dan“<sup>4</sup>. Sa tehničkog i tehnološkog aspekta nije jednostavno bez dodatnog ulaganja materijalnih sredstava promeniti funkciju postojećeg objekta. Na promenu funkcije objekta utiče: konstruktivni raspon, položaj instalacija, dužina hodnika i udaljenost od vertikalnih komunikacija, požarna zaštita,

---

<sup>2</sup>“Official data last week showed that 45% of working adults were working from home, the highest since June, after new lockdown restrictions came in across Britain earlier this month. [...] Non-essential retailers are closed, accelerating a shift towards online shopping, which accounted for 30% of retail spending in December, up from 19% a year earlier. Many British high streets are now losing key tenants, following the collapse of 200-year-old department store chain Debenhams and a retreat from flagship sites by others such as Frasers Group, formerly known as Sports Direct.”

<https://www.reuters.com/article/uk-health-coronavirus-britain-property-idUSKBN29X01J>

<sup>3</sup>“Many of New York’s hotels and office buildings have been empty for more than a year now as the pandemic continues to keep tourists and workers out of the city.”

<https://www.nytimes.com/2021/04/16/realestate/empty-office-buildings-hotels.html>

<sup>4</sup> Isto.

raspored prostorija (kuhinje i kupatila), ispunjavanje zahteva da sobe (dnevna, spavaća, radna) budu prirodno osvetljene itd. Treba napomenuti da je od pojave pandemije Kovida-19, kao i u nekim prethodnim krizama koje su nastale usled drugih razloga, zabeleženo veće interesovanje investitora za kupovinu, renoviranje i promenu funkcije (namene) objekata koji su izgrađeni između dva svetska rata. Isto tako, sa stručnog aspekta pojedini arhitekti, drugi inženjeri i stručnjaci koji se bave nekretninama smatraju da se objektima iz tog perioda može lakše promeniti namena (čak više puta), proces renoviranja traje kraće, radovi manje koštaju, atraktivniji su i na tržištu brže nalaze kupce ili zakupce.

### **3. STANJE OBJEKATA KOD NAS ZA VREME PANDEMIJE**

Konkretni podaci o tome koliko je pandemija izazvana koronavirusom u Srbiji uticala da poslovni, veliki prodajni objekti i hoteli privremeno ili trajno budu zatvoreni autoru ovog rada nisu bili dostupni. Međutim, i kod nas su zabeležene određene tendencije i pomeranja u oblasti gradnje, revitalizacije i prodaje nekretnina:

- gradilišta su vrlo kratko stajala, a od pojave vakcine i početka vakcinacije aktivnosti u ovoj oblasti su nastavljene vrlo visokim intezitetom s obzirom na situaciju;
- sa arhitektonskog aspekta, uspešno su revitalizovane neke poslovne zgrade ali nije promenjena funkcija, sem što je kancelarijski prostor definisan da se izdaje „na dan“. Pojedini hoteli su smanjili obim poslovanja jer je turistička industrija najviše pogođena ovom krizom, ali nije bilo prenamene prostora, prodaje ili potpunog zatvaranja. Odnosno, ne u meri kao u drugim sredinama čija je turistička industrija na istom ili sličnom nivou razvijenosti kao u Srbiji;
- nesmanjeno interesovanje za kupovinu stanova (posebno u Beogradu, Nišu i Novom Sadu) za vreme pandemije, što je uticalo da cena stambenog prostora po m<sup>2</sup> ostane na istom nivou ili se u određenom procentu uveća;
- zatvaranje pojedinih maloprodajnih objekata zbog zaključavanja gradova i ograničavanja slobodnog kretanja stanovništva, uvođenja rada od kuće i porasta trgovine preko interneta, i
- izmeštanje stanovništva iz velikih gradova u manja mesta i porast kupovine kuća za odmor koje su od sredine devedesetih godina prošlog veka sve manje korišćene, slabo održavane i koje su bile potpuno nezanimljive na tržištu nekretnina. Pandemija je naglo povećala interesovanje za ovu vrstu nekretnina čime je njihova cena vrtoglavo skočila, posebno kuća (i slobodnog zemljišta za gradnju) koje su od većih gradskih centara udaljene 50-100 km, a nalaze se u blizini glavnih auto-puteva. Ovaj trend se još uvek ozbiljnije ne smanjuje.

#### **4. ZAŠTITA OBJEKATA I KORISNIKA ZA VREME PANDEMIJE – SMERNICE I PREPORUKE**

Održavanje objekata i upravljanje za vreme pandemije se pokazalo kao veliki izazov za organizovanje i sprovođenje ovih aktivnosti [1]. Već na početku pandemije donete su smernice i preporuke sa aspekta lične zaštite korisnika objekata kao što su: nošenje zaštitne maske, održavanje higijene ruku, poštovanje socijalne distance od 2 m, merenje telesne temperature na ulazu u objekat, dezinfekcija prostora i opreme [2, 3]. Ovo su neke opšte mere koje su pokazale da i posle skoro dve godine od početka pandemije daju rezultate i predstavljaju strategiju za osnovnu zaštitu korisnika objekata. Kada se radi o zaštiti prostora, zbog određenih specifičnosti svakog objekta (namena, instalacije, oprema), aktivnosti koje se odvijaju u njima (stanovanje, poslovanje, kultura, trgovina, rekreacija), intenziteta epidemije (broj obolelih) i popunjenosti prostora (broj korisnika) možemo govoriti o tri strategije [2].

Prva strategija se odnosi na objekte koji su duži period bili zatvoreni i nisu korišćeni u prostornom i tehničkom kapacitetu, te treba ponovo postepeno da se usele i aktiviraju. Druga strategija se odnosi na objekte koji su delimično korišćeni smanjenim kapacitetom u prostornom i tehničkom smislu (instalacije, uređaji i oprema), dok se treća strategija odnosi na postupke koje treba preduzeti da se objekat vrati u funkciju na novi nivo prostornog i tehničkog kapaciteta [2]. Očekuje se da novi nivo popunjenosti objekta bude nešto manji nego u periodu od pre korone iz dva osnovna razloga: prvi je veća udaljenost korisnika (socijalna distanca) što utiče na manji broj ljudi koji koriste prostor, a drugi je činjenica da mnogi poslovi mogu jednako efikasno (uz manje troškove) da se obave od kuće [2]. Trenutno, ova druga činjenica jednako je zanimljiva poslodavcima i većini zaposlenih jer otvara neke nove mogućnosti u poslovanju, dok osoblju za održavanje (objekta, instalacionih sistema i opreme) donosi nove probleme koji moraju da se prepoznaju, analiziraju i „u hodu” rešavaju [2]. Ove tri strategije mogu da se primenjuju na sve objekte, ali su značajne za velike objekte sa većim brojem korisnika. Neki osnovni koraci u primeni ovih strategija su sledeći:

- formiranje tima stručnjaka iz više oblasti koji će sprovesti aktivnosti na održavanju, upravljanju i primeni usvojenih zaštitnih mera [2, 3];
- prilagoditi prostor i instalacije (posebno sistem za KGH, engl. HVAC) i opremu ako se objekat koristi u smanjenom prostornom i tehničkom kapacitetu [2, 3];
- sprovesti predviđeno preventivno (tekuće) održavanje prema ranije usvojenom programu održavanja [1], posebno za objekte koji su duži vremenski period bili van upotrebe [2]. U ovom slučaju potrebno je sprovesti dodatne mere održavanja za instalacije [4, 5];
- sprovesti viši nivo higijene prostora (čišćenje i dezinfekcija) [2, 3, 4, 5];
- novi raspored mobilijara i radnih mesta sa zaštitnim elementima, kao i analiza linije kretanja (zaposlenih i drugih korisnika prostora) uz eventualno proširivanje komunikacije i promene pravaca kretanja [2];
- obezbediti i uskladiti opremu i uređaje za rad na daljinu [2];

- kontrola zaposlenih i posetilaca prilikom ulaza u objekat (merenje temperature, lična zaštitna oprema, lična identifikacija), kao i promena ulaza/pristupa ako se koristi samo deo objekta [2, 3];
- specifična pravila, smernice i preporuke (odgovarajuća obaveštenja za zaposlene i posetioce) [2];
- poboljšati komunikaciju između osoblja koje sprovodi održavanje i planove zaštite i korisnika prostora [2];
- napraviti plan prevoza radnika na posao i sa posla [2];
- napraviti plan po fazama za ponovno otvaranje objekta (ko se od zaposlenih vraća na posao, koji sadržaji se otvaraju) [2];
- potreba za dodatnim prostorom [2];
- procenjivanje sprovedenih planova i preduzetih mera, kao i priprema planova za eventualni novi talas pandemije [2], i
- procenjivanje budžeta za održavanje i upravljanje prema određenim kriterijumima [2].

## 5. ZGRADA TEHNIČKIH FAKULTETA U BEOGRADU – ARHITEKTONSKI FAKULTET

Sagledavši preporuke i smernice koje su navedene u prethodnom poglavlju, kao i instrukcije [6] Ministarstva zdravlja Republike Srbije, urađeno je poređenje prema zapažanju korisnika zgrade Tehničkih fakulteta u Beogradu. Zapažanja, poređenja i komentari su rezultat dobijen na osnovu malog uzorka. Može se svesti na zapažanja lične prirode tako da rezultati nisu najprecizniji. Međutim, kao autor rada i knjige iz oblasti održavanje objekata [1] dao sam sebi slobodu da zabeležim određena zapažanja o sprovedenim merama zaštite studenata, zaposlenih i objekta. Možda ova zapažanja mogu da posluže drugim kolegama za dalji rad i doprinesu da se unapredi proces održavanja i podigne zaštita ljudi i unutrašnjeg prostora na viši nivo.

Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut” doneo je Preporuke za fakultete [7] koje se sprovode za vreme trajanja pandemije i koje su u zavisnosti od promene epidemiološke situacije podložne promenama. Dokument *Preporuke za fakultete* sadrži 16 tačaka koje svakodnevno moraju da se sprovode:

- 1) Pre početka rada fakulteta, a i svakodnevno sprovoditi čišćenje i dezinfekciju prostora (sve površine), opreme i pribora, kao i provetravanje prostorija najmanje pola sata nakon čišćenja. Preporuka se dosledno sprovodi.
- 2) Zaposleni i studenti moraju biti bez simptoma koji ukazuju na Kovid-19. Sprovođenje ove mere nije adekvatno organizovano. Na ulazu u zgradu Tehničkih fakulteta se ne kontroliše merenje temperature i nošenje zaštitne maske. Sprovođenje mere prepušteno je na savest korisnika objekta/zgrade što se pokazalo da nije dobro, jer deo zaposlenih i studenata ne poštuju u potpunosti ovu meru.

- 3) Na ulazu u objekat kao i u samom objektu postaviti dozer sa sredstvom za dezinfekciju ruku na bazi 70% alkohola i učiniti ih lako dostupnim uz jasno istaknuta obaveštenja o obavezi dezinfekcije ruku. Preporuka se dosledno sprovodi.
- 4) Potrebno je da fakultet obezbedi dovoljne količine zaštitne opreme za zaposlene, sredstva i pribor za čišćenje i dezinfekciju, kao i dovoljan broj toplomera za merenje telesne temperature. Informisati studente gde se mogu javiti da izmere svoju telesnu temperaturu u slučaju da se osećaju loše. Preporuka se dosledno sprovodi osim u delu koji se odnosi na merenje telesne temperature, što je već konstatovano u tački 2.
- 5) Nastavu organizovati u manjim grupama do 10 studenata osim u velikim amfiteatrima gde je moguće da popunjenost mesta bude do 50%. Udaljenost između studenata najmanje 1 m (poželjno 2 m), odnosno jedno lice na svaka 4 m<sup>2</sup>. Preporuka se dosledno sprovodi.
- 6) Napraviti raspored predavanja tako da pauza između predavanja bude dovoljno duga kako bi se izbeglo mimoilaženje dve grupe studenata i obezbedilo vreme za čišćenje, dezinfekciju i provetravanje prostora gde su boravili studenti. Preporuka se dosledno sprovodi.
- 7) Održavanje ispita organizovati tako da se termini ispita ne preklapaju i da čekanje studenata ispred prostorije gde se ispit održava bude što kraće, uz održavanje preporučene udaljenosti. Mera se dosledno sprovodi.
- 8) Ne preporučuje se zadržavanje studenata u većim grupama nakon predavanja u hodnicima i holovima. Preporuka se delimično sprovodi.
- 9) Zaposleni i studenti moraju sve vreme tokom boravka na fakultetu da nose maske, tako da maska prekriva usta, nos i bradu. Preporuka se delimično poštuje. Za vreme predavanja i vežbi studenti i zaposleni nose maske, ali u hodnicima, holovima i toaletima ne u potpunosti. Takođe je primećeno da u određenom broju maske nisu nameštene propisno (najčešće nos nije pokriven).
- 10) Obavezno je redovno sprovođenje mera lične higijene, posebno pranja ruku sapunom i vodom u trajanju od najmanje 20 sekundi ili dezinfekcije ruku sredstvom na bazi 70% alkohola. Ne dodirivati lice, posebno usta, nos i oči pre pranja ili dezinfekcije ruku. U zgradi fakulteta postoje uslovi za sprovođenje ove mere, ali nije moguće utvrditi u kojoj meri se poštuje.
- 11) Prostorije redovno provetravati, uz omogućavanje kontinuiranog protoka vazduha. Centralne ventilacione sisteme ili klima uređaje koristiti u takvom režimu rada da se vazduh izmenjuje samo sa svežim spoljnim vazduhom, bez recirkulacije vazduha. Za rad sistema za veštačku ventilaciju moraju se konsultovati kompanije/servisi za njihovu ugradnju i održavanje. Zamena filtera i/ili ugradnja posebnih filtera na uređajima veštačke ventilacije, određivanje učestalosti zamene filtera i sagledavanje potreba za ugradnju posebnih, obavlja se uz konsultacije i saglasnost kompanija koje su odgovorne za njihovu ugradnju i održavanje. Zgrada Tehničkih fakulteta nema centralni ventilacioni sistem, sem u amfiteatru Arhitektonskog fakulteta. Centralni

ventilacioni sistem se ne koristi, već prirodna ventilacija. Zbog dužeg perioda nekorišćenja sistema za ventilaciju, neophodno je proveriti tehničku ispravnost, promeniti filtere i uraditi dezinfekciju. Pojedinačni (split) uređaji za klimatizaciju manjih prostora su u funkciji i redovno se održavaju.

- 12) Obeležiti mesta za higijensko odlaganje upotrebljenih maski i drugog otpada. Otpad odlagati u kese u kanti sa pedalom za nožno otvaranje ili u kese u otvorenim kantama kako bi se izbeglo dodirivanje poklopca kante. Kесе sa otpadom zavezati pre bacanja u kontejner i dalje tretirati u skladu sa procedurom za upravljanje otpadom, uz propisane mere zaštite. Preporuka se dosledno sprovodi.
- 13) Ne organizovati skupove, proslave i slična dešavanja. Preporuka se dosledno sprovodila organizovanjem onlajn sastanaka do oktobra 2021. godine.
- 14) Kafeterija i slični prostori gde se prodaje i služi voda, sokovi, kafa ili hrana, a koji se nalaze u sklopu fakulteta, ne rade do daljnjeg. U zgradi su na određenim mestima u hodnicima raspoređeni automati za prodaju vode, kafe i sokova. Preporuka se dosledno sprovodi.
- 15) Potrebno je da zaposleni bar dva puta dnevno mere temperaturu i proveravaju da li imaju neki od simptoma koji mogu ukazati na Kovid-19, a posebno pre dolaska na posao. U slučaju pojave simptoma koji ukazuju na Kovid-19 zaposleni treba da se jave nadređenom i ne dolaze na posao, te da se javi lekaru. Preporuka se dosledno sprovodi.
- 16) U situaciji pojave sumnje na obolevanje od Kovid-19 kod zaposlenog, dekan te ustanove je obavezan da o tome odmah obavesti epidemiologa nadležnog instituta/zavoda za javno zdravlje radi daljeg postupanja. Preporuka se dosledno sprovodi.

Sve Preporuke za fakultete koje je doneo Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut” se sprovode u potpunosti na Arhitektonskom fakultetu osim mere broj 2 i mere broj 8. Na ulasku u zgradu Tehničkih fakulteta (Arhitektonski, Građevinski i Elektrotehnički) ne sprovodi se kontrola merenja temperature, dezinfekcija ruku i nošenje zaštitne maske (mera 2), niti se kontroliše i ograničava zadržavanje studenata u većim grupama u pauzama između predavanja i vežbi (mera 8). Rešenje treba tražiti u dogovoru i efikasnijoj kontroli od strane sva tri fakulteta i instituta koji dele zgradu. Sprovođenje ove dve mere je prepušteno na odgovornost svakog pojedinca, jer se računalo da su korisnici zgrade akademski građani, svesni odgovornosti i nastale situacije. Međutim, pokazalo se da nisu svi razumeli i shvatili težinu situacije u kojoj smo se našli. Slični, skoro identični problemi su zabeleženi i u drugim sredinama u okruženju i svetu. S tim u vezi, kontrolu i sprovođenje pojedinih preporuka/mera u nekim budućim, sličnim, situacijama treba doslednije sprovesti i tražiti alternativna rešenja čim se primete određeni problemi.



## 6. ZAKLJUČAK

Pandemija izazvana koronavirusom ukazala je na stepen naše odgovornosti sa aspekta korisnika objekata, kao i koliko su naši objekti pripremljeni da odgovore na ovakve izazove. Možda smo, mislim na arhitekta i druge inženjere, nedovoljno pažnje posvećivali prilikom planiranja, projektovanja i realizacije objekata/zgrada zdravstvenoj zaštiti korisnika, kao i fleksibilnosti i zaštiti prostora, materijalizaciji, zaštiti instalacija, uređaja, opreme sa aspekta otpornosti u ovakvim situacijama. Sve ukazuje da će se pored borbe za sve veću energetska efikasnost objekata koje gradimo, manju emisiju ugljen-dioksida, čistiju i zdraviju životnu sredinu, u bliskoj budućnosti paralelno odvijati „borba” za zgrade otpornije na zdravstvene pretnje. Najverovatnije nas očekuje nova procena i sertifikacija objekata po ovom pitanju. Već se razmišlja o standardima, tehničkim rešenjima i novim materijalima, kao i o načinu upravljanja, da bi se potvrdio nivo otpornosti objekta na sadašnje i buduće zdravstvene izazove.

*Rad je rezultat istraživanja u okviru Lab 3, Arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Beogradu.*

## LITERATURA

- [1] Радојевић, М. (2021). Одржавање објеката и управљање. Београд: Архитектонски факултет у Београду.
- [2] Kimmel, P. (2020). A Facilities Manager’s Guide to Reopening and Occupying Buildings Post-Coronavirus [Ebook]. Fmlink. Retrieved from <https://www.fmlink.com/coronavirus/FmlinkCoronavirusGuide.pdf>
- [3] BOMA. (2020). Getting Back to Work 3.0: Best Practices for Managing Commercial Buildings During COVID-19 Recovery [Ebook]. Building Owners and Managers Association (BOMA). Retrieved from [https://www.boma.org/BOMA/Research-Resources/3-BOMA-Spaces/Newsroom/Press\\_Room/2020/Getting\\_Back\\_to\\_Work.aspx](https://www.boma.org/BOMA/Research-Resources/3-BOMA-Spaces/Newsroom/Press_Room/2020/Getting_Back_to_Work.aspx)
- [4] AIHA. (2020). Recovering From COVID-19: Building Closures - Guidance Document [Ebook]. Retrieved from [https://aiha-assets.sfo2.digitaloceanspaces.com/AIHA/resources/Public-Resources/RecoveringFromCOVID-19BuildingClosures\\_GuidanceDocument.FINAL.pdf](https://aiha-assets.sfo2.digitaloceanspaces.com/AIHA/resources/Public-Resources/RecoveringFromCOVID-19BuildingClosures_GuidanceDocument.FINAL.pdf)
- [5] AIHA. (2020). Workplace Cleaning for COVID-19 - Guidance Document [Ebook]. Retrieved from [https://aiha-assets.sfo2.digitaloceanspaces.com/AIHA/resources/Guidance-Documents/Workplace-Cleaning-for-COVID-19-Guidance-Document\\_FINAL.pdf](https://aiha-assets.sfo2.digitaloceanspaces.com/AIHA/resources/Guidance-Documents/Workplace-Cleaning-for-COVID-19-Guidance-Document_FINAL.pdf)
- [6] Министарство здравља Републике Србије. (2020). Инструкције за послодавце. Преузето са <https://www.zdravlje.gov.rs/tekst/347193/instrukcije-za-poslodavce-prevencija-covid-19.php>
- [7] Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут”. (2021). Препоруке за факултете. Преузето са <https://www.batut.org.rs/download/aktuelno/Fakulteti.pdf>

Miloš Stojković Minić<sup>1</sup>

## **FENOMEN VODE U ARHITEKTURI – ISTRAŽIVANJE KROZ IDEJNE PROJEKTE**

### **Rezime**

U radu će biti prikazani i tumačeni idejni projekti koji se mogu svrstati pod zajednički naziv *kuće vode*, odnosno objekti koji mogu podpasti pod ovaj pojam. Pojam *Kuća vode* tumači se kao objekat koji je nastao za ili posredstvom vode, odnosno, na vodi ili kraj nje. Preispituje se da li se i pod kojim uslovima ovi objekti mogu svrstati u akvatekturu, koja se tumači kao sastavni deo svekolike arhitekture, i u radu tumači, mahom u kontekstu Beograda. Predstavljena su idejna rešenja, odnosno objekti i prostorne strukture koje mogu poslužiti za jasnije razumevanje iznete teme rada – fenomen vode u arhitekturi u našoj sredini. Prikazujući i ilustrujući trenutne aktuelnosti, odnosno preispitujući probleme poput održivosti i prirodom inspirisana rešenja. Stoga, rad donosi alternativne autorske metode i moguća razumevanja i tumačenja uticaja klimatskih promena na arhitektonsko i urbanističko projektovanje, revitalizaciju, ali i upravljanje zdravim prostorom oko nas.

### **Ključne reči**

Voda; Arhitektura; Prostor; Oblik; Idejni projekat

## **THE PHENOMENON OF WATER IN ARCHITECTURE - RESEARCH THROUGH CONCEPTUAL PROJECTS**

### **Summary**

The paper will present and interpret conceptual designs that can be classified under the common name of The Houses of Water. The term House of Water is understood as a structure that was created for or through water, that is, on the water or near it. It is examined whether and under what conditions these structures can be classified in Aquatecture, which is seen as an integral part of architecture in the paper and analyzed in the context of Belgrade. The paper presents conceptual solutions that can serve for a clearer understanding of the presented topic of the paper - the phenomenon of water in architecture. Presenting and illustrating current events, or more accurately, re-examining problems such as sustainability and Nature-based solutions. The paper brings alternative authorial methods and possible understandings and interpretations of the impact of climate change on architectural and urban design, revitalization, but also the management of healthy space around us.

### **Key words**

Water, Architecture, Space, Form, Conceptual project

---

<sup>1</sup> M.Arch., Teaching Assistant, University of Belgrade - Faculty of Architecture, Bulevar kralja Aleksandra 73 / II, 11120 Belgrade, Serbia, e-mail: [milos.stojkovic@arh.bg.ac.rs](mailto:milos.stojkovic@arh.bg.ac.rs)

## 1. UVOD I POVOD

Ovaj rad donosi prikaz niza idejnih projekata koji su nastali u rasponu od skoro 10 godina od 2011 do 2021. godine. Neki od projekata koji će biti tumačeni u ovom radu su studentski projekti, kako sa osnovnih tako i sa master studija arhitekture. Biće prikazan i master završni rad, kao i idejna konkursna rešenja. Sve ove projekte, odnosno objekte koji se u njima ispituju možemo svrstati pod zajednički pojam *Kuća vode*. *Kuća vode* je objekat ili struktura u prostoru, koji nastaje za ili posredstvom vode, odnosno, na vodi ili kraj nje. Kriterijum koji je bio određujući u izboru primera je kompleksnost pojavnosti vode, kako u prirodi tako i u arhitektonskom stvaralaštvu, odnosno u prostornim strukturama koje ovaj rad opisuje, a koje su skoro uvek u neposrednoj korelaciji sa prirodom prema i u kojoj nastaju. Tako je fenomen vode, odnosno objekti koji pripadaju vodenom elementu, tačnije rečeno strukture akvatekture [1][2], tumačen i ispitivan kroz stanja pojavnosti vode. Poznata su tri agregatna stanja vode u prirodi: čvrsto, gasovito i tečno, odnosno manifestovana kroz pojavnost leda, vodene pare (magle) i tečnosti. Kod nekih od primera u nastavku će dominirati jedan od pomenutih aspekata i to će odrediti njegovu pripadnost postavljenoj tipologiji kuća vode. Nekada će uticaj prirodnih faktora, klimatskih i atmosferskih promena odrediti njihovo preklapanje i kombinovanje, odnosno (multi)funkcionalno sintezno delovanje (i korišćenje) pojavnosti vode u prostoru [3]. Rad donosi alternativne autorske metode, prikazujući i ilustrujući trenutne aktuelnosti, odnosno preispitujući probleme poput održivosti i prirodom inspirisana rešenja, ali i moguća razumevanja i tumačenja uticaja klimatskih promena na arhitektonsko i urbanističko projektovanje, revitalizaciju i upravljanje zdravim prostorom oko nas.

Povod ovog rada je priroda koja je kao najveća inspiracija za stvaraoce kroz istoriju usmeravala prostorne kreacije, kako to profesor Petar Arsić navodi u svom radu za međunarodni naučno- stručni simpozijum Instalacije & Arhitektura iz 2011 godine [4]. Pomenuti rad je inspirisao i nastanak ovog rada, simbolično nastavljajući i produbljujući ovu temu na jedan sličan način, a opet kroz prizmu ličnog i autorskog bavljenja temom vode u arhitekturi (a koje je nesvesno i počelo, te 2011. godine, ne znajući tada za postojanje pomenutog rada). Odnosno, tumačeći nadalje prirodu kao jedan od najznačajnijih podsticajnih faktora za formiranje prostornih odnosa oblika u prostoru i oblika prostora (*ibid.*,14). Možemo, dakle, nanovo apostrofirati da je priroda najstariji uzor za oblikovanje prostora i u njemu posebne vrste ambijenata koji su u direktnoj vezi sa vodom, jer ih ona dopunjuje ili se oni na nju nastavljaju u neprestanoj međusobnoj interakciji. Voda koja je među nedeljivim i neodvojivim prirodnim uticajnim faktorima i kao takva deluje u najrazličitijim vidovima uticaja, složenim i često protivrečnim oblicima i formama pojavnosti prostorne kreacije, ali i istovremeno kao savršeni medijum inspiracije za autore, odnosno kao osnova života – jeste i ostaće stožer generisanja i organizacije i kuće i grada – najjednostavnijih i jednovremeno najsloženijih tvorevina ljudske civilizacije (*ibid.*).

Prateći tako tok vode u arhitekturi možemo spoznati čitavu ljudsku istoriju. Tumačeći vodu kao pra element možemo se vratiti na sam početak arhitektonske struke čitajući Vitruvija – posebno njegovu osmu knjigu o vodi [5], pa i skočiti (u) nazad sve do nastanka sveta, ali ono što nas interesuje u ovom istraživanju jeste kako danas voda utiče i kako će u budućnosti delovati na nastanak, oblikovanje i struktuiranje arhitektonskog prostora (pogotovu onog koji nastaje u našoj sredini – lokalnom kontekstu, u Beogradu i Srbiji).

Potrebno je, dakle, uspostaviti vezu posmatranja, istraživanja i učenja kroz element vode kao određujući u oblikovanju prostora.

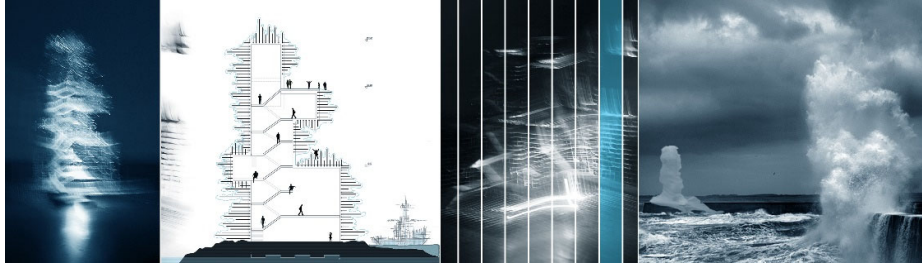
U nastavku slede opisi (i ilustracije) prema postavljenoj tipologiji (agregatnih stanja) pojavnosti vode u arhitekturi i njenih, na taj način definisanih *Kuća vode*, ilustrovanih kroz izabrane primere idejnih projekata i eksperimentalnih istraživanja.

## 2. POJAVNOST VODE U ČVRSTOM STANJU – LED – (PRE)PUNO PRISUSTVO VODE U ARHITEKTURI

Led, kao jedno od tri osnovna i nadasve znana stanja pojavnosti vode u prirodi, asocira na hladnoću, ali i na preciznost, pa samim tim i na čistu (prozračnu) svedenu lepotu prostora. Voda je možda i jedan od retkih elemenata u prirodi koji se na hladnoći širi, odnosno onog trenutka kada se tečnost pretvara u led zapremina se povećava. Iz tog razloga je ovaj deo rada tumačen kroz sintagmu (pre)puno prisustvo vode, računajući da će se voda u formi leda (pro)širiti kada je postavljena tako da korespondira sa arhitekturom koju prati (prostornim kalupom-modlom). U ovom delu rada biće prikazani studentski radovi nastali na prvoj godini osnovnih akademskih studija arhitekture na Arhitektonskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, i to na predmetu Elementi projektovanja (2011) i Arhitektonsko projektovanje (2018). I to, jedan početni rad Svetionika (lično intuitivno sećanje na same početke bavljenaj arhitekturom i vodom) i u nastavku, dalje, biće prikazane konceptualne makete od leda. Tačnije rečeno, biće izneta moguća primena leda – vode, i to onda kada se primenjuje u nastavi kroz modelovanje (maketa) ledom, kao jedne vrste metodološki aplikativnog alata strukturacije prostora i veoma vidljivog načina za ispitivanje međudnosa koji prate operativno bavljenje vodom u međuzavisnim prostornim odnosima.

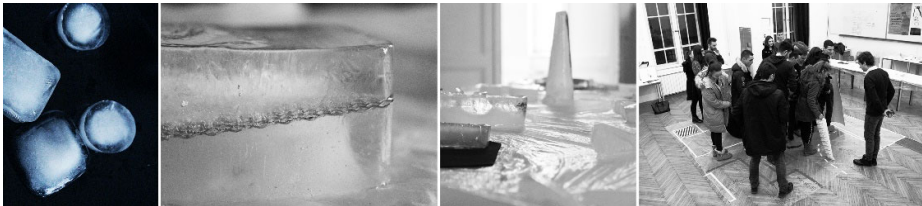
**Izabrani primeri:** **Svetionik**, studentski rad, školska 2011/2012, predmet: Elementi projektovanja, nastavnik: arh. Zoran Abadić, docent, asistent: arh. Milutin Cerović, sala 224; **Makete (modeli) od leda**, školska 2018/2019, predmet: Arhitektonsko projektovanje, nastavnik: arh. Milan Vujović, redovni profesor, asistent: arh. Miloš Stojković Minić, sala 223.

Svetionik je bio zadata tema na predmetu u toj godini studija, glavna ideja za nastanak i modelovanje forme svetionika je iznađena u obliku talasa koji zapljuskuje obalu. Želja je bila da se na konceptualnom nivou taj momenat kroz novu formu objekta ovog tipa, dobije tako što bi se napravila struktura po kojoj bi se voda taložila i ledila (odnosno po kojoj bi se talas zadržao usled uticaja niskih temperatura prirodnog okruženja). Na ovaj način je voda – primenjena kao jedna vrsta nove (dodatne) opne koja nastaje pod uticajem prirodnih faktora, vetra, vode, i leda. Nastala je tako *Kuća vode*, čija se opna širi prateći prirodne tokove pretvaranje vode u led. Onog trenutka kada voda očvrsne nastaje puna forma ovog objekta (do tada stoji samo projektovana struktura - konstrukcija objekta u čijoj unutrašnjosti su svi planirani i neophodni sadržaji i vertikalne komunikacije), taj ledeni ogrtač će sa prolećnim suncem nestati, ali i ponovo nastati u svoj svojoj jedinstvenosti i to sledeće zime pod uticajem klimatskih faktora, stvarajući tako arhitekturu koja je inspirisana prirodom i koja se sa njom budi i prema njenim zakonima nastaje.



*Slika 1. Svetionik, studentski projekat, 2011.*

U nastavku je dat niz od nekoliko maketa od leda, koje su poslužile studentima pri projektovanju i izučavanju prostornih odnosa. Odnosno, iznađen je način da bolje razumeju svoje inicijalne ideje prilikom izrade svojih konceptualnih maketa za zadati projekat ski centra na Košutnjaku u Beogradu. Zanimljivo je primetiti da se primenom leda prilikom izrade arhitektonskih modela, mora računati na to da će se usled širanj e vode (prilikom zamrzavanja) sama zapremina (mera) povećati, odnosno doći će do (is)punjena projektovanog (praznog) prostora. Na ovaj način se kroz jednu vrstu pokazne vežbe, gde se ispituju odnosi punog i praznog (prostora, modle i vode), isčitava (pre)puno prisustvo vode u arhitekturi, i to onda kada se primenjuje kao metodološki alat u studijama o prostoru.



*Slika 2. Modeli od leda, studentske konceptualne makete (odnos mere u prostoru), 2018.*

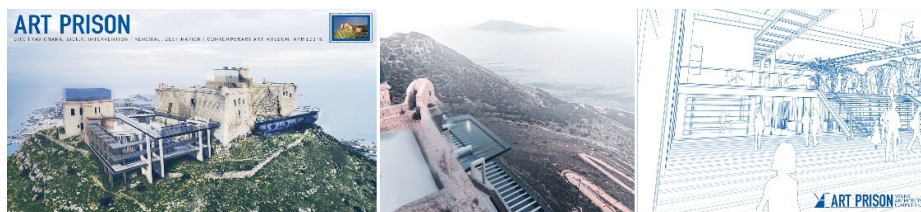
### **3. POJAVNOST VODE U GASOVITOM STANJU – MAGLA (VODENA PARA) – (P)RAZNO PRISUSTVO VODE U ARHITEKURI**

Ovaj deo rada donosi dva idejna rešenja, nastala kao idejni projekti kojima je aplicirano na otvorenim, javnim, internacionalnim konkurisima u organizaciji *Young Architects Competitions* (YAC)<sup>2</sup>. Odnosno, jedan koji je bio u Francuskoj ravnici pod nazivom *Common ruins* [6], i drugi u na vrhu jednog od Sicilijanskih ostrva po imenu Favignana u Italiji, u sred Mediterana, a pod nazivom *Art Prison* [7]. Oba ova projekta pripadaju elementu vode, i kod oba je dominantno gasovito stanje vode, bilo da je to vodena para ili magla ili pak oblaci. Svakako u oba ova primera prisutna je i to u nezamerljivoj količini i voda u tečnom agregatnom stanju (bilo da je to okolno jezero, kanal, ili ogromno prostranstvo mora koje okružuje ostrvo ili zamak). Zanimljivo je da su obe ove *Kuće vode* jedna vrsta ostrva u vodi i prostoru. U primeru kod Zamka za umetnike na Siciliji je to i u bukvalnom smislu očigledno jer je sam zamak na vrhu ostrva među oblacima. Treba i napomenuti da su

<sup>2</sup> <https://www.youngarchitectscompetitions.com/>

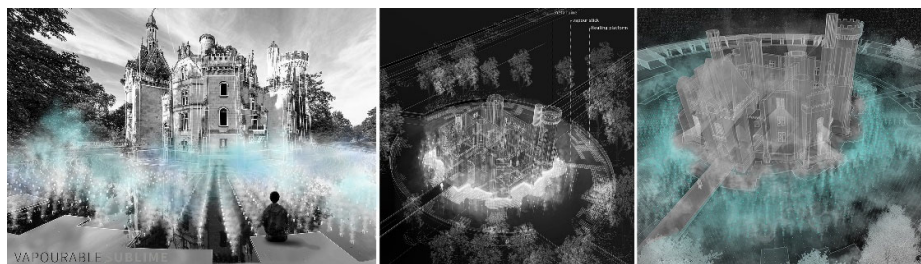
u pitanju objekti – zamkovi čije je osnovni cilj bila revitalizacija i prenamena kroz idejni projekat, odnosno konkursno rešenje. Ono što stvara jači ambijentalni doživljaj u prostoru kod ovih primera je svakako trenutak promene vode iz tečnog u gasovito agregatno stanje. Odnosno primena magle i vodene pare u formiranju fenomena (ambijenta) mističnosti koji prenosi željenu temu u arhitektonskom prostoru, ali i krajoliku, odnosno pejzažu u kome se deluje. Kroz ove primere se preispituje značaj odsutva prisustva vode u prostoru, odnosno dolazi se do zaključka da je nekad i prazno dovoljno dobro. Čak možda i bolje od (pre)punog prostora.

**Izabrani primeri:** *Art Castle* (*Art Prison* - YAC, Italija, 2018), autorski tim: Ana Dutina, Petar Tošić, Luka Stijović, Dragan Petrović i Miloš Stojković Minić; *Vapourable Sublime* (*Common ruins* - YAC, Francuska, 2019), idejni (konkursni) projekat, autorski tim: Boris Dundović, Lidija Lukić, Petar Tošić, Luka Stijović, Stefan Lakić i Miloš Stojković Minić.



Slika 3. Zamak u oblacima - *Art Castle/Art Prison*, idejni (konkursni) projekat, Italija, 2018.

Za rekonstrukciju zamka u oblacima, na vrhu brda ostrva Favignana na Siciliji, inspiracija je pronađena u kretanju, odnosno u profiletu pogleda i vizura. Tačnije rečeno, usmeravanjem pogleda i kretanjem kroz svetlost, na mestu koje pripada oblacima, a kojem vlada element vode, kroz tako jako, plavo, sveprisutno okružujuće more. Ovaj objekat projektovan je kao jedinstven multifunkcionalan prostor za prijem, borakva i rad, ali i smeštaj umetnika i njihovih dela (artefakata), kao jedna vrsta savremenog muzeja. Centralna poziciju u ovom kompleksu, ovoj *Kući vode*, čini formirani umetnički trga, kao mestu koje pripada (p)raznom prisustvu vode u arhitekturi, a otelotvorenom u materijalu stakla. Preciznije rečeno, nastala je jedna vrsta staklene pjace nad postojećom stenovitom terenu čiji uređeni atrijum okružen posebno dizajniranim galerijama (terasama i lođama - umetničkim kelijama sa pogledom na pučinu), po kojima se korisnici kreću, a nad kojim se nalazi staklena platforma – vidikovac, koji spaja dve zatečene i projektom revitalizovane izgrađene strukture Zamak i Kuću za izlaganje, čineći od njih tako jedinstven *Art Prison* – Zamak za umetnike, koji nije ni na nebu ni na zemlji [8].



Slika 4. Zamak na vodi - *Vapourable Sublime*, idejni (konkursni) projekat, Francuska, 2019.

Za zamak na vodi u Francuskoj ravnici (Château de la Mothe Chandeniers), može se reći da na najbolji način afirmiše najuzvišenije stanje vode – vodenu paru prilikom primene u arhitektonskom oblikovanju i revitalizaciji obejkata ovog tipa. Ovde se voda – para (magla) manifestuje kao vidljivi izdisaj ruševine zamka – magla koja dezintegriše arhitekturu, dematerijalizuje prostor i poništava sile prirode. Para, odnosno magla kao da na prvi pogled čini arhitekturu u pozadini nebitnom, a emocije posetilaca prolaznim. Daje čudne i fantastične mistične privide kroz događaje koji sa svakim novim posetiocem nanovo ispisuju priču o zamku, a koja se ovakvom intervencijom veliča. U širem smislu, sama ruševina zamka funkcioniše kao kapljica vode. Emanira vektore, emituje površine i strukture koje se fizički manifestuju kao talasi kristalizovani u vremenu [9]. Konačno, ovako projektovana zajednička ruševina ovog imanja prevazilazi poznatu telesnost i pojavljuje se kao pojam uzvišenosti, kao čisto prazno prisutvo vode u prostoru – kao *Vapourable Sublime* [10].

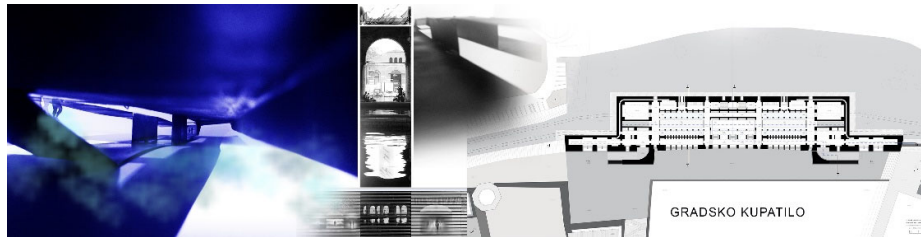
#### **4. POJAVNOST VODE U TEČNOM STANJU – VODA KAO OPERATIVNI PROSTORNI ALAT – PUNO PRISUSTVO VODE U ARHITEKTURI (ODNOSI PUNOG I PRAZNOG)**

U ovom delu rada tumači se diplomski - master završni rad, odnosno Novi gradski epicentar – višenamenski gradski kompleks kulture, koji je formiran u Donjem - Vodenom Gradu Beogradske tvrđave sa dve nove projektovane strukture. Tačnije, predstavljaju se objekti Gradskog kupatila i Muzeja vode koji nastaju kao direktan nastavak revitalizovanog muzejskog komepleksa Kule Nebojše i koji svi zajedno čine novi, pomenuti, multifunkcionalni, epicentar grada [11].

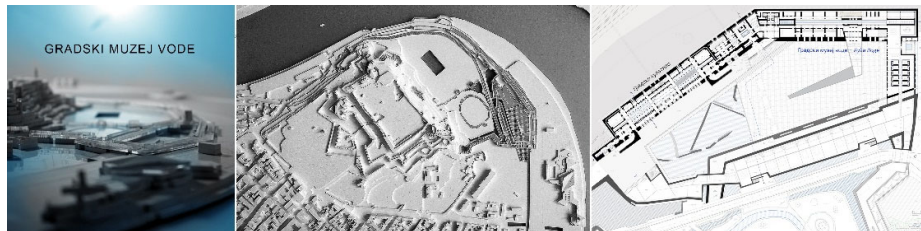
Pojavnost vode u tečnom stanju je glavna komponenta koja ispunjava prostore Gradskog muzeja voda koji nastaje u nastavku ranije projektovanog objekta Gradskog kupatila, gradeći od njih značanje primere *Kuća vode* u kontekstu beogradskog priobalja. U njima je voda predstavljena kao element savršenstva i uzvišenosti, kroz puno prisustvo vode u arhitekturi. Voda je kroz ove primere dobila svoje *Kuće vode* u srcu grada – Beogradskoj tvrđavi, na način da kroz projektovane prostore može da prizove k sebi, tako da se u nju može konačno ući na ušću dveju reka, na mestu koje pripada elementu vode. Možda više od bilo kog drugog elementa, voda je potpuna stvarnost koja oblikuje svet oko nas i život na zemlji. Uprkos svojoj raznolikosti i načinima oblikovanja, voda ipak osigurava jedinstvo i trajnost. Dakle, arhitekturi je potrebna voda da ukaže na prostornu osvetljenost odnosa punog i praznog, a kroz prostorno jedinstvo arhitektonskih elemenata, čime se obezbeđuje njihovo zajedničko prožimanje i trajanje. Bez ovog jedinstva elemenata materijalna imaginacija nije zadovoljena, a formalna mašta nije dovoljna da poveže raznolike linije grada i prostora u njemu [12]. Gradu, ovoj tvorevini ljudi, nedostaje život jer mu nedostaje suština – supstancija koja ga je stvorila, a koja i dalje kroz njega teče. Dok je Grad prema njoj ostao nem, ne čuje, ne vidi i ne oseća snagu njenog prisustva. Ova dva objekta (pa makar i samo kao idejni) pokazuju kako se za vodu (i ljude u njoj) mogu formirati prostori, odnosno dokazuje da se voda može koristiti kao operativni alat u arhitekturi, vraćajući život gradu u kom se nalazi. Na taj način bi Grad i njegova voda, a sa njima i ljudi u njemu nastavili da teku i traju zajedno, prateći prirodne tokove razvoja. Takav proces bi

spojio Grad i reku u *Kućama vode* u Donjem - Vodenom gradu Beogradske tvrđave, mestu gde je sve počelo, mestu gde izvire Grad [11].

**Izabrani primeri:** *Gradsko kupatilo*, idejni studentski projekat, školska 2014/2015, predmet: Studio M02 A - Projekat, nastavnik: arh. Zoran Abadić, docent; *Gradski muzej vode*, master završni rad (idejni diplomski projekat), školska 2015/2016, predmet: Master Projekat i Master završni rad; nastavnik - mentor: arh. Dejan Miljković, redovni profesor.



Slika 5. *Gradsko kupatilo*, idejni (studentski) projekat, Beograd, Srbija, 2015.



Slika 6. *Gradski muzej vode*, idejni (diplomski) projekat - MZR, Beograd, Srbija, 2016.

## 5. POJAVNOST VODE U ARHITEKTURI DANAS (AKVATEKTURA PARKA) – VODA KAO INSPIRACIJA I OSNOVNI METODOLOŠKI PRINCIP U PROCESU PROJEKTOVANJA IDEJNIH KONKURNIH REŠENJA

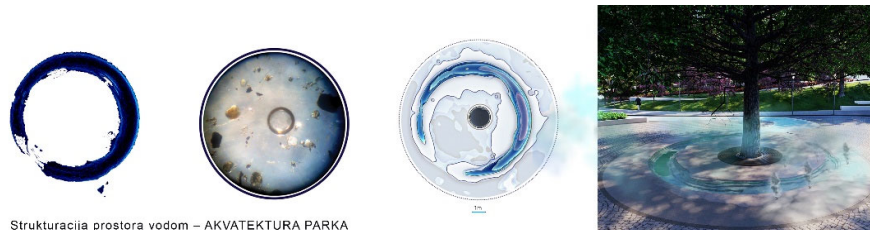
Poslednji deo rada portretiše i tumači vodu kao inspiraciju, ali i kao i osnovni metodološki princip u procesu projektovanja idejnih arhitektonskih rešenja. I to kroz opis primene u Idejnom arhitektonsko-urbanističkom, ali i pejzažnom rešenju za uređenje Zone 8 Linijskog parka u Beogradu [13].

Ambijent i javni prostor, njihova lepota, ugodnost, privlačnost, sinteza vrednosti i težnja ka humanizovanom i uzvišenom, oduvek su bili glavni izazov za arhitekte i urbaniste. U kompleksnim zadacima sa kojima se i danas stvaraoci suočavaju i kojom snagom intuicije talenta i iskustva pokušavaju da razreše pojavnost vode u arhitekturi, posebno mesto oduvek je pripadalo fontanama – kao posebnim kompozicionim akcentima, kao mestima okupljanja, ali i prijatnim i ugodnim gradskim (parkovskim) ambijentima [4].

**Izabrani primer:** *Akvatektura parka*, Studija za projekat fontane Izvora na parkovskom trgu Zone Linijskog parka, Beograd, Srbija, 2020. Autorski tim: Una Korica, Ivana Korica, Petar Tošić, Marko Nikolajević, Tomica Mišljenović i Miloš Stojković Minić.



U metodološkom eksperimentu za Zonu 8 Linijskog parka voda je tumačena kao neizostavni element arhitekture grada, odnosno kao svojevrsna inspiracija u toku kreativnog procesa strukturacije prostora vodom. Centralni motiv na parkovskom trgu Zone 8 Linijskog parka je drvo (hrast, aluzija na pramordijalni Zapis), oko kog je formirana parterna fontana (Izvor života - izvor inspiracije i ideja). Oblik ovog izvora (parterne fontane) nastao je iz analize vodene kapi koja je uzeta kao uzorak sa tog specifičnog mesta na kome je projektovan park. Oblik izvora iz kog kreće vodeni tok koji ide kroz ceo park (voda koja vodi) i završava se u jezeru oko kog se formira paviljon umetnosti i kulture – svojevrsna *Kuća vode* oko koje se nalazi vodeno telo čijim meandriranjem je struktuiran celokupni parkovski ambijent, praćem notama poetskog i mističnog. Misičnost ambijenata u prostoru parka postignuta je i promišljanjem predstave vode u svoja tri agregatna stanja tokom sezonskih promena. Tri agregatna stanja vode u parku su veoma primetna, pogotovu voda u tečnom stanju (vodeni tokovi, korito odnosno potok i jezero) i one u gasovitom (kod prskalica u partertu), ali treba očekivati da će se voda i u čvrstom stanju pojaviti, i to u obliku leda u zimskom period, a pogotovu na centralnom jezeru unutar *Kuće vode*. Set parternih prskalica oko centralnog izvora, kao i u ostalim delovima parka namenjen je rashlađivanju, ali i stvaranju izmaglice (magle) čime se celokupnom ambijentu parka unosi još jedan zanimljiv trenutak brisanja granica prostora – stvarajući tako prostor između plavog i zelenog. Tako projektovana atmosfera stvaraće ambijente inspirisane prirodom, odnosno pejzaže akvatekture u gradskom parku [14].



Slika 7. Akvatektura parka, Zona 8 Linijski park, Beograd, Srbija, 2020/2021.

Sprovedeni ekperiment prilikom projektovanja Zone 8 Linijskog parka u Beogradu, prikazan je kroz Tablo, koji se sastoji od sedam delova sastavljenih od seta fotografija, (linijskih) crteža i slika, kao i dobijene palete boja i crteža akvatekture, koji svi zajedno detaljnije pojašnjavaju načine za praktičnu primenu vode kao metodološkog principa u procesima arhitektonskog projektovanja i strukturacije prostora (parka) vodom. Hipoteza kojom se istraživanje vodilo je da jedna kap vode sadrži informacije važne za arhitektonske aktivnosti, kao što su boja i oblik, te se stoga celokupni postupak može opisati kao poetsko-umetnički, praćen konkretnom analizom uzorka vode pod mikroskopom. Ovo istraživanje je prepoznato od strane struke i nagrađeno pohvalom Salona arhitekture 2021. godine u kategoriji Eksperiment i istraživanje [15].

## 6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA – ŠTA KAD VODE (NE)BUDE VIŠE, DALI ĆE NAM OSTATI SAMO ARHITEKTURA [PRAZNOG (PROSTORA)]? DA LI POSTOJI ARHITEKTURE BEZ VODE?

Sve vitalne naseljske aktivnosti, funkcije i procesi, zadovoljavanje potreba ljudi i njihov socijalni kontakt, dakle život u totalu i svojoj punoći, sve je to od vjkada bilo vezano za vodu i njene tokove. Tako su naselja, posebno njihovi centralni prostori formirani i razvijani sa vodom i oko vode [4]. Vodu je moguće prati u svim razmerama pojavnosti u prostoru, bilo da je tumačimo kroz prizmu kuće ili grada, razne razmere primene vode su prikazane u ovom radu, i sve to nju čini moćnim alatom u arhitektonskom bavljenju prostorom. Ipak, ono što je u ovom radu postavljeno je tek jedan mali dobrinos, neka vrsta odgovora, opomene, ali i pre svega omaž na teme koje je profesor Arsić postavio u svom radu baš za ovaj naučni Simpozijum sada već daleke 2011. godine (*ibid.*). Ovaj tekst treba razumeti kao prikaz samog početka bavljenja temom vode u našoj sredini, kao jednu vrstu trenutnog (autorskog) preseka stanja, koja tek treba da produbi i dopuni odgovore na iznete teme u budućnosti, ali i da rezultate kroz svoju primenu u operativnoj praksi. Pogotovu u odnosu na aktuelne globalne probleme klimatskih promena i mogućnosti aplikacije ove vrste metodologije prilikom projektovanja prirodom inspirisanih rešenja. Voda, kao nezamenljiv, potencijalno najzdraviji i mođan, široko dostupan i tehnološki lako primenljiv prirodni "materijal", na velika vrata nanovo ulazi u arhitekturu i graditeljstvo (*ibid.*,23). I može se čak isčitati i prilikom projektovanja malih smeštajnih jedinica, poput kuća za odmor u prirodi. Takav jedan konkursni rad izradili smo (mladi kolega Andrej Jovanović i ja, kao koautori), tokom 2021. godine za anketni konkurs *Mala montažna kuća u prirodi* [16]. U tom idejnom projektu je kuća tumačena kao sistem koji je samoodrživ i totalno nezavistan od gradske infrastrukture. Filtrirajući vodu u postrojenjima u temelju kuće i sakupljajući kišnicu preko svojih krovnih ravni u namenski projektovanih rigola, kanala i pratećih sistema za filtraciju i skladištenje, a sa ciljem da se voda neometano i bezbedno ponovo koristi onda kada se u kući boravi. Takav princip, odnosno sistem kruženja vode u okvirima kuće, nazvali smo *H2Ouse* kao jedne vrste idejnog prototipa za samodržive kuće za odmor u prirodi gde nije moguće kuću uvezati na infrastrukturnu mrežu. Ovakav sistem primene vode u arhitekturi kuće, u budućnosti može naći svoju primenu u praksi, pogotovu onda kada želim da gradimo potpuno nezavisna i održiva – prirodom inspirisana rešenja kombinujući sva tri agregatna stanja pojavnosti vode. Dakle, ovaj rad je izneo samo neke od alternativnih autorskih metoda primene vode u arhitekturi akcentujući da je moguće kroz arhitektonsko delovanje formirati, ali i upravljati zdravim prostorom oko nas. Može se zaključiti da ćemo vodu naučiti da cenimo tek kada bez nje ostanemo, odnosno, tek tada ćemo biti svesni koliki uticaj ona ima u arhitekturi, bilo kao metodološki alat strukturacije prostora ili kao čista prostorna pojava odsustva svoje prisutnosti.

### LITERATURA

- [1] Wylson, A. (1986). *Aquatecture: architecture and water*. London: The Architectural Press.
- [2] Barker, R., & Coutts, R. (2016). *Aquatecture: Buildings and cities designed to live and work with water*. London: RIBA Publishing.
- [3] Moore, C. W. (1994). *Water and Architecture*. New York: Harry N. Abrams Publishers Inc.

- [4] Arsić, P. (2001). Voda i ..... 10 mogućih tema za istraživanje odnosa arhitekture i vode. U: Čosić, G. (ur.) Naučno-stručni simpozijum Instalacije i arhitektura 2011. Beograd, Univerzitet u Beogradu-ArHITEKTONSKI fakultet, 13-26.
- [5] Vitruvije, Bojić Z. (prevod, predgovor i komentari) (2009). O arhitekturi. Beograd, Zavod za udžbenike: Dositej studio.
- [6] Young Architects Competitions (YAC) (2018,b). Common ruins Competition. Dostupno na: <https://www.youngarchitectscompetitions.com/competition/common-ruins#competition>; <https://www.youngarchitectscompetitions.com/competition/common-ruins#brief> (pristupljeno 08.10.2021)
- [7] Young Architects Competitions (YAC) (2018,a). Art Prison Competition. Dostupno na: <https://www.youngarchitectscompetitions.com/competition/art-prison> (pristupljeno 08.10.2021)
- [8] Stojković, M. (2018). Art Castle, introductory text. In: Art Prison, architectural project and study, authored by Ana Dutina, Petar Tošić, Luka Stijović, Dragan Petrović i Miloš Stojković. Belgrade, unpublished study.
- [9] Dundović, B. (2019). Vapourable Sublime, introductory text. In: Vapourable Sublime, architectural project and study, authored by Boris Dundović, Lidija Lukić, Petar Tošić, Luka Stijović, Stefan Lakić and Miloš Stojković. Belgrade, unpublished study.
- [10] Stojković, M. (2020). VAPOURABLE SUBLIME: AQUATECTURE EXPERIMENT AND PROJECT REVIEW. In: Keeping up with technologies to act responsively in urban environment – 7th International Academic Conference on Places and Technologies, 2020 (436-443). Belgrade, Serbia, University of Belgrade, Faculty of Architecture.
- [11] Stojković, M. (2019). WATER IN ARCHITECTURE: Imaginary Aquatecture space – Houses of Water. In: Possible Worlds of Contemporary Aesthetics: Aesthetics Between History, Geography and Media – 21 International Congress of Aesthetics ICA 2019, 22-26 July, 2019 (1924-1935). Belgrade, Serbia, University of Belgrade, Faculty of Architecture.
- [12] Bašlar, G. (1998). Voda i snovi: ogled o imaginaciji materije. Sremski Karlovci, Novi Sad: Izdavačka knjižarnica Zorana Stojanovića.
- [13] Korica, I., Nikolajević, M., Stojković Minić, M., Tošić, P., Mišljenović, T., Korica, U. (2021). Linijski park Beograd - ZONA 8. U: IX Međunarodni salon pejzačne arhitekture (katalog izložbe). Beograd, SANU: Udruženje pejzažnih arhitekata Srbije, 54.
- [14] Korica, I., Nikolajević, M., Stojković Minić, M., Tošić, P., Mišljenović, T., Korica, U. (2020). Idejno arhitektonsko-urbanističko rešenje Zone 8 Linijski park, Beograd [Katalog konkursnog rešenja], Beograd, Služba glavnog urbaniste grada Beograda uz podršku Društva arhitekata Beograda, neobjavljena studija.
- [15] Stojković Minić, M. (2021). Strukturacija prostora vodom - akvatektura parka. U: Miletić Abramović, Lj. i Kušić, M. (ur.) Tačka oslonca (katalog izložbe) / 43. Salon arhitekture. Beograd, Muzej primenjene umetnosti, 83, 185.
- [16] Marković, D. (2021). Konkurs: Mala montažna kuća u prirodi, Gradnja [online] Dostupno na: <https://www.gradnja.rs/konkurs-mala-montazna-kuca-u-prirodi/> (pristupljeno 10.11.2021)

*Mirjana Devetaković<sup>1</sup>, Djordje Djordjević<sup>2</sup>*

## **POZICIONIRANJE BIM-A U ZAŠTITI I PREZENTACIJI GRADITELJSKOG NASLEĐA**

### **Rezime**

Informaciono modeliranje građevinskih objekata – BIM (Building Information Modelling) je tehnologija koja poslednjih decenija menja pristup projektovanju i izgradnji, stavljajući 3D model objekta u centar kolaborativnog rada svih zainteresovanih učesnika i dajući mu funkciju nosioca najrazličitijih informacija o objektu, od faze njegovog koncipiranja, preko projektovanja i izgradnje, do faze korišćenja i eventualnog rušenja objekta. Iako je BIM tehnologija usmerena prvenstveno na podršku izgradnji savremenih objekata, sve češći su primeri primene ove tehnologije u postupcima zaštite i prezentacije graditeljskog nasleđa. Posmatrana u oblasti graditeljskog nasleđa, BIM tehnologija se naziva HBIM (Heritage Building Information Modelling) i predmet je brojnih eksperimentalnih primena, praćenih odgovarajućim brojem naučnih radova. Osnovno pitanje ovog rada je kakva je trenutna uloga BIM-a u zaštiti i prezentaciji graditeljskog nasleđa, kao i kakve su perspektive šire primene ove tehnologije u budućnosti. Metodološki utemeljen na analizi sadržaja, ovaj rad daje pregled najaktuelnijih referenci i najznačajnijih rezultata publikovanih u nekoliko specijalnih brojeva istaknutih naučnih časopisa posvećenih upravo HBIM-u.

### **Ključne reči**

BIM, HBIM, graditeljsko nasleđe, modeliranje, zaštita

## **POSITIONING BIM IN PRESENTATION AND PRESERVATION OF BUILT HERITAGE**

### **Summary**

BIM (Building Information Modelling) is a technology that, in recent decades, changes approach to building design and construction, considering a 3D model of a building as the center of collaborative processes of all interested participants. The 3D model is also a geometric base for attaching all information related to the building, from its conception, through design and construction, to the use of the building and its possible

---

<sup>1</sup> Dr, docent, Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/2, e-mail.

[mirjana.devetakovic@gmail.com](mailto:mirjana.devetakovic@gmail.com)

<sup>2</sup> Dr, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/2, e-mail

[djordje@arh.bg.ac.rs](mailto:djordje@arh.bg.ac.rs)

demolition. Although predominantly aimed at being applied to new buildings, in recent years it has been often used to represent the heritage objects. Applied in the domain of built heritage the technology is called HBIM (Heritage Building Information Modelling), and it has been the subject of numerous experimental applications, reported in an appropriate number of published papers and journal articles.

The main question of this paper is related to the actual role of BIM in preservation and presentation of built heritage, as well as to the perspectives for its wider use in the future. The paper relies on the research methodology of content analysis, and it gives a review of references and main results published in a couple of special issues of scientific journals focusing on HBIM.

**Key words**

BIM, HBIM, built heritage, modelling, preservation

## 1. UVOD

Informacione i komunikacione tehnologije donele su poslednjih decenija mnoge promene u gotovo svim oblastima ljudske delatnosti. Primena računara, kao i drugih elektronskih uređaja, uticala je na aktivnosti u arhitektonskoj praksi, izgradnji arhitektonskih objekata i njihovom održavanju.

Informaciono modeliranje objekata (BIM – Building Information Modelling) predstavlja relativno novi način rada u arhitektonskoj praksi, u čijem se središtu nalazi 3D model, koji formiraju i koriste svi učesnici u projektovanju, izgradnji i korišćenju arhitektonskih ili građevinskih objekata. Takav 3D model predstavlja geometrijsku osnovu za prikupljanje svih drugih informacija o objektu koga on reprezentuje. Zbog toga je u skraćenici BIM snažan akcenat stavljen na „I“ – informacije. Ovakav način rada pruža brojne nove mogućnosti, ali zahteva i nove sposobnosti od zainteresovanih učesnika [1].

Primenjen u oblasti rada sa graditeljskim nasleđem, BIM se pojavljuje kao HBIM (Heritage Building Information Modelling) i ima svoje osobenosti [2]. Centralno pitanje ovog rada je koja je pozicija BIM-a u zaštiti i prezentaciji graditeljskog nasleđa, šta BIM donosi ovoj oblasti, kao i koje su to nove sposobnosti kojima će stručnjaci uključeni u rad sa graditeljskim nasleđem morati da ovladaju, kako bi u punoj meri koristili benefite ove tehnologije.

Metodološki, rad se bazira na pregledu publikovanih radova i analizi sadržaja tri specijalna broja različitih naučnih časopisa, koji su publikovani od 2019. do 2021., i bili posvaćeni HBIM-u. U sadržaju ovih referenci koje predstavljaju najaktuelnija dostignuća iz oblasti HBIM-a, traga se za rezultatima koji ukazuju na aktuelno/moguće pozicioniranje BIM-a u domenu rada sa graditeljskim nasleđem.

## 2. BIM I HBIM

Današnja BIM tehnologija usmerena je prvenstveno ka projektovanju i izgradnji novih objekata, sa velikim očekivanjima da bude prisutna u svim fazama životnog ciklusa

izgrađenih objekata: od faze koncipiranja, preko projektovanja, dokumentovanja i izgradnje, održavanja u fazi korišćenja, pa sve do eventualne rekonstrukcije ili konačnog rušenja. Rezultat BIM modeliranja je često model koji precizno simulira izgrađeno stanje (en. *as-built*) konkretnog objekta potvrđen, potom, 3D skeniranjem gotove građevine.

Za razliku od BIM-a koji već uveliko ima svoje mesto u građevinskoj industriji, HBIM ili primena BIM-a u oblasti graditeljskog nasleđa, još je u fazi razvoja [3]. Ključna razlika između BIM-a i HBIM-a je što se HBIM primenjuje na objekte koji su ponekad, vrlo davno izgrađeni i o čijoj se izgradnji često ne zna dovoljno. Informacije koje se odnose na ovakve objekte neretko se nalaze u arhivama različitih institucija i nisu centralizovane. Ove informacije, bilo da su numeričke, tekstualne, grafičke ili druge, ponekad i same predstavljaju kulturno nasleđe. Smatra se da lasersko 3D skeniranje i fotogrametrija predstavljaju ključne postupke u formiranju modela postojećeg stanja (en. *as-is*) objekata graditeljskog nasleđa i njegove digitalne „lične karte“. Automatsko pretvaranje informacija dobijenih 3D skeniranjem u strukturane modele, međutim, još nije zaživelo u praksi. Pored toga, lasersko 3D skeniranje rezultuje nestruktuiranim modelom značajne memorijske težine, koji zahteva izuzetno jake i skupe računare.

### 3. PREGLED IZABRANIH REFERENCI

U ovom odeljku ukratko su prikazane osnovne reference korišćene u ovom istraživanju. Ove reference čine najaktuelniji članci koji su se pretežno tokom 2020. godine pojavili u tri specijalna izdanja naučnih časopisa Applied Sciences i ISPRS International Journal of Geo-Information i Applied Sciences.

Ovi specijalni brojevi pojavili su se tokom protekle godine pod sledećim naslovima:

**BIM u oblasti kulturnog nasleđa**, *BIM for Cultural Heritage* (časopis ISPRS International Journal of Geo-Information)

**BIM i HBIM: Standardizacija i interoperabilnost**, *BIM and HBIM: Standardization and Interoperability* (časopis Applied Sciences)

**BIM i HBIM: Principi, primene i standardizacija/interoperabilnost**, *BIM and HBIM: Principles, Applications and Standardization/Interoperability Issues* (časopis Applied Sciences)

#### 3.1 BIM U OBLASTI KULTURNOG NASLEĐA

Specijalni broj naučnog časopisa ISPRS International Journal of Geo-Information, koji se pojavio pod naslovom „BIM u oblasti kulturnog nasleđa“ (BIM for Cultural Heritage (HBIM)), objedinjuje šest članaka koji su tokom 2019. i 2020. publikovani u ovom časopisu. Ovo specijalno izdanje časopisa usmereno je na proučavanje HBIM-a kao tehnologije u razvoju. Akcenat je stavljen na razlike između BIM-a i HBIM-a, imajući u vidu da objekti graditeljskog nasleđa imaju specifične morfologije i nehomogene strukture, što nije svojstveno savremenom BIM-u [3]. U uvodniku specijalnog broja časopisa ističe se fundamentalna uloga laserskog skeniranja i fotogrametrije u snimanju postojećih objekata, posebno pri dokumentovanju postojećeg stanja (en. *as-is*). Pravljenje preciznog

parametarskog modela generisanog na osnovu informacija prikupljenih primenom laserske ili fotogrametrijske tehnologije, međutim, nije automatizovano i zahteva dosta modelarskog rada i vremena. U naučnim krugovima još uvek se traga za rešenjima pitanja ove automatizacije. Pri tome treba imati u vidu značajne veličine skeniranih modela koje nisu pogodne za svakodnevni rad na računarima slabijeg memoriskog i grafičkog potencijala.

U članku pod naslovom „A Built Heritage Information System Based on Point Cloud Data“ [4] prikazan je informacioni sistem formiran za arheološko nalazište Muzeja Kudenberg u Briselu, koji se bazira isključivo na podacima dobijenim 3D skeniranjem, a koji se povezuju sa semantičkim podacima relevantnim za određene delove objekta. Za ovaj sistem autori naglašavaju da je usmeren ka korisniku, što se ogleda u jednostavnom pristupu informacijama koje su segmentirane, tako da se izbegava rad sa velikim količinama podataka. Prikazani informacioni sistem ima prvenstveni cilj da podrži integrisano upravljanje arheološkim nalazištem, kao i da unapredi postupke konzervacije, protok informacija i uvid javnosti.

Članak pod naslovom „A Method for 3D Reconstruction of the Ming and Qing Official-Style Roof Using a Decorative Components Template Library“ [5] donosi istraživanje usmereno na digitalizaciju dekorativnih elemenata krovova koji su građeni u stilu Ming i Qing. Rezultat ovog istraživanja je biblioteka šablona (templates) za prepoznavanje i modeliranje krovnih dekorativnih elemenata. Ovde treba naglasiti da se pored laserski 3D skeniranih elemenata, ovde koriste i originalne pisane instrukcije za kreiranje ovih elemenata. Korišćenje ovako formirane biblioteke provereno je na studiji slučaja. Ovo istraživanje doprinosi automatizaciji procesa parametarskog modeliranja na bazi oblaka tačaka. Biblioteka šablona za krovne dekorativne elemente rezultat je pažljivog proučavanja i predstavlja unapređenje opšte baze znanja o epohi kojom se bavi.

Fenomen „digitalnog blizanca“ i njegove moguće uloge u upravljanju konzervacijom arheoloških nalazišta, tema je članka pod naslovom „Digital Twin: Research Framework to Support Preventive Conservation Policies“ [6]. Pod pojmom digitalnog blizanca ovde se podrazumeva precizno izmodeliran parametarski digitalni model objekta koji je povezan sa senzorima postavljenim na samom objektu (IoT, Internet of Things), radi podrške upravljanju poslovima konzervacije i sagledavanja rizika koji prete graditeljskom nasleđu. Koncept digitalnog blizanca u ovom radu ostao je na detaljno razrađenom teorijskom nivou i u najavljenim budućim koracima očekuje se njegovo testiranje na studiji slučaja.

Doprinosi HBIM-u prikazan u članku pod nazivom „Development and Application of an Intelligent Modelling Method for Ancient Wooden Architecture“, ogleda se u automatizaciji modeliranja drvenih konstruktivnih elemenata na kineskim pagodama iz epohe Liao i Song [7]. U ovom istraživanju koristi se vizuelni algoritamski editor Dynamo, za pravljenje definicija za automatsko modeliranje drvenih konstruktivnih elemenata. Metod se primenjuje i verifikuje na studiji slučaja. Kao kritične faze u ovom modeliranju autori ističu kreiranje parametarskog modela konstruktivnih elemenata, kao i definicije za automatsko modeliranje. Slično kao u [5], ovakvim proučavanjem, primenom i validacijom rezultata, daje se snažna podrška konzervaciji predmetnog graditeljskog nasleđa i unapređuje se baza znanja koja se odnosi na posmatranu epohu.

Članak pod nazivom „As-Built BIM for a Fifteenth-Century Chinese Brick Structure at Various LoDs“ [8] bavi se nivoima detaljnosti (LoD) pri modeliranju objekata graditeljskog nasleđa na primeru kineske građevine od opeke iz 15. veka, iz doba dinastije Ming. Predmet

modeliranja je fragment građevine koji se modelira na tri različita nivoa detaljnosti, od šematskog parametarskog modela (LoD1), preko semantički obogaćenog modela (LoD2) do modela visoke detaljnosti (LoD3) u kome je svaka opeka zasebno modelirana. Model visoke detaljnosti (LoD3) urađen je samo za jedan segment prethodno modelirane strukture. Ovde treba naglasiti da su ovakvi primeri modeliranja fragmenata integralnih struktura relativno česti u literaturi, što ukazuje na činjenicu da je modeliranje u domenu HBIM-a još uvek u eksperimentalnoj fazi.

U članku pod nazivom „HBIM Modelling from the Surface Mesh and Its Extended Capability of Knowledge Representation” [9] autori su prikazali studiju sličaja HBIM modeliranja crkve u Strazburu, Francuska. Ovo modeliranje obavljeno je poluautomatski na osnovu informacija dobijenih fotogrametrijskim snimanjem objekta. Osnovno pitanje ovog eksperimenta bilo je povezivanje HBIM modela sa postojećom bazom znanja o objektu. Do ovog povezivanja dolazi se aktiviranjem vizuelnog algoritamskog editora Dynamo koji povezuje semantičke podatke iz baze znanja, sa geometrijskim elementima modela. Ovo istraživanje spada u red istraživanja koja za cilj imaju unapređenje upravljanja graditeljskim nasleđem, sa posebnim akcentom na korišćenju HBIM-a u integraciji znanja o objektima.

### **3.2 BIM I HBIM: STANDARDIZACIJA I INTEROPERABILNOST**

U uvodniku specijalnog broja časopisa Applied Sciences koji je izašao pod naslovom BIM i HBIM: Standardizacija i interoperabilnost [10], gosti-urednici ističu značaj postojanja standarda za razmenu informacija u oblasti HBIM-a, radi efikasnijeg pristupa informacijama od strane različitih aktera koji učestvuju u donošenju odluka u vezi sa graditeljskim nasleđem. Ovde se imaju u vidu idejni i izvođački projekti, korišćenje BIM-a u urbanom planiranju, dokumentovanje objekata graditeljskog nasleđa, projekti konzervacije, upravljanje objektima graditeljskog nasleđa, smanjenje potrošnje energije, inteligentno povezivanje, logistika, unapređenje rezilijentnosti itd.

U članku pod nazivom „HBIM as Support of Preventive Conservation Actions in Heritage Architecture. Experience of the Renaissance Quadrant Façade of the Cathedral of Seville” [11], prikazana je eksperimentalna primena HBIM-a na delu katedrale u Sevilji koji je bio predmet rekonstrukcije. Naznačeni deo fasade katedrale najpre je georeferenciran a zatim i snimljen fotogrametrijski, na osnovu čega je modeliran parametarski model. Potom je geometrijski model povezan sa raspoloživim podacima. Na osnovu toga definisani su sistematizovani i standardizovani protokoli za ulazne i izlazne informacije. Sve ovo rađeno je na bazi potreba koje su usaglašene sa institucijom koja je vodila rekonstrukciju. U tretmanu prikazanih informacija, autori vode računa o interoperabilnosti i predlažu korišćenje besplatnog softvera za pregled IFC formata koji je nastao u ovom eksperimentu. Pri ovome se vodi računa o konzistentnosti informacija, što se pre svega odnosi na hronološke informacije, kao i na informacije o materijalizaciji i degradaciji materijala. U ovom istraživanju na model se gleda kao na efikasno sredstvo za analizu i donošenje odluka na različitim nivoima, a sve u skladu sa kompleksnim temporalno determinisanim transformacijama koje karakterišu objekte graditeljskog nasleđa.

Polazno stanovište članka pod naslovom „An Ontology-Based Representation of Vaulted System for HBIM” [12] je da je oblast arhitekture, inženjerstva i izgradnje (AEC), kao i upravljanja objektima (FM Facility Management) izuzetno fragmentirana, pošto u ovim



sektorima učestvuje veliki broj različitih aktera uključenih u HBIM projekte. Ovo ima velikog uticaja na protok informacija, kako unutar jednog projekta, tako i između projekata. U ovom radu autori se bave bazom sistema svodova koja je utemeljena na ontološkom proučavanju i sistematizaciji. Rezultat ovog eksperimenta je geografski distribuirana baza svodova u Kremoni, u kojoj su semantičke informacije povezane sa HBIM-om. Cilj ovakve integracije i prezentacije informacija je informisanje šireg multidisciplinarnog kruga aktera i podrška efikasnijem donošenju odluka u vezi sa graditeljskim nasleđem.

Članak pod nazivom „HBIM-GIS Integration: From IFC to CityGML Standard for Damaged Cultural Heritage in a Multiscale 3D GIS“ [13] bavi se integracijom HBIM-a i GIS-a (Geografski Informacioni Sistemi), na primeru Crkve Sv. Lorenca u Norciji, Italija, na području koje je od 2016. godine pod stalnim udarima zemljotresa. U ovom istraživanju akcentat je stavljen na ispitivanje različitih standarda za razmenu podataka između HBIM-a i GIS-a. Nakon laserskog 3D i fotogrametrijskog snimanja objekta, model je segmentiran, tako da se mogu jasno izdvojiti zidovi, krov i elementi zaštite objekta. Nakon toga, objekat je integrisan u GIS grada, sa odgovarajućim nivoima detaljnosti (LoD), pri čemu je HBIM model odgovarao nivoima LoD2,3. Pažljivo je analizirana informaciona struktura standarda za razmenu IFC i CityGML. U HBIM-u uvedena je serija novih parametara koji su se odnosili na oštećenja od zemljotresa. U celini, ovaj eksperiment integracije HBIM-a i GIS-a ima za cilj unapređenje upravljanja informacijama o graditeljskom nasleđu na nivou gradova, odnosno širih prostornih područja.

U članku pod nazivom „Networking Historic Environmental Standards to Address Modern Challenges for Sustainable Conservation in HBIM“ [14] autori se bave javnim bibliotekama koje su u Velikoj Britaniji nastale u periodu 1900. do 1914. godine, finansirane od strane fondacije Endrjua Karnegija (Andrew Carnegie). Ove objekte karakteriše visok nivo standardizacije arhitektonskih elemenata, pa su tako pogodni za formiranje HBIM sistema. Detaljno istraživanje obuhvatilo je 22 biblioteke koje su laserski 3D skenirane, od čega su tri biblioteke parametarski izmodelirane. Poseban akcentat stavljen je na svodove ovih zdanja koji su detaljno modelirani kao zasebne familije parametrizovanih elemenata, a koji se mogu primeniti na više sličnih objekata. Ovo istraživanje jedno je od nekoliko prikazanih [12], [5], [7] koja se bave bibliotekama arhitektonskih elemenata sa ciljem unapređenja procesa konzervacije i održavanja objekata graditeljskog nasleđa.

### **3.3 BIM I HBIM: PRINCIPI, PRIMENE I STANDARDIZACIJA / INTEROPERABILNOST**

Specijalni broj časopisa Applied Sciences posvećen HBIM-u izašao je pod gornjim naslovom kao ekstenzija prethodno prikazanog broja i sastoji se od samo dva članka. Ovaj broj zatvoren je u aprilu 2021.

U članku pod naslovom „Ontology-Based Semantic Conceptualisation of Historical Built Heritage to Generate Parametric Structured Models from Point Clouds“ polazi se od stanovišta da se danas kulturno nasleđe može efektivnije čuvati, valorizovati i dokumentovati, korišćenjem naprednih geoprostornih tehnologija [15]. I u ovom radu se ukazuje i na činjenicu da se laserskim 3D skeniranjem dobijaju ogromne količine informacija koje je vrlo teško struktuirati i transformisati u parametarske modele. Zbog navedenog eksperimentalnom HBIM modeliranju utvrđenog zamka u gradu Norcia, Italija, prethodilo

je vrlo opsežno istraživanje utvrđenih objekata u Italiji koje je rezultiralo ontološkim struktuiranjem objekta i šematskom reprezentacijom njihovih elemenata sa naznačenim međuzavisnostima. Na osnovu ovakve strukture elemenata modelirale su se familije, grupacije elemenata, koje čine predmetni arhitektonski objekat. Iako pretežno teorijski, ovaj rad ukazuje na potrebu da se znanje o graditeljskom nasleđu prethodno sistematizuje i struktuiraju na način koji će biti manje sadržajno obiman i time pogodan za integraciju u HBIM sisteme.

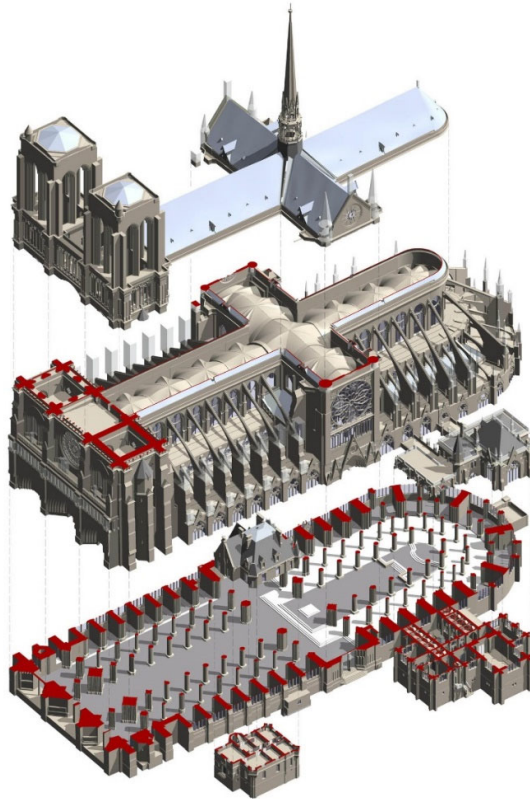
Članak pod naslovom „BIM for Existing Construction: A Different Logic Scheme and an Alternative Semantic to Enhance the Interoperability” [16] razmatra razlike u logičkim šemama savremenog BIM-a i HBIM-a i postavlja pitanje adekvatnosti postojećeg BIM softvera primenjenog u domenu graditeljskog nasleđa. U ovom istraživanju posebna pažnja je posvećena italijanskom tržištu, na kome se od 2025 uvodi obavezna primena BIM-a na svim javnim objektima, uključujući objekte graditeljskog nasleđa kakvih je u Italiji izuzetno mnogo. Autori sugerišu potrebu za ponovnim promišljanjem logike gradnje na bazi primera objekata graditeljskog nasleđa i postavljaju pitanje mogućnosti korišćenja ovakve logike u fazi eksploatacije postojećih objekata.

### **3.4 INFORMACIONO MODELIRANJE OBJEKATA GRADITELJSKOG NASLEĐA: TEORIJA I PRIMENE**

Pod gornjim naslovom najavljen je i četvrti specijalni broj časopisa posvećenog HBIM-u. Ovaj broj se očekuje krajem proleća 2022. godine [17]. Među glavnim temama pomenutog broja biće prisutne i sledeće teme: osnovne HBIM-a, primene HBIM-a, epistemologija primenjena na BIM modeliranje, biblioteke BIM objekata primenjene u oblasti nasleđa, metamodeliranje u arhitekturi, semantičko struktuiranje u arhitekturi, semantička dekompozicija građevina, transparentnost 3D modeliranja, pouzdanost geometrije i informacija u HBIM-u, validacija 3D modela, 3D modeliranje postojećih građevina, interoperabilnost u oblasti HBIM-a, standardi u oblasti HBIM-a, 3D baze podataka, parametarsko i vizuelno programiranje u HBIM-u, HBIM u konzervaciji i održavanju, HBIM u procesu virtuelne rekonstrukcije. Na osnovu ovog mnoštva predloženih tema vidi se da je polje HBIM-a još uvek nedovoljno ispitano, kao i da se aktuelne teme kreću od prikaza realizovanih primena HBIM-a, do filozofskih pitanja vezanih za procese koje HBIM obuhvata.

## **4. PRIMER HBIM MODELA CRKVE NOTRE-DAME U PARIZU**

Jedan od najpoznatijih HBIM modela na kome se danas radi je model crkve Notre-Dame u Parizu, Slika 1 [18]. Ovo monumentalno zdanje iz 13. veka, delimično je izgorelo u razornom požaru u proleće 2019. godine. Već nekoliko dana nakon ovog požara, odlučeno je da se građevina obnovi za pet godina. Mnoge institucije iz Francuske i inostranstva ponudile su svoju pomoć – novčanu i stručnu.



*Slika 1 HBIM model crkve Notre Dame u Parizu, izgorele u požaru u proleće 2019. godine  
(Izvor <https://aecmag.com/bim/bim-and-the-notre-dame-resurrection-revit>)*

Kompanija Autodesk započela je rad na HBIM modelu, na osnovu laserskog 3D skeniranja koje je 2010. i 2012. godine obavio američki istoričar umetnosti i arhitekture belgijskog porekla Endrju Talon (Andrew Tallon) [19]. Ovaj istraživač snimio je objekat sa težnjom da bolje razume gotski konstruktivni sklop građevine. 3D lasersko skeniranje obavljeno je sa preko pedeset pozicija [20] i napravljen je 3D prikaz koji se sastoji od preko milijardu tačaka. Snimak, na žalost, nije obuhvatio i izgorelu drvenu krovnu konstrukciju.

Kompanija Autodesk oformila je zajedničko informaciono okruženje (Common Data Environment, CDE) za nesmetan rad svih korisnika modela i informacija povezanih sa ovim modelom.

Na ovom svetski poznatom primeru vidi se značaj pedantnog laserskog 3D skeniranja objekata graditeljskog nasleđa. Kao uvodna faza u HBIM modeliranju, lasersko skeniranje predstavlja nezaobilazan deo savremenog postupka dokumentovanja i zaštite.

Pojava ovog HBIM modela izazvala je veliku medijsku pažnju [21] [22]. Integrisano modeliranje ovog značajnog arhitektonskog spomenika, za mnoge predstavlja prvi vidljivi korak ka celovitoj rekonstrukciji.

## 5. ZAVRŠNA RAZMATRANJA

Informaciono modeliranje objekata (BIM), iako prvenstveno usmereno ka novoprojektovanim objektima, sve više počinje da se koristi i u dokumentovanju i prezentaciji postojećih objekata, kao i objekata koji spadaju u domen graditeljskog nasleđa. BIM tehnologija primenjena u dokumentovanju graditeljskog nasleđa označava se skraćenicom HBIM (Heritage Building Information Modelling) i ima izvesne specifičnosti u odnosu na primenu u projektovanju i izgradnji novih objekata.

Jedna od osnovnih karakteristika HBIM-a je detaljno prethodno istraživanje, kao i obrada različitih vidova informacija prikupljenih laserskim i fotogrametrijskim snimanjem objekata graditeljskog nasleđa, sa ciljem da se zabeleži trenutno stanje snimanih objekata i formira osnova za parametarsko modeliranje. Primarni rezultat pomenute obrade je tzv. oblak tačaka (point cloud) koji daje prostornu naznaku snimanog objekta, ali ne predstavlja parametarski model. Na bazi oblaka tačaka dobijenog fotogrametrijskim ili laserskim 3D skeniranjem, tek treba da se napravi parametarski model, što danas nije moguće uraditi automatski i za šta je potrebno puno vremena. Ipak, objekat snimljen u vidu oblaka tačaka, predstavlja dragocen dokument o nekom postojećem objektu graditeljskog nasleđa, pa je savremena tehnologija digitalnog snimanja objekata neizostavni deo postupka dokumentovanja graditeljskog nasleđa. Primer za ovo je HBIM model crkve Notre-Dame u Parizu, jedan od najpoznatijih modela na kome se danas radi, koji je nastao na osnovu laserskog 3D skeniranja obavljenog 2010. godine, gotovo deset godina pre nego što je veliki požar ošteti ovu monumentalnu građevinu.

Druga karakteristika HBIM-a je pravljenje biblioteka parametrizovanih arhitektonskih elemenata koji se u identičnom ili sličnom obliku ponavljaju na jednom ili više srodnih objekata graditeljskog nasleđa. Prikazani pregled literature sadrži nekoliko ovakvih eksperimenata koje mahom karakteriše fokusiranje na određene specifične elemente (svodove [12][8], lukove, ukrasne krovne elemente [5], elemente drvene konstrukcije [7]...). Za razliku od biblioteka savremenih arhitektonskih elemenata koje su široko i često besplatno dostupne, biblioteke elemenata HBIM-a još uvek se zadržavaju u okvirima eksperimenata u kojima su nastale i nisu dostupne za širu primenu.

Treća karakteristika HBIM-a je integracija modela i baza znanja o objektima graditeljskog nasleđa koje već postoje ili se paralelno formiraju. Ovakvom integracijom nastoji se da se informacije o graditeljskom nasleđu približe onim grupama korisnika koje nisu obučene za korišćenje BIM modela, kao i da se u korišćenju ovih resursa ne zavisi od komercijalnog softvera.

Analizirani uzorak izabrane literature pokazao je da je pozicija HBIM-a u velikoj većini prikazanih slučajeva određena težnjom da se uvođenjem ovih sistema unapredi donošenje odluka i upravljanje objektima graditeljskog nasleđa. Prikaz slučaja HBIM-a primenjenog na katedrali Notre Dame u Parizu, ukazuje na činjenicu da ova tehnologija može da bude

ključna u postupku rekonstrukcije, u slučajevima kada o objektima graditeljskog nasleđa nema sveobuhvatne i ažurirane dokumentacije.

Iz svega navedenog vidi se da BIM tehnologija postaje nezaobilazni deo zaštite i prezentacije graditeljskog nasleđa. Ovo ukazuje na činjenicu da će stručnjaci koji se bave zaštitom biti prinuđeni da se upoznaju sa novim tehnologijama, kao i da u izvesnoj meri ovladaju radom sa HBIM modelima. Sa druge strane, stručnjaci koji se bave BIM-om biće u prilici da postanu deo timova koji se bave zaštitom i prezentacijom objekata graditeljskog nasleđa, specijalizujući se za modeliranje specifičnih elemenata ovih, često vrlo kompleksnih i zahtevnih arhitektonskih objekata.

**Napomena:** Ovaj rad je nastao kao rezultat aktivnosti u okviru Laboratorije za proučavanje, valorizaciju, zaštitu i prezentaciju kulturnog nasleđa Arhitektonskog fakulteta u Beogradu. Istraživanje je finansirano od strane Ministarstva obrazovanja, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, broj 451-03-68/2020-14/200090.

## LITERATURA

- [1] Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018, third edition). *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*. Wiley.
- [2] Pocobelli, D., Boehm, J., Bryan, P., Still, J., & Grau-Bové, J. (2018). BIM for heritage science: a review. *Heritage Science*, 6, Art. number 30.
- [3] Grussenmeyer, P., Yen, A., Boehm, J., & Barazzetti, L. (2020). BIM for Cultural Heritage (HBIM), Special Issue Information. Preuzeto 11 03, 2021 sa [https://www.mdpi.com/journal/ijgi/special\\_issues/HBIM](https://www.mdpi.com/journal/ijgi/special_issues/HBIM)
- [4] Poux, F., Billen, R., Kasprzyk, J.-P., Lefebvre, P.-H., & Hallot, P. (2020). A Built Heritage Information System Based on Point Cloud Data: HIS-PC. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(10), 588.
- [5] Huo, P., Hou, M., Dong, Y., Li, A., Ji, Y., & Li, S. (2020). A Method for 3D Reconstruction of the Ming and Qing Official-Style Roof Using a Decorative Components Template Library. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(10), 570.
- [6] Jouan, P., & Hallot, P. (2020). Digital Twin: Research Framework to Support Preventive Conservation Policies. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(4:228).
- [7] Jiang, Y., Li, A., Xie, L., Hou, M., Qi, Y., & Liu, H. (2020). Development and Application of an Intelligent Modeling Method for Ancient Wooden Architecture. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(3:167).
- [8] Sun, Z., Xie, J., Zhang, Y., & Cao, Y. (2019). As-Built BIM for a Fifteenth-Century Chinese Brick Structure at Various LoDs. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(12:577).
- [9] Yang, X., Lu, Y.-C., Murtiyoso, A., Koehl, M., & Grussenmeyer, P. (2019). HBIM Modeling from the Surface Mesh and Its Extended Capability of Knowledge Representation. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(7:301).
- [10] Spano, A., Noardo, F., & Kokla, M. (2020). Special Issue Information, BIM and HBIM: Standardisation and interoperability. Preuzeto 11 04, 2021 sa [https://www.mdpi.com/journal/applsci/special\\_issues/BIM\\_and\\_HBIM](https://www.mdpi.com/journal/applsci/special_issues/BIM_and_HBIM)
- [11] Angulo-Fornos, R., & Castellano-Román, M. (2020). HBIM as Support of Preventive Conservation Actions in Heritage Architecture. Experience of the Renaissance Quadrant

- Façade of the Cathedral of Seville. Special Issue "BIM and HBIM: Standardisation and interoperability", *Applied Sciences*, 10(7), 2428. doi:<https://doi.org/10.3390/app10072428>
- [12] Previtali, M., Brumana, R., Stanga, C., & Banfi, F. (2020). An Ontology-Based Representation of Vaulted System for HBIM. Special Issue "BIM and HBIM: Standardisation and interoperability", *Applied Sciences*, 10(4), 1377.
- [13] Colucci, E., De Ruvo, V., Lingua, A., Matrone, F., & Rizzo, G. (2020). HBIM-GIS Integration: From IFC to CityGML Standard for Damaged Cultural Heritage in a Multiscale 3D GIS. Special Issue "BIM and HBIM: Standardisation and interoperability", *Applied Sciences*, 10(4), 1356.
- [14] Prizeman, O., Pezzica, C., Taher, A., & Boughanmi, M. (2020). Networking Historic Environmental Standards to Address Modern Challenges for Sustainable Conservation in HBIM. Special Issue "BIM and HBIM: Standardisation and interoperability", *Applied Sciences*, 10(4), 1283.
- [15] Colucci, E., Xing, X., Kokla, M., Abolfazl Mostafavi, M., Noardo, F., & Spanò, A. (2021). Ontology-Based Semantic Conceptualisation of Historical Built Heritage to Generate Parametric Structured Models from Point Clouds. Special Issue "BIM and HBIM: Principles, Applications, and Standardization/Interoperability Issues(Extended Version)", *Applied Sciences*, 11(6), 2813.
- [16] Guzzetti, F., Ngozi Anyabolu, K., Biolo, F., & D'Ambrosio, L. (2021). BIM for Existing Construction: A Different Logic Scheme and an Alternative Semantic to Enhance the Interoperability. Special Issue BIM and HBIM: Principles, Applications, and Standardization/Interoperability Issues(Extended Version), *Applied Sciences*, 11(4), 1855.
- [17] Bianchini, C., Attenni, M., & Griffo, M. (2021). Special Issue "Heritage Building Information Modeling: Theory and Applications", Special Issue Information. *Preuzeto* 10 28, 2021 sa [https://www.mdpi.com/journal/ijgi/special\\_issues/HBIM\\_applications](https://www.mdpi.com/journal/ijgi/special_issues/HBIM_applications)
- [18] Day, M. (2012, 07 29). BIM and the Notre-Dame resurrection. *Preuzeto* 10 14, 2021 sa *AEC Magazine*: <https://aecmag.com/bim/bim-and-the-notre-dame-resurrection-revit/>
- [19] Kenney, N. (2019, 09 16). Laser scan may one day aid Notre Dame's restorers. *Preuzeto* 10 15, 2021 sa *The Art Newspaper*: <https://www.theartnewspaper.com/2019/09/16/laser-scan-may-one-day-aid-notre-dames-restorers>
- [20] Hartigan, R. (2019, 04 16). Historian uses lasers to unlock mysteries of Gothic cathedrals. *Preuzeto* 10 15, 2021 sa *National Geographic*: <https://www.nationalgeographic.com/adventure/article/150622-andrew-tallon-notre-dame-cathedral-laser-scan-art-history-medieval-gothic>
- [21] Fausto-Robledo, A. (2021, 08 27). Two Years In - Autodesk's Assistance to Notre Dame in Paris. *Preuzeto* 10 15, 2021 sa *Architosh*: <https://architosh.com/2021/08/two-years-in-autodesks-assistance-to-notre-dame-in-paris/>
- [22] BIMCommunity. (2021, 05 27). Rebuilding Notre Dame under a 3D BIM model. *Preuzeto* 10 15, 2021 sa *BIM Community*: <https://www.bimcommunity.com/experiences/load/263/rebuilding-notre-dame-under-a-3d-bim-model>

*Nikola Milanović<sup>1</sup>*

## **INTEGRACIJA NAČELA OGRANIČENJA SVETLOSNOG ZAGAĐENJA U REGULATORNI OKVIR SRBIJE**

### **Rezime**

Opšte su poznate posledice svetlosnog zagađenja u gradovima koje se odnose na nemogućnost da se golim okom vide zvezde na nebu, međutim brojna istraživanja ukazuju i na druge negativne posledice na životnu sredinu, kao što je rasipanje električnom energijom, ali i negativan uticaj na ljude. Brojne države u svetu prepoznale su problem svetlosnog zagađenja i podržale su inicijative da se kroz regulativu ograniči svetlosno zagađenje u gradovima. Jedna od takvih država u regionu je Slovenija, koja prednjači u Evropi po mnogim aspektima ekologije i zaštite životne sredine. Kroz studiju slučaja regulatornog okvira Slovenije, u ovom radu istražuje se mogućnost integracije načela ograničenja svetlosnog zagađenja u regulatorni okvir Srbije. U zaključnom razmatranju ukazuje se na sistemsko rešavanje problema svetlosnog zagađenja i postavljanje regulatornog okvira za povoljniju upotrebu osvetljenja u gradovima.

**Ključne reči:** svetlosno zagađenje, životna sredina, regulativa, Srbija, Slovenija

## **INTEGRATION OF LIGHT POLLUTION LIMITATION PRINCIPLES IN SERBIA'S REGULATORY FRAMEWORK**

### **Summary**

The consequences of light pollution in cities are generally known, which refer to the impossibility to see the stars in the sky with the naked eye, however, numerous research indicate other negative consequences for the environment, such as waste of electricity, but also a negative impact on people. Numerous countries around the world have recognized the problem of light pollution and supported initiatives to limit light pollution in cities through regulations. One of such countries in the region is Slovenia, which leads Europe in many aspects of ecology and environmental protection. Through the case study of the regulatory framework of Slovenia, this paper investigates the possibility of integrating the principle of limiting light pollution into the regulatory framework of Serbia. The concluding review points to the systematic solution of the problem of light pollution and the establishment of a regulatory framework for more favorable use of lighting in cities.

**Key words:** light pollution, environment, regulations, Serbia, Slovenia

---

<sup>1</sup> Asistent, Univerzitet u Beogradu - Arhitektonski fakultet, Bul. Kralja Aleksandra 73, Beograd, nikola.milanovic@arh.bg.ac.rs

## 1. KONTEKST ISTRAŽIVANJA URBANE RASVETE

Pronalazak veštačkog osvetljenja je donelo revoluciju u obavljanju aktivnosti koje su prethodno bile rezervisane samo za osunčani period dana. Prelazak sa uljanih lampi ili sveća na električne izvore osvetljenja bio je značajan iskorak u bezbednosti korišćenja veštačkog osvetljenja i poboljšanje zdravlja ljudi zbog redukovanja emisije štetnih gasova u neposrednom kontaktu sa ljudima. Ubrzo nakon otkrića sijalice i prezentacije na svetskim izložbama i sajmovima, desio se i početak elektrifikacije u Srbiji, za potrebe razvoja industrijske proizvodnje 1884. godine u kragujevačkoj fabrici oružja, u jednom od pogona Vojnotehničkog zavoda zasvetlelo je 30 sijalica od po 16 vati i dve lučne lampe od po 1200 vati. U periodu popularizacije veštačkog osvetljenja, u svetu je ono predstavljeno kao spektakl novog doba elektrifikacije gde se veštačko osvetljenje uvodi i u javne prostore [1], a u Srbiji će se decenijama električna mreža koristiti samo za potrebe napajanja industrije i vojnih objekata, sve do 1928. godine kada počinje i osvetljavanje javnog prostora Kragujevca. [2]

U tome što je razvoj veštačkog osvetljenja u Srbiji pratio razvoj primarno industrijske i vojne potrebe, nalazi se potencijalno opravdanje za to što se regulativa veštačkog osvetljenja prvenstveno zasniva na bezbednosti na radu i u industrijskoj proizvodnji, a premalo na kvalitetu osvetljenja javnog, ali i privatnog prostora i njihovom uticaju na okruženje.

Prve naznake problema svetlosnog zagađenja primetili su profesionalni i amaterski astronomi tako što je postajalo sve teže i teže sagledavati zvezde na nebu – takozvani efekat „sjajnog neba“. Nakon toga, uočeni su i drugi negativni uticaji veštačkog osvetljenja na okruženje, koji se tiču ekosistema biljaka i životinja, ali postoje i mnoga druga istraživanja koja se bave uticajem na ljude. Poslednjih decenija raslo je naučno razumevanje fenomena svetlosti, pa se tako povećavala i svest ljudi o problemima koji nastaju putem svetlosnog zagađenja [3].

U knjizi “Osvetljenje u arhitekturi”, autorka Lidija Đokić navodi da se svetlosno zagađenje ispoljava kao nepotrebna svetlost koja prodire u unutrašnje prostore i bašte, čime ometa noćne aktivnosti u takvim prostorima, neželjeno blještanje koje potiče od izvora svetlosti velikih sjajnosti (fiziološko i psihološko svetlosno zagađenje) i sjajni nebeski svod (sjajno nebo). Svetlosno zagađenje tehnički se opisuje kao svetlosni fluks koji nije namenjen površinama koje osvetljava, a ako se ne kontroliše adekvatno, nametljiva neželjena svetlost može da stvori ozbiljne fiziološke i ekološke probleme [4].

Ovaj rad prvenstveno ističe zagađenje nepotrebnom svetlosti i neželjenom blještanjem kao oblike svetlosnog zagađenja koji se uočavaju kao direktna smetnja na noćne aktivnosti u zatvorenim prostorima prouzrokovana neadekvatnim osvetljenjem u javnom prostoru (slika 1), a poslednjih godina uočava se svetlosno zagađenje i u suprotnom smeru, prema javnom prostoru. Laka dostupnost i popularizacija led osvetljenja je dovela do ekspanzije upotrebe osvetljenja na fasadama pa se sve češće dešava da neadekvatno osvetljenje na fasadama ometa bezbedno i ugodno korišćenje javnog prostora (slika 2).





*Slika 2 Uticaj spoljašnjeg osvetljenja na zatvorene prostore*



*Slika 3 Ekspanzija upotrebe fasadnog osvetljenja*

Urbano osvetljenje, koje treba da obezbedi da važne ulice, čvorišta i vidni reperi ostanu prepoznatljivi i tokom noći, čine funkcionalno (ulično), ambijentalno i arhitektonsko (dekorativno) osvetljenje. [5]

Slovenija je jedna od država u okruženju koja je implementirala načela ograničenja svetlosnog zagađenja u svoj regulatorni okvir i ovaj rad će dati prikaz osnovnih pravila i ograničenja urbanog osvetljenja. I druge zemlje, poput Velike Britanije takođe imaju značajne preporuke za upravljanjem osvetljenjem u urbanom prostoru. U Srbiji ne postoji legislativa koja se tiče ograničenja svetlosnog zagađenja, ali postoje međunarodni standardi, tehnički izveštaji i pojedinačne studije koje su se bavile ovom temom u određenom obimu.

Značajni doprinos u svim oblastima naučnog i umetničkog istraživanja svetlosti, boje i srodnih tehnologija, ima jedna od najuticajnijih svetskih organizacija koja se bavi

istraživanjem i standardizacijom osvetljenja pod nazivom *International Commission on Illumination* (CIE – skraćenica iz francuskog jezika).

U okviru izveštaja *CIE 126-1997 Guidelines for minimizing sky glow*, predloženo je uvođenje zoniranja kojim se preporučuju različiti stepeni zaštite od svetlosnog zagađenja (tabela od E1 do E4). U poslednje vreme, rastući problem predstavlja osvetljenje stambenih objekata, posebno objekata kolektivnog stanovanja koji se nalaze u zonama E3 i E4.

*Tabela 1. Preporuke za ograničenje svetlosnog zagađenja koje potiče od spoljnog osvetljenja (preuzeto iz knjige „Osvetljenje u arhitekturi“)*

Ograničenje svetlosnog zagađenja koje potiče od spoljnog osvetljenja				
Zona	Opis	ULOR (max. %)	Osvetljenost u ravni prozora E (lx)	Srednja sjajnost objekata L (cd/m <sup>2</sup> )
E1	Nacionalni parkovi, prostori izuzetne prirodne lepote	0	2	0
E2	Prostori manje sjajnosti, vangradski prostori	5	5	5
E3	Urbani prostori umerene sjajnosti	15	10	10
E4	Gradski centri velike sjajnosti sa brojnim noćnim aktivnostima	25	25	25

Da bi se sagledali današnji modeli upravljanja javnim osvetljenjem, potrebno je razumeti istorijski kontekst i tehnološki razvoj koji je pratio razvoj urbanog osvetljenja.

Prvenstveno su ljudi nosili ručne lampe i baklje kada su se kretali noću. Razvojem gradova, pojavila se i potreba za rasvetom javnog prostora. Jedan je od prvih gradova u kojem se pojavio sistem statične rasvete postavljanjem fenjera na stubove je London u 15. veku. U Parizu u 16. veku, donet je dekret kojim se obavezuju građani da postave lampe ili sveće na prozorima svoje ulične fasade gde se uočava preklapanje uticaja sfere javnog i privatnog u kontaktnim zonama osvetljenja javnog prostora. Naredni korak u inovaciji osvetljenja javnog prostora predstavlja razvoj u upravljanju javnim osvetljenjem kroz složeni sistem kontrolisanja i dopremanja energenata do svake svetiljke u sistemu javnog osvetljenja putem kompleksnih infrastrukturnih sistema distribucije gasa (London 19. vek) ili putem svakodnevne dopune svetiljki angažovanjem specijalizovanih radnika (većina glavnih gradova Evrope) [6]. Treći značajan iskorak u inovaciji javnog osvetljenja je elektrifikacija koja je omogućila kvalitetnije, intenzivnije i bezbednije osvetljavanje javnog prostora. Krajem 19. i početkom 20. veka elektrifikacija osvetljenja gradova promovisala se putem svetskih izložbi i sajмова [1] i pratila je razvoj industrijske proizvodnje. Razvoj informacionih tehnologija predstavlja četvrti značajan iskorak u kontroli javne rasvete koji omogućava kompleksna podešavanja urbanog osvetljenja u skladu sa realnim i trenutnim potrebama i na način koji odgovara savremenim tendencijama u uštedi električne energije, zaštite životne sredine i unapređenje kvaliteta javnog prostora i kontaktnih zona za ugodno korišćenje.

## 2. STUDIJA SLUČAJA SLOVENIJE

Vlada Slovenije donela je 2007. godine Pravilnik o graničnim vrednostima svetlosnog zagađenja (Pravilnik o zagađenju svetlosti životne sredine ograničava vrednosti, Zvanični časopis Republike Slovenije br. 81/07, 62/10 i 46/2013). Pravilnik opisuje svetlosno zagađenje isključivo kao emisiju svetlosti iz veštačkih izvora koje izaziva uznemirujući osećaj blještanja kod ljudi, ugrožava bezbednost saobraćaja usled odsjaja, isijava direktno i indirektno zračenje svetlosti u nebo koje remeti život ili seobu ptica, slepih miševa, insekata i drugih životinja, ugrožava prirodnu ravnotežu u zaštićenim područjima, ometa profesionalno ili amatersko astronomsko posmatranje ili nepotrebno trošenje električne energije (rasipanje nepotrebne svetlosti) prema nebu.

Prema autoru knjige „Osvetljenje u arhitekturi“, glavni uzročnici svetlosnog zagađenja su [4]:

- bezbednosno osvetljenje
- reflektorsko osvetljenje objekata, spomenika i otvorenih mesta za zabavu
- osvetljenje ulica i puteva
- svetleće reklame i oglasne table
- otvoreni prodajni prostori, parking prostori, železničke i ranžirne stanice
- osvetljenje aerodroma, industrijskih parcela, gradilišta i staklenika
- osvetljenje sportskih terena

Uzročnici svetlosnog zagađenja prema Pravilniku koji je donela vlada Slovenije u velikoj meri se poklapaju sa uzročnicima koje je navela autorka Đokić, samo su oni dodatno opisani i obrazloženi.

Posebno su indikativni stavovi koji obrađuju temu fasadne rasvete. Fasadnom rasvetom upravlja operater, u svojstvu vlasnika objekta ili u svojstvu angažovanog lica koje po ovlašćenju upravlja osvetljenjem u vlasništvu drugog lica.

- Operater osvetljene fasade mora da obezbedi da svetlina osvetljenog dela fasade, izračunata kao prosečna vrednost ukupne površine osvetljenog dela fasade, ne prelazi 1 cd/m<sup>2</sup>
- Svetlina fasade utvrđuje se merenjem svetline najmanje deset tačaka osvetljene fasade, ravnomerno raspoređene po površini osvetljenog dela fasade. Merenja svetline fasade vrše se na udaljenosti ne većoj od 50 m od osvetljene fasade ili sa lokacije iza fasadnih svetiljki, ako je to izvodljivo, ali merač svetline ne sme biti viši od 2 m iznad zemlje.
- Fasada zgrade može biti osvetljena na način naveden u stavu 1. ovog člana samo ako se objekat nalazi na području naselja opremljenog javnom rasvetom, a osvetljeni zid ne sme biti udaljen više od 240 m od najbliže osvetljene javne površine, mereno u horizontalnom smeru, pri čemu se osvetljenom javnom površinom smatra javna površina sa prosečnim osvetljenjem od najmanje 3 lx.

U studiji Elektrotehničkog fakulteta „Relevantni aspekti kvaliteta, energetske efikasnosti, ekonomičnosti i održavanja funkcionalnog javnog osvetljenja“ navode se preporuke za upravljanje javnom rasvetom. Prema autorima studije, optimalno održavanje

javnog osvetljenja predstavlja kombinaciju periodične grupne i pojedinačne zamene rano pregorelih izvora svetlosti, uz napomenu da svetiljke treba da se čiste samo pri grupnim zamenama izvora svetlosti. U istom radu, navode se preporuke koje imaju za cilj značajno umanjene potrošnje električne energije na nepotrebnu svetlost a odnose se na racionalniju potrošnju električne energije, omogućavanjem smanjenje snage, odnosno redukcijom fluksa svetiljki. Ukoliko neophodan nivo sjajnosti kolovoza u kasnim noćnim i ranim jutarnjim satima opadne na 50% projektovane vrednosti, prema autorima studije ekonomski je najprihvatljivija primena dvostepenih balasta čije komandovanje može da se vrši:

- pomoću kontrolnog kabla (povoljnija varijanta, koja se podrazumeva za sve nove instalacije, jer „peti“ – komandni provodnik, preseka samo 2,5 mm<sup>2</sup> u sastavu kabla sa četiri energetska provodnika, zanemarljivo povećava ukupnu cenu kabla, ili

- pomoću „inteligentnog“ elektronskog uređaja – *Chronosense* kontrolora (skuplja varijanta, neophodna kod postojećih instalacija kod kojih nije isplativo izvođenje posebnog kontrolnog kabla).

Autori Studije ne preporučuju centralnu regulaciju svetlosnog fluksa, bilo u diskretnoj, bilo u kontinualnoj varijanti, zbog nedostatka i ograničenih mogućnosti primene uređaja na kojima je ona zasnovana. Ako je dozvoljeno smanjenje nivoa sjajnosti u kasnim noćnim satima manje od 50% projektovane vrednosti, preporučuje se primena pojedinačne kontinualne regulacije svetlosnog fluksa i monitoringa u javnom osvetljenju, uz napomenu autora da treba uzeti u obzir promenljivost cena pojedinih komponenti sistema, a pre svega onih koje se ugrađuju u svaku svetiljku, odnosno stub. [7].

Javno preduzeće „Putevi Srbije“, Beograd, bio je naručilac druge studije koja je urađena od strane kompanije *Deloitte* u februaru 2018. godine, sa nazivom „Studija zamene postojećih svetlosnih izvora LED izvorima sa teledirigovanim menadžmentom“. U ovoj studiji predlažu se vodeći sistemi telemenadžmenta u skladu sa osnovnim ciljevima, a to su: ušteda energije, efikasnost operativnog upravljanja, veći kvalitet svetla i veći komfor za korisnike, povećanje bezbednosti i uticaj na životnu sredinu.

Sistemi za telemenadžment predstavljeni u studiji *Deloitte* ispunjavaju većinu tehničkih zahteva postavljenih kroz ciljeve, koristeći različite tehnologije i pristupe u komunikaciji između pojedinačnih svetiljki. Funkcionalne mogućnosti sistema telemenadžmenta su [8]:

- Mogućnost očitavanja svih električnih parametara svetiljke i to: napona, struje, aktivne i reaktivne snage i faktora snage

- Mogućnost nadzora i dijagnostike karakterističnih parametara svetiljke: stanje uključenosti svetiljke, signal detekcije kvara pojedinačne svetiljke i daljinsko uključivanje/isključivanje po potrebi

  - Geolokacija svake svetiljke preko ugrađenog *GPS* sistema

- Posedovanje mogućnosti podešavanja intenziteta osvetljenja pojedinačnih svetiljki, kroz komandovanje nivoom intenziteta (tzv. dimovanjem osvetljenja)

- Mogućnost autonomnog rada u situacijama kada sistem telemenadžmenta nije operativan (samostalno uključivanje u skladu sa kalendarom uključivanja), ili kada je potrebno

komandovanje svetlom samo jedne svetiljke (npr. "svetlo na zahtev" komandovano senzorom pokreta)

Interoperabilnost sistema sa komponentama drugih proizvođača

Mogućnost integracije sa drugim informacionim sistemima

Mogućnost skladištenja i arhiviranja podataka značajnih za rad sistema, i

Mogućnost pripremanja izveštaja o događajima u sistemu

Sagledavanjem sistema telemenadžmenta u upravljanja rasvete puteva, uočavaju se potencijali primene sofisticiranih podešavanja urbanog osvetljenja koji bi imao značajni potencijal na regulisanje i ograničenje svetlosnog zagađenja u gradovima. Predložene metode u studiji Elektrotehničkog fakulteta takođe nude viši nivo kontrole osvetljenja uzimajući u obzir troškove postavljanja sistema i održavanja. Potencijalno, u budućnosti, može se očekivati inteligentno povezivanje sistema javne rasvete i sistema rasvete u kontaktnim zonama poput osvetljenja ulazne zone stambenih objekata.

### 3. STANJE U SRBIJI I PREDLOZI ZA UNAPREĐENJE

U Srbiji ne postoje propisi koji uređuju oblast osvetljenja fasada stambenih objekata i kontrole svetlosnog zagađenja, blještanja i drugog negativnog uticaja osvetljenja u javnom prostoru (slika 3). Pojedine gradske odluke o opštim pravilima kućnog reda, na primer Odluka grada Novog Sada ima propisanu obavezu osvetljavanja ulaznog hodnika i stepeništa zgrade i predviđeno održavanje zajedničkih prostora i opreme. Opštim odredbama iz Pravilnika o uslovima i normativima za projektovanje stambenih zgrada i stanova propisuje se minimum zahteva za elektroenergetske instalacije radi omogućavanja boravka bez dnevne svetlosti.

Pored predloga za uvođenjem regulative za granične vrednosti svetlosnog zagađenja, po ugledu na regulativu Slovenije, potrebno je sagledati i širi kontekst upravljanja i održavanja sistema rasvete koji bi bio omogućen upotrebom informacionim tehnologijama. Kompanija *Deloitte* i Elektrotehnički fakultet su uradili dve značajne studije koje mogu da posluže kao dobro informativno polazište za edukaciju o takvim sistemima.



*Slika 4* Levo prejako blještanje svetleće reklame, desno nedovoljno osvetljen ulaz u zgradu

Treća stvar koja se može predvideti je aktivno učestvovanje građana u kontrolisanju komunalnog reda, pa u okviru toga i svetlosnog zagađenja. Vlada Velike Britanije je objavila vodič za gradske uprave gde se daju smernice za prepoznavanje tipova svetlosnog zagađenja i ohrabruje se participacija građana na Internet portalima da mogu da se prijave bilo kakve nepravilnosti u komunalnom redu, uključujući i svetlosne smetnje [9]. Interesantno je da vlada Velike Britanije ne propisuje merljive nivoe svetlosnih smetnji i da bilo kakva svetlost može biti neželjena svetlost pod uslovom da određena komisija gradskog saveta to proceni, međutim, navode se i brojni izuzeci koji su od javnog interesa, kao na primer stanice javnog prevoza, aerodromi, železničke stanice, zatvori, svetionici, vojne baze i drugo koji imaju svojevrsan imunitet na prijave ove vrste.

Tek kombinacijom unapređenja regulative, primenom najnovijih tehničkih rešenja, menadžmentom urbane rasvete, kontrolom fasadne i reklamne rasvete, kao i učestvovanjem građana u unapređenju kvaliteta osvetljenja u gradu i životne sredine mogu se u potpunosti integrisati načela ograničenja svetlosnog zagađenja.

## LITERATURA

- [1] Bach, P. B. (1989). To Light up Philadelphia: Lighting, Public Art, and Public Space. *Art Journal*, 48(4), 324-330.
- [2] Kartalović, B. (2014, 01 07). „Светлеће чудо” у Србију стигло после Париза. Preuzeto 11 2021 sa Politika: <https://www.politika.rs/scc/clanak/280599/Svetlece-cudo-u-Srbiju-stiglo-posle-Pariza>
- [3] Zielinska-Dabkowska, K. M., Xavia, K., & Bobkowska, K. (2020). Assessment of Citizens' Actions against Light Pollution with Guidelines for Future Initiatives. *Sustainability*, 12(12: 4997).
- [4] Đokić, L. (2007). Osvetljenje u arhitekturi - Zahtevi i smernice za projektovanje. Beograd: Arhitektonski fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- [5] Đokić, L., & Kostić, A. (2012). Urbano osvetljenje - primena svetlosti u boji i dinamičnog osvetljenja. *Kultura*(134), 200-209.
- [6] kerchtt.ru. (n.d.). Klasifikacija tipova uličnih svetiljki od 19. do 20. veka. Istorija uličnih lampi. Preuzeto 11 2021 sa kerchtt.ru: <https://kerchtt.ru/bs/klasifikaciya-vidov-ulichnyh-fonarei-19-20-vek-istoriya-ulichnyh-fonarei-drevnee/>
- [7] Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu. (2007). Relevantni aspekti kvaliteta, energetske efikasnosti, ekonomičnosti i održavanja funkcionalnog javnog osvetljenja. Beograd: Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu.
- [8] Deloitte. (2018). Studija zamene postojećih svetlosnih izvora LED izvorima sa teledirigovanim menadžmentom. Javno preduzeće "Putevi Srbije", Beograd. Beograd: Javno preduzeće "Putevi Srbije".
- [9] Government UK. (2015). Artificial light nuisances: how councils deal with complaints. Guidance, Department for Environment, Food & Rural Affairs.

Saša Čvoro<sup>1</sup>, Una Okilj<sup>2</sup>

## **ODRŽIVOST U ARHITEKTURI – MOGUĆNOST UPOTREBE KIŠNICE NA PRIMJERU KUĆE PENNHILL U BANJOJ LUCI**

### **Rezime**

U savremenom razvoju čovječanstva sve se češće postavlja pitanje mogućeg nedostataka pitke vode. U tom kontekstu nameće se zahtjev za dobrim upravljanjem i racionalnim korišćenjem raspoloživih količina pitke vode. Istraživanja pokazuju da se 50% ukupno korišćene pitke vode u domaćinstvu može zamijeniti kišnicom. Korišćenje kišnice za ove namjene prisutno je kao jedino rješenje u naseljima i dijelovima grada koji nemaju razvijenu infrastrukturu, a može postati alternativno rješenje za ostale dijelove grada, atraktivne za stanovanje. Tema ovog rada upravo su mogućnosti primjene sistema za prikupljanje i skladištenje kišnice i njena upotreba u stambenim objektima, a na primjeru projekta za kuću Pennhill u Banjoj Luci. Poseban izazov u projektu bilo je rješenje sistema prikupljanja oborinskih voda sa arhitektonski materijalizovanih površina, njihovo skladištenje i takva upotreba kako bi se na kraju dobio objekat izveden kao niskoenergetski.

*Ključne reči* Održivost, kišnica, instalacije

## **SUSTAINABILITY IN ARCHITECTURE - POSSIBILITY OF RAINWATER USE ON THE EXAMPLE OF PENNHILL HOUSE IN BANJA LUKA**

### **Summary**

In the modern development of mankind, the question of the possible lack of drinking water is increasingly being asked. In this context, the requirement for good management and rational use of available quantities of drinking water is imposed. Research shows that 50% of the total drinking water used in the household can be replaced by the use of rainwater. The use of rainwater for these purposes is present as the only solution in settlements and parts of the city that do not have a developed infrastructure, and can become an alternative solution for other parts of city, attractive for housing. The topic of this paper is the possibilities of applying the system for collecting and storing rainwater and its use in residential buildings, on the example of the project for the Pennhill house in Banja Luka. A special challenge in the project was the solution of the

---

<sup>1</sup> Prof. Dr., B.Sc. Architect, University of Banja Luka, Banja Luka, Republika Srpska, [sasa.cvoro@aggf.unibl.org](mailto:sasa.cvoro@aggf.unibl.org)

<sup>2</sup> Master of Architecture, University of Banja Luka, Banja Luka, Republika Srpska, [una.okilj@aggf.unibl.org](mailto:una.okilj@aggf.unibl.org)

system of collecting rainwater from architecturally materialized surfaces, storage and use of rainwater in order to achieve a facility designed as low-energy.

**Key words** *Sustainability, rainwater, building services*

## **1. INTRODUCTION**

The way we look at water has changed during the last decade of the twentieth century and the first decades of the twenty-first century. Previously, water was subjected to a linear form of treatment, nowadays, the global water cycle is often called the circle. [1] Water falls to Earth and either evaporates as it flows over land, collects in water bodies such as rivers, lakes, and groundwater, or falls into the sea. All water bodies lead to evaporation, whereby the water returns to the atmosphere where it can fall again. Within sustainability, this is very important because this natural process that functions like a circle, does not create waste. [1]

Fresh drinking water is our precious food for which there is no equivalent substitute, and a significant portion of this water is used where it is not absolutely necessary. One part of total water use in a household requires the use of drinking water quality, but in some part it can be preserved by introducing water with rainwater quality. Over 50% of drinking water can be saved this way. Rainwater has proven to be the alternative source of water, available at the building door step, posing the lowest risk of use. It can provide a readily accessible and reasonably reliable source of water to meet the demand of water that has fallen short in a building.

Rainwater utilization is not a new concept but rather a very old practice and its utilization started as far back as the emergence of the human race. In recent years, rainwater harvesting, as an alternative source of water, has become popular in many countries. Rainwater is in most cases relatively clean, and with filters and separators that separate the tank from larger impurities and organic impurities, an alternative source of water is obtained, which is almost always of better chemical composition than surface waters that are prone to contamination. Such water can be used for the purpose of watering and maintaining gardens, or even as recreational water as presented in this paper on the example of Pennhil house in Banja Luka.

## **2. DESIGN OF RAINWATER HARVESTING (RWH) SYSTEM**

Appropriate rainwater harvesting system design aims to protect or improve rainwater quality. Essential measures to protect quality of water collected from any catchment surface include good system design and regular system inspection and maintenance. In the last ten years, independent research has revealed that the quality of rainwater improves as a droplet of rain moves through a well-designed and sensibly maintained home-scale roof-harvested rainwater system. This is, according to Avis [2], because rainwater storages act as balanced ecosystems in a similar fashion to environmental systems that improve water quality. A well-designed RWH system includes



multiple barriers: roof, leaf diverters, potentially a first flush diverter, tank inlet screens, and tank inlet/ outlet design that minimizes disturbances in the tank. [2]

In designing a RWH system (Figure 1) it is important to primarily determine the total amount of available and required rainwater, accordingly design catchment area and delivery system, so respectively determine the necessary size and suitable design of storage reservoir. [3], [4], [2]

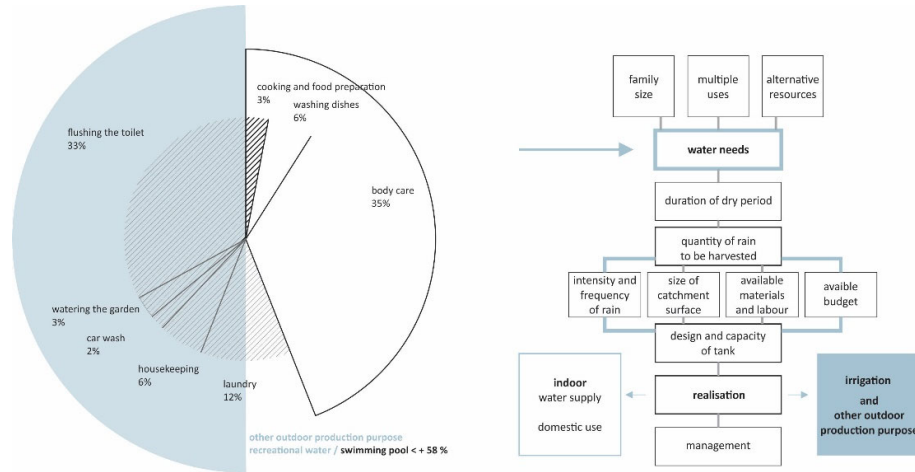


Figure 1. Designing a RWH system: Household water use with possible additional consumption (left), author's diagram according to [1] and [5]; Planning rainwater harvesting system diagram with marked potential outdoor use (right), author's diagram according to [2] and [3]

## 2.1 AVAILABLE AND REQUIRED AMOUNT OF RAINWATER

If we analyze rain maps with the average calculation of the annual amount of precipitation in the Republic of Srpska, [6] it can be determined according to PEng [7] that Banjaluka is within a *less rainfall* zone with rainfall intensity 500–1000 mm/y to even *scanty rainfall* with rainfall intensity <500 mm/y in some years. [7] In a study on rainfall in Europe carried for during 1950–2008, the number of rainy days per year did not increase, but the length of wet spells and the periods in which rainfall occurred on a number of consecutive days increased by approximately 15–20%. [8] Although, there are no official requirements or recommendations for rainwater harvesting in Republika Srpska, in *scanty or less rainfall* zone, it is more then welcome to save drinking water as much as possible, whether the savings are achieved by using rainwater inside or outside the facility.

Recreational water use is one of two major domestic outdoor water uses. Recreational-water structures, such as swimming pools, built for recreational purposes inside or outside a building, are a significant user of energy and require a considerable amount of water. [3] Maddaus and Mayer [5] estimated that homes with a swimming pool use up to 58 percent more water outdoors than homes without a swimming pool. For these recreational structures, water is not required to be drained and replaced in everyday, yet

requirement depends on the size of the structure, the size and flow rate through the nozzles used. [5] Depending on the maintenance and filtering system, once the structure is filled with water, that water can be recycled every couple of months. The use of rainwater for these purposes is justifiable in scanty rainfall areas particularly. Water requirement for recreational uses in a building with purpose of swimming pool are 4 % more than pool capacity. [3]

Irrigation is the second major domestic outdoor water uses and represents a hydrotechnical measure to improve soil properties by adding water, in order to achieve optimal moisture during vegetation as well as to grow landscape plants and lawns, where it may be known as watering. Irrigation is carried out during one part of the vegetation or during the entire vegetation period, ie during the dry period. [9] The water for gardening does not have to be pure or potable water but can wisely be provided by rainwater. Therefore, the amount of sufficient rainwater to be stored for this purpose must be estimated. Water requirement for horticulture around building are between 1 and 3 litres/m<sup>2</sup>/day depending on the purpose of the garden, ie whether it is a kailyard or park landscaping. [9]

## **2.2 CATCHMENT AREA AND SIZE OF STORAGE RESERVOIR**

After determining the amount of rainwater to be used for various purposes of harvesting rainwater, the catchments and the area of catchments to be used should be determined, or calculate the amount of rainwater that can be collected from the potential catchments. It is nessesery to consider all available water and beside water from the roof, and take into account other catchments— architectural surfaces such as a porch, a vertical wall, a veranda or a balcony.

In planning the storage of rainwater, various aspects of storage should be considered and there are a number of different methods for sizing system components. The first consideration is the size of storage, and the next important consideration is the location where it should be placed. The best practice presume the rainwater-harvesting system construction along with the construction of a building's structure and its services. The below-grade reinforced cement concrete or masonry reservoirs within the building should be constructed during construction of the structural components at that level. [7] The main consideration in designing a rainwater harvesting system is to size the volume of the storage tank correctly and give adequate storage capacity at minimum construction costs.

The size of the catchment area and tank should be enough to supply sufficient water for the users and/or garden waterig during the dry period. Assuming a full tank at the beginning of the dry season (and knowing the average length of the dry season and the average water use), the volume of the tank can be approximately calculated by multiplying lenght of the dry season (days), number of people using the tank and consumption per capita per day (litres). [10] [9] [7] [11])

### 3. PENNHILL RWH PROJECT

The family residential building "PennHill" is built on the hill Krčmarica with a panoramic view of Banja Luka. A simple house, reduced to only a few design elements, has the role of a counterpoint in relation to the existing environment. Spatial dimensions, relationship to neighboring plots, the need for two-way traffic access, physical and visual orientation of the building towards the city have conditioned a unique architectural form. The guiding principles during the design and construction of the facility were how to make the house understandable and accessible to users and visitors, to make a socio-cultural contribution to the atmosphere of the suburban space and the pursuit of sustainability.

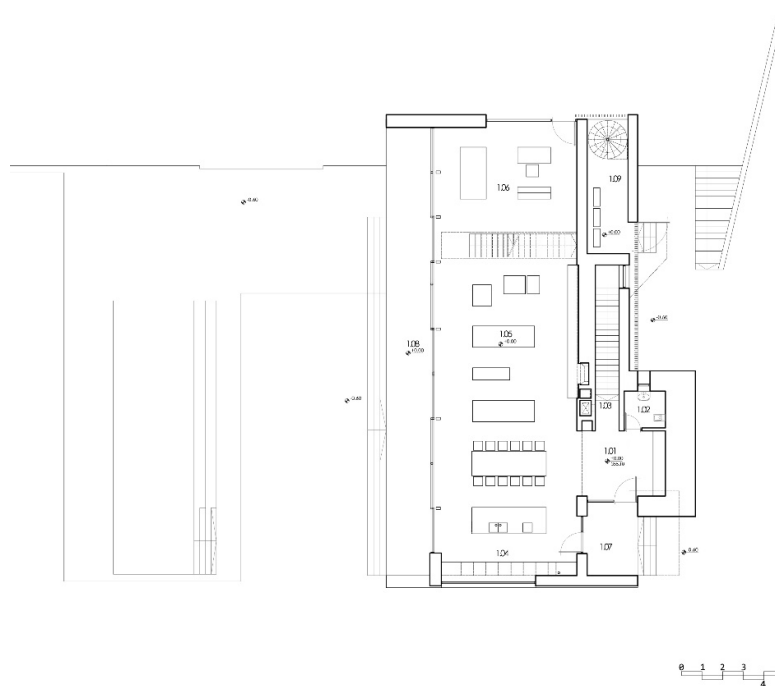
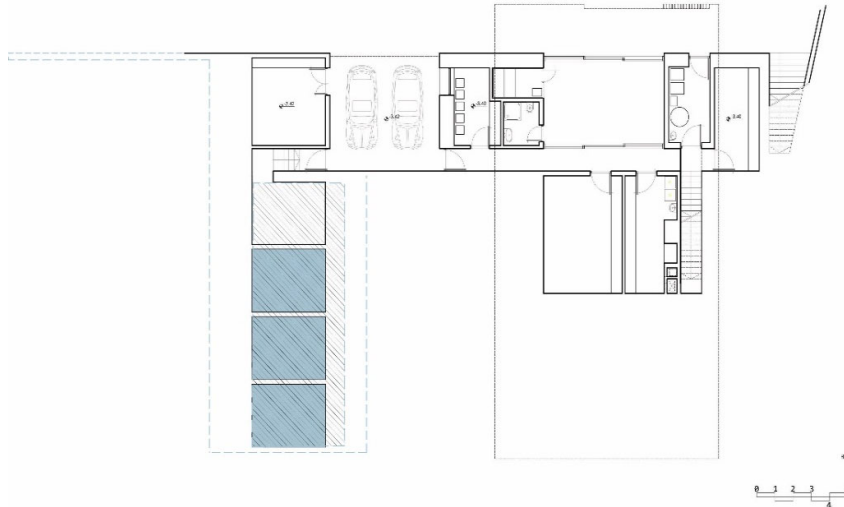


Figure 2. Ground floor. Authors drawing

The functional organization of the building of 840 m<sup>2</sup> is performed through three levels, adapted to the needs of users and the requirements of relatively sloping terrain and the immediate environment. The incorporation of a new building into an existing space is based on the principle of contrast in relation to the environment. The building is designed as low-energy, with central space heating and preparation of sanitary hot water with heat pumps. The predominant orientation of the building to the west causes minimal costs for heating the building in winter, while the position of the building on top of the hill allows maximum use of the prevailing winds in the summer for natural cooling.

The concept of managing water supply and sewerage installations envisages all the necessary installation systems for supplying the facility with sanitary water, drainage of waste fecal and atmospheric water. A special challenge in the project was the solution of

collecting atmospheric water from architecturally materialized surfaces and their storage in chambers (approximately 65 m<sup>3</sup>) that were formed in the reinforced concrete foundation structure of the pool. This amount of water is used to maintain the green areas around the building, as well as an additional water reserve intended for the operation of the outdoor pool.



*Figure 3. Basement plan with rainwater storage reservoirs (colored) and position of pool (hatched) on the floor above. Authors drawing*

Atmospheric water is collected in a controlled manner from flat roofs, terraces and access plateaus in a total area of 452.30 m<sup>2</sup>. The expected annual amount of precipitation for Banja Luka, according to official data, is approximately 900 l / m<sup>2</sup>, which gives the total annual amount of water that can be collected and stored in the amount of approximately 410,000 l.

Comparing the number of users of the facility, we come to the approximate data that by collecting and storing rainwater from these areas we can meet up to 70% of the need for technical water used to maintain green areas around the facility and 100% of sanitary water needs for pool use. The rest of the required technical water for this purpose is met from the city water supply system. The chosen concept of rainwater collection and storage requires significant initial investments with an uncertain return on investment, given the fact that the price of water in Republika Srpska is a social category. Due to the composition of the land, it was necessary to base the reinforced concrete construction of the pool on a significantly greater depth, so the tanks for storing atmospheric water that were built under the pool are a logical design decision. They represent only 0.2% increase of the total investment value of the construction of the facility.



*Figure 4. PennHill house. Authors photography*

#### **4. CONCLUSION**

People have consumed rainwater since ancient times and in almost all regions and traditional cultures, rainwater is universally recognized as a pure and clean source of water. Today we meet rainwater in household use, both indoors and outdoors, as an adequate substitute for drinking water, and harvesting rainwater as an activity with the ultimate goal of sustainability and resilience. A quality RWH system is crucial in preserving the quality of this replacement water.

Common perception is that installing a quality rainwater harvesting system in a building is costly or is not cost-effective. This notion stems from comparing the cost of developing a harvesting system with the price of supplied water. The availability of water to the main supply and its future scenario is rarely considered. It should be kept in mind that there might be water around, but the cost of supplying water is becoming costlier and the availability more limited every day all over the world.

To the extent that we can use this resource deliberately to preserve the reserves of clean water, more and more expensive these basic goods. Concept presented in this paper is certainly uniform with the basic strategic determination of building construction as an energy efficient and self-sustainable facility. In that sense, the house of Pennhill, with this chosen system of collecting atmospheric water, is a model for the design and construction of family housing.

## BIBLIOGRAPHY

- [1] Daniels K., Hammann R., Energy Designs for Tomorrow. Publisher: Edition Axel Menges, 2009
- [2] Avis, R., Avis, M., Essential Rainwater Harvesting, Gabriola: New Society Publishers, 2019
- [3] Lee, J. G., Heaney, J.P., (2008). Swimming Pool Water Use Analysis by Observed Data and Long-term Continuous Simulation. Available:  
[https://www.researchgate.net/publication/242783799\\_Measure\\_4\\_Swimming\\_Pool\\_Water\\_Use\\_Analysis\\_by\\_Observed\\_Data\\_and\\_Long\\_term\\_Con tinuous\\_Simulation](https://www.researchgate.net/publication/242783799_Measure_4_Swimming_Pool_Water_Use_Analysis_by_Observed_Data_and_Long_term_Con tinuous_Simulation) (Oct.2021)
- [4] Gouldin J., (2015) „Rainwater Harvesting for Domestic Supply“ in Rainwater Harvesting for Agriculture and Water Supply, ed. Zhu Q., Gould J., Li Y., Ma C.. Singapore: Springer Science+Business Media Pte Ltd., 2015 pp. 235-268.
- [5] Maddaus, L.A., Mayer, P.W. (2001). Splash or Sprinkler? Comparing Water Use of Swimming Pools and Irrigated Landscapes. Available:  
<https://www.greenbuildermedia.com/hubfs/Saving-Water-Docs/poolsversusrirrigationwateruse.pdf> (Oct.2021)
- [6] Djordjevic, M., Trkulja V., Klimatološka analiza za 2017.godinu. Available:  
<https://rhmzrs.com/meteorologija/klimatologija/> (Oct.2021)
- [7] PEng, S. A. Haq, Harvesting Rainwater from Buildings. Cham: Springer International Publishing, 2017
- [8] Schewe, P., (2010) ‘Rainy Spells Extended For Europe’ on SCIENCE NEWS SERVICE. Available:  
<http://www.insidescience.org/content/rainy-spells-extended-europe/1400>. (Oct.2021)
- [9] Gouldin J., (2015) „Rainwater Quality Management“ in Rainwater Harvesting for Agriculture and Water Supply, ed. Zhu Q., Gould J., Li Y., Ma C.. Singapore: Springer Science+Business Media Pte Ltd., 2015 pp. 293-305.
- [10] Lancaster, B., Rainwater Harvesting for Drylands and Beyond, Vol.2. Tucson: Rainsource Press, 2010.
- [11] McCarton, L., O'Hogain, S., Reid, A., The Worth of Water. Designing Climate Resilient Rainwater Harvesting Systems. Cham: Springer International Publishing, 2021
- [12] Lancaster, B., Rainwater Harvesting for Drylands and Beyond, Vol.1. Tucson: Rainsource Press, 2008.

*Slobodan Bulatović<sup>1</sup>*

## **RJEŠAVANJE PROBLEMA NESANITARNE GRADSKE DEPONIJE: STUDIJA SLUČAJA GRAD BRČKO**

### **Rezime**

Gradske deponije predstavljaju dijelove urbane infrastrukture namijenjene odlaganju komunalnog otpada proizvedenog u gradu i njegovoj okolini. Pravilno upravljanje i održavanje gradskih deponija od krucijalnog je značaja za grad i njegove stanovnike. Neselektivno i nekontrolisano odlaganje otpada može negativno uticati na životnu sredinu, a samim tim i na urbane procese. U radu se na osnovu prostornoplanske dokumentacije usvojene za grad Brčko istražuju štetni uticaji nesani tarne deponije na život i procese u gradu, a istovremeno se pokušava doći do zaključka na koji način urbani planeri i drugi akteri u planiranju prostora tretiraju ovaj problem. Cilj rada jeste podizanje svijesti o uticaju koji deponije mogu imati na urbane prostore.

### **Ključne reči**

Gradska deponija, negativni uticaji, planska rješenja, Brčko

## **SOLVING THE PROBLEM OF NON-SANITARY CITY LANDFILL: A CASE STUDY OF THE CITY OF BRČKO**

### **Summary**

City landfills are parts of urban infrastructure intended to dispose of municipal waste produced in the city and its surroundings. Proper management and maintenance of city landfills are crucial for the city and its residents. Indiscriminate and uncontrolled waste disposal can negatively affect the environment and thus the urban process. Based on spatial planning documentation adopted for the city of Brčko, the paper research the harmful effects of unsanitary landfills on life and processes in the city and at the same time try to conclude how urban planners and other actors in spatial planning treat this problem. This paper aims to raise awareness of the impact that landfills may have on urban space.

### **Key words**

City landfill, negative impacts, planning solutions, Brčko

---

<sup>1</sup> dipl.pr.planer, Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/2, Srbija,  
[bulatovic-s@hotmail.com](mailto:bulatovic-s@hotmail.com)

## **1. UVOD**

Grad, odnosno urbani prostor, uslovno se može posmatrati kao skup različitih infrastrukturnih sistema koji su razvijani kako bi stanovnicima obezbijedili kvalitetniji i jednostavniji život, tj. efikasnije korištenje urbanog prostora. Dio gradske infrastrukture koji se sa tim ciljem planira i razvija jeste gradska deponija. Deponija predstavlja jednu od ključnih komponenti u procesu upravljanja otpadom jer predstavlja prostor na kojem se skladišti otpad proizveden u gradu. Ovaj prostor najprostije se može definisati kao metod odlaganja otpada na zemljištu bez stvaranja smetnji ili opasnosti po javno zdravlje ili bezbednost, korišćenjem principa inženjeringa da se otpad ograniči na najmanju praktičnu površinu, da se svede na najmanju praktičnu zapreminu, i da bude pokriven slojem zemlje na kraju svakog dana ili u drugim vremenskim intervalima [1]. Može se zaključiti da je deponija prostor koji je u svakodnevnoj upotrebi i koji predstavlja bitnu komponentu u evakuaciji smeća. Upravo zbog toga ovaj prostor mora biti kvalitetno opremljen, obezbijeđen, te na adekvatan način korišten kako bi ne bi izgubio sposobnost zadovoljenja potreba zbog kojih je u suštini i izgrađen.

Posljednjih godina u velikom broju gradova svih veličina dolazi do problema koje proizvode gradske deponije. Ti problem su rezultat manjka kapaciteta, odnosno nedovoljnih površina za odlaganje otpada, neadekvatnog upravljanja deponijama, ali takođe ti problemi mogu biti i sanitarne prirode, odnosno mogu se manifestovati kroz negativne uticaje deponije na neposredno okruženje, ali i sveukupnu životnu sredinu u gradu. Svakako, pokretač ovih problema u prvom redu jeste povećanje broja stanovnika u gradovima, širenje izgrađenog urbanog tkiva, a takođe i neselektivno odlaganje otpada na prostoru deponije [2]. Bitno je napomenuti da važnu ulogu u kreiranju navedenih problema mogu imati i neefikasne planske politike unutar gradova. Loša planska rješenja i dokumenti koji u proces planiranja ne uključuju upravljanje prostorima za odlaganje otpada uveliko utiču na nastajanje i produbljivanje navedenih problema.

Jedan od gradova koji se posljednjih godina susreće sa problemima koje uzrokuje gradska deponija jeste grad Brčko. U ovom radu se nastoje ispitati negativni uticaji koje deponija može imati na urbani prostor i životnu sredinu u gradu, dok se analizom rješenja iz planskih dokumenata usvojenih tokom posljednje dvije decenije za prostor grada Brčko teži odgonetnuti na koji način se tretira navedeni problem.

## **2. NEGATIVNI UTICAJI GRADSKE DEPONIJE**

Kao što je u uvodnom dijelu rada pomenuto, deponije jesu veoma bitne komponente urbane infrastrukture. Njihov značaj za gradove je višestruk. Ipak, negativni uticaji deponija u gradovima mogu biti brojni, a nastaju neadekvatnim upravljanjem ovim površinama. Ukoliko kapaciteti deponije ne mogu da zadovolje potrebe gradskih stanovnika dolazi do nagomilavanja otpada, odnosno smanjuje se kapacitet deponije u pogledu adekvatnog zbrinjavanja otpada, te nastaju različiti negativni uticaji na okolni prostor. Svakako bitno je naglasiti da do ovih problema dovodi ubrzano povećanje broja stanovnika, što direktno utiče na povećanu proizvodnju otpada u domaćinstvima i industriji. Još jedan od mogućih scenarija koji dovodi do negativnih uticaja deponije, a koji je takođe rezultat povećanja broja



stanovnika jeste širenje gradskog tkiva koje u velikom broju slučajeva dolazi do granica zaštitnog pojasa deponije i na taj način smanjuje mogućnost njenog daljeg prostornog širenja.

Negativni uticaji deponija na životnu sredinu manifestuju se kroz zagađenja. Ta zagađenja su u najvećoj mjeri prisutna u vazduhu, ali takođe ih je moguće evidentirati i u površinskim i podzemnim vodama, a moguće je i zagađenje okolnog plodnog i neplodnog zemljišta. Zagađenja vode mogu nastati na više načina. Ukoliko voda i druge tečnosti korištene na deponiji nisu tretirane na adekvatan način prije ispuštanja u recipijent može doći do zagađenja. Takođe, do zagađenja površinskih i podzemnih vodenih tokova može doći usled nekontrolisanog oticanja procjednih voda koje nastaju atmosferskim padavinama. Procjedne vode koje nastaju na deponijama sadrže, tj. prikupljaju velike količine organskih i neorganskih zagađivača koje prenose u vodene tokove [3]. Kada je riječ o zagađenju vazduha, do njega dolazi usled povećanja koncentracije štetnih gasova, prije svega metana. Do povećanja koncentracije metana dolazi kada skladišteni otpad koji ne prolazi dalje tretmane, kao što su kompostiranje, zatrpavanje, razgradnja, itd., bude izložen različitim temperaturama, oksidaciji i drugim vremenskim faktorima [4]. Bitno je naglasti, da pomenute procjedne vode pored vodenih tokova zagađuju i okolno zemljište. Do ove vrste zagađenja dolazi zbog toga što se ove vode tokom procjeđivanja kroz zemljište oslobađaju različitim štetnih čestica, a prije svega amonijaka, teških metala, ali i drugih organskih jedinjenja [5].

Grad Brčko kao i veliki broj drugih gradova u svijetu susreće se sa istim ili sličnim problemima zagađenja životne sredine koje uzrokuje nesanitarna deponija. Određeni tipovi zagađenja su intezivniji tokom različitih godišnjih doba, odnosno izraženiji su u zavisnosti od vremenskih prilika te je tako:

- Emisija štetnih gasova u vazduh veća tokom ljetnih mjeseci, odnosno viših temperatura što utiče na stvaranje neprijatnih mirisa u gradskoj sredini;
- Zagađenje tla i vodenih tokova izraženije tokom proljeća i jeseni, odnosno usled povećane količine padavina i stvaranja ocjernih voda.

Ovim istraživanjem se nastoji saznati da li i na koji način akteri koji učestvuju u procesu planiranja, te gradske vlasti u Brčkom nastoje riješiti sve prisutniji problem zagađenja životne sredine uticajem nesani tarne gradske deponije. Istraživanjem se takođe nastoje podstaknuti svi korisnici prostora da sa većom dozom odgovornosti pristupaju ovakvom problemu kako bi posljedice bile izbjegnute ili svedene na minimum.

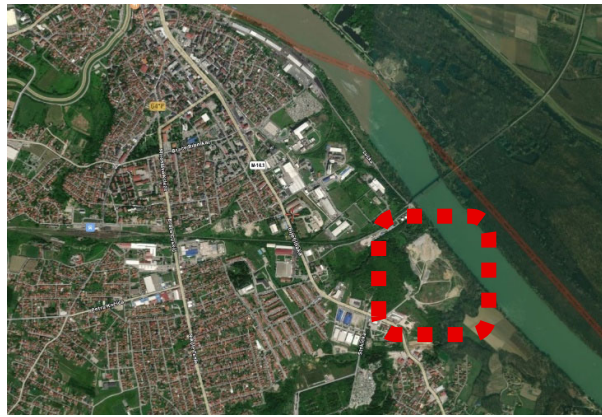
### **3. LOKACIJA DEPONIJ E U GRADU BRČKO**

Na prostoru grada Brčko tokom sedamdesetih godina XX vijeka određena je lokacija na kojoj je izgrađena deponija koja je zadovoljavala potrebe tadašnjeg broja stanovnika. Deponija koja je locirana u istočnom dijelu urbanog područja Brčko distrikta BiH<sup>2</sup>, pozicionirana je u blizini rijeke Save, a u periodu planiranja nalazila se na pristojnoj udaljenosti od centra grada i naseljenih područja. Usled ratnih dešavanja iz devedesetih

---

<sup>2</sup> Brčko distrikt Bosne i Hercegovine je jedinstvena administrativna jedinica lokalne samouprave koja je pod suverenitetom Bosne i Hercegovine.

godina prošlog vijeka i promjena u strukturi stanovništva koja su ta dešavanja izazvala, kao i usled raseljavanja, ali i doseljavanja novog stanovništva, došlo je do ubrzane gradnje u svim dijelovima grada Brčko, pa tako i u okolini postojeće deponije. Zbog toga je deponija, koja je nekad zadovoljavala potrebe korisnika prostora, postala problem za stanovništvo koje stanuje u njenom neposrednom okruženju, ali i za kvalitet životne sredine. Prema podacima iz Prostornog plana Brčko distrikta BiH koji je važio za period od 2007. do 2017. godine, ova postojeća deponija, predstavlja, između ostalog, veliku opasnost za vodene tokove, a posebno za rijeku Savu.



*Slika 1. Lokacija gradske deponije u urbanom prostoru grada Brčko*

Ukoliko se uzme u obzir definicija navedena u uvodnom dijelu rada koja kaže da deponija ne smije stvarati smetnje ili opasnost po javno zdravlje, ali i sigurnost stanovništva, može se zaključiti da gradska deponija u Brčkom ne odgovara pomenutim zahtjevima, odnosno predstavlja komponentu gradske infrastrukture koja ugrožava životnu sredinu. Zbog toga je ovaj problem za sve korisnike prostora u Brčkom veoma bitan i neophodno je njegovo brzo rješavanje. Nadležne institucije, odnosno Skupština i Vlada Brčko distrikta BiH, preduzele su određene korake u rješavanju ovog problema. Dva osnovna cilja su sanacija postojeće deponije, te gradnja regionalnog centra za upravljanje otpadom na teritoriji Brčko distrikta BiH koji bi osim prostora za skladištenje otpada bio opremljen i postrojenjima za preradu sekundarnih sirovina.

#### **4. ANALIZA PLANSKIH DOKUMENATA**

S obzirom na činjenicu da postojeća gradska deponija predstavlja veliki problem građanima, ali i vlastima u Brčko distriktu, prije nekoliko godina pristupilo se rješavanju tog problema. Prilikom traženja rješenja na koji način da se ugasi i sanira postojeća deponija, te da se obezbijedi prostor za izgradnju nove, pojavila se ideja izgradnje centra za upravljanje otpadom koji ne bi bio samo prostor na kojem bi se odlagao otpad, nego bi predstavljao

jednu vrstu industrijskog postrojenja na kojem bi se odvajale različite kategorije otpada i vršila njihova reciklaža.

Problem nesanitarnosti gradske deponije prvi put se pominje u Prostornom planu Brčko distrikta BiH za period 2007 – 2017 godina. Ovaj dokument izradilo je privatno preduzeće sa sjedištem u Italiji, te postoji sumnja da planeri i projektanti koji su izradili ovaj dokument možda nisu u najboljoj mjeri poznavali postojeće stanje prostora. Ipak, kreatori ovog prostornog plana naglasili su problem gradske deponije te apostrofirali da je upravo deponija jedan od većih potencijalnih zagađivača životne sredine, a prije svega vodenih tokova i vazduha. Nažalost, pored upozorenja da je deponija zagađivač okoline, izostali su prijedlozi konkretnih rješenja tog problema.

Urbanistički plan Brčko distrikta BiH za period 2007 – 2017 godina, kao i izmjene i dopune tog plana uradio je 2007. godine Urbanistički zavod Republike Srpske sa sjedištem u Banja Luci. Za razliku od prostornog plana, za ovaj plan se može reći da je ipak rađen prema boljem uvidu u postojeće stanje upravo zbog činjenice da ga je radilo preduzeće koje posluje u Bosni i Hercegovini. Nažalost, iako se gradska deponija nalazi unutar urbanog prostora u ovom planskom dokumentu, osim podatka da odlaganje otpada na sanitarnu deponiju nije vršeno po sanitarnim uslovima ne postoje drugi podaci, niti upozorenja.

Strategija razvoja Brčko distrikta BiH za period 2008. – 2017. godina, koja ujedno predstavlja i prvu zvaničnu strategiju razvoja za prostor Brčko distrikta BiH, u sebi je sadržala tek nekoliko uopštenih rečenica o gradskoj deponiji, ali ipak dovoljno da se ukaže na problem koji predstavlja opasnost po kvalitet životne sredine. Između ostalog, u strategiji je navedeno da je deponija nesanitarna, da unutar nje ne postoji upravljanje nastalim deponijskim gasovima kao ni ocjedinim vodama, te da deponija nije ograđena niti posjeduje izgrađenu putnu infrastrukturu. U strategiji je dalje predloženo da se deponija sanira ili izmjesti, ali konkretna rješenja su izostavljena.

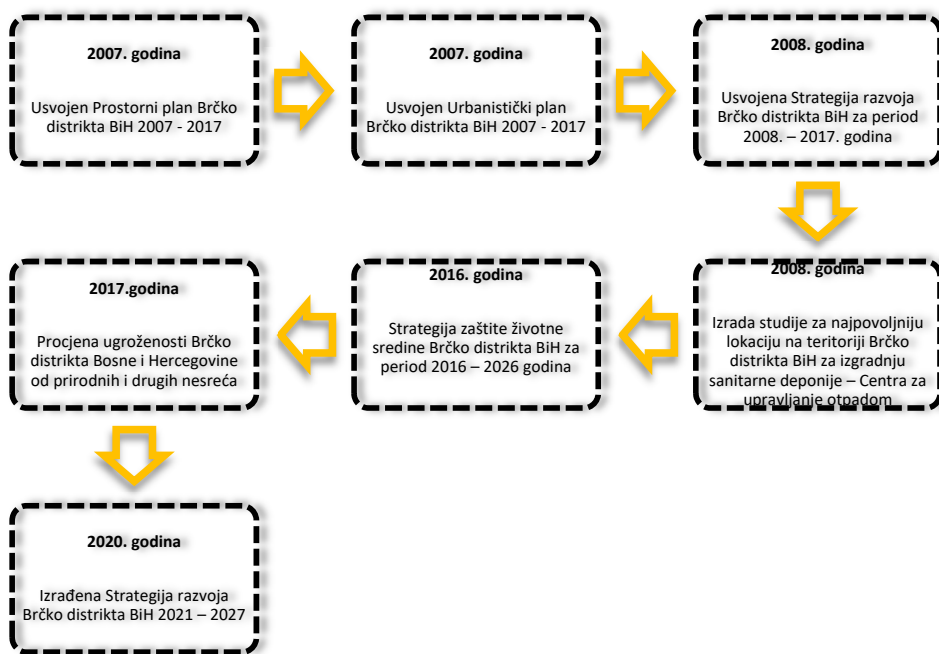
Već nakon 2008. godine, pristupa se aktivnostima koje su usmjerene na rješavanje ovog gorućeg problema, te samim tim, iste godine, počinje Izrada studije za najpovoljniju lokaciju na teritoriji Brčko distrikta BiH za izgradnju sanitarnu deponije – Centra za upravljanje otpadom". U ovoj studiji, a u skladu sa postojećim planskim dokumentima i zakonskim regulativama, pristupa se izboru lokacije za izgradnju nove gradske deponije, odnosno centra za upravljanje otpadom. Izdvojene su tri potencijalne lokacije i to prostor postojeće gradske deponije, ruralno naselje Baranjci, te ruralno naselje Kladje. Takođe, u ovom dokumentu predstavljena je i ekonomska analiza, odnosno vrijednost građevinskih i drugih radova koje je potrebno obaviti u procesu zatvaranja postojeće i izgradnje nove deponije, odnosno novog centra za upravljanje otpadom.

Nova strategija koja je izrađena za prostor Brčko distrikta bila je Strategija zaštite životne sredine Brčko distrikta BiH za period 2016 – 2026 godina. U strategiji koja je usvojena za navedeni period, pored podataka o štetnim uticajima postojeće deponije na životnu sredinu i zdravlje ljudi, pominje se i rješenje ovog problema koje je pomenuto u Studiji za najpovoljniju lokaciju.

Godine 2017. izrađen je dokument koji je nosio naziv Procjena ugroženosti Brčko distrikta Bosne i Hercegovine od prirodnih i drugih nesreća. Na osnovu istraživanja sprovedenih za potrebe ovog dokumenta utvrđeno je da postojeća deponija ni u kojem slučaju ne zadovoljava osnovne potrebe stanovništva, niti je u skladu sa sanitarnim

uslovima. U ovom dokumentu osim podataka o postojećoj deponiji moguće je pronaći i upozorenje da u slučaju kontakta deponije sa bujičnim vodama može doći do zagađenja vode većih razmjera.

U Strategiji razvoja Brčko distrikta BiH 2021 – 2027 koja je izrađena u oktobru 2020. godine, a koju je izradila Vlada Brčko distrikta BiH, u vezi sa gradskom deponijom je navedeno: „ Odjeljenje za komunalne poslove, Vlade BD BiH, koje ima nadležnost nad razvojem politike, strategije i pravnog okvira za upravljanje zbrinjavanjem čvrstog otpada, provelo je određene aktivnosti i radi na obezbijeđenju uslova za zbrinjavanje čvrstog otpada (deponovanje čvrstog otpada na regionalnu deponiju van Brčko distrikta BiH (na period od 4 godine), izgradnju centra za upravljanje otpadom (CUO), zatvaranju stare nesanitarnе deponije)”.



Slika 2. Grafički prikaz donošenja odluka od značaja za rješavanje problema gradske deponije

## 5. ZAKLJUČAK

Deponije predstavljaju veoma bitne komponente gradske infrastrukture jer omogućavaju efikasniju i kvalitetniju evakuaciju smeća. Ekonomski posmatrano deponija je jedna od najboljih metoda odlaganja čvrstog otpada, te trenutno u velikom broju zemlja u razvoju, ali i mnogim razvijenim zemljama, ova metoda nema alternativu [6]. Zbog toga je

veoma bitno obezbijediti efikasno i održivo funkcionisanje ovih površina. To prije svega podrazumijeva da deponije mogu da prihvate i dalje na adekvatne načine skladište otpad proizveden u gradskoj sredini, a da istovremeno ne ugroze kvalitet života stanovnika, kao i kvalitet vode, vazduha i tla. Nažalost, kao što je u radu pomenuto, poslednjih godina, ubrzanom urbanizacijom problem zagađenja životne sredine od strane nesanitarnih gradskih deponija je sve aktuelniji.

Sa ovim problem u poslednje dvije decenije susreće se i grad Brčko. Problemi koji su počeli da se javljaju u gradu i okolini, a koje prouzrokuje gradska deponija su mnogobrojni, pa tako tokom većeg dijela godine dolazi do zagađenja vazduha, a vrlo često usled povećanja vodenih tokova dolazi do velike opasnosti od zagađenja površinskih i podzemnih voda širih razmjera. Zbog toga su nadležni organi krenuli u rješavanje ovog problema, ali nažalost, to rješavanje traje prilično dugo. Na osnovu planskih dokumenata predstavljenih u ovom radu može se zaključiti da se u Brčkom, a praksa je slična i u drugim gradovima u razvoju, ne pristupa sa dovoljno pažnje i energije ovom problem. U Brčkom se veća pažnja ovom problemu posvetila tek nakon manjih protesta održanih od strane građana. Da do problema zagađenja okoline, a koji nastaju zbog nesanitarne deponije, ne bi dolazilo obavezno se mora:

- Konstantno vršiti nadzor nad deponijom kako ne bi došlo do prevelikog nagomilavanja otpada;
- Usmjeravati planske politike u pravcu razvoja prostora za upravljanje otpadom koji bi osim efikasnijeg upravljanja otpadom omogućili i određene ekonomske benefite;
- Ukoliko, ipak, dođe do potencijalnog zagađenja, brže i efikasnije djelovati kako bi to zagađenje bilo svedeno na minimum, a u konačnici i zaustavljeno.

Problem nesanitarnih gradskih deponija je, nažalost, sve prisutniji u mnogim gradskim sredinama. Upravo zbog toga bitno je dati do znanja akterima u planskim procesima, nadležnim institucijama koje donose odluke, ali i svim drugim korisnicima prostora da svojim aktivnostima u prostoru utiču da do ovog problema ne dođe, ili da, ukoliko se pojavi, bude adekvatno i efikasno riješen.

## LITERATURA

- [1] Raghav, S.M., Abd El Meguid, A. M., Hegazi, H. A. (2019). Treatment of leachate from municipal solid waste landfill, HBRC Journal, Vol 9, str. 187 – 192
- [2] Renou, S., Givaudan, J.G., Poulain, S., Dirassouyan, F., Moulin, P. (2008). Landfill leachate treatment: Review and opportunity, Journal of Hazardous Materials, Vol 150, str. 468 – 493
- [3] Kettunen, R.H., Rintala, J. A. (1998). Performance of an on-site UASB reactor treating leachate at low temperature, Water Research, Vol 32, str. 537 – 546
- [4] Xing, Z. L., Zhao, T.T., Gao, Y. H., Yang, X., Liu, S., Peng, X.Y. (2016). Methane oxidation in a landfill cover soil reactor: Changing of kinetic parameters and microorganism community structure, Journal of Environmental Science and Health, Vol 52, str. 254 – 264
- [5] Song, J., Li, W., Li, Y., Mosa, A., Wang, H., Jin, Y. (2019). Treatment of landfill leachate RO concentration by Iron–carbon micro–electrolysis (ICME) coupled with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> with emphasis on convex optimization method, Environmental Pollutants and Bioavailability, Vol 31, str. 49 – 55

- [6] Yadav, J. S., Dikshit, A. K. (2016). Effect of pretreatment by coagulation on stabilized landfill leachate during anaerobic treatment, Cogent Environmental Science, Vol 2, str. 1 – 13
- [7] Vlada Brčko distrikta Bosne i Hercegovine (2017). Procjena ugroženosti Brčko distrikta Bosne i Hercegovine od prirodnih i drugih nesreća, Brčko: Vlada Brčko distrikta BiH
- [8] Vlada Brčko distrikta Bosne i Hercegovine (2020). Strategija razvoja Brčko distrikta BiH 2021 – 2027, Brčko: Vlada Brčko distrikta BiH
- [9] Odjeljenje za prostorno planiranje i imovinsko – pravne odnose (2016). Strategija zaštite životne sredine Brčko distrikta BiH za period 2016 – 2026 godina, Brčko: Vlada Brčko distrikta BiH
- [10] Odjeljenje za prostorno planiranje i imovinsko – pravne odnose (2006). Prostorni plan Brčko distrikta Bosne i Hercegovine 2007 – 2017, Brčko: Vlada Brčko distrikta BiH
- [11] Odjeljenje za prostorno planiranje i imovinsko – pravne odnose (2006). Urbanistički plan Brčko distrikta Bosne i Hercegovine 2007 – 2017, Brčko: Vlada Brčko distrikta BiH
- [12] Odjeljenje za prostorno planiranje i imovinsko – pravne odnose (2008). Strategija razvoja Brčko distrikta BiH 2008 – 2017, Brčko: Vlada Brčko distrikta BiH
- [13] Odjeljenje za prostorno planiranje i imovinsko – pravne odnose (2008). Izrada studije za najpovoljniju lokaciju na teritoriji Brčko distrikta BiH za izgradnju sanitarne deponije – Centra za upravljanje otpadom, Brčko: Vlada Brčko distrikta BiH

*Snežana Đorić-Veljković<sup>1</sup>, Nikola Mitrović<sup>2</sup>, Sandra Veljković<sup>3</sup>, Predrag Janković<sup>4</sup>,  
Danijel Danković<sup>5</sup>*

## **INOVATIVNE PRIMENE OLED KOMPONENTI U ARHITEKTURI**

### **Rezime**

Veoma važan zahtev u razvoju dizajna električnih instalacija je izbor tipa osvetljenja i izvora svetlosti. Pri tome se mora uzeti u obzir priroda vizuelnih zadataka, ali se sve više poklanja pažnja i biološkim, ekonomskim i ekološkim efektima koje imaju izabrana rešenja. Tehničke inovacije koje postaju dostupne za svakodnevnu primenu obezbeđuju energetski efikasno osvetljenje koje može da u znatnoj meri smanji potrošnju električne energije. Pored unapređenja efikasnosti izvora veoma bitno svojstvo predstavlja i spektar emitovane svetlosti, u kome je poželjno da bude umanjen udeo svetlosti malih talasnih dužina, odnosno udeo "plave svetlosti". Zato se u ovom radu detaljnije analiziraju mogućnosti primene OLED (Organic Light Emitting Diode) izvora koji zadovoljavaju navedene zahteve. Pored konvencionalne primene za osvetljenje OLED komponente pružaju i mogućnosti za multifunkcionalnu namenu, što može da unapredi komfor i kvalitet prostora. Ovakav potencijal omogućava i potpuno nov način upotrebe i daje mogućnosti za kreativna rešenja u oblasti arhitekture unutrašnjih prostora.

### **Ključne reči**

OLED izvori svetlosti, plava svetlost, ušteda energije, OLED komponente, arhitektura unutrašnjih prostora.

---

<sup>1</sup> Dr teh. nauka, redovni profesor, Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš, Srbija, [snezana.djoric.veljkovic@gaf.ni.ac.rs](mailto:snezana.djoric.veljkovic@gaf.ni.ac.rs)

<sup>2</sup> Mast. inž. el., asistent, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš, Srbija, [nikola.i.mitrovic@elfak.ni.ac.rs](mailto:nikola.i.mitrovic@elfak.ni.ac.rs)

<sup>3</sup> Mast. inž. el., stipendista Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš, Srbija, [sandra.veljkovic@elfak.rs](mailto:sandra.veljkovic@elfak.rs)

<sup>4</sup> Dr teh. nauka, redovni profesor, Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš, Srbija, [jape@masfak.ni.ac.rs](mailto:jape@masfak.ni.ac.rs)

<sup>5</sup> Dr teh. nauka, vanredni profesor, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš, Srbija, [danijel.dankovic@elfak.ni.ac.rs](mailto:danijel.dankovic@elfak.ni.ac.rs)

## INNOVATIVE APPLICATIONS OF OLED COMPONENTS IN ARCHITECTURE

### *Summary*

A very important requirement in the development of electrical installation design is the choice of lighting and light sources. Although, the nature of visual tasks must be taken into account, more and more attention is paid to the biological, economic and environmental effects that the selected solutions have. Technical innovations that are becoming available for everyday usage provide energy-efficient lighting that can significantly reduce electricity consumption. In addition to improving the efficiency of the sources, a very important feature is the spectrum of emitted light, in which it is desirable to reduce the share of light of small wavelengths, ie the share of "blue light". Therefore, in this paper, the possibilities of application of OLED (Organic Light Emitting Diode) light sources that meet the presented requirements are analyzed in more detail. In addition to the conventional lighting application, OLED components also provide opportunities for multifunctional use, which can improve the comfort and quality of the space. This potential enables a completely new way of use and provides opportunities for creative solutions in the field of interior architecture.

### *Key words*

OLED light sources, blue light, reduction of energy consumption, OLED components, interior architecture.

## 1. UVOD

Poznato je da je svetlost omogućava poimanje prostora i boja, pri čemu na jednom nivou obezbeđuje prepoznavanje objekata koji se nalaze u određenom prostoru, a na drugom nivou stvara magiju boja, svetlosti i senke, koji vizuelnom prostoru daju drugu dimenziju [1-3]. Zato je projektovanje osvetljenja posebno značajan proces integrisanja svetlosti u prostor zgrada i arhitektonskih objekata [4]. Tako se pri dizajnu električnih instalacija, odnosno osvetljenja određenog prostora mora uzeti u obzir priroda vizuelnih zadataka, ali se sve više posebna pažnja poklanja i izboru tipa osvetljenja i izvora svetlosti. Takođe, sve više značaja se pridaje i ekonomskim, biološkim, sociološkim i ekološkim efektima koje imaju izabrana rešenja.

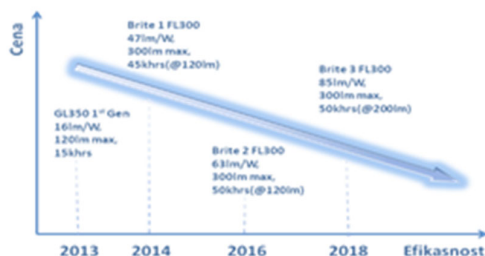
Da bi se u svakom trenutku moglo da odgovori na izazove, naučna saznanja u oblasti tehnologije osvetljenja treba kontinuirano unapređivati. U svim ovim nastojanjima od velikog značaja treba da bude namera da se inženjeri upoznaju sa osnovnim karakteristikama opreme, svojstvima i mogućnostima primene nove, raspoložive tehnologije i tehničkih rešenja. Važna je činjenica da se sa tehničkim napretkom širi opseg tehnologije osvetljenja, a to dovodi do razvoja sve specijalizovanije opreme za osvetljenje.

Tehničke inovacije koje postaju dostupne za svakodnevnu primenu sve više obezbeđuju energetski efikasno osvetljenje koje može da u znatnoj meri smanji potrošnju električne energije. Jedna od novih tehnologija koje se koriste pri proizvodnji izvora svetlosti (kao i mobilnih telefona, tablet računara i drugih uređaja) a koja je bazirana na OLED (Organic Light Emitting Diode) tehnologiji postaje sve atraktivnija, ali i sve dostupnija u oblasti dizajna osvetljenja.



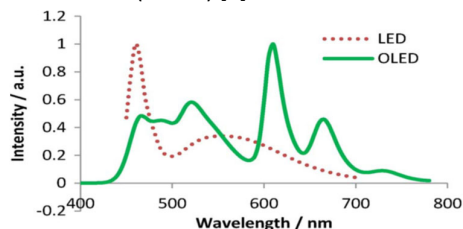
## 2. OLED IZVORI SVETLOSTI

Iako je OLED tehnologija poznata već više decenija, efikasnost dobijenih proizvoda je bila ograničavajući faktor za njihovu širu primenu. Međutim, u poslednjem periodu je došlo do značajnog napretka u obezbeđivanju efikasnijeg rada OLED komponenata uopšte, pa time i izvora svetlosti. Tako se kod ovih komercijalnih izvora svetlosti u toku samo par godine efikasnost tri puta uvećala, kao i radni vek, dok je cena tri puta smanjena [5], što je prikazano na slici 1.



Slika. 1. Tendencije u razvoju OLED izvora - porast efikasnosti uz smanjenje cene

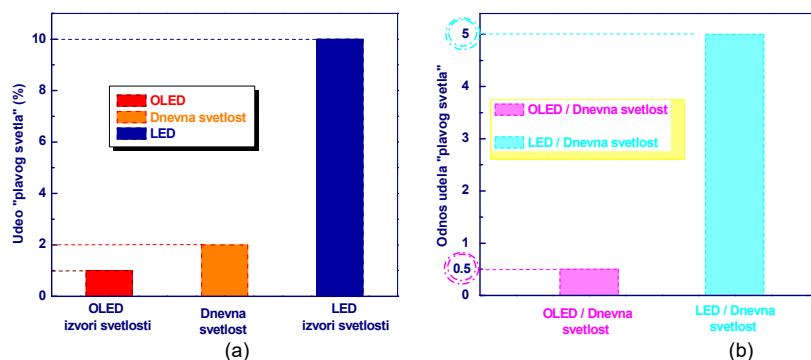
Poznato je da je pored unapređenja efikasnosti izvora veoma je značajan i kvalitet spektra emitovanog svetla. Naime, kvalitet izvora svetlosti je, između ostalog, određen kvalitetom njegovog spektra, koji se najčešće opisuje pomoću temperature boje (ili pridružene temperature boje) i indeksa reprodukcije boje [6]. Indeks reprodukcije boje je pokazatelj sposobnosti izvora svetlosti da adekvatno (što vernije) reprodukuje boje predmeta tako da one budu što bliže prirodnim bojama (koje se vide pri dnevnoj svetlosti), a kod OLED izvora je stepen reprodukcije boje (color rendering index - CRI) veći od 90 [5]. Tako visok indeks reprodukcije boje ovih izvora ukazuje na dobar kvalitet svetlosti koja se od njih dobija. Osim toga, u spektru svetlosti OLED izvora nije toliko izražena svetlost malih talasnih dužina, kao kod LED izvora (slika 2) [7].



Slika. 2. Spektar emitovane bele svetlosti iz LED i OLED izvora [7]

Ovakav spektar OLED izvora jasno ukazuje na njihovu prednost jer je veoma poželjno da u spektru emitovane svetlosti bude umanjen udeo svetlosti malih talasnih dužina, odnosno udeo "plave svetlosti", što je posebno važno kada se uzimaju u obzir biološki, odnosno sociološki efekti [8]. Na slici 3 je prikazan procenat udela "štetnog plavog svetla" u LED i OLED izvorima svetlosti kao i u prirodnom dnevnom svetlu po sunčanom danu (slika 3a), i dat je odnos udela "štetnog plavog svetla" u LED i OLED izvorima svetlosti i u prirodnom dnevnom svetlu (slika 3b).

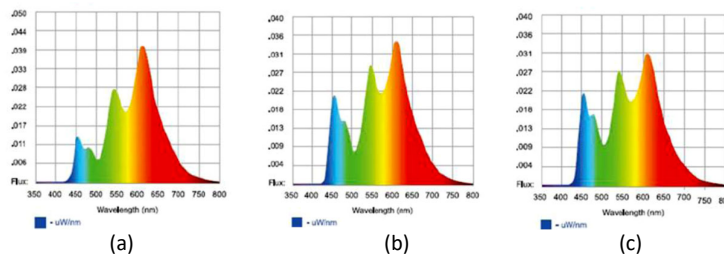
Kada se govori o "štetnim plavim svetlom" podrazumeva svetlost se kraćih talasnih dužina, a time i veće energije ( $E = h\nu = hc/\lambda$ ). Svetlost ovih talasnih dužina sadrže i Sunčeva svetlost, veštački izvori svetlosti, osvetljenje sa ekrana kompjutera, televizora, smartfona... Negativni uticaj se ogleda u tome što može dovesti do degradacije i oštećenja oka ukoliko je ono dugo izloženo ovom svetlu, ali i do poremećaja sna. Zato su OLED izvori koji sadrže mali udeo svetlosti kraćih talasnih dužina (upola manje od dnevne svetlosti, a 10 puta manje od LED ozvora) i pogodni za korišćenje.



Slika 3. Procenat udela "štetnog plavog svetla" (a) u izvorima svetlosti u LED i OLED izvorima svetlosti i u prirodnom dnevnom svetlosti po sunčanom danu i (b) odnos udela "štetnog plavog svetla" u LED i OLED izvorima svetlosti i u prirodnom dnevnom svetlu

Smanjeni udeo svetlosti malih talasnih dužina se jasno uočava u spektru OLED izvora svetlosti. kao što se vidi na osnovu njihovog spektra (slika 4), na kojoj su prikazani spektri izvora svetlosti temperature boje od 3000 K, 3500 K i 4000 K, a merenja su vršena pri temperaturi ambijenta od 25 °C [9].

Zbog izrazitih ekonomskih i ekoloških prednosti koje su posledica u poslednjem periodu postignute komercijalno prihvatljive efikasnosti i zbog bioloških i socioloških prednosti koje su rezultat pogodnog spektra u kome je udeo svetlosti malih talasnih dužina manji čak nego u prirodnoj dnevnoj svetlosti, u ovom radu se detaljnije analiziraju mogućnosti primene OLED izvora svetlosti.



Slika 4. Spektri OLED izvora svetlosti temperature boje od (a) 3000 K, (b) 3500 K i (c) 4000 K [9]

### 3. PRIMENA OLED IZVORA SVETLOSTI

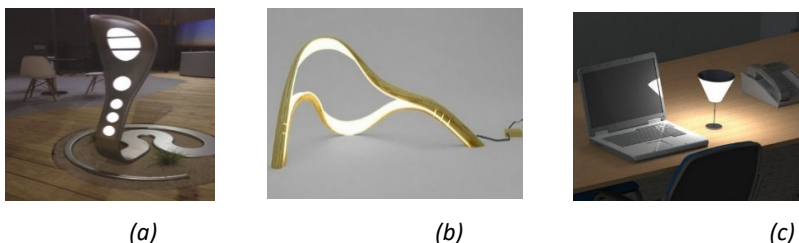
Ukoliko se radi o primeni u oblasti osvetljenja, posebno je značajna primena belog OLED-a, koji ima dovoljno veliku energetska efikasnost. To ukazuje na potencijal da bi se njegovom širom primenom za rasvetu značajno smanjili troškovi za potrošnju električne energije. Pored toga što beli OLED ima mogućnost izrade na velikim panelima, svetlost koju emituje je znatno uniformnija, za razliku od LED izvora koji predstavljaju tačkaste izvore, tako da je mnogo prijatnija za oko i sličnija prirodnom svetlu a izbegava se i neprijatno bleštanje [10]. Navedene razlike se mogu uočiti pri upoređenju lampi u koje su ugrađeni LED i OLED izvori svetlosti, kao što je prikazano na slici 5.



Slika 5. Stone lampe u koje su ugrađeni (a) LED i (b) OLED izvori svetlosti [10].

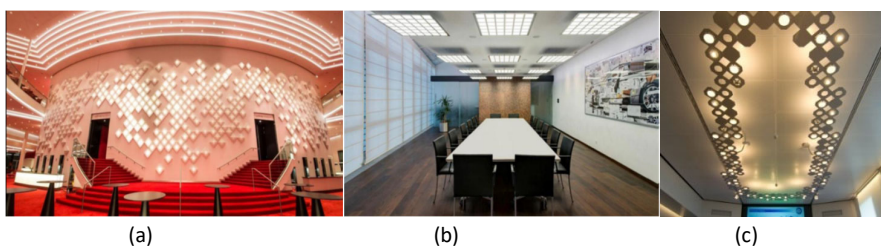
Na slici 5a je prikazana lampa napravljena od fleksibilne silikonske površine, koja sadrži ugrađena polja sa LED diodama, i može da se savija da bi se dobio najbolji položaj, odnosno da svetlost bude najbolje usmerena. Takođe u fleksibilnu silikonsku površinu može da se inkorporira beli OLED, kao što je prikazano na slici 5b. Ovakva silikonska osnova može da se prilagodi velikom broju zahteva uz istovremeno obezbeđivanje prijatnog svetla za čitanje ili rad.

Izuzetno važna osobina, koja i daje posebnu prednost OLED izvorima je njihova fleksibilnost, koja je omogućila formiranje i elemenata za rasvetu izuzetno atraktivnog dizajna uz integraciju u različite materijale. Osnova lampe koja je inspirisana izgledom zmije kobre (slika 6a) je od aluminijuma i uspešno je formirana veoma istanjena forma jer nisu potrebni da se ugrađuju hladnjaci [11]. Takođe se mogu koristiti i materijali, kao što je drvo, koji do skora nisu mogli da budu u neposrednom kontaktu sa izvorima svetlosti. Na slici 6b je prikazan primer kreiranja skulpturalnog oblika od drveta u koji je inkorporiran OLED [12]. U dekorativnom dizajnu korišćenje fleksibilnog OLED-a omogućava realizaciju proizvoda koji su ranije bili praktično nezamislivi, odnosno omogućava inovativne forme izvora svetlosti (slika 6c) [11].



Slika 6. Inovativni dizajn lampi sa OLED izvorima (a) od metala u obliku kobre [11], (b) za forniranje skulpturalnog oblika od drveta [12] i (c) nove forme izvora sa fleksibilnim OLED-om [11]

Na Slici 7a je prikazana modularna instalacija sa OLED izvorima u Pozorištu na Elbi, gde se u centralnom delu nalazi 500 panela tipa FL300 kojima se ostvaruje atraktivno dekorativno osvetljenje [5]. U konferencijskoj sali "Winter Garden" u Audi Forumu u Ingolstadt (slika 7b) se nalazi 15 panela od kojih svaki sadrži 36 Lumiblade GL350 OLED izvora [5]. Svaki panel daje 3900 lm, što omogućava ravnomerno funkcionalno osvetljenje u konferencijskoj sali sa ukupno 58000 lm. Svi paneli su inkorporirani u aluminijumske osnove - nosače, koji su veoma tanki, što doprinosi atraktivnosti prostora u kome se nalaze. Kancelarijski i konferencijski prostori mogu da se transformišu u daleko reprezentativnije prostore upravo pomoću OLED izvora. To je i iskorišćeno za video konferencijsku salu TÜV SÜD u Minhenu čija visina iznosi 2.5 m (slika 7c). Kombinovano je 40 ORBEOS OLED panela sa 26 LED modula da bi se formirala instalacija koja u potpunosti prati konture konferencijskog stola, odnosno predstavlja njegov odraz na tavanici [11].



Slika 7. Modularna instalacija sa OLED izvorima (a) u Pozorištu na Elbi, (b) u Audi Forumu u Ingolstadt [5] i (c) Video konferencijskoj sali TÜV SÜD u Minhenu [11]

Pored relativno konvencionalne primene za opšte i dekorativno osvetljenje OLED izvori svetlosti, odnosno OLED komponente uopšte, pružaju i mogućnosti za multifunkcionalnu namenu, što može da unapredi komfor i kvalitet prostora. Ovakav potencijal omogućava i potpuno nov način upotrebe i daje mogućnosti za kreativna rešenja u oblasti arhitekture unutrašnjih prostora [13-16].

Osim toga što OLED izvorima može da se obezbedi prijatno, funkcionalno ali i dekorativno osvetljenje prostora, posebna atraktivna primena može da bude i formiranje lebdećih instalacija koje prostoru daju posebno dinamičan izgled (slika 8) [17].



*Slika 8. Primena OLED-a za lebdeće svetlosne instalacije i osvetljenje [17]*

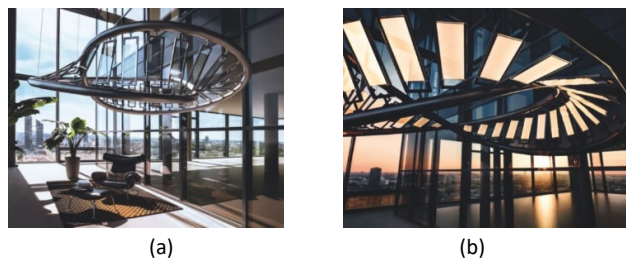
Jedinstvenom kombinacijom tehnologije i umetnosti dizajnirane su kinetičke OLED lampe koje izgledaju kao da lebde u vazduhu. Sastoje se od 140 tankih OLED panela postavljenih u talasnu formu. S obzirom da se transparentni OLED nalazi preko ogledala, kada su isključeni paneli predstavljaju mala ogledala tako da privlače pažnju u bilo kom modu rada. Svetlosna instalacija može da se nalazi na 1.2-2.4 m, a svaki modul može da se instalira nezavisno. Kretanje svakog od modula i svetlosnih panela kontroliše program koji kombinuje i kinetiku u određenoj svetlosnoj koreografiji. Ovakva kontrola omogućava korisniku da odabere jednu od nekoliko unapred definisanih opcija. Veoma je bitno da sistem upravljanja omogućava da ukupan fluks svetlosti koji pada na osvetljenu površinu, ostane stabilan bez obzira na kretanje izvora svetlosti, čime se ostvaruje prijatna atmosfera.

U muzejskom prostoru u Moskvi je realizovana kinetička instalacija sastavljena od trougaonih aluminijumskih osnova dužine stranice 95 cm koje nose ultra tanke trougaone OLED izvore bele svetlosti (debljine 2 cm) koji ujedno predstavljaju ogledala kada su isključeni (slika 9). U okviru jedne trougaone osnove nalazi se 9 nezavisnih dimeabilnih klastera, a obrasci kretanja i osvetljenja su kompjuterski kontrolisani [18].



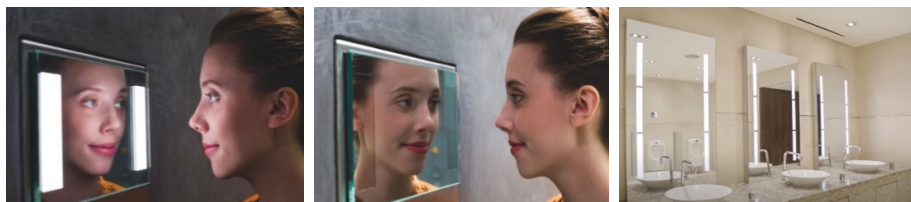
*Slika 9. Instalacija kinetičkog OLED osvetljenja u muzejskom prostoru u Moskvi [18]*

Transparentni OLED se može da koristi i za veoma atraktivne svetlosne instalacije čije površine ne smanjuju prodor dnevne svetlosti, kao što je prikazano na slici 10. Predstavljena "rolerkoster" instalacija sadrži 30 panela koji imaju površinu od 116 cm<sup>2</sup> i transparentnost od 57%. Svetlosna efikasnost ovih transparentnih OLED-a je znatno manje od već postignutih visoko efikasnih OLED komponenata jer je neophodno da obe elektrode budu transparentne [11]. To znači da katoda ne može da bude od metala a provodnost transparentnih elektroda je manja od onih od metala pa je i efikasnost manja.



Slika 10. Svetlosne instalacije formirane od transparentnih panela kada su (a) isključeni i (b) uključeni [11]

Prozirni OLED izvor svetlosti može u potpunosti pokriti površinu ogledala ili samo jedan deo. Kada je isključen, providan je i praktično je deo ogledala, a kada se uključi postaje izvor prijatne bele svetlosti (slika11) [19, 20].



Slika 11. Transparentni OLED kao izvor svetlosti na površinama ogledala [19, 20]

Interaktivna ogledala su inovativna rešenja koja predstavljaju OLED displej [21]. Prednosti interaktivnih ogledala su ogromne, a mogu da se integrišu i u moderne i tradicionalne enterijere. Na slici 12 je prikazano jedno takvo ogledalo od 165 cm, koje pruža višestruke mogućnosti.



Slika 12. Ogledala sa ekranom osetljivim na dodir [21].

## LITERATURA

- [1] Cuttle, C. (2003) Lighting By Design. Architectural Press, An imprint of Elsevier Science
- [2] Ganslandt, R. and Hofmann, H. (1992) Handbook of Lighting Design. ERCO Leuchten GmbH, Lüdenscheid ,
- [3] Gordon, G. (2002) Interior Lighting for Designers. John Wiley & Sons, Inc, 2002
- [4] Rogers, K. (2000) The Usborne Illustrated Dictionary of Science. Usborne Publishing Ltd., London

- [5] <https://www.oledworks.com/wp-content/uploads/2017/05/OLED-Lighting-Berlin-Masterclass.pdf>
- [6] Đokić, L. (2007) Osvetljenje u arhitekturi. Arhitektonski fakultet u Beogradu
- [7] Kathirgamanathan, P., Bushby, L. M., Kumaravel, M., Ravichandran, S., and Surendrakumar S. (2015) Electroluminescent Organic and Quantum Dot LEDs: The State of the Art. *Journal of display technology*, vol. 11, no. 5, pp. 480-493 DOI: 10.1109/JDT.2015.2418279
- [8] <https://www.oledworks.com/wp-content/uploads/2017/10/OLED-World-Summit-John-Hamer-V24-2018-09-21-FINAL.pdf>
- [9] [https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/06/f33/ssl\\_oled-products\\_2016.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/06/f33/ssl_oled-products_2016.pdf)
- [10] <http://www.systemdesignstudio.com>
- [11] <https://www.osram-oled.com/application-general-lighting/index.jsp>
- [12] <https://www.osram-oled.com/ideation-pool/index.jsp>
- [13] Đorić-Veljković, S. and Karamarković, J., (2011) Challenges and Possibilities of Application of Oled Light Sources, Proc. International conference - Innovation as a Function of Engineering Development (IDE 2011), Niš November 2011, pp. 103-108.
- [14] Đorić-Veljković, S. and Rančić, S., (2012) Innovative Systems and Installation for Providing of Light Into the Buildings, Zbornik radova III Naučno-stručnog simpozijuma Instalacije & arhitektura I&A, Beograd, 8. novembar 2012, str. 183-189.
- [15] Veljković, S., Ćurčić, A., Topličić-Ćurčić, G. (2019) Oled Light Sources in Architecture, V International symposium for students of doctoral studies in the fields of civil engineering, architecture and environmental protection (PhIDAC2019) Niš, pp. 199-205.
- [16] Veljković, S., Primena OLED komponenti kao izvora svetlosti, (2019) IEEEESTEC 12th Student Project Conference, Niš, pp. 113-116.
- [17] <http://www.ofdesign.net/interior-design/kinetic-oled-lamp-design-floating-silently-in-space-2503>
- [18] <https://www.kinetic-lights.com/portfolio/living-sculpture-tiffany/>
- [19] [https://www.osram-oled.com/applications/p001\\_microsite\\_content\\_page\\_17.jsp](https://www.osram-oled.com/applications/p001_microsite_content_page_17.jsp)
- [20] <https://www.youtube.com/watch?v=SYQUCpLlc8U>
- [21] <https://www.fotoboxen-kaufen.de/shop/en/buying-a-magic-mirror-75-inch-model-london>



*Tatjana Kosić<sup>1</sup>, Dragana Vasilski<sup>2</sup>*

## **INOVATIVNE TEHNOLOGIJE STAKLENIH FASADA KOMPLEKSNIH FORMI**

### **Rezime**

Geometrijski kompleksne staklene fasade su oblast velikih inženjerskih izazova koji zahtevaju primenu metode integrisanog procesa projektovanja i izgradnje. Istraživanje je fokusirano na nove tehnologije oblikovanja zakrivljenih staklenih fasada kako bi se postigla odgovarajuća forma, sa posebnim osvrtom na novi proizvodni proces različitih geometrija stakla uzimajući u obzir i različite vrste stakla: monolitno, laminirano sigurnosno i termoizolaciono staklo. Ove nove tehnologije su, na prvi pogled, vrlo jednostavne ali vrlo složene u detaljima, a porazumevaju specijalnu tehniku oblikovanja stakla hladnim savijanjem u procesu montaže i u procesu laminiranja.

### **Ključne reči**

Fasade kompleksnih formi. Zakrivljeno staklo. Hladno savijanje.

## **INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF COMPLEX FORM GLASS FACADES**

### **Summary**

Geometrically complex glass facades are an area of great engineering challenges which require application of method of integrated design and construction process. The investigation is focused on the new design technologies on bended glass facades cases to bring it into the right shape with a special focus on new production process of different glass geometries, also taking into consideration different glass types: monolithic, laminated safety or insulated glass. These new technologies are very simple on first sight, but very complex in details, and include the special glass shaping technique of cold bending by assembling process and by lamination proces.

### **Key words**

Complex form facades. Curved glass. Cold bending.

---

<sup>1</sup> Dr, naučni saradnik, Inovacioni centar, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Kraljice Marije 16, 11000 Beograd, [tkosic@mas.bg.ac.rs](mailto:tkosic@mas.bg.ac.rs), [tatjana.bates@gmail.com](mailto:tatjana.bates@gmail.com); vanredni profesor, Departman za arhitekturu, Fakultet za graditeljski menadžment, Univerzitet Union Nikola Tesla, Cara Dušana 62-64, 11158 Beograd, [tkosic@unionnikolatesla.edu.rs](mailto:tkosic@unionnikolatesla.edu.rs).

<sup>2</sup> Dr, redovni profesor, Departman za arhitekturu, Fakultet za graditeljski menadžment, Univerzitet Union Nikola Tesla, Cara Dušana 62-64, 11158 Beograd, [dvasilski@unionnikolatesla.edu.rs](mailto:dvasilski@unionnikolatesla.edu.rs), [dragana.vasilski@gmail.com](mailto:dragana.vasilski@gmail.com).



## 1. UVOD

Arhitektonska praksa je kontinuirano pratila razvoj geometrije, a mnogi arhitektonski pravci su bili inspirisani najnovijim dostignućima u ovoj oblasti. Konstrukcija sve kompleksnijih zakrivljenih formi se, sa arhitektonskog aspekta, tumači kao izraz slobode i dinamike same arhitektonske forme i asocira na ispoljavanje savremenih tendencija u datom istorijskom trenutku. Razvoj računarskih aplikacija omogućio je lakše generisanje kompleksnih geometrijskih formi, stavljajući u ruke arhitekata alate koji omogućavaju njihovo jednostavno oblikovanje. Međutim, za razliku od apstraktnih geometrijskih formi, građevinski elementi imaju fizičke karakteristike koje onemogućavaju izradu svake geometrije u određenom materijalu. Ovo je posebno izraženo u slučaju stakla koji je lomljiv materijal i stoga se ne može proizvoditi u svim oblicima i veličinama. To podrazumeva da pored geometrijskih aspekata, projektovanje i proizvodnja zakrivljenih staklenih fasada obuhvata mnoge aspekte karakteristične za sam materijal a odnose se na moguće forme i dimenzije staklenih panela i njihovu dalju izradu i završnu obradu, primenu različitih tipova (čvrstoća) stakla, termička svojstva stakla, kao i tehnike oblikovanja zakrivljenog stakla, prisustvo vizuelnih nedostataka, a posebno na postignute efekte koje staklo kao materijal donosi u izgrađeni arhitektonski objekat.

Cilj prikazanog istraživanja je prikupljanje podataka o novim tehnologijama oblikovanja zakrivljenih staklenih fasada u cilju realizacije odgovarajućih formi, sa posebnim osvrtom na proizvodni proces različitih geometrija stakla uzimajući u obzir i različite vrste stakla: monolitno, laminirano sigurnosno i termoizolaciono staklo. Ove nove tehnologije su, na prvi pogled, vrlo jednostavne ali vrlo složene u detaljima, a porazumevaju specijalnu tehniku oblikovanja stakla hladnim savijanjem u procesu montaže i u procesu laminiranja.

## 2. METOD

U ovom radu se detaljno razmatraju nove inovativne tehnologije oblikovanja staklenih fasada u arhitekturi kompleksnih formi. Takođe, prikazano je poređenje dve nove tehnike oblikovanja stakla hladnim savijanjem u odnosu na mogućnost postizanja željene forme, varijabilnost strukturnih karakteristika stakla, a time i forme samih fasada, kao i ograničenja u proizvodnji koja se u poređenju sa ravnim staklom značajno razlikuju. Ova tehnika oblikovanja prvenstveno utiče na mehaničke karakteristike finalnog staklenog elementa, ali određuje i minimalne i maksimalne proizvodne karakteristike, vizuelni kvalitet i mogućnost primene daljih procesa i obrade. Da bi se maksimizirale prednosti tehnike hladnog savijanja, arhitekta i inženjeri treba da budu upoznati sa svim ograničenjima u pogledu postizanja odgovarajuće forme, čvrstoće, dimenzija staklenih panela, kao i mogućnosti primene različitih tretmana površine stakla i završne obrade, a koja nameću različiti procesi.

## 2.1 TEHNIKA HLADNOG SAVIJANJA ZA OBLIKOVANJE ZAKRIVLJENOG STAKLA

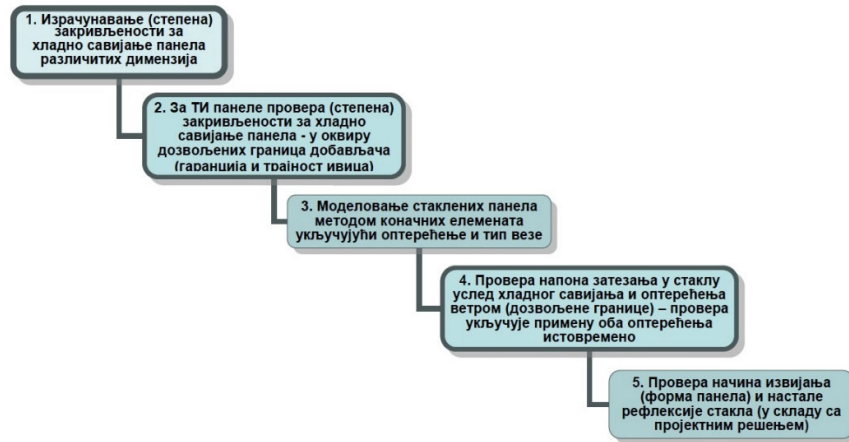
Skorašnji primeri staklenih omotača na kojima je primenjena nova tehnika oblikovanja stakla hladnim savijanjem otvaraju mogućnosti za primenu dvostruko zakrivljenog, kaljenog i laminiranog stakla (sigurnosnog) u cilju izrade elemenata čiji optički i tehnički kvalitet ispunjava zahteve za glatkom zakrivljenom i providnom površinom omotača zgrada (Slika 1).



Slika 1. Hladno savijanje (u procesu montaže): a) Muzej - Victoria & Albert, London;

b) Tramvajska stanica - TGV, Strasburg; c) Autobuska stanica - Zuidpoort, Delft

Kompanija *RFR* iz Pariza je među prvima uočila mogućnosti novog načina oblikovanja stakla još početkom '90-ih. Za razliku od tradicionalnog (termičkog) savijanja, nova tehnika može značajno poboljšati estetski kvalitet, smanjiti ukupne troškove primene zakrivljenog stakla, ali i omogućiti primenu polukaljenog, kaljenog i laminiranog (sigurnosnog) stakla karakteristične čvrstoće, kao i primenu gotovo svih prevlaka i filmova. Osnovna prednost tehnike hladnog savijanja je eliminisanje vizuelnih izobličenja i nepromenjenih fizičkih svojstava stakla jer, za razliku od termičkog savijanja, nema promene u strukturi stakla već samo u njegovoj formi. Ovom tehnikom moguće je postići glatke, zakrivljene površine bez izobličenja primenom svih tipova stakla. Međutim, glavno ograničenje ovog procesa je dozvoljena zakrivljenost koja se mora razmotriti posebno za svaki projekat. Odluku o odgovarajućoj formi treba doneti u ranoj fazi projekta prateći osnovne korake u procesu (Slika 2).



Slika 2. Osnovni koraci u procesu hladnog savijanja stakla

Tehnika hladnog savijanja koristi prednosti linearne elastične deformacije stakla, zahvaljujući niskom modulu elastičnosti - oko 70.000 Mpa [1]. Sam proces se zasniva na prednapregnutom stanju kaljenog stakla. Naponi usled hladnog savijanja se superponiraju sa zaostalim naponima prednapregnutog stanja i teoretski mogu u potpunosti kompenzovati napone zatezanja kaljenog stakla.

Iako je u praksi teško primeniti konstantan moment savijanja na stakleni panel, moguće je kreirati jednostruku zakrivljenost prema statičkoj šemi konzolne grede sa primenom silom na kraju, ili sa kreiranjem dva konzolna prepusta i sile na oba kraja. Dvostruko zakrivljena forma se može postići samo istovremenom primenom sile na potreban broj tačaka sa obe strane panela, jer u suprotnom stakleni panel teži da se vrati u jednostruko zakrivljenu formu. Vrednosti napona i deformacija u odnosu na varijacije debljine i poluprečnika savijanja, kao i na odnos dužine i širine panela, mogu se ustanoviti primenom analitičke i numeričke analize [2]. Ovo implicira da zakrivljenost zavisi od debljine stakla i mogućih napona zatezanja na površini.

Sa aspekta veće površine - staklena fasada se kreira procesom panelizacije površine na pojedinačne elemente trougaone ili četvorougaoone forme. Generalno, primena četvorougaoonih panela na geometrijski kompleksnoj formi ima estetske i ekonomske prednosti [3]. Dvostruko zakrivljena, "glatka" površina staklene fasade može se postići spajanjem pojedinačnih jednostruko zakrivljenih panela u jednom od dva pravca glavnih krivih, dok je njegoa površina zakrivljena u drugom pravcu (geometrija "torsa"). U ovom slučaju se mogu uočiti mala ugaona odstupanja zbog refleksije svetlosti staklene površine. Sa druge strane, primena dvostruko zakrivljenih panela podrazumeva odstupanje jednog od četiri ugla panela od ravni (geometrija negativne Gausove krive), što izaziva uvrnutu deformaciju staklene ploče („hipar“ površ). Ovo rezultira karakteristikama jedne membranske konstrukcije – silom zatezanja duž ivica panela i silom pritiska oko centralnog dela zakrivljenog panela.

Studija koja je definisala principe hladnog savijanja staklenih panela, sprovedena tokom 2003. godine, rezultirala je Staaksovom teorijom. U laboratoriji *Octatube* je dokazano da se stakleni paneli mogu elastično uvijati na način da se simetrično deformišu

kreirajući “hipar” površinu, sve dok deformacija (odstupanje jednog ugla od ravni) iznosi maksimalno 16x debljina panela. Veće uvijanje će izazvati deformacije koje će rezultirati jednostrukim zakrivljenjem duž kraće dijagonalne ose. Generalno, deformacija u vrednostima od 50 - 100 mm/m2 širine panela je moguća korišćenjem kaljenog stakla [4]. Pored toga, treba imati u vidu da je staklo samo deo sistema zastakljenja, s obzirom da hladno savijanje utiče na naprezanja i u drugim različitim komponentama. Iz tih razloga, neophodno je pojedinačno analizirati ponašanje svake komponente zastakljenja tokom procesa savijanja, kao što su staklo, međuslojevi, silikonske zaptivke, distanceri u staklopaketima, profili i vazduh.

U cilju postizanja jedinstvene estetike forme pojedinačnih panela, kao i ušteda koje omogućava ovaj način oblikovanja, primenjuju se dve osnovne tehnike hladnog savijanja stakla: hladno savijanje u procesu montaže (mehanički, na licu mesta/u fabrici) i hladno savijanje laminiranjem (u autoklavu/vakumskoj kesi).

### **2.1.1 Hladno savijanje stakla u procesu montaže (mehanički)**

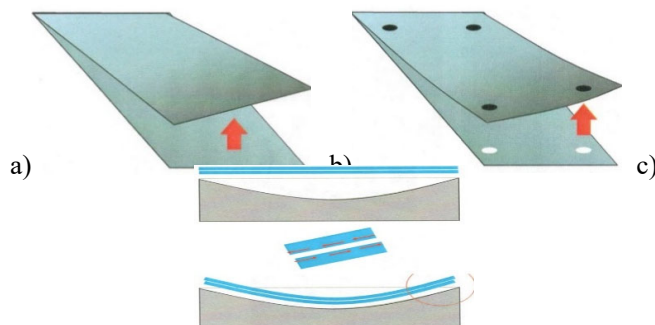
Ravni stakleni paneli se mogu savijati direktno na gradilištu tokom procesa montaže. Usled primenjene snage i u zavisnosti od otpora, staklo se mehanički savija spoljnim kontaktnim pritiskom, guranjem ili povlačenjem ivica ili uglova da bi se postiglo željeno izobličenje ili zakrivljenost (Slika 3). Zadržavanje stakla u željenom obliku postiže se fiksiranjem za podkonstrukciju.



*Slika 3. Proces hladnog savijanja stakla – na potkonstrukciji, u fabrici [5]*

Dve različite vrste zakrivljenosti se mogu postići:

- Savijanje u cilindrični oblik (jednostruka zakrivljenost – “torsa” geometrija), kada su susedne dve ivice uvek paralelne i ravne, a dve zakrivljene (slika 4a),
- Uvijanje u dvostruko zakrivljenu formu (“hipar” geometrija), kada je jedan ugao izdignut od ravni dok ivice ostaju ravne, ali ne i paralelne (slika 4b).



Slika 4. Proces hladnog savijanja stakla: a) Simetričan spoljašnji kontaktni pritisak za postizanje jednostrukog zakrivljenja i b) Asimetričan spoljašnji kontaktni pritisak za postizanje dvostrukog zakrivljenja – a) i b) Savijanje tokom montaže; c) Savijanje tokom laminiranja [6]

### 2.1.2 Hladno savijanje postupkom laminiranja

Drugi način zadržavanja forme može se postići istovremenim procesom savijanja i laminiranja staklenih ploča pomoću krutog međusloja (slika 4c). Kompanija *Seele* imala je presudnu ulogu [6] u razvoju ove nove tehnologije savijanja stakla postupkom laminiranja, koji podrazumeva kreiranje krute veze (na smicanje) između stakla i međusloja u cilju postizanja ekstremno velikih, zakrivljenih panela. Hladno savijanje postignuto postupkom laminiranja, koje na taj način doprinosi stabilizaciji forme, podrazumeva sledeće korake: postavljanje redom staklenih ravnih ploča (najčešće kaljenog stakla) i međuslojeva; postizanje željenog oblika panela fizičkim pritiskom (ili pod presom) i njegovim fiksiranjem za potkonstrukciju; laminiranje u autoklavu (odgovarajuća temperatura i pritisak od 1,2 MPa) ili u vakumskoj kesi (odgovarajući pritisak od 0,07-0,09 MPa) [6]; očvršćavanje međusloja i uspostavljanje otpornosti na smicanje uz neophodnost kontrole visokog kvaliteta zbog "povratnog" efekta, i na kraju skidanje sa potkonstrukcije. Konačno stanje deformacije će se postići u zavisnosti od karakteristika međusloja i njegove otpornosti na smicanje, odnosno viskoelastičnosti. Ovom metodom moguće je postići dvostruko zakrivljene forme čiji poluprečnici iznose od 17 m do 40 m, u zavisnosti od dimenzija panela, željene forme i primenjene tehnike. Manje dimenzije omogućavaju veću zakrivljenost. Maksimalne dimenzije panela iznose 14 x 2,80 m [2].

## 2.2 TEHNOLOŠKI PARAMETRI OBLIKOVANJA STAKLA HLADNIM SAVIJANJEM

U cilju maksimalnog iskorišćenja svih prednosti tehnike oblikovanja stakla hladnim savijanjem, neophodno je razmotriti različite tehnološke parametre koji se odnose na mogućnosti i ograničenja u pogledu karakteristika stakla kao što su forma, dimenzije, čvrstoće stakla, mogućnosti primene različitih prevlaka i pojava vizuelnih/optičkih nedostataka na površini stakla: optička distorzija, anizotropija i izobličenja usled refleksije.

Ovi indikatori, definisani i predstavljeni u Tabeli 1, moraju se uzeti u obzir u proceni izvodljivosti projektovanih fasada, u fazi izrade projekta za izvođenje [7].

### 2.3 REZULTATI I DISKUSIJA

Očigledno je da će se primena geometrijski kompleksnih staklenih fasada povećati u budućnosti. Savremena tehnika oblikovanja zakrivljenog stakla postupkom hladnog savijanja, koja do sada nije primenjivana u Srbiji, predstavlja rešenje u skladu sa fizičkim karakteristikama stakla, dok značajno doprinosi ekonomskoj efikasnosti, sprečavanju vizuelnih nedostataka površine stakla izazvane termičkim savijanjem i doprinosi mogućnosti primene većine prevlaka i filmova. Primenom hladnog savijanja moguće je kreirati modele staklenih fasada predstavljene geometrijom:

- "hipar" (hiperbolički paraboloid – dvostruko zakrivljene), i
- "torsa" (jednostruko zakrivljene) površine pojedinačnih staklenih panela.

Definisani tehnološki parametri koji predstavljaju mogućnost i ograničenja oblikovanja stakla hladnim savijanjem mogu se koristiti kao osnova za određivanje forme, dimenzija, čvrstoće, mogućih prevlaka i vizuelnih karakteristika zakrivljenog stakla u odnosu na određenu tehniku oblikovanja hladnim savijanjem.

### 3. ZAKLJUČAK

Nova tehnika hladnog savijanja pruža mogućnosti za inovativnu primenu jednostruko i dvostruko zakrivljenih staklenih panela u cilju realizacije geometrijski kompleksnih formi staklenih fasada, s obzirom da postignuti tehnički i optički i kvaliteti ispunjavaju zahteve za glatkim zakrivljenim i transparentnim površinama fasada. Oblikovanje željene forme fasade mora biti pažljivo procenjen od ranih koraka, uključujući i izbor odgovarajuće tehnike oblikovanja stakla. Na kraju, izrada kvalitetne zakrivljene staklene fasade čiji elementi su oblikovani hladnim savijanjem podrazumeva dobru komunikaciju i saradnju svih učesnika (inženjera, proizvođača fasade i montažera). Međutim, treba imati u vidu da hladno savijanje neće u potpunosti zameniti termičko savijanje, s obzirom da je moguće postići samo manja zakrivljenja odnosno velike poluprečnike krivina savijenog stakla.

Tabela 1. Tehnološki parametri (mogućnosti i ograničenja) oblikovanja stakla hladnim savijanjem

Tehnološki parametri (mogućnosti i ograničenja) oblikovanja stakla hladnim savijanjem				
Tehnika oblikovanja		Hladno savijanje		
		tokom montaže (mehanički)	tokom laminiranja	
Forma i dimenzije	Jednstruko zakrivljeno staklo	+	+	
	Dvostruko Zakrivljeno staklo	+	+	
	Maximalne dimenzije panela (cm) (širina x dužina)	330 x 1.500	330 x 1.500	
	Max. poluprečnik zakrivljenosti (cm)	/	/	
	Min. poluprečnik zakrivljenosti (cm)	500 (debljine 3 mm) 900 (1,000) (deblj. 6 mm) $r_{allow.} = E \cdot z / \sigma_{allow.}$	500 (debljine 3 mm) 900 (1,000) (deblj. 6 mm) $r_{allow.} = E \cdot z / \sigma_{allow.}$	
	Max. izvijenost van ravni (cm)	< 16.8 x debljine stakla	< 16.8 x debljine stakla	
	Tolerancije (mm) (širina, dužina, forma)	/	/	
Tip/Čvrstoća stakla	Flot staklo	+	+	
	Polukaljeno staklo	+	+	
	Kaljeno staklo	+	+	
	Dalja obrada	Laminirano staklo	+	+
		Termoizolaciono staklo	+	+
Prevlaka/ Premaz	Meka prevlaka	+	+	
	Tvrda prevlaka	+	+	
	Keramička prevlaka (boja)	+	+	
Nedostaci	Anizotropija	+	+	
	Optička distorzija	-	-	

## LITERATURA

- [1] Feldmann, M., Kasper, R., .... (2014). Guidelines for European Structural Design of Glass Components. Publications Office of the EU.
- [2] Fildhuth, T., & Knippers, J. (2009). Double Curved Glass Shells from Cold Bent Glass Laminates. In J. Vitkala (Ed.), All eyes on smarter glass - GPD (pp.316-321). GPD.
- [3] Kosić, T., Svetel, I., Stavric, M. (2018a). Technological and Economic Assessment of Different Models of Geometrically Complex Forms of Glass Envelopes. In A. Luible & S. Gosztanyi (Eds.), Facade 2018 – Adaptive!, Proceedings of the Cost Action TU1403 – Adaptive Facades Network Final Conference (pp. 441-451). TU Delft Open.
- [4] Eekhout, M., & Staaks, D. (2012). Cold twisted glass panels. In J. Schneider & B. Weller (Eds.), Engineered transparency (pp.213-222). University of Darmstadt, Germany.
- [5] Molter, F., & Wolf, T. (2011). Glass-shaping Techniques in Building. Detail - Glass Construction, 1/2, 80-86.
- [6] Neugebauer, J., Penkova, N., & Iliev, V. (2013). Insulated Glass and Curved Glass. In J. Belis & J. Schneider (Eds.), Structural Glass - Cost Training School (pp. 71-104). COST – European Cooperation in Science and Technology.
- [7] Kosić, T., Svetel, I., Vasilski, D., & Cekić, Z. (2018b). Technologies for complex glass envelopes design production methods overview. In V. Radonjanin & R. Folić (Eds.), 14th iNDiS - International Scientific Conference (pp.681-692). Department of Civil Engineering and Geodesy, Faculty of Technical Science, Novi Sad.



*Una Okilj<sup>1</sup>, Malina Čvoro<sup>2</sup>, Saša Čvoro<sup>3</sup>*

## **PRIJEDLOG UNAPREĐENJA URBANOG OSVJETLJENJA PREMA METODI REKONSTRUKCIJE JAVNE RASVJETE U LOKALNIM ZAJEDNICAMA**

### **Rezime**

Razvoj savremenih tehnologija ima za cilj postizanje energetske efikasnosti i smanjenje emisije CO<sub>2</sub>. Vještački izvori svjetlosti koji ispunjavaju ovakve zahtjeve imaju mnoge druge prednosti koje se ne prepoznaju uvijek u procesu planiranja i zahtijevaju redizajn i drugačiji pristup planiranju javne rasvete. U gradu Banjaluka u toku je rekonstrukcija javne rasvete, prema uputstvima i smjernicama datim kroz Akcioni plan energetske efikasnosti [1]. U ovom radu predstavljen je model rekonstrukcije kroz proračun zamjene postojećih sa predloženim svjetilkama. Po istom modelu, ali drugačijim pristupom pri izboru odgovarajuće lampe, dobijene su bolje uštede energije i jednak period povrata investicije. Cilj rada je da se istakne značaj planiranja urbanog osvetljenja u razmeri master plana.

***Ključne reči:** javna rasvjeta, ušteda energije, rekonstrukcija, urbano osvetljenje*

## **PROMOTION OF URBAN LIGHTING ACCORDING TO THE METHOD OF RECONSTRUCTION OF PUBLIC LIGHTING IN LOCAL COMMUNITIES**

### **Summary**

The development of modern technologies aims to achieve energy efficiency and reduce CO<sub>2</sub> emissions. Artificial light sources that meet such requirements have many other advantages that are not always recognized in the planning process and require a redesign and a different approach to public lighting planning. In the city of Banja Luka, the reconstruction of public lighting is in progress, according to the instructions and guidelines given through the Energy Efficiency Action Plan[1]. In this paper, a method of reconstruction is presented through the calculation of replacing the existing ones with the proposed lamps. According to the same model, but with a different approach in choosing the appropriate lamp, better energy savings and an equal payback period were obtained. The aim of this paper is to emphasize the importance of urban lighting planning in the scale of the master plan.

***Key words:** public lighting, energy saving, reconstruction, urban lighting*

---

<sup>1</sup> mast.inž.arh., Univerzitet u Banjoj Luci, Banja Luka, Republika Srpska, [una.okilj@aggf.unibl.org](mailto:una.okilj@aggf.unibl.org)

<sup>2</sup> Prof.dr, dipl.inž.arh., Univerzitet u Banjoj Luci, Banja Luka, Republika Srpska, [malina.cvoro@aggf.unibl.org](mailto:malina.cvoro@aggf.unibl.org)

<sup>3</sup> Prof.dr, dipl.inž.arh., Univerzitet u Banjoj Luci, Banja Luka, Republika Srpska, [sasa.cvoro@aggf.unibl.org](mailto:sasa.cvoro@aggf.unibl.org)

## 1. INTRODUCTION

Global energy policy is aiming to slow down the climate change whereas the issue of energy consumption in buildings, industry and transport stands at the heart of the European Union's energy efficiency policy. The subject of many researches are the possibilities of saving energy from lighting in different fields of planning when knowing that public lighting is one of big consumers of energy. Therefore, there is a need for a detailed analysis of existing public lighting systems and planning of higher quality of the new ones. Some countries in the Balkans have managed to align their legislation with the European standards and to introduce mandatory energy audits for public lighting in settlements with over 20,000 inhabitants. [2] Public lighting systems are owned by the city and the costs of investment, reconstruction, system maintenance and ultimately for the electricity consumed may amount to about 3% of the total costs of the city budget. [3]

In Republika Srpska, public lighting participates in energy consumption with over 20%, [4] so it is necessary to reconstruct the public lighting system in cities. The Law on Energy Efficiency was adopted in 2013 in order to legally regulate the field of energy efficiency and fulfill the obligations arising from the Southeast Europe Energy Community Treaty and to apply the measures that would improve the energy efficiency use in final consumption. (Zakon, 2013) The aim of the Law is to achieve sustainable energy development by applying energy efficiency policies and measures in final consumption. This also means reducing negative impacts on the environment and rationalization of energy consumption, both at the national and local levels. The City of Banja Luka has recognized this issue in few recent years and has begun modernization of public lighting in accordance with the recommendations of in the Action Plan of the Energy Efficiency of the Republic of Srpska. (APEE, 2016)

Public lighting is through these laws and regulations observed from the energy aspect through management system, a light flux control system and through the use of energy efficient light sources. Still, in the process of planning of public lighting in the city on the river, it is necessary to consider, besides energy and economy, also other aspects important for quality urban life. The practice of making a lighting master plan has not yet taken root and there is no a single document on lighting in the city. In this paper, the energy and economic justification of urban lighting planning has been examined on a representative example by using the method of reconstruction of public lighting in local communities. The aim is to show the importance of lighting planning on a small section along the banks of Vrbas river which sums up different, characteristic needs for quality urban lighting and to show equal or better energy and economic effects.

## 2. RECONSTRUCTION OF PUBLIC LIGHTING ACCORDING TO APEE RS

The Energy Efficiency Action Plan (APEE) up to 2018 has defined measures for the improvement of energy efficiency in the service sector including the reduction of electricity consumption for the operation of public lighting systems by installing energy efficient public lighting systems and introducing management systems. Effective management of public lighting implies adequate use of available resources and implementation of measures and

activities of local governments and other institutions, which will result in increased functionality and quality of public lighting and reduce costs necessary for the operation of public lighting systems. In that sense, the Association of Municipalities and Cities of the Republika Srpska and the Association of Municipalities and Cities of the Federation of BiH, in cooperation with GIZ, developed a guide on Public Lighting and Local Self-Government. (Vodič, 2013) The guide provides a detailed economic analysis based on the replacement of one existing luminaire with the most economically viable energy-efficient replacement luminaire. The initial investment of the replacement was made on the basis of the replacement of the complete lamp, and not only the light bulb, because new sets of light bulbs with accompanying equipment cannot be installed in the existing fittings ( housings). It was also taken into account that there are a large number of fittings (lamps) in municipalities that are inadequately constructed and do not meet modern environmental criteria (spherical light scattering). For the economic analysis of the lamp replacement, the technical parameters of the lamp are defined, namely the lamp power [W], the consumed electricity [kWh / year] and the service life [hours] for the existing and replacement lamp; economic parameters of the lamp for the consumed electricity [EUR / year] and maintenance costs [EUR] for the existing and replacement lamp, as well as the initial investment [EUR] for the replacement lamp; profitability analysis for initial investment [EUR], difference in exploitation before and after replacement [EUR] and single payback period [year]. (Vodič, 2013) As HID lamps are represented in Bosnia and Herzegovina, as well as in the entire Balkan region, the guide suggests appropriate replacement lamps (Table 1) and provides a calculator and an example of economic analysis of replacement, (Figure 1) with the result in annual savings of electricity and maintenance, as well as the investment payback period.

*Table 1. Most frequent situations related to reconstruction or modernization of public lighting (Vodič, 2013)*

Postojeće stanje	Zamjena	Postojeće stanje	Zamjena	Postojeće stanje	Zamjena	Postojeće stanje	Zamjena	Postojeće stanje	Zamjena
Živa 80W	NVP FMB 70W	Živa 125W	NVP FMB 70W	Živa 250W	NVP FMB 150W	Živa 400W	NVP FMB 250W	NVP FMB70W	LED 73W*
Živa 80W	NVP ELB 70W	Živa 125W	NVP ELB 70W	Živa 250W	NVP ELB 150W	Živa 400W	NVP ELN 250W	NVP FMB150W	LED 73W*
Živa 80W	LED 73W*	Živa 125W	LED 73W*	Živa 250W	LED 73W*	Živa 400W	LED 150W*	NVP FMB250W	LED 110W*
Živa 80W	MH 70W	Živa 125W	MH 70W	Živa 250W	MH150W	Živa 400W	MH 150W	NVP FMB400W	LED 150W*

\*Snaga zavisi od geometrije saobraćajnice i optike koja se nalazi u svetiljci.

The units of local self-government that have modernized the entire or a larger part of the public lighting network according to this Guide, have significantly reduced the costs of electricity for public lighting and practically no longer have the costs of current maintenance or have reduced them to a minimum. In the city of Banja Luka, the reconstruction of public lighting is in progress and currently there are about 18,000 lamps in the city. Until 2018, a total of 1,834 lamps in 64 streets have been replaced as part of the first part of the "LED 1" project. The construction of new public lighting is underway, which started the second part of "LED2" in several streets in the city in the length of about 4.7 kilometers and it is planned to replace about 1,400 existing lamps with LED lamps in 80 streets. [5] The Department of Communal Affairs believes that such a reconstruction will reduce electricity consumption by over 60 percent. High energy savings are obtained by replacing mercury-based sources and such an example is given in the guide. Guided by the method of economic analysis under reconstruction, the replacement of lamps is considered as an investment, motivated by energy savings. The quality of the existing lighting system

and its adequacy for the planned new sources are assumed, so there are no possible effects of a different approach and planning of urban lighting according to the character and purpose of individual city units.

NVP 100 W SE MIJENJA SA LED 73 / 740 DM													
xxxx		Unesite traženu vrijednost		Cijena električne energije: 0.15 cent/kWh									
Tip sijalice	Jedinična snaga [W]	Broj kom.	Ukupna snaga	Potrošnja [kWh]								Životni vijek [h]	Period zamjene [god]
				1	2	3	4	5	6	7	8		
Postojeće stanje													
NVP	100	23	2300	10074	20148	30222	40296	50370	60444	70518	80592	16000	3.7
Zamjena													
LED 73/740 DM	73	23	1679	7354	14708	22062	29416	36770	44124	51478	58832	50000	11.4
Razlika u životnom vijeku:											68		

Tip sijalice	Trošak zamjene [EUR]	Potrošnja [EUR]								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
NVP										
Potrošnja el.energije:			1511	3022	4533	6044	7556	9067	10578	12089
Troškovi održavanja:	552	3.7	0	552	1104	1656	2208	2208	2760	3312
Eksploatacioni trošak:			1511	3574	5637	7700	9764	11275	13338	15401
LED 73/740 DM										
Investicija:	4945									
Potrošnja el.energije:			1103	2206	3309	4412	5516	6619	7722	8825
Troškovi održavanja:	5405	11.4	0	0	0	0	0	0	0	0
Eksploatacioni trošak:			1103	2206	3309	4412	5516	6619	7722	8825
Ukupan trošak:	4945		6048	7151	8254	9357	10461	11564	12667	13770
Razlika:	-4945		-4537	-3577	-2617	-1657	-697	-289	671	1631

Period povrata investicije: 6 god. [Očitati sa dijagrama](#)  
 Godišnja ušteda električne energije: 27 %  
 Ušteda u održavanju za 5 god: 100 %

Godišnji trošak NVP 100 W  
 Godišnji trošak+investicija LED 73/740 DM

Period povrata investicije

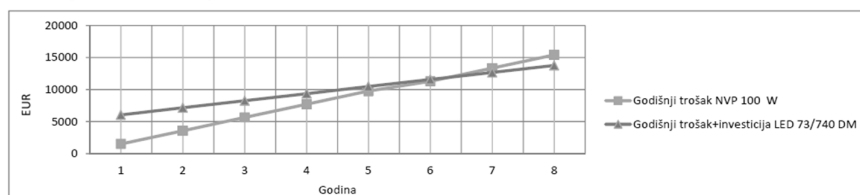


Figure 1. Economic analysis of the replacement (23) of lamp NVP 100W with recommended replacement lamp LED 73W, according to the method of reconstruction of public lighting in local communities (Vodič, 2013)

### 3. URBAN LIGHTING IN PART OF THE RIGHT BANK OF VRBAS RIVER

One of strategic goals of the development of the city on the Vrbas river is "Environmentally sustainable, communally equipped and energy efficient environment - Green City". In the document Development Strategy of the City of Banja Luka 2018-2027, the concept of a "green city implies the arrangement of green urban areas, parks, recreational areas, the river banks of the Vrbas and its tributaries and the management of natural resources in a responsible and creative way. [6] Both aesthetic and functional aspects are considered, with a focus on protection of urban environment in the context of

social and economic development. Banja Luka is a city on the river and throughout history the city's development strategy has changed while the waterfront has for many years been on the margins of the city and its bridges have not been shaped as a public space of the city upon the river. [7] Today, the city is strategically returning to the river and its waterfront is recognized as a place important for the development of the "green" city. However, landscaped parts of the waterfront in Banja Luka, whether it is a pedestrian stretch along the Vrbas river with landscaped green areas or an important place for gathering, recreation and rest, or a place for sports and art events which are accessible to citizens during the day are not adequately lit during the night and not safe area to stay by the river in the evening.

On a representative example, a small section along the Vrbas river, the possibilities of fulfilling the set strategic goal with the emphasis on development of a master plan for urban lighting have been examined. The analysis of the current situation has established that not only there was a lack of adequate ambient park lighting of the promenade, architectural and decorative lighting of bridges, but also that functional lighting in the form of public lighting does not fulfill its basic task. In compliance with the recommendations for the lighting of different purpose areas, by establishing a hierarchy in the lighting of individual parts, [8] a redesign of the lighting of the pedestrian zone in the waterfront area was proposed. The proposal by Radovanac [9] includes the reconstruction of the existing public lighting system and introduction of new forms of lighting, responding primarily to the natural context and includes its importance in the representation of the city at night. By recognizing different ambiances, the character of the parts within the spatial scope, as well as different requirements of all user profiles, the lamps were carefully selected for a unique presentation of the "green" city on the Vrbas.

On the stretch of the coast between the Venice and the Rebrovac Bridge, there are 23 light poles at a distance of thirty meters. Lighting poles are the only source of direct lighting. The name of the lamp installed on the site is K-lux produced by the manufacturer Minel-Schreder and is normally found in the lighting of parks, squares, promenades and other pedestrian areas. The luminaire consists of a galvanized steel conical-cylindrical column Ø 60-76 mm black RAL 9005 and a housing made of die-cast aluminum alloy, a protector and cover made of polycarbonate, mirrors made of electropolished and anodically protected aluminum. The design meets the requirements necessary to avoid light pollution. The built-in light bulb is high-pressure sodium of 100 W. (Figure 2)



Figure 2. Characteristics of the existing lamp [10]

Light comfort in this range was analyzed by the method of light inspection or "walk thru survey" method, which consists of a site tour, visual inspection and analysis of site characteristics with minimal or no measurement. It was determined that there is a lack of available light at the location, both due to improper operation of lighting poles and due to the surrounding greenery. The distance of 30 m between the lamps is too large to provide

a satisfactory level of illumination, so there are larger dark zones along the path. The distance between the lighting fixtures is not uniform and depends on the physical structures that interrupt the continuity. The uniformity of lighting is also endangered by the contamination of the lamps, unmaintained vegetation with which the lamps are placed too close, two burnt-out lamps, as well as the instability of the operation of two lamps that are arbitrarily activated and deactivated. The analysis of lighting intended exclusively for pedestrians, through the analysis of lighting characteristics, physical structure, history of criminal activities in this part of the coast, socio-cultural aspects, traffic flows, flora and fauna, provides insight into the impact of lighting quality on the environment and ambient values. It was concluded that the current state of public lighting in the part of the coast between the Venice and the Rebrovac Bridge in Banja Luka does not meet the required level of light comfort from the functional aspect (insufficiently and unevenly lit areas). At the same time, the way in which the lighting is solved is not in accordance with the character of the space. The lighting of the waterfront area in the part between the Venice and the Rebrovac Bridge needs to be redesigned in order to create a night ambience, emphasize the attractiveness of the space and extend its use at night.

The design of the lighting affects the experience, and its improvement would result in increased attendance, i.e. activation of the space, extended time of use and complete change in users' perceptions of safety. In urban areas such as pedestrian zones, natural structures, river banks and the park, ambient lighting is needed. The urban lighting design proposal offers several different types of luminaires for path lighting as a replacement for existing ones and additional for ambient park lighting of water access and decorative architectural lighting of bridges. [9] The selection of the lamp for path lighting was performed according to the lighting-technical characteristics, the purpose of the space and the design solution. A suitable Soul 180 lamp was proposed to illuminate the tracks, and it was concluded that the distance between the lamps should be reduced. This means that in the case of the selected lamp, the optimal distance is 18m, which increases the number of lamps from the existing 23 to 36 new lamps. The lamp provides diffused and homogeneous light, color temperature 3000 K, color reproduction index Ra = 80%, 27W.



Figure 3. Characteristics of the replacement lamp [9]

#### 4. ENERGY JUSTIFICATION OF URBAN LIGHTING DESIGN

In order to check the energy and economic justification of the design of urban lighting, the Calculator for local self-governments - Public lighting was used. The characteristics of the existing public lighting luminaires (power, number, annual consumption and lifespan) were compared with the proposed replacement luminaire for

lighting the paths of the coastal urban lighting project between the Venice Bridge and the Rebrovac Bridge in Banja Luka. Electricity consumption, maintenance costs and operating costs for existing and replacement luminaires were calculated and the total cost is the sum of investment and operating costs. The obtained results are also graphically presented through the return investment period and especially the annual electricity savings and maintenance savings are listed while the difference between the existing and the proposed solution is numerically and graphically illustrated by the analysis of energy consumption and project justification.

### NVP 100 W SE MIJENJA SA LED Soul 27

xxxxx		Unesite troženu vrijednost		Cijena električne energije: 0.15 cent/kWh									
Tip sijalice	Jedinična snaga [W]	Broj kom.	Ukupna snaga	Potrošnja [kWh]								Životni vijek [h]	Period zamjene [god]
				1	2	3	4	5	6	7	8		
Postojeće stanje													
NVP	100	23	2300	10074	20148	30222	40296	50370	60444	70518	80592	16000	3.7
Zamjena													
LED Soul 27	27	36	972	4257	8515	12772	17029	21287	25544	29802	34059	50000	11.4
Razlika u životnom vijeku:												68	

Tip sijalice	Trošak zamjene [EUR]	Potrošnja [EUR]									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	
NVP											
Potrošnja el.energije:			1511	3022	4533	6044	7556	9067	10578	12089	
Troškovi održavanja:	552	3.7	0	552	1104	1656	2208	2208	2760	3312	
<b>Eksploatacioni trošak:</b>			<b>1511</b>	<b>3574</b>	<b>5637</b>	<b>7700</b>	<b>9764</b>	<b>11275</b>	<b>13338</b>	<b>15401</b>	
LED Soul 27											
Investicija:	7740										
Potrošnja el.energije:			639	1277	1916	2554	3193	3832	4470	5109	
Troškovi održavanja:	5405	11.4	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Eksploatacioni trošak:</b>			<b>639</b>	<b>1277</b>	<b>1916</b>	<b>2554</b>	<b>3193</b>	<b>3832</b>	<b>4470</b>	<b>5109</b>	
<b>Ukupan trošak:</b>			<b>7740</b>	<b>8379</b>	<b>9017</b>	<b>9656</b>	<b>10294</b>	<b>10933</b>	<b>11572</b>	<b>12210</b>	<b>12849</b>
<b>Razlika:</b>			<b>-7740</b>	<b>-6868</b>	<b>-5443</b>	<b>-4019</b>	<b>-2594</b>	<b>-1170</b>	<b>-297</b>	<b>1127</b>	<b>2552</b>

Period povrata investicije: 6 god. *Očitati sa dijagrama.*  
 Godišnja ušteda električne energije: 58 %  
 Ušteda u održavanju za 5 god: 100 %

Godišnji trošak NVP 100 W  
 Godišnji trošak+investicija LED Soul 27

#### Period povrata investicije

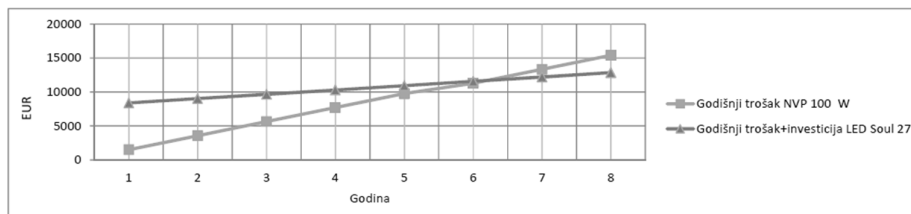


Figure 3. Economic analysis of lamp replacement through urban lighting redesign project.

## 5. CONCLUSION

The paper presents an economic analysis of lamp replacement according to the APEE method for local governments according to which some local governments have modernized their public lighting and the second phase of the public lighting reconstruction project is underway in Banja Luka. The example of the pedestrian zone in the waterfront has been taken to examine the energy and economic justification of planning and designing urban lighting by using the same method which would also take into account other aspects of the reconstruction. In this sense, the analysis was performed in case of the replacement with a recommended lamp and replacement with a proposed lamp for urban lighting of the coastal area. In the first case by replacing 23 NVP100W lamps with 23 LED 73W lamps, the results were obtained about annual energy saving of 26%, and the investment payback period of 6 years. In the second case, the proposed replacement of 23 NVP100W lamps with 36 LED Soul 27W lamps gives results of 58% annual electricity savings, and the investment payback period of 6 years. In both cases the maintenance savings are 100%, but the initial investment for a larger number of luminaires is proportionately higher. Considering that the solution of urban lighting reduced the distance between the lamps and thus increased their number, it was necessary to correct the formula for the investment calculation. The calculator assumed that the number of lamps did not change during the reconstruction, so the unit price of a replacement lamp was multiplied by the number of existing ones, not replacement ones. Economic analysis according to APEE does not recognize other changes than the simple replacement of lamps and only for the most economically justified energy efficient replacement lamps. Here it is once again confirmed that this method assumes the quality of the existing system and does not question its adequacy for new sources and forms of lighting.

On the example of lighting on the right bank of the Vrbas river between the two bridges, the energy justification of redesign of lighting was proven and thus the importance of quality planning and design of urban lighting was emphasized. In case of redesign, investment costs are relatively high. However, these costs should not be viewed from a simple economic perspective. They need to be seen in the context of overall effects, primarily environmental and architectural-urban, which in synergy and in multiple ways significantly contribute to the overall development, to the branding of the city and to long-term improvement of the quality of life in urban environment.

## LITERATURE

- [1] APEE - Akcioni plan energetske efikasnosti Republike Srpske. Available: [https://www.vladars.net/sr-SP-Cyrl/Vlada/Ministarstva/mper/std/Pages/Akcioni\\_plan\\_za\\_energetsku\\_efikasnost\\_.aspx](https://www.vladars.net/sr-SP-Cyrl/Vlada/Ministarstva/mper/std/Pages/Akcioni_plan_za_energetsku_efikasnost_.aspx) [Okt.2021].
- [2] Kamburova V., Rasheva V., Velikanov M., "Energy-Efficient Reconstruction of Public Lighting in Pravets Municipality from Bulgaria," in *E3S Web of Conferences* (112), 2019. Available: [https://www.researchgate.net/publication/335266937\\_Energy\\_Efficient\\_Reconstruction\\_of\\_Public\\_Lighting\\_in\\_Pravets\\_Municipality\\_from\\_Bulgaria](https://www.researchgate.net/publication/335266937_Energy_Efficient_Reconstruction_of_Public_Lighting_in_Pravets_Municipality_from_Bulgaria). [Sept.2021].



- [3] Zielinska-Dabkowska K. M., „Urban Lighting Masterplan - Definitions, Methodologies, Collaboration,” in *Urban Lighting for People*. Ed. N. Davoudian. London, RIBA Publishing, 2019, pp. 19-43. Available: <https://www.ebooks.com/en-ad/book/209733363/urban-lighting-for-people/navaz-davoudian/>, [Sept.2021]
- [4] Ikić M., Šoja M., Lubura S., „Ušteda električne energije u sistemu javne rasvjete,” in *Energetska efikasnost - ENEF*, Banja Luka: 2013. pp. 22-27.
- [5] Službeni Glasnik grada Banja Luka, God. LX Broj 27. Available: <https://www.banjaluka.rs.ba/wp-content/uploads/2020/09/Sl.-glasnik-br.-27-od-04.09.20..pdf> [Okt.2021].
- [6] STRATEGIJA razvoja grada Banja Luka u periodu 2018–2027. GODINE. Available: [https://www.banjaluka.rs.ba/wp-content/uploads/2018/03/situaciona\\_analiza.pdf](https://www.banjaluka.rs.ba/wp-content/uploads/2018/03/situaciona_analiza.pdf) [Okt.2021].
- [7] Čvoro M., „The Study of Particularity of Banja Luka Waterfront in view of defining the course of its future development,” in *Savremena teorija i praksa u graditeljstvu*. Ed. B.Antunović, Banjaluka: University of Banjaluka, 2018, pp.369-385.
- [8] Đokić L., *Osvjetljenje urbanih elemenata i prostora – harmonija kroz masterplan*. Belgrade: University of Belgrade, 2012.
- [9] Radovanac, J., „Redizajn ambijentalnog osvjetljenja priobalja između Venecija i Rebrovačkog mosta u Banjoj Luci.” M.A. thesis, University of Banjaluka, Banjaluka, 2020.
- [10] Rakonjac I., Rakonjac I., Fotirić N., Rajković I., Gašić M., „Analiza svetlosnih karakteristika u eksploatacionom veku instalacije osvetljenja,” in *Integritet i vek konstrukcija*, Vol. 16, No.2. Belgrade: Society for Structural Integrity and Life, 2016, pp. 81–86.

Žikica Tekić<sup>1</sup>, Ljiljana Kozarić<sup>2</sup>, Jasmina Lukić<sup>3</sup>

## **DRVENA KONSTRUKCIJA KROVA VINARIJE U TOPOLI**

### **Rezime**

U radu je prikazano rešenje konstrukcije jednovodnog krova, primenom drvenih rešetkastih nosača u Sistemu LKV. Osnovni oblik LKV elementa je nosač sa paralelnim pojasnim štapovima, obostrano prepušten, u cilju formiranja strehe na podužnim stranama objekta. Na bočnim stranama objekta streha je formirana izvođenjem konzolnih LKV nosača, oslonjenih na armirano-betonski venac. Veza nosača na tom sektoru objekta je izvedena pomoću posebno oblikovanog metalnog okova. Projektom konstrukcije je definisan koncept i geometrija konstrukcije krova, kao i geometrija svih LKV nosača koji formiraju krovnu strukturu.

### **Ključne reči**

Sistem LKV, oblikovanje krova, geometrija strehe, konzolni nosač, metalni okov.

## **TIMBER ROOF STRUCTURE OF THE WINERY IN TOPOLA**

### **Summary**

The paper presents a solution for the construction of a shed roof, using timber girder trusses in the LKV System. The basic shape of the LKV element is a parallel chord roof truss. The top chord of the truss is left over on both sides, in order to form eaves on the longitudinal sides of the building. On the other sides of the building, the eaves are formed with cantilever LKV girders, fixed in reinforced concrete tie-beams. This connection is made with specially shaped metal fittings. The structural design of the structure defines the concept and geometry of the roof structure, as well as the geometry of all LKV girders that form the roof structure.

### **Key words**

LKV system, roof modelling, eaves geometry, cantilever, metal fitting.

---

<sup>1</sup> Dr, vanredni profesor, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, [ztekic@arh.bg.ac.rs](mailto:ztekic@arh.bg.ac.rs)

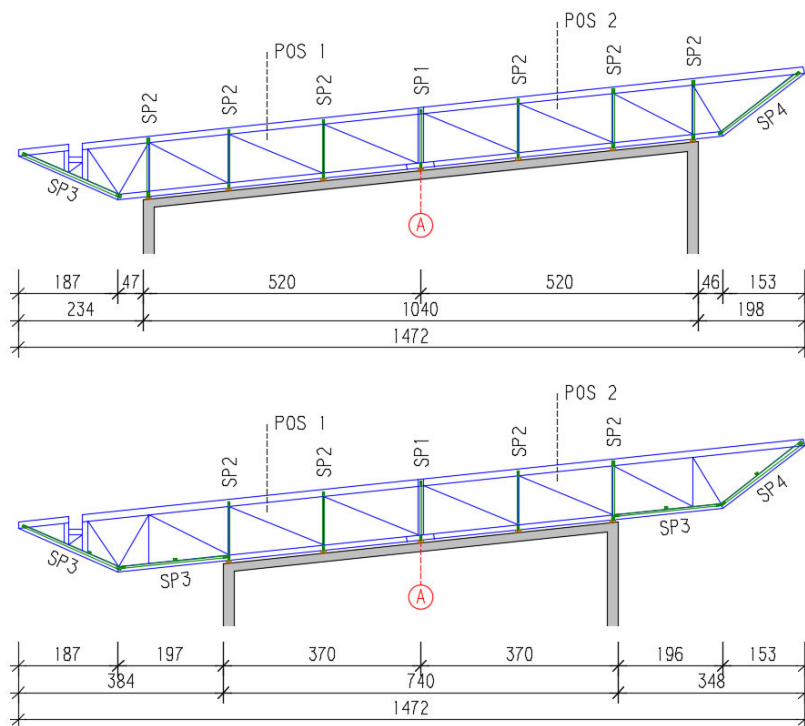
<sup>2</sup> Dr, vanredni profesor, Građevinski fakultet u Subotici, [kozaricljiljana@gmail.com](mailto:kozaricljiljana@gmail.com)

<sup>3</sup> Dr, docent, Fakultet tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici Univerziteta u Prištini, [jasminalukic@pr.ac.rs](mailto:jasminalukic@pr.ac.rs)

## 1. UVOD

Na osnovu idejnog arhitektonskog projekta, urađen je glavni projekat konstrukcije krova, u okviru koga je definisan konstruktivni sistem i izvršen izbor materijala za elemente konstrukcije krova. Konstrukcija krova je projektovana da prihvati sva stalna, korisna, klimatska i seizmička opterećenja. Objekat se nalazi u Topoli i izveden je 2020. godine. Krov je jednovodni, nagiba  $6^\circ$  i u osnovi ima dimenzije 14.72 m x 25.60 m. Krovni pokrivač je lim na daščanoj podlozi. Konstrukcija krova je projektovana primenom drvenih rešetkastih nosača u Sistemu LKV, koji se oslanjaju na kosu armirano-betonsku ploču i obodne nosive armirano-betonske elemente objekta. Nosači su konzolno prepušteni u odnosu na sve obodne zidove, čime se formira streha kao dominantni element krova.

U središnjem delu objekta nosači su konzolno prepušteni u dužini od 3.84 m i 3.48 m, dok na krajevima podužnih strana objekta, dužina strehe iznosi 2.34 m, odnosno 1.98 m (slika 1). Na bočnim stranama objekta streha je formirana pomoću LKV nosača koji su konzolno oslonjeni na kosi zabatni armirano-betonski zid, formiran iznad kose armirano-betonske ploče. Dužina strehe na ovom delu objekta iznosi 2.20 m. Projektom konstrukcije je definisan koncept i geometrija konstrukcije krova, kao i geometrija svih LKV nosača koji formiraju krovnu strukturu.



Slika 1. Poprečni presezi - širi i uži deo objekta



## 2. KONSTRUKCIJA KROVA

Konstrukciju krova čine sledeći elementi (slika 2):

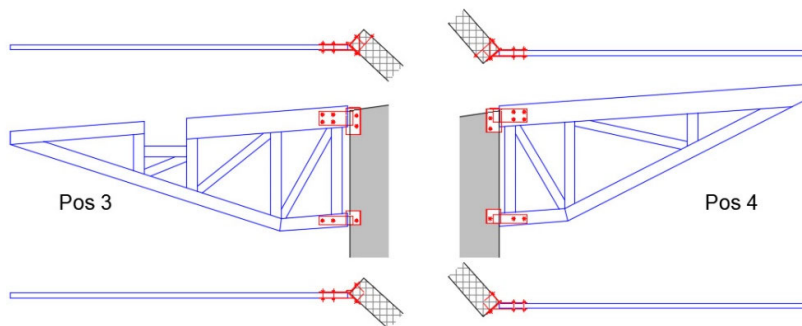
Pos 1 i Pos 2 - osnovni LKV nosači koji su konzolno prepušteni na podužnim stranama objekta, u svrhu formiranja strehe krova. Razmak ovih, kao i svih ostalih nosača krova ne prelazi vrednost od 90 cm. Nosači su oslonjeni na podužne grede objekta, kao i na armirano-betonski kosu ploču, koja je dimenzionisana da prihvati koncentrisana opterećenja od LKV nosača koja deluju na relativno malim razmacima. Oslonci LKV nosača su formirani postavljanjem venčanica u podužnom pravcu. Oblikovanje Pos 1 na nižem delu krova je uslovljeno postojanjem skrivenog oluka ispod štapova gornjeg pojasa. Dimenzije poprečnih preseka štapova su sledeće: gornji pojas 44x120 mm, donji pojas 44x100 mm, ispuna 44x60 mm do 44x100 mm. Veza sa venčanicom je izvedena sa po dva tipska metalna okova na jednom osloncu, postavljena sa obe strane nosača, dijagonalno. Obe pozicije su dimenzionisane za varijantu manjeg i većeg konzolnog prepusta, s obzirom da streha menja svoju dužinu sa jedne odnosno sa druge podužne strane objekta, zbog manje širine središnjeg dela objekta. Dužina krovne ravni u pravcu nagiba krova (ravan poprečnog preseka) iznosi skoro 15 m, što je bio opravdan razlog da se iz uslova jednostavnijeg transporta, izvedu dva nosača Pos 1 i Pos 2, koji imaju zajednički oslonac u osi A (slika 1).

Pos 1A i Pos 2A - modifikovani LKV nosači na sektoru dimnjaka i povučene zabatne ravni objekta. Geometrija ovih nosača je izvedena iz geometrije osnovnih LKV nosača Pos 1 i Pos 2.

Pos 3 do Pos 18 - konzolni LKV nosači koji formiraju strehu krova na bočnim stranama objekta. Nosači su oslonjeni na kosi zabatni armirano-betonski zid, formiran iznad kose armirano-betonske ploče. Sa zabatnim zidom su vezani u dve oslonačke tačke, na sektoru gornjeg i donjeg pojasa, pomoću posebno oblikovanog metalnog okova, koji je pedantno napravljen i ugrađen u projektovanu vezu (slika 3).

Pos 19 i Pos 20 - elementi od masivnog drveta, pravougaonog poprečnog preseka, u vidu prihvatnica statičkog sistema proste grede, raspona do 3.0 m.

SP1 do SP5 - spregovi protiv vetra i spregovi za ukrućenje, na sektorima pritisnutih pojasnih štapova i štapova ispune.



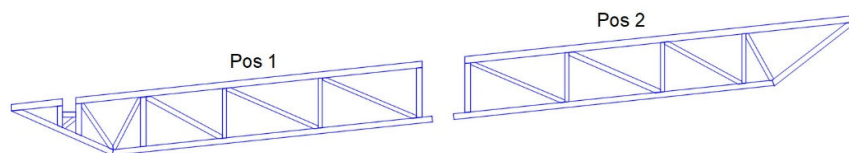
Slika 3. LKV nosači na uglovima krovne strukture



*Slika 4. LKV konstrukcija u fazi montaže*



*Slika 5. LKV konstrukcija u fazi montaže*



*Slika 6. LKV nosači Pos 1 i Pos 2*



*Slika 7. LKV konstrukcija u fazi montaže*

## LITERATURA

- [1] Kujundžić, V., Tekić Ž., Đorđević S. (2004). Savremeni sistemi drvenih konstrukcija, Orion art.
- [2] Tekić Ž. (2006). Oblikovanje funkcionalnih elemenata krovnih drvenih struktura u Sistemu LKV - programski paket, Jasen, Lisina, LKV Centar, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- [3] SRPS EN 1990:2012, Evrokod 0 - Osnove projektovanja konstrukcija.
- [4] SRPS EN 1991-1-1:2012, Evrokod 1 - Dejstva na konstrukcije - Deo 1-1: Opšta dejstva - Zapreminske težine, sopstvena težina, korisna opterećenja za zgrade.
- [6] SRPS EN 1991-1-3:2017, Evrokod 1 - Dejstva na konstrukcije - Deo 1-3: Opšta dejstva - Opterećenja snegom.
- [8] SRPS EN 1991-1-4:2012, Evrokod 1 - Dejstva na konstrukcije - Deo 1-4: Opšta dejstva - Dejstva vetra.



Žikica Tekić<sup>1</sup>, Ljiljana Kozarić<sup>2</sup>, Jasmina Lukić<sup>3</sup>

## **DRVENA KONSTRUKCIJA KROVA CRKVE U ŠVEDSKOJ**

### **Rezime**

U radu je prikazano rešenje drvene konstrukcije krova crkve u gradu Malmeu u Švedskoj. Centralni deo krova čini kupola kao najviši deo krova, dok je niži deo krova formiran od četiri poluobličasta svoda. S obzirom na zakrivljenu formu krova, projektom konstrukcije je predviđeno lepljeno lamelirano drvo za elemente konstrukcije krova. Nosači su izvedeni od lamela debljine 10 mm, što je uslovljeno malim radijusom zakrivljenja lamela. Konstrukcija ja napravljena iz segmenata u proizvodnom pogonu u Beogradu, i kao takva transportovana na gradilište. U sklopu rada je dato i nekoliko fotografija nastalih u fazi sklapanja i montaže drvene konstrukcije.

### **Ključne reči**

Lepljeno lamelirano drvo, kupola, svod, zakrivljeni nosač, metalni okov.

## **TIMBER ROOF STRUCTURE OF THE CHURCH IN SWEDEN**

### **Summary**

The paper presents a solution for the timber roof structure of a church in the city of Malmö in Sweden. The central part of the roof is a dome as the highest part of the roof, while the lower part of the roof is formed by four semi-circular vaults. Considering the curved shape of the roof, the structural design project envisages glued laminated timber for the elements of the roof construction. The girders are made of lamellas 10 mm thick, which is due to the small radius of curvature of the lamellas. The construction was made from segments in the production plant in Belgrade, and then transported to the construction site. As part of the paper, several photographs taken in the phase of assembling and erecting of the timber structure are given.

### **Key words**

Glued laminated timber, dome, vault, curved girder, metal fittings.

---

<sup>1</sup> Dr, vanredni profesor, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, [ztekic@arh.bg.ac.rs](mailto:ztekic@arh.bg.ac.rs)

<sup>2</sup> Dr, vanredni profesor, Građevinski fakultet u Subotici, [kozaricljiljana@gmail.com](mailto:kozaricljiljana@gmail.com)

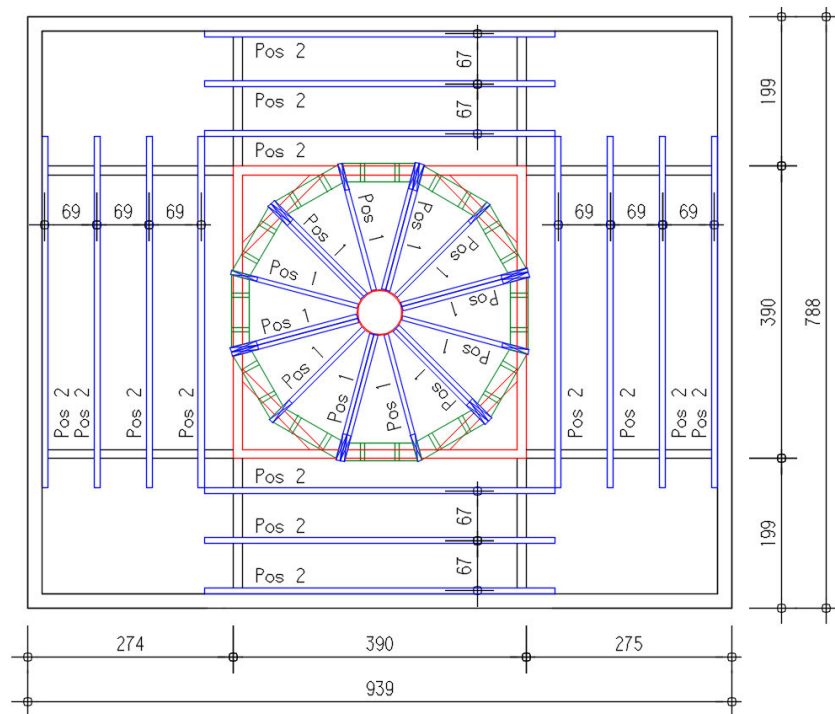
<sup>3</sup> Dr, docent, Fakultet tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici Univerziteta u Prištini, [jasminalukic@pr.ac.rs](mailto:jasminalukic@pr.ac.rs)



## 1. UVOD

Na osnovu idejnog arhitektonskog projekta crkve, urađen je glavni projekat konstrukcije krova, u okviru koga je definisan konstruktivni sistem i izvršen izbor materijala za elemente konstrukcije krova. Konstrukcija krova je projektovana da prihvati sva stalna, korisna, klimatska i seizmička opterećenja. Objekat se nalazi u Švedskoj u gradu Malmeu i izveden je 2020. godine. Projekat konstrukcije je obuhvatio centralni deo krova koji čini kupola kao najviši deo krova, kao i niži deo krova formiran od četiri poluobličasta svoda. S obzirom na zakrivljenu formu krova, projektom konstrukcije je predviđeno lepljeno lamelirano drvo za elemente konstrukcije krova. Nosači su izvedeni od lamela debljine 10 mm, što je uslovljeno malim radijusom zakrivljenja lamela. Krovni pokrivač je bakarni lim na daščanoj podlozi.

Projektom konstrukcije je definisan koncept i geometrija konstrukcije krova, kao i geometrija svih nosača koji formiraju krovnu strukturu. Drvena konstrukcija krova je napravljena iz segmenata u proizvodnom pogonu u Beogradu, i kao takva transportovana na gradilište. Pokrivanje bakarnim limom je izvedeno na samom gradilištu (na zemlji), pre podizanja drvene konstrukcije na njene oslonačke elemente.



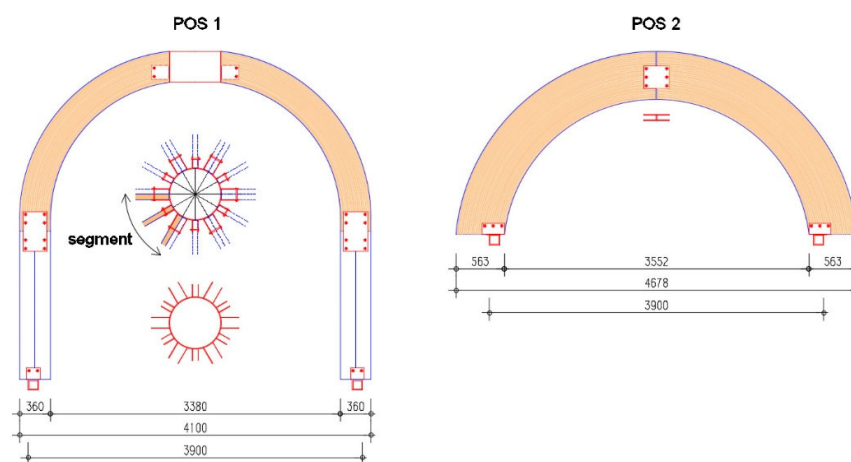
Slika 1. Osnova krovne konstrukcije

## 2. KONSTRUKCIJA KROVA

Konstrukciju kupole formiraju zakrivljeni nosači Pos 1 od lepljenog lameliranog drveta. Dimenzije poprečnog preseka ovih nosača su 6x36 cm. Napravljeni su od četinarske građe sa debljinom lamela od 10 mm, s obzirom na radijus zakrivljenja lamela koji na unutrašnjem delu krivine iznosi 160 cm. Ukupan broj potrebnih nosača u statičko-geometrijskom smislu iznosi 12. Iz uslova transporta i montaže napravljeno je 18 ovakvih nosača koji formiraju 6 segmenata kupole, gde se u konačnoj fazi na mestu dodirivanja susednih segmenata javljaju udvojeni LLD nosači. S obzirom na mali raspon kupole, visina poprečnog preseka nije proizašla iz statičkih uslova, već isključivo iz uslova oblikovanja krova i ugradnje svih slojeva plafona, termoizolacije i krovnog pokrivača. U centralnom delu kupole je izveden metalni okov za vezu svih nosača na tom mestu. Središnji deo metalnog okova je cilindar prečnika 60 cm, koji pored spajanja LLD nosača, služi i za postavljanje krsta iznad središta kupole.

Zakrivljeni nosači kupole u svom donjem delu "prelaze" u vertikalne drvene stubove između kojih su ugrađeni drveni paneli u sklopu kojih su formirani prozorski otvori. Drveni stubovi su od masivnog drveta i oslonjeni su na metalnu konstrukciju nad osnovom oblika kvadrata, uz dodata četiri dijagonalna metalna elementa na uglovima kvadrata. Četiri metalne grede na kojima stoji kupola sa drvenim stubovima, se oslanjaju na četiri armirano-betonska stuba koji prenose opterećenje na temeljnu konstrukciju.

Konstrukciju poluoblíčastih svodova formiraju zakrivljeni nosači Pos 2 od lepljenog lameliranog drveta. Dimenzije poprečnog preseka ovih nosača su 6x56 cm. Nosači se takođe oslanjaju na metalne grede koje deo opterećenja prenose na četiri centralna armirano-betonska stuba, a deo na fasadne nosive zidove. U radionici su napravljani paketi ovih nosača, zajedno sa potkonstrukcijom za plafon i krovni pokrivač.



Slika 2. Nosači kupole Pos 1 i nosači svoda Pos 2



*Slika 3. Konstrukcija krova u fazi izrade i montaže*



*Slika 4. Konstrukcija krova u fazi izrade u proizvodnom pogonu*



*Slika 5. Konstrukcija krova u fazi izrade u proizvodnom pogonu*



*Slika 6. Konstrukcija krova u fazi montaže*





*Slika 7. Konstrukcija krova nakon montaže*

## LITERATURA

- [1] Kujundžić, V., Tekić Ž., Đorđević S. (2004). Savremeni sistemi drvenih konstrukcija, Orion art.
- [2] SRPS EN 1990:2012, Evrokod 0 - Osnove projektovanja konstrukcija.
- [3] SRPS EN 1991-1-1:2012, Evrokod 1 - Dejstva na konstrukcije - Deo 1-1:
- [4] Opšta dejstva - Zapreminske težine, sopstvena težina, korisna opterećenja za zgrade.
- [5] SRPS EN 1991-1-3:2017, Evrokod 1 - Dejstva na konstrukcije - Deo 1-3:
- [6] Opšta dejstva - Opterećenja snegom.
- [7] SRPS EN 1991-1-4:2012, Evrokod 1 - Dejstva na konstrukcije - Deo 1-4:
- [8] Opšta dejstva - Dejstva vetra.
- [9] SRPS EN 1995-1-1:2012, Evrokod 5 - Projektovanje drvenih konstrukcija - Deo 1-1:
- [10] Opšta pravila i pravila za zgrade