

Универзитет у Београду
Архитектонски факултет

University of Belgrade
Faculty of Architecture

ZBORNİK RADOVA

INSTALACIJE & ARHITEKTURA 2019

2019

SEDMI NACIONALNI NAUČNO–STRUČNI SKUP
SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM
INSTALACIJE & ARHITEKTURA 2019

2019. zbornik
radova

IA
&
instalacije i arhitektura
building services and architecture

ZBORNİK RADOVA
Beograd, 05. decembar 2019.

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

**SEDMI NACIONALNI NAUČNO - STRUČNI SKUP
SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM
INSTALACIJE & ARHITEKTURA 2019**

Urednici
Aleksandra Čabarkapa
Damjana Lojaničić
Milan Radojević

Zbornik radova
Beograd, 2020.

ISBN 978-86-7924-234-1

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

721.01(082)(0.034.2)
69(082)(0.034.2)

**НАЦИОНАЛНИ научно-стручни скуп са међународним учешћем
Инсталације и архитектура (7 ; 2019 ; Београд)**

Zbornik radova [Elektronski izvor] / Sedmi nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učesćem Instalacije & arhitektura 2019, Beograd, 05. decembar 2019. ; [organizator] Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet = [organizer] University of Belgrade, Faculty of Architecture ; [urednici Aleksandra Čabarkapa, Damjana Lojaničić, Milan Radojević].
- Beograd : Univerzitet, Arhitektonski fakultet, 2020
(Beograd : Arhitektonski fakultet). - 1 elektronski optički disk (CD-ROM) ; 12 cm

Sistemske zahteve: Nisu navedeni. - Nasl. sa naslovnog ekrana. - Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 100. - Napomene uz tekst.
- Bibliografija uz svaki rad. - Summaries.

ISBN 978-86-7924-234-1

a) Зграде -- Пројектовање -- Зборници б) Зграде -- Инсталације -- Зборници

COBISS.SR-ID 16529161

Izdavač:	Univerzitet u Beogradu - Arhitektonski fakultet
Za izdavača:	Prof. dr Vladan Đokić
Recenzenti:	Doc. dr Tatjana Jurenić dr Gordana Ćosić, profesor u penziji Arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Beogradu
Urednici:	Ass. dr Aleksandra Čabarkapa, mast. inž. arh. Ass. Damjana Lojaničić, mast. inž. arh. Doc. dr Milan Radojević, dipl.inž.arh.
Uređivački odbor:	Prof. dr Lidija Đokić Doc. dr Milan Radojević Doc. dr Tatjana Jurenić Ass. dr Aleksandra Čabarkapa, mast. inž. arh. Ass. Damjana Lojaničić, mast. inž. arh.
Tehnički urednici:	Ass. dr Aleksandra Čabarkapa, mast. inž. arh. Ass. Damjana Lojaničić, mast. inž. arh.
Dizajn korica:	Doc. dr Vladimir Parežanin

Organizacioni odbor: Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet

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

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

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

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

mr **Milica Pejanović**, dipl. inž. arh.

Programski odbor

- **prof. dr Vladan Đokić**, 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
- **prof. dr Jelena Ivanović-Šekularac**, dipl. inž. arh.
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
- **prof. Vladimir Lojanica**, dipl. inž. arh.
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Srbija
- **prof. dr Aleksandra Stupar**, 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 Miodrag Mitrašinović**, dipl. inž. arh.
Parsons School of Design – The New School, Njujork, Sjedinjene Američke Države
- **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
- **prof. dr Vladimir Mako**, dipl. inž. arh.
Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, 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
- **prof. dr Andrzej Dudzinski**, dipl. inž. arh.
Arhitektonski fakultet, Tehnološki univerzitet Bialystok, Poljska

PREDGOVOR

Posle četiri godine pauze, ponovo je organizovan naučno–stručni skup **Instalacije & Arhitektura**. Skup je osmišljen 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. Za skup Instalacije & Arhitektura 2019, objavljen je Zbornik radova na srpskom i engleskom jeziku, prevashodno iz zemlje i regiona. Zadovoljstvo nam je da istaknemo da 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, sponzorima, kolegama i prijateljima koji su nas podržali u organizaciji i pomogli održavanje sedmog nacionalnog naučno–stručnog skupa sa međunarodnim učešćem **Instalacije & Arhitektura 2019**.

Beograd,
decembar 2019. godine

Organizacioni odbor **I&A2019**

Naučno-stručni simpozijum
INSTALACIJE & ARHITEKTURA 2019

SADRŽAJ

Aleksandra Čabarkapa, Lidija Đokić, Damjana Lojaničić

SMERNICE ZA ARHITEKTONSKO OSVETLJENJE JAVNIH OBJEKATA IZGRAĐENIH U STILU
AKADEMIZMA3

GUIDELINES FOR ARCHITECTURAL LIGHTING OF PUBLIC BUILDINGS BUILT IN THE STYLE OF
ACADEMISM3

Borjan Brankov, Marina Nenković-Riznić, Mila Pucar

ULOGA URBANIH SISTEMA KAO DELA INFRASTRUKTURE U SMANJENJU POSLEDICA
KLIMATSKIH PROMENA U GRADOVIMA9

ROLE OF URBAN SYSTEMS AS PART OF INFRASTRUCTURE IN REDUCTION OF CLIMATE
CHANGE EFFECTS IN THE CITIES9

Božidar Furundžić, Danilo Furundžić

ZAGAĐENJE VAZDUHA OD SAGOREVANJA UGLJA: SLUČAJ TERMoeLEKTRANE „NIKOLA
TESLA A“18

AIR POLLUTION FROM COAL COMBUSTION: THERMAL POWER PLANT „NIKOLA TESLA A“
CASE18

Damjana Lojaničić, Tatjana Jurenić, Aleksandra Čabarkapa

ARHITEKTONSKI PARAMETRI ZA OCENU EKONOMSKE ISPLATIVOSTI REAKTIVACIJE
OBJEKATA29

ARCHITECTURAL PARAMETERS FOR EVALUATION OF COST-EFFECTIVENESS OF BUILDINGS'
REACTIVATION29

Danilo Furundžić, Božidar Furundžić

NIGHTCLUB ON FLOATING RAFT IN BELGRADE: INTERIOR ADAPTATION CASE35

NOĆNI KLUB NA SPLAVU U BEOGRADU: PRIMER ADAPTACIJE ENTERIJERA35

Jelena Dinić Milovanović

PAMETAN STUB JAVNOG OSVETLJENJA - PODRŠKA RAZVOJU PAMETNIH GRADOVA43

SMART PUBLIC LIGHTING POLE - SMART CITIES DEVELOPMENT SUPPORT43

Milan Radojević

FASILITI MENADŽMENT: ZAŠTITA FASADA I DRUGIH POVRŠINA OBLOŽENIH KAMENOM ..51

FACILITY MANAGEMENT: PROTECTION OF THE FACADES AND OTHER STONE-COATED
SURFACES51

Naučno-stručni simpozijum
INSTALACIJE & ARHITEKTURA 2019

Mirjana Devetaković, Damjan Balkoski

ENERGETSKI AUTONOMNI OBJEKTI – RANE FAZE PROJEKTOVANJA PLANINARSKOG DOMA
NA VODNU59

TOWARDS ENERGY AUTONOMOUS BUILDINGS – EARLY DESIGN STAGE OF
MOUNTAINEERING HUT AT VODNO59

Saša Čvoro, Slobodan Peulić

UNAPREĐENJE VAZDUŠNOG KOMFORA U ISTORIJSKIM ZGRADAMA – STUDIJA SLUČAJA
OBNOVE K.C. BANSKI DVOR65

IMPROVING INDOOR AIR QUALITY (IAQ) IN HERITAGE BUILDINGS – CASE STUDY OF
BANSKI DVOR RESTORATION65

Radojko Obradović, Budimir Sudimac, Milica Petrović

UŠTEDA ENERGIJE PRIMENOM BALIRANE SLAME73

USING STRAW-BALES FOR ENERGY SAVING73

Toni Drobac, Dražan Kozak, Mirjana Devetaković, Gianmarco Ćurčić Baldini

PRIMENA BIM-A NA POSTOJEĆIM OBJEKTIMA – PRIMER ZGRADE GRAĐEVINSKOG
FAKULTETA U OSIJEKU80

BIM APPLIANCE ON EXISTING FACILITIES – THE CASE OF THE FACULTY OF CIVIL
ENGINEERING IN OSIJEK.....80

Žikica Tekić, Ljiljana Kozarić, Nebojša Adžić

ČETVORO VodNI KROV U SISTEMU LKV SA RAZLIČITIM NAGIBIMA KROVNIH RAVNI.....86

HIP ROOF WITH DIFFERENT ROOF SLOPES IN LKV SYSTEM86

Žikica Tekić, Ljiljana Kozarić, Saša Đorđević

PROŠIRENJE POSTOJEĆEG OTVORA U NOSIVOM ZIDANOM ZIDU91

WIDENING OF THE EXISTING OPENING IN THE BRICK BEARING WALL.....91

Aleksandra Čabarkapa¹, Lidija Đokić², Damjana Lojaničić³

SMERNICE ZA ARHITEKTONSKO OSVETLJENJE JAVNIH OBJEKATA IZGRAĐENIH U STILU AKADEMIZMA

Rezime

Poslednjih godina je u Beogradu osvetljen veliki broj javnih objekata. S obzirom na to da je većina izgrađena u stilu akademizma, javlja se potreba za definisanjem smernica za osvetljenje ovakvih objekata. Javni objekti građeni u stilu akademizma zauzimaju strateški važne pozicije u mapi grada. Zbog toga su analizirane njihove karakteristike i karakteristični elementi, kao i njihova hijerarhija i ponuđene smernice, kako bi se postigli najbolji efekti.

Ključne reči

osvetljenje fasade, akademizam, arhitektonski elementi, hijerarhija

GUIDELINES FOR ARCHITECTURAL LIGHTING OF PUBLIC BUILDINGS BUILT IN THE STYLE OF ACADEMISM

Summary

In the last few years many public buildings in Belgrade have been illuminated. According to the fact that most of them have been built in the style of academism (a form of neoclassical style, specific and broadly applied in Serbia), there is a need to define the guidelines for the illumination of this building type. Public buildings built in the style of academism have strategically important positions on the city map. This is why their characteristics and typical elements, as well as their hierarchy, were analysed in order to offer recommendations which will help to achieve the best lighting effects.

Keywords

facade lighting, academism, architectural elements, hierarchy

¹ dr, asistent, Bulevar kralja Aleksandra 73, aleks@arh.bg.ac.rs

² prof. dr, redovni profesor, Bulevar kralja Aleksandra 73, lidija@arh.bg.ac.rs

³ mast. inž. arh, asistent, Bulevar kralja Aleksandra 73, lojanicdamjana@gmail.com

1. UVOD

Beogradske fasade odlikuje raznolikost arhitektonskih stilova. Poslednje decenije došlo je do osvetljavanja značajnog broja fasada javnih objekata. Ovi objekti dominantno su građeni u stilu neoklasicizma, pri čemu se akademizam, koji je prisutan od poslednje četvrtine 19-og veka, pa sve do četvrte decenije 20-og veka, izdvaja kao preovlađujući stil gradnje objekata javne namene u Beogradu. [1]

Veštačko osvetljenje pruža mogućnost isticanja značajnih elemenata zgrade, dekorativnih detalja, reljefa, ornamenata, koji pri dnevnoj svetlosti ne moraju da budu uočljivi. Kod objekata izgrađenih u stilu akademizma, nema mnogo ornamentike i reljefa, ali se iz ravni fasade izdvajaju pilastri, timpanoni, venci, tako da je osmišljeno osvetljavanje ovih elemenata odgovorno za efekat koji će biti postignut osvetljenjem.

Reprezentativni primer jeste, između ostalih, Stari dvor (danas Skupština grada, arhitekta Aleksandra Bugarskog, izgrađena 1884. godine).

Drugi primeri objekata javne namene izgrađenih u stilu akademizma:

- Dom narodne skupštine,
- Zgrada železničke stanice,
- Zgrada narodne banke u ulici Kralja Petra,
- Zgrada tehničkih fakulteta,
- Narodno pozorište,
- Zgrada Kolarčeve zadužbine i
- Zgrada rektorata.

2. ODLIKE FASADA OBJEKATA IZGRAĐENIH U STILU AKADEMIZMA

Oblikovanje neoklasične arhitekture ogleda se u strogom pridržavanju simetričnosti, doslednoj primeni stilskih redova, uzdržanosti u odnosu na primenu plastične dekoracije i kompaktnim strukturama građevina. Akademska prostorna koncepciju odlikuje sklad u pogledu proporcija i kompozicije. [2] U klasicizmu prve polovine 19-og veka dominirala je ornamentalna plastika, dok su u akademizmu naglašeni arhitektonski pilastri, puni i polu stubovi, profilisani prozorski okviri i natprozornici u vidu timpanona, parapetni pojasevi, profilisani krovni i podeoni venci, atike,... [3,4] Iako su u ranom klasicizmu stubovi imali noseću ulogu, u akademizmu su korišćeni kao grafički element fasade.

Neoklasične objekte odlikuju masivnost gradnje i čiste, elegantne linije. Objekti su većinom izduženog pravouganog oblika, dugih fasada, sa kontinualnim nizovima pilastera. Fasade su ukrašene elementima klasičnih stilova, pa je spoljašnjost oblikovana tako da prikazuje perfekciju klasicizma. Dekoracije su svedene na minimum, a ističu se jednostavnost i masivnost objekta. [5]

2.1. ANALIZA VIZUELNOG DOŽIVLJAJA POJEDINAČNIH KARAKTERISTIKA JAVNIH OBJEKATA GRAĐENIH U STILU AKADEMIZMA

Za oko, linearno usmereni oblici teže da se nastave dok ih nešto ne zaustavi. [6] S obzirom na to da se na fasadama neoklasičnih javnih objekata često javljaju arhitravi i kordonski venci, njih je potrebno naglasiti kako bi se naglasila linearnost objekta, ali je važno voditi računa o krajevima fasade i spoja upravno postavljenih fasada.

Na objektima izgrađenim u stilu akademizma, pojavljuje se dinamika koja se uspostavlja ponavljanjem elemenata na fasadi – prozora (natprozorni timpanoni iznad prozora i parapetni pojasevi ispod prozora), stubova i pilastra. Jedan od vizuelnih razloga zašto klasični stubovi imaju stope i kapitule je taj što ti završni elementi sprečavaju dalje prostiranje stubova na gore i na dole. [6] Kapituli stubova moraju da se sagledavaju kao delovi stubova, a ne arhitrava, tako da kontinualnost arhitrava treba da bude neprekinuta.

Iako se radi o horizontalnim izduženim objektima, bez izražene vertikalne komponente, važno je voditi računa o vezi objekta sa tlom. U slučajevima kada zbog nedovoljne jasnoće spoja objekta i tla objekat izgleda nepotpun, javlja se utisak prodiranja objekta iz zemlje. U takvim slučajevima objekat će se sagledavati kao da probija graničnu površinu. Prodiranja nema kada objekat izgleda potpun. Sličan izgled prikladan je i za zgradu koja namerno treba da se sagledava kao da izbija iz podzemnog temelja, tj. da deluje nepotpuno. [6] Naravno, takve namere često nema. Za posmatrača, zgrade ne treba ni da su vezane za tlo, niti da su od njega odvojene; po pravilu, one leže između te dve krajnosti.

Za građevine koje se uglavnom pružaju po horizontali, „pripradanje zemlji“ ne ostvaruje se prodiranjem pod pravim uglom, nego paralelnošću sa tlom, što daje dodatni osećaj harmonije objektu.

Iako se fasade istog objekta uglavnom razlikuju po značaju, istaknutosti i sagledivosti, važno je uspostaviti hijerarhiju fasada. Fasade koje se ne sagledavaju frontalno ili koje se sagledavaju sa male udaljenosti, oko ne može da sagleda u realnom obliku – sagledava ih ili u skraćenu ili segmentno. S obzirom na to da se na fasadama nalaze linearni horizontalni elementi, njihova perspektiva obrazuje jednostavan i ubedljiv sistem i deformacije koje stvara perspektiva nikada nisu potpuno odsutne od izgleda zgrade. [6]

3. SMERNICE ZA OSVETLJENJE JAVNIH OBJEKATA IZGRAĐENIH U STILU AKADEMIZMA

Rešenje spoljnog osvetljenja ne mora da stvara utisak koji objekat ostvaruje tokom dana, ali mora da prikaže objekat kao konceptualnu celinu. [7] Kako bi se osvetljenjem istakle vrednosti objekta, neophodno je razumeti arhitektonsku koncepciju i detalje na fasadi. Na taj način se formira koncept osvetljenja objekta, za čiju je realizaciju ključan pravilan izbor izvora svetlosti i svetiljki, kao i njihova pozicija. Projektantima osvetljenja su na raspolaganju veliki izbor svetiljki, čiji optički elementi omogućavaju postizanje najraznovrsnijih svetlosnih efekata.

Iako se ne radi o visokim objektima koji se izdvajaju u vizuri grada, svojom pozicijom javni objekti građeni u stilu akademizma u Beogradu zauzimaju strateški važne pozicije u gradu i često imaju slobodan prostor, u vidu trga, ispred glavne fasade. Ukoliko se objekat sagledava i iz blizine i iz daljine (ukoliko je njegova pozicija na uzvišenju u odnosu na ostale objekte u okruženju) treba voditi računa o tome da se kontrasti između osvetljenih detalja i okolnih, manje osvetljenih površina, povećavaju prilikom udaljavanja od objekta. Pri tome, kontrasti koji se doživljavaju kao prijatni prilikom gledanja objekta iz blizine, mogu da ugroze utisak o formi objekta kada se ona sagledava iz daljine. Samim tim treba pronaći balans između kontrasta koji se doživljavaju kada se objekat posmatra izbliza i kada se posmatra iz daljine, kako bi oba utiska bila prihvatljiva i efektivna.

Efektivno osvetljenje treba da izazove prijatan utisak, a intenzivno osvetljeni objekti mogu da izazovu negativni efekat na doživljaj objekta u noćnim uslovima. Ovo je naročito važno ukoliko se objekat koji se osvetljava nalazi u okruženju koje je osvetljeno niskim nivoom osvetljenosti. U toj situaciji je dovoljna svetlost niskog intenziteta kako bi se istakli svi značajni elementi na fasadi.

Razigranost fasade objekata izgrađenih u stilu akademizma predstavlja kvalitet koji je neophodno istaći osvetljenjem. Elemente koji se ponavljaju na fasadi treba dosledno osvetliti, kako bi se zadržala harmonija elemenata i dinamika izraza. Linijske elemente treba osvetliti kontinualno, čime se ističe horizontalnost objekta i podela objekta po spratovima, koja je u stilu akademizma prisutna.

Kako bi se umanjio kontrast, a osvetlio objekat u celini, pored svetiljki koje se postavljaju na fasadi i osvetljavaju njene pojedinačne elemente, može se primeniti i osvetljenje iz daljine, čime je moguće osvetliti celu fasadu i izbeći da krajevi fasade (vertikalne ivice fasade) ostanu u mraku. Na taj način se sagledava celina objekta u noćnim uslovima i ublažavaju kontrasti pri pogledu iz daljine. Ovo je moguće izvesti samo ukoliko za to postoji tehnička mogućnost, u vidu pozicije na koju je moguće postaviti reflektore, kako bi se objekat osvetlio iz daljine. Takođe je važno odrediti hijerarhiju fasada objekta i naglasiti je različitim nivoom osvetljenosti.

Jedan od najvažnijih faktora kvaliteta osvetljenja je boja svetlosti. Iako se najčešće primenjuje bela boja svetlosti, važno je voditi računa o njenom tonu. Upravo zbog adekvatne boje svetlosti i sposobnosti da adekvatno prikažu boje površina koje osvetljavaju, u arhitektonskom osvetljenju se najčešće primenjuju LED ili metal-halogeni izvori svetlosti sa keramičkim gorionikom. [7] Primena metal-halogenih izvora bez keramičkog gorionika dovodi do promene boje svetlosti tokom eksploatacije, pri čemu od bele svetlosti ton može da se promeni ka crvenkastom ili ka zelenkastom tonu, čime se dobija šarenilo fasade. Ovo može da se primeti na fasadi Ministarstva finansija u Beogradu.

Važno je obezbediti adekvatno održavanje osvetljenja, što podrazumeva brzu zamenu pregorelog izvora svetlosti. Ovo je naročito važno prilikom pregorevanja jednog od izvora svetlosti koji su postavljeni u nizu, sa funkcijom da osvetli linijski element na fasadi ili jedno polje ili element koji se ponavlja na fasadi (slika 1).



Slika 1. Stari dvor u Beogradu

Monohromatska svetlost koju najčešće emituju LED izvori svetlosti u boji, stvara efektan utisak samo ako se njom osvetljava površina neutralne boje (bele, bež ili svetlosive). Objekti na kojima su prisutne površine različitih boja, treba da budu osvetljene pomoću izvora svetlosti bele boje i dobre reprodukcije boja. [7] Jedan primer objekta u Beogradu izgrađenog u stilu akademizma na kome se javljaju površine u boji (crvenoj) je zgrada rektorata na Studentskom trgu.

Iako dinamičnim osvetljenjem mogu da se postignu zanimljivi i atraktivni efekti, ono ne treba da bude deo standardnog režima osvetljenja. Brze promene boje i intenziteta svetlosti odvlače pažnju i često smetaju stanarima okolnih objekata. Ovakvo osvetljenje često narušava izgled objekta, zanemarujući hijerarhiju i odnos elemenata na fasadi. Zbog toga je njegova primena opravdana samo u posebnim situacijama i sa ograničenim trajanjem.

Korišćenje projekcija na fasadama je izuzetno atraktivno. Iako objekti koje imaju ravne fasade mogu da se koriste kao platno za prikazivanje projekcija, bez ikakvog ograničenja, često se upravo fasade sa klasičnim elementima koriste za ovakve projekcije, zbog toga što sadrže prepoznatljive elemente, koje dekomponovanjem fasade posredstvom projekcija ostvaruju atraktivan efekat.

Pozicijom i orijentacijom svetiljki treba minimizirati pojavu svetlosnog zagađenja, pri čemu je najvažnije eliminisati blještanje, koje može da bude ozbiljna smetnja vozačima, ali i neprijatnost za pešake u okruženju.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

S obzirom na značaj i arhitektonsku vrednost objekata javne namene u okviru grada, njihovo isticanje u noćnim satima predstavlja važan zadatak projektantima osvetljenja. U Beogradu je veliki deo javnih objekata izgrađen u stilu akademizma, čije

odlike i razuđenost fasade postavljaju veliki broj zahteva o kojima projektanti osvetljenja moraju da vode računa.

Iako je povod za ovu analizu proistekao iz činjenice da je poslednje decenije veliki broj objekata koji pripadaju ovoj kategoriji u Beogradu osvetljen, postavlja se pitanje doslednosti prilikom njihovog osvetljenja i uspešnosti njihove realizacije, pri čemu se uspešnom realizacijom smatra osvetljenje koje ističe kvalitete objekata i arhitektonsku koncepciju projektanta objekta.

Date smernice, iako analizirane na objektima u Beogradu, mogu da budu primenjene na velikom broju objekata mnogo šire, jer se odlike akademizma u velikoj meri podudaraju sa odlikama neoklasicizma.

LITERATURA

- [1] <http://www.politika.rs/scc/clanak/187629/Arhitektonska-slagalica-Beograda>
- [2] S. Bogunović, „Arhitektonska enciklopedija Beograda XIX i XX veka - Arhitektura“, Beogradska knjiga, Beograd, 2005.
- [3] <https://dokumen.tips/documents/akademizam-u-arhitekturi-srbije.html>
- [4] D. Đurić-Zamolo, Graditelji Beograda 1815-1914, Muzej grada Beograda, Beograd, 1981.
- [5] https://www.worldofleveldesign.com/categories/architecture/neoclassical/neoclassical_architecture.php
- [6] R. Arnhajm, „Dinamika arhitektonske forme“, Univerzitet umetnosti u Beogradu, Beograd, 1990.
- [7] L. Đokić, „Osvetljenje u arhitekturi“, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2007.

NAPOMENA

Ovaj rad je rezultat istraživanja rađenog u okviru naučno-istraživačkih projekata:

1. TR – 36035 „Prostorni, ekološki, energetski i društveni aspekti razvoja naselja i klimatske promene – međusobni uticaji“,
 2. TR – 36038 „Razvoj metode izrade projektne i izvođačke dokumentacije instalacionih mreža u zgradama kompatibilne sa BIM procesom i relevantnim standardima“ i
 3. TR - 36018 „Preporuke za izvođenje i pravilno korišćenje niskonaponskih električnih i gromobranskih zaštitnih instalacija i razvoj metodologije za verifikaciju njihovog kvaliteta sa aspekta zaštite građevinskih objekata od požara“,
- koji su finansirani od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Borjan Brankov¹, Marina Nenković-Riznić², Mila Pucar³

ULOGA URBANIH SISTEMA KAO DELA INFRASTRUKTURE U SMANJENJU POSLEDICA KLIMATSKIH PROMENA U GRADOVIMA

Rezime

Klimatske promene utiču na razvoj novih koncepata planiranja urbanih sistema, infrastrukture, projektovanje zgrada i instalacionih sistema u zgradama, koji podrazumevaju i primenu novih tehnologija. Optimizovanjem najnovijih planerskih, projektantskih i tehničko-tehnoloških znanja i iskustava teži se smanjenju uticaja klimatskih promena i poboljšanju komfora unutar objekata, ali i u otvorenim/javnim prostorima u gradu.

S tim u vezi, ovaj rad istražuje moguće uticaje klimatskih promena na gradsku sredinu. Rad se ne bavi pojedinačnim zgradama, već istražuje ulogu urbanih sistema i infrastrukture grada u pružanju odgovora na klimatske promene. Analizirano je nekoliko odabranih, značajnih dokumenata usvojenih na globalnom, nacionalnom i lokalnom nivou, vršena su poređenja i diskutovani rezultati koji se odnose na istraživanje urbanih sistema kao integralnog dela infrastrukture.

Ključne reči

klimatske promene, urbani sistemi, infrastruktura, održiv grad, otporni grad

ROLE OF URBAN SYSTEMS AS PART OF INFRASTRUCTURE IN REDUCTION OF CLIMATE CHANGE EFFECTS IN THE CITIES

Summary

Climate change is affecting the development of new concepts of planning urban systems, infrastructure, building design and installation systems in buildings, which also implies the application of new technologies. By optimizing the latest planning, design and technical-technological know-how, intention is to reduce the impact of climate change and improve comfort within buildings, as well as in open/public spaces in the city.

Regarding this, the paper researches the possible impacts of climate change on the urban environment. This research does not address individual buildings, but rather explores the role of urban systems and infrastructure of the city as part of response to climate change. Focusing on urban systems as an integral part of infrastructure this paper analyzed several significant documents adopted at the global, national and local levels.

Keywords

climate change, urban systems, infrastructure, sustainable city, resilient city

¹ Istraživač saradnik, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd, borjan@iaus.ac.rs

² Viši naučni saradnik, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd, marina@iaus.ac.rs

³ Naučni savetnik, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd, pucarmila@gmail.com

1. UVOD

U okviru ciljeva održivog razvoja UNDP-a u tački 11.B, u sastavu cilja 11 (Održivi gradovi i zajednice) održivog razvoja, navodi se značajno povećanje broja gradova i ostalih tipova naselja do 2020. godine, koji usvajaju i sprovode integrisane politike i planove za uključivanje, efikasnost resursa, ublažavanje i prilagođavanje klimatskim promenama, otpornost na katastrofe. Navedeni ciljevi se razvijaju i sprovode u skladu sa Sendai okvirom za smanjenje i holističko upravljanje rizicima od katastrofa na svim nivoima 2015-2030. [1].

Kroz Sendai okvir [2], izdvajaju se prioritete oblasti koje obuhvataju različite delove upravljanja rizicima i otpornošću radi umanjenja potencijalnih katastrofa. Pri tome, oblasti kao što su jačanje otpornosti i primena mera za povećanje otpornosti, usmerene su na *očuvanje infrastrukture* [2-4].

Savremene pojave u građenoj sredini delom nastaju i kao rezultat uticaja koji mogu imati prirodni i antropogeni karakter. Ovi uticaji mogu imati značajnije negativne efekte (pri čemu se onda definišu kao katastrofe sa štetnim posledicama velikih razmera). Zbog toga je za osnovni cilj umanjivanja štetnih posledica ovih katastrofa neophodno uspostavljanje kontrole, kako bi se rizik sveo na prihvatljivu meru.

Na svetskom nivou do sada je realizovan veći broj strategija u oblasti održivog razvoja i klimatskih promena, koje su podržane i primenjene na nižim, nacionalnim nivoima odlučivanja [3-5]. Sa druge strane, iako su u fokusu različitih strategija ekstremne posledice klimatskih promena, dugoročni ciljevi politike smanjenja rizika trebalo bi da omoguće i druge vidove intervencija i preusmeravanja na prednosti klimatski odgovornog planiranja gradova i projektovanja objekata u odnosu na otvorene/javne prostore.

Tekuća teorijska razmatranja u oblasti urbanizma su promenila diskurse usmeravanja razvoja gradova sa povećanja njihove održivosti na povećanje otpornosti. Razlog za to su sve učestalije, nepovoljne klimatske promene, sa povećanim rizikom, koji može ugroziti opstanak pojedinih gradova (npr. gradovi na obalama). Ipak osnovna premisa otpornog grada je projektovanje, održavanje i izgradnja tehničke i socijalne infrastrukture koja će u potpunosti biti spremna da odgovori na izazove [6].

Rad razmatra moguće pozitivne efekte urbanih sistema na klimatske promene, kao i mogućnost uticaja adaptacija na klimatske promene na javni prostor. Pri tome, neophodno je uzeti u obzir činjenicu da je stanje javnih prostora jedan od važnih pokazatelja stanja kvaliteta života u gradu, ne samo u fizičkom, već i u društvenom smislu.

Rad u osnovi razmatra na koji način je adaptacija urbanih sistema na klimatske promene tretirana u dokumentima koji se bave urbanim područjima i klimatskim promenama, kako na globalnom nivou, tako i na nižim, nacionalnim, regionalnim i lokalnim nivoima, sa mogućnošću dalje implementacije u prostoru. Pri tome su sagledani pravci u okviru kojih je moguće uvideti ulogu urbanih sistema kao dela infrastrukture. Pitanje je i na koji način dokumenti poput strategija i akcionih planova mogu doprineti integralnom sagledavanju izgrađene sredine i unaprediti prostor grada (javni prostor, ulice, mesta okupljanja i drugi prostori).

2. ANALIZA DOKUMENATA

Infrastruktura obuhvata nezavisne mreže i sisteme (energetska, saobraćajna i hidrotehnička infrastruktura, sistemi za tretman otpadnih voda, telekomunikacioni sistemi, sistemi javnih usluga, industrijski sistemi), uključujući i različite institucije, tj. sve koji su u službi pružanja usluga i servisa kao podrške kvalitetu života stanovnika grada [7-8].

Osnovna hipoteza ovog rada je uloga urbanih sistema kao dela infrastrukture u smanjenju posledica klimatskih promena u gradovima. U tu svrhu, vršena je analiza različitih strateških dokumenata na globalnom, nacionalnom i lokalnom nivou koji tretiraju pitanje urbanog razvoja i klimatskih promena, kao i njihove međusobne korelacije. Pojedini dokumenti pridaju veći značaj ovim korelacijama, dok je u drugima ove veze samo posredno moguće uočiti. S tim u vezi, radi svrsishodnije analize, dat je pregled dokumenata koji se neposredno bave i posredno tangiraju ovu problematiku.

Pojedini dokumenti koji su usvojeni na globalnom nivou [9] navode da nacionalni nivo upravljanja (zajedno sa lokalnim i regionalnim) ima vodeću ulogu u definisanju i sprovođenju politika i zakona u oblasti održivog i integralnog urbanog razvoja. Prema tome nužno je ispitati međuzavisnost dokumenata na različitim teritorijalnim nivoima i načine na koji oni mogu bliže i jasnije definisati pitanje urbanih sistema kao dela infrastrukture grada. Fokus istraživanja je na dokumentima koji su u domenu urbanog razvoja, grada i održivosti, a takođe i na dokumentima koji se odnose na pitanje klimatskih promena.

2.1. DOKUMENTI NA GLOBALNOM NIVOU: NOVA URBANA AGENDA, SENDAI OKVIR

Nova urbana agenda je usvojena 2016. godine u okviru konferencije Ujedinjenih nacija o stanovanju i održivom urbanom razvoju u Kitu (Ekvador). Ciljevi i stavovi Nove urbane agende promovišu različite vidove brige o gradu, njegovom razvoju i javnom prostoru. Shodno tome, agenda u paragrafu 97 promoviše planirana planska proširenja i popunjavanje prostora grada, dajući prioritet obnovi i opremanju urbanih područja, prema potrebi uključujući sanaciju siromašnih i neformalnih naselja, sa, kako je istaknuto, obezbeđivanjem *visoko-kvalitetnih zgrada i javnih prostora* sprečavajući prostornu i socio-ekonomsku segregaciju i džentrifikaciju, uz istovremeno očuvanje kulturne baštine i sprečavanje i zadržavanje nekontrolisanog širenja gradova [9]. Poboljšanje kvaliteta zgrada i javnih prostora predstavljaju preporuke date u Novoj urbanoj agendi. Ovaj paragraf sa druge strane ne prikazuje potencijalnu vezu urbanih sistema kao dela infrastrukture i javnih prostora. U paragrafu 101, agenda integriše smanjenja rizika od katastrofa i mere za ublažavanje klimatskih promena, koje su zasnovane na otpornosti i klimatskoj efikasnosti u projektovanju zgrada, usluga i infrastrukture [9].

Paragraf 44 izdvaja urbanu formu, infrastrukturu i arhitektonski dizajn kao dominantne elemente koji utiču na adekvatnu upotrebu resursa grada, pri čemu su oni i prostor za najveće uštede. Preko njih se može direktno unaprediti energetska efikasnost, upotreba obnovljivih izvora energije, otpornost, zaštita životne sredine i održivi rast urbane ekonomije [9].

Sendai okvir je usvojen 2015. godine u okviru treće konferencije Ujedinjenih nacija o smanjenju rizika od katastrofa u Sendaju (Japan). Sendai okvir izdvaja četiri prioritetne oblasti: razumevanje rizika od katastrofa; upravljanje rizicima; ulaganje u jačanje otpornosti; unapređenje spremnosti za adekvatno reagovanje u slučaju katastrofe i primena mera za povećanje otpornosti u postupku obnove, sanacije i rekonstrukcije zgrada. Jedan od ciljeva je i redukcija štete na kritičnoj infrastrukturi¹ nastale usled katastrofa i omogućavanje osnovnih usluga [2].

U prioritetu 3 Sendai okvira „Ulaganje u smanjenje rizika radi povećanja otpornosti“, tačka 30 obuhvata temu povećanja otpornosti objekata, posebno putem strukturnih, nestrukturnih i funkcionalnih prevencija i smanjenja rizika od katastrofa, a predlaže i mere očuvanja objekata od vitalnog značaja, posebno škola i bolnica, kroz negovanje kulture održavanja objekata i uzimajući u obzir ekonomske, socijalne, strukturne, tehnološke procene i procene uticaja na životnu sredinu [2]. Iako Sendai okvir ne razmatra sve namene zgrada, kroz njega se kreira mreža ključnih zgrada koji su od značaja za grad i njegovo funkcionisanje, posebno u periodu katastrofe. Sendai okvir se, samim tim fokusira na pitanje kritične infrastrukture, jer je problematika samog okvira više orijentisana na ekstremne situacije. Nadalje, Sendai okvir daje prioritet objektima škola i bolnica u odnosu na ostale objekte prilikom intervencije usled katastrofa i apostrofira njihovu ključnu ulogu u ovim okolnostima.

2.2. DOKUMENTI NA NACIONALNOM NIVOU: STRATEGIJA ODRŽIVOG I INTEGRALNOG URBANOG RAZVOJA REPUBLIKE SRBIJE DO 2030. GODINE

Strategija održivog i integralnog urbanog razvoja Republike Srbije do 2030. godine usvojena je u toku juna 2019. godine na sednici Vlade Republike Srbije. Ova strategija je prvi dokument tog tipa urađen u Republici Srbiji [10]. Ovaj dokument teži da sagleda potrebe urbanog razvoja, probleme i potencijale koje urbana naselja nose kao generatori razvoja i aktivnosti. U isto vreme, ona je i javna politika i ključni instrument za postizanje održivog urbanog razvoja kroz integrisani pristup. U nacionalnoj strategiji je predstavljen pregled prostornih dimenzija integralnog urbanog razvoja. Prostorne dimenzije omogućavaju primenu odgovarajućeg seta analitičkih instrumenata za identifikaciju problema i potencijala, kao i mere za rešavanje tih problema [11].

Kroz Strategiju urbanog razvoja dati su predlozi područja intervencije, koji na adekvatan način doprinose posmatranju zgrada kao infrastrukturnih delova grada i uloge u zajednički prostorima grada. U okviru mera za postizanje ciljeva urbanog razvoja Strategija ističe potrebu za poboljšanjem javnih prostora i centralnih urbanih zona (strateški pravac 2: Uređenje urbanih naselja, paket mera 2.1). U strateškom pravcu 3 (Društveno blagostanje) u okviru paketa mera 3.3, Strategija daje predlog mera za sanaciju i obnovu podstandardnih ili neuređenih stambenih naselja i celina kroz njihovo infrastrukturno opremanje, *izgradnju objekata javnih namena i unapređenje kvaliteta, pristupačnosti i bezbednosti javnih prostora*. Strategija ističe u tački 4.1 da je ublažavanje klimatskih promena moguće *unapređenjem kvaliteta svih parametara životne sredine, sistema*

¹ Kritična infrastruktura predstavlja okvir različitih sistema koji omogućavaju pouzdan protok proizvoda i funkcionisanje servisa neophodnih za funkcionisanje državne uprave i društva u celini i uključuje, između ostalog, i zdravstvene objekte i obrazovne ustanove [8].

upravljanja otpadom i energetske efikasnosti. Takođe se ističe prilagođavanje na klimatske promene posebno u akcidentnim i rizičnim situacijama (Strateški pravac 4: Kvalitet životne sredine), sa akcentom na programe koji primenjuju koncept „zdravog“ grada (*health city concept*) [10].

U okviru prioritarnih područja intervencije koje je Strategija prepoznala, izdvajaju se dve koje bliže posmatraju otvorene javne prostore: 1) ugrožene urbane strukture, urbane matrice i centralne urbane zone i 2) naselja ili delovi naselja izloženi problemima ugroženosti životne sredine i klimatskim promenama. U području intervencije „Ugrožene urbane strukture, urbane matrice i centralne urbane zone“ se više pristupa problemu javnih prostora. Mere obuhvataju uređenje i očuvanje javnog prostora i fokusiraju se na zgrade kao deo zelene infrastrukture u urbanim naseljima primenom krovnog ozelenjavanja. U okviru područja intervencije 5 primena mera se svodi na unapređenje energetske efikasnosti i realizaciju zelene infrastrukture. Predstavljene mere se odnose na područja koja nisu centralna u urbanim zonama. Strategija posmatra javne prostore kao jedan od prostora intervencija i mogućnosti za njihovo uređenje i unapređenje, pri čemu se eksplicitno ne pominju urbani sistemi kao elementi koji utiču na javne prostore. Ipak je pretpostavka da strateški pravac 3, pored strateškog pravca 4, predstavlja prostor za nadogradnju po pitanju urbanih sistema, infrastrukture i javnih prostora.

2.3. DOKUMENTI NA LOKALNOM NIVOU: AKCIONI PLAN ZA KLIMATSKE PROMENE

Na lokalnom nivou, na teritoriji Republike Srbije 2014. godine usvojen je Akcioni plani adaptacije na klimatske promene sa procenom ranjivosti grada Beograda. Ovaj dokument obuhvata različite aspekte posmatranja urbanog tkiva grada i predlaže mere radi umanjenja efekata klimatskih promena. Akcioni plan prepoznao je problem izgrađenog okruženja kao jednog od faktora uticaja za nastanak klimatskih promena. Izgrađeno okruženje, prema akcionom planu, obuhvata postojeće zgrade, urbanu infrastrukturu, saobraćajnice i druge elemente izgrađenog okruženja i plan konstatuje da je ranjivost izgrađenog okruženja u Beogradu visoka. Akcioni plan, poput Strategije održivog urbanog razvoja, ističe pitanje ozelenjavanja krovova i ozelenjavanje zidova kao mogućnosti u unapređenju šireg okruženja [12].

Akcioni plan propisuje i smernice za bolju infrastrukturu. U okviru dela o urbanističkom planiranju akcioni plan daje smernice za planiranje novih delova grada, sa akcentom na urbanu formu, s tim da se planiranje razvoja novih urbanih struktura mora realizovati kroz formiranje *kompaktnih struktura naselja*, sa optimalnim pristupnim funkcijama. Prilikom planiranja novih delova grada ili urbane rekonstrukcije postojećih, treba obezbediti efekat rashlađivanja odgovarajućom orijentacijom zgrada, ulica i otvorenih prostora. Da bi se osiguralo da sveži rashlađeni vazduh može da „ulazi“ u grad, treba tako planirati orijentaciju zgrada i ulica da se obezbedi ventilacija javnih prostora [12]. Akcioni plan, za razliku od prethodnih dokumenata, razlikuje smernice za urbanističko planiranje i za projektovanje pojedinačnih zgrada i sagledava odnos zgrada i okruženja.

Pored toga, akcioni plan ističe potrebu za kreiranjem klimatskog atlasa Beograda. Ovo je prepoznato kao bitno usmerenje, koje može u budućnosti doprineti

sveobuhvatnijem sagledavanju odnosa zgrada i njihovog okruženja u gradu. Atlas, prema Akcionom planu, može prikazati distribuciju temperature i kretanja vazduha u skladu sa topografskim karakteristikama i namenom zemljišta, na osnovu kojih se može uraditi klasifikacija područja (i zona) zasnovana na, između ostalog, koncentraciji zagađenja, vazдушnim strujanjima i ulozi zelenih prostora [12]. Taj podatak, koji atlas preporučuje, je u međuzavisnosti sa izgrađenim urbanim tkivom i bio bi jedan značajan korak u unapređenju urbanog prostora. Pri tome bi se mogle razviti jasnije preporuke za urbanističko planiranje koje je usklađeno sa klimatskim uslovima i klimatskim promenama. Atlas može biti od značaja i za posmatranje šireg strateškog prostora koje obrađuje Strategija održivog integralnog urbanog razvoja Republike Srbije.

3. URBANI SISTEMI KAO DEO INFRASTRUKTURE

Globalni dokumenti kao što su Nova urbana agende i Sendai okvir na različite načine tretiraju prostor grada. Pitanje urbanih sistema kao delova infrastrukture u ovim dokumentima nije eksplicitno razmatrano, ali se posredno može prepoznati kroz razradu problematike mreže objekata u Sendai okviru i urbane forme u Novoj urbanoj agendi.

S druge strane Strategija urbanog razvoja kao nacionalni dokument, bliže opisuje konkretne probleme koji se manifestuju na pojedinim, diversifikovanim područjima intervencija. Ova područja su prepoznata kao teritorijalni osnov za buduća finansiranja projekata iz različitih izvora, sa naglaskom na brigu za razvoj i obnovu javnog prostora. Akcioni plan, sa druge strane, ima izraženiji tehnički aspekt adaptacije na promene u okviru gradske sredine i razlikuje različite nivoe uređenja prostora.

Tabela 1. Prikaz analiziranih dokumenata i pitanja urbanih sistema i infrastrukture

Nivo	Dokumenti	Termini	Ističe značaj
Globalni	Nova urbana agenda	Urbana infrastruktura, urbana forma, infrastruktura	visokokvalitetna gradnja zgrada i javnih prostora; smanjenje rizika od katastrofa i mere za ublažavanje klimatskih promena - projektovanje zgrada i infrastrukture; projektovanje bazirano na prirodnim rešenjima
Globalni	Sendai okvir	Kritična infrastruktura, socijalna infrastruktura	kultura održavanja zgrada koja uključuje ekonomske, socijalne, strukturne, tehnološke procene i procene uticaja na životnu sredinu
Nacionalni	Strategija održivog integralnog urbanog razvoja RS	Urbana struktura, javni prostor	unapređenje kvaliteta svih parametara životne sredine, javnih prostora, obnove centralnih gradskih zona
Lokalni	Akcioni plan Beograda	Izgrađeno okruženje, urbana infrastruktura struktura naselja, infrastruktura	kompaktne strukture naselja, odgovarajuća orijentacija zgrada, odnos zgrade i ulice

Dokumenti koji se bave održivim urbanim razvojem u manjoj meri prikazuju urbane sisteme kao deo mreže objekata, za razliku od dokumenata koji u svom fokusu imaju otpornost grada. Na primer, kritična infrastruktura u tim dokumentima, od pojedinačnih zgrada određene namene, prepoznaje mrežu i deo sistema koji doprinosi funkcionisanju grada, posebno u ekstremnim situacijama.

Veća integracija urbanih sistema kao dela infrastrukture u analizirane dokumente mogla bi se ostvariti kroz njihovo dovodenje u vezu sa javnim prostorima. Javni prostori su u velikoj meri zastupljeni kako u dokumentima urbanog razvoja tako i u dokumentima koji se odnose na klimatske promene. Uloga urbanih sistema kao dela infrastrukture, uz temu javnih prostora, bi jasno pokazala njihovu međusobnu povezanost i zavisnost. Iako se lokalna uprava može smatrati direktnim inicijatorom razvoja javnih prostora i prostora zajedničkog interesa, sa druge strane postavlja se pitanje upravljanja tim prostorima. Naime, nacionalni dokumenti sugerišu na koji način se upravljanje može realizovati, ali je lokalnim upravama ostavljena sloboda za detaljniju elaboraciju dizajna, načina finansiranja i moduse implementacije rešenja u javnim prostorima, definisanim na nacionalnom nivou. Pitanje uloge urbanih sistema kao dela infrastrukture i njihovog uticaja na šire gradske zone potrebno je sagledati u narednim generacijama dokumenata koji se bave urbanim razvojem i klimatskim promenama. Neophodno je uspostaviti integralni pristup sagledavanja efekata klimatskih promena.

4. ZAKLJUČAK

Istraživanje u oblasti ublažavanja klimatskih promena je i dalje veoma važna tema kako na globalnom tako i na lokalnom nivou. Pitanje održivosti i energetske efikasnosti zgrada, kao i adekvatnih sistema planiranja i projektovanja koji podržavaju ove principe i danas je u Srbiji veoma zastupljena u teoretskom, ali i praktičnom smislu. Sa druge strane, pitanje javnih prostora dobija na značaju u Srbiji posebno usvajanjem Strategije održivog i integralnog urbanog razvoja Republike Srbije do 2030. Rad je nastojao da uspostavi jasnije korelacije između pitanja definisanja urbanih sistema kao dela infrastrukture i mogućih odgovora ovih sistema na efekte klimatskih promena.

Kroz analizu postojećih dokumenata rad je definisao međusobne odnose urbanih sistema i zajedničkih otvorenih prostora grada i prema tome uočio na koji način i gde se posmatraju urbani sistemi kao deo infrastrukture koji direktno utiče na otvorene prostore. Poredeći dokumente u pomenutim oblastima na različitim teritorijalnim nivoima, nije uočeno jasno mesto urbanih sistema kao dela infrastrukture, dok je odnos ka problematici otvorenih/javnih prostora zastupljen u većoj meri. U svim dokumentima postoji težnja za rešavanjem problema klimatskih promena, pitanja javnih prostora, zelene infrastrukture i obnavljanja prostora i urbanih celina, pri čemu se može smatrati da su urbani sistemi nedvosmisleno deo toga.

Na osnovu svega navedenog moguće je uočiti i značaj korišćenja dokumenata koji poseduju globalni aspekt pristupa problemu grada i klimatskih promena, kao i potencijalnih rizika, ali i neophodnost izrade i sprovođenja lokalnih i nacionalnih dokumenata koji mogu i ubuduće bliže definisati načine za uređenje grada. UN Habitat Novom urbanom agendom prepoznaje globalne ciljeve za urbana područja i ukazuje na

moguće slabosti u organizaciji tih prostora. Radi sagledavanja urbanih sistema kao dela infrastrukture neophodan je multidisciplinarni pristup, uz direktnu saradnju planera, arhitekata i drugih inženjera na lokalnom i regionalnom nivou. Ovaj pristup može omogućiti bolje uređenje prostora u gradu i predviđanje mogućih posledica klimatskih promena i dati predloge za sprovođenje efikasnih i ekonomičnih mera prilagođavanja. S tim u vezi, nastavak istraživanja baziraće se na analizama i studijama slučaja koji mogu doprineti boljem razumevanju odnosa uticaja urbanih sistema kao dela infrastrukture na otvoreni prostor grada.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je rezultat naučno-istraživačkog projekta TR 36035: Prostorni, ekološki, energetski i društveni aspekti razvoja naselja i klimatske promene – međusobni uticaji, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] United Nations, "Sustainable development goals". <https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/> [Accessed: 20th October 2019]
- [2] UNISDR. "Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 – 2030", Geneva: The United Nations Office for Disaster Reduction, 2015. <http://www.unisdr.org/we/coordinate/sendai-framework> [Accessed: 15th September 2019]
- [3] K. Desouza, T. Flanery, "Designing, planning and managing resilient cities: A conceptual framework", *Cities*, 35, Elsevier, 2013, pp. 89-99.
- [4] S. Chang, R. McDaniels, J. Fox, R. Dhariwal, H. Longstaff. "Toward Disaster-Resilient Cities: Characterizing Resilience of Infrastructure Systems with Expert Judgments", *Risk analysis*, Vol. 34, no 3., 2014, p.p. 416-433, DOI: 10.1111/risa.12133
- [5] E. Tompkins, L-A. Hurlston,. "Public-private partnerships in the provision of environmental governance: A case of disaster management". In E. Boyd & C. Folke (Eds.), *Adapting institutions: Governance, complexity and social-ecological resilience*, Cambridge, GB: Cambridge University Press, 2012. pp. 171-189.
- [6] M. Pucar, M. Nenković-Riznić, B. Brankov, S. Petrović, M. Stojković. "Cities adaptation to the climate change by using green building principles", ICUP 2018, Faculty of Civil Engineering and Architecture, University of Nis, Urban Planning Cluster, Niš, 2018, pp. 121-130.
- [7] T. Wilbanks, S. Fernandez. "Climate Change and Infrastructure, Urban Systems and Vulnerabilities", Island Press: Washington, 2014, 88.
- [8] S. Rinaldi, J. Peerenboom, T. Kelly. "Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies". *IEEE control systems magazine*, 21(6), 2001, pp. 11-25.
- [9] UN Habitat. "New Urban Agenda". 2017. <http://habitat3.org/the-new-urban-agenda/> [Accessed: 5th November 2019]
- [10] S. Trkulja, R. Čolić, M. Maksin. et al. "Strategija održivog i integralnog urbanog razvoja Srbije do 2030.godine", Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture, podržano od strane Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, po nalogu nemačkog Saveznog ministarstva za ekonomsku saradnju i razvoj (BMZ), Unapređenje upravljanja zemljištem na nivou lokalnih samouprava u Srbiji, Beograd, 2018.

- [11] Б. Бранков, Н. Чолић. "Спровођење савремених инструмената планирања урбаног развоја у регенерацији јавног простора". Летња школа урбанизма, Удружење урбаниста Србије: Сомбор, 2019. стр. 173-180.
- [12] Gradska uprava grada Beograda – Sekretarijat za zaštitu životne sredine, "Акциони план адаптације на климатске промене са проценом ранјивости". Gradska uprava grada Beograda podržano od strane Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Beograd, 2015, 68.

Božidar S. Furundžić¹, Danilo S. Furundžić²

ZAGAĐENJE VAZDUHA OD SAGOREVANJA UGLJA: SLUČAJ TERMoeLEKTRANE „NIKOLA TESLA A“

Rezime

Prostorni plan Srbije zahteva zaštitu životne sredine. U ovom radu razmatra se zagađenje vazduha od sagorevanja uglja. Pri sagorevanju uglja nastaju mnoge materije opasne za ljudsko zdravlje. Termoelektrana „Nikola Tesla“ (TENT), koja ima dva dislocirana dela (TENT-A i TENT-B), predstavlja jedan od najvećih zagađivača vazduha zbog svojih zastarelih postrojenja. S ciljem da se smanji zagađenje vazduha i poboljša prirodno okruženje, TENT-A izgradiće novo Postrojenje za odsumporavanje dimnih gasova (PODG). Kao studija slučaja, u radu su sažeto opisani TENT-A i projekat PODG. Zaključak daje zapažanja stečena tokom projektovanja pripremnih radova za PODG.

Glavne reči

vazduh, sagorevanje uglja, zagađenje, zaštita, TE „Nikola Tesla A“

AIR POLLUTION FROM COAL COMBUSTION: THERMAL POWER PLANT „NIKOLA TESLA A“ CASE

Summary

Serbia's spatial plan requires environmental protection. This paper considers air pollution from coal combustion. The burning of coal produces many substances dangerous to human health. Thermal Power Plant „Nikola Tesla“ (TPPNT), which has two relocated units (TPPNT -A and TPPNT -B), is one of the largest air pollutants due to its obsolete facilities. In order to reduce air pollution and improve the natural environment, TPPNT -A will build new Flue Gas Desulphurisation Plant (FGDP). As a case study, TPPNT-A and FGDP design are briefly presented in this paper. Conclusion provides observations gained through the design of preparatory works for FGDP.

Keywords

air, coal combustion, pollution, protection, TPP „Nikola Tesla A“

¹ Dipl.Eng.Civ., MS(ECP), Consulting Engineer, „CPM Consulting“, 23 Makenzijeva, Belgrade, Serbia, bfurundzic@gmail.com

² Dipl.Eng.Arch., MS(ECP), Dr.Sc.Arch., Asst.Prof., University of Belgrade, Faculty of Architecture, 73 Bulevar Kralja Aleksandra, Belgrade, Serbia, dfurundzic@gmail.com

1. UVOD

Prostorni plan Republike Srbije zahteva zaštitu životne sredine [1], saglasno ideji održivog razvoja [2]. Nažalost, Srbija je danas jedna od najzagađenijih zemalja Evrope [3]. Više termoelektrana ima zastarelu opremu i izaziva veliko zagađenje vazduha, te je nužna zaštita ljudi i okruženja [4]. S ciljem zaštite, *Termoelektrana „Nikola Tesla – A“* (TENT-A) gradi postrojenje *Postrojenje za odsumporavanje dimnih gasova* (PODG) [5].

Multidisciplinarnost problema zagađenja vazduha od sagorevanja uglja dala je podstrek nastanku ovog rada. U radu je, posle sažetog osvrta na današnje stanje životne sredine u Srbiji i veliki problem zagađenja vazduha od sagorevanja uglja, prikazan slučaj TENT-A i izgradnje PODG. Prvi autor rada je projektant pripremnih radova [5], a ekološko razmatranje zagađenja vazduha izvršio je zajedno s drugim autorom rada.

2. STANJE ŽIVOTNE SREDINE U SRBIJI

Prostorni plan Republike Srbije od 2010. do 2020. godine (PPRS) [1] definiše strateški teritorijalni razvoj i utvrđuje organizaciju, uređenje, korišćenje i zaštitu prostora Srbije. Ekonomski i socijalni razvoj Srbije treba usaglasiti sa prirodnim, ekološkim i kulturnim potencijalima i ograničenjima na njenoj teritoriji. Prostorni plan predstavlja osnov sa kojim moraju biti usaglašeni ostali planovi (regionalni, područja posebne namene, jedinice lokalne samouprave, urbanistički).

PPRS sadrži tekstualni deo i grafičke prikaze (5 referalnih karata i 31 tematsku kartu). U PPRS posebna celina je „*Priroda, ekološki razvoj i zaštita*“, a jedan od osnovnih ciljeva je „*Zaštićena i unapređena životna sredina*“ [1].

Svi elementi životne sredine, koju čine prirodna bogatstva i stvorena dobra, međusobno su povezani složenim odnosima. Nagli i često stihijski razvoj gradova širom sveta, praćen procesom globalizacije, podstakao je veliko zagađenje urbanih prostora i njihove okoline [2].

Savremena arhitektura i urbanizam narasle ekološke probleme rešavaju kroz održivi razvoj, koji štiti životnu sredinu, čuva prirodne resurse i vodi ekonomskom i humanom napretku čovečanstva [2]. Pri tome, „*Bruntlandov izveštaj*“ (Brundtland Report) definiše „*održivi razvoj*“ kao: „*razvoj koji odgovara savremenim potrebama i ne sprečava mogućnost budućih generacija da zadovolje svoje sopstvene potrebe*“.

Evropska zajednica (EZ) je usvojila da je ključni preduslov napretka zdravo okruženje. Kako zbog zagađivanja okruženja nastaju promene klime, biodiverziteta i prostora, u Evropi se teži održivom korišćenju i upravljanju prirodnim resursima i otpadom. Usaglašavanje sa evropskim propisima za prostorno planiranje, urbani razvoj i zaštitu životne sredine obezbeđuje uslove za ulazak Republike Srbije u Evropsku zajednicu.

Veliki i otvoren problem Srbije je nedovoljno ulaganje u zaštitu životne sredine. Danas je Srbija jedna od *najzagađenijih* zemalja u Evropi [3]. Zagađenost ugrožava zdravlje stanovništva, pogoršava kvalitet života i usporava privredni rast. Za rešavanje teških problema zagađenja potrebne su ogromne investicije u bliskoj budućnosti.

Fiskalni savet [3] procenjuje da Elektroprivreda Srbije za smanjenje emisije zagađivača u vazduh, iz postojećih termoelektrana, mora investirati približno 650 miliona evra u narednih 10 godina.

3. ZAGAĐENJE VAZDUHA

Zagađeni voda, otpad i vazduh predstavljaju problem današnje Srbije. *Voda* za piće je lošeg kvaliteta, kanalizaciona mreža je nerazvijena, a komunalne otpadne vode se uglavnom neprečišćene izlivaju u reke. *Otpad* se uglavnom odlaže bez prerade na neuređene deponije, a opasan otpad često se ne odvaja. Zagađen *vazduh* udiše trećina građana [3]. Loše stanje životne sredine u Srbiji mora se poboljšati, što je preduslov za ulazak naše zemlje u Evropsku zajednicu.

Zakon o zaštiti vazduha (ZZV) [4] uređuje sprovođenje zaštite i poboljšanje kvaliteta vazduha kao prirodne vrednosti od opšteg značaja. Cilj zaštite vazduha je smanjenje štetnih posledica zagađenja po zdravlje ljudi i životnu sredinu.

Zakon definiše osnovne *pojmove* (vazduh, gorivo, emisija, zagađujuća materija) i uređuje zaštitu vazduha, kontrolu kvaliteta, merenje emisije, nadzor i drugo. Posebno je obrađena emisija gasova sa efektom staklene bašte.

ZZV propisuje mere za sprečavanje ili smanjenje zagađenja, utvrđuje maksimalne emisije za zagađujuće materije. Takođe, ZZV razlikuje 3 kategorije *kvaliteta* vazduha (čist, umereno zagađen, prekomerno zagađen) i propisuje kontrolu kategorije kvaliteta vazduha jednom godišnje za proteklu kalendarsku godinu.

Zaštita vazduha od zagađenja je posebno složen izazov. Prekomerno zagađen vazduh u mnogim većim *gradovima Srbije* predstavlja veliki zdravstveni rizik za najmanje 2,5 miliona ljudi [3]. Loš vazduh, opasan za zdravlje, udišu stanovnici Beograda, Pančeva, Bora, Kragujevca, Valjeva, Užica, Subotice.

U Srbiji vazduh najviše zagađuju preduzeća u sektoru *energetike, industrije i saobraćaja*. Među najvećim zagađivačima vazduha su preduzeća u *državnom vlasništvu* (Elektroprivreda Srbije, Azotara Pančevo, Petrohemija Pančevo, Rudarsko-topioničarski basen Bor, gradske toplane, kao i druga javna preduzeća). Produžena tranzicija privrede, loše poslovanje državnih preduzeća i nedostatak ekološke svesti odložili su modernizaciju proizvodnje i uvođenje tehnologije za prečišćavanje dimnih gasova.

Elektroenergetski sektor u Srbiji čine termoelektrane i hidroelektrane, pri čemu *termoelektrane* (TE) na ugalj proizvode oko 70% električne energije, a *hidroelektrane* (HE) oko 30% [3]. Presudan doprinos zagađenju vazduha u Srbiji daju termoelektrane na ugalj, koje nedovoljno ulažu u zaštitu vazduha. Država takođe ima veliku odgovornost, jer još uvek nije uspostavila funkcionalan sistem za kontrolu i sprečavanje zagađivanja vazduha.

4. UGALJ: „NEVIDLJIVI UBICA“

Ugalj je „nevidljivi ubica“, može se opravdano reći [6]. Sagorevanje uglja ugrožava stanovništvo okoline, Srbije, regiona, Evrope, pa i celog sveta. Pri sagorevanju uglja nastaje

dimni gas, u kome se, pored ostalog, nalaze *zagađivači*. Ovi zagađivači, a medju njima posebno *suspendovane čestice*, dospevaju vetrom, kišom i vodom do udaljenih mesta, gde vrše štetan uticaj na zdravlje ljudi.

Dimni gas (DG) je mešavina gasova, koja nastaje sagorevanjem fosilnog goriva u termoelektrani. Kao dim, DG izlazi u atmosferu iz dimnjaka. Sastav DG zavisi od vrste goriva, a obično sadrži: *azot* (N₂), *ugljen-dioksid* (CO₂) i *vodenu paru* (H₂O). Pri tome, zapreminski, azot je oko 80%, a ugljen-dioksid oko 15-20%.

U moćnoj termoelektrani generatori sagorevaju ogromne količine fosilnog goriva, pa velika količina dimnih gasova emituje se u atmosferu i zagađuje životnu sredinu.

Prilikom sagorevanja uglja u vazduh se, kroz dimni gas, ispuštaju *tri glavna zagađivača*: sumpor-dioksid, azotni-oksidi, suspendovane čestice – koji su veoma štetni po zdravlje ljudi [7].

Sumpor-dioksid (SO₂) je pri udisanju jako toksičan za ljude, jer mnogo iritira nos i grlo. Visoka koncentracija sumpor-dioksida može prouzrokovati kašalj, nedostatak daha, otežano disanje, pa i dovesti do nagomilavanja tečnosti u plućima (edem pluća).

Azotni-oksidi (NO_x) su gasovi koji izazivaju upalu disajnih puteva. Oni su oksidanti, te mogu poremetiti ćelijske mehanizme, oštetiti tkiva i smanjiti imunitet organizma. Visoke koncentracije azot-dioksida često su problem u Beogradu, zbog veoma intenzivnog drumskog saobraćaja i blizine termoelektrane u Obrenovcu i azotare u Pančevu.

Suspendovane čestice (PM) su veoma male čestice materije i tečnosti, koje sadrže razna hemijska jedinjenja. Skraćenica *PM* je engleski akronim: *Particulate Matter* – čestica materije. Broj iza skraćenice *PM* označava veličinu čestice: *PM10* je čestica prečnika 10 mikrometara ili manje, *PM2.5* je čestica prečnika 2.5 mikrometra ili manje; (1 mikrometar = 10⁻⁶ m). Suspendovane čestice *PM10* javljaju se kod prašnjavih industrija i pored puteva. Čestice *PM2.5* javljaju u dimnim gasovima iz termoelektrana, gradskih toplana, industrije, motornih vozila. Kada se udahnu, suspendovane čestice putuju kroz krvotok i nanose štetu plućima i srcu, a nekad mogu izazvati moždani udar i dovesti do prerane smrti.

Termoelektrana na ugalj stvara veliko zagađenje vazduha. U Srbiji termoelektrane na ugalj su stare, neracionalne i ispod ekoloških standarda [7]. Zastarele srpske termoelektrane ugrožavaju zdravlje ljudi u našoj zemlji, regionu i šire. Srbija je dužna da svoje zakone o kontroli zagađenja vazduha uskladi sa zakonodavstvom Evropske zajednice.

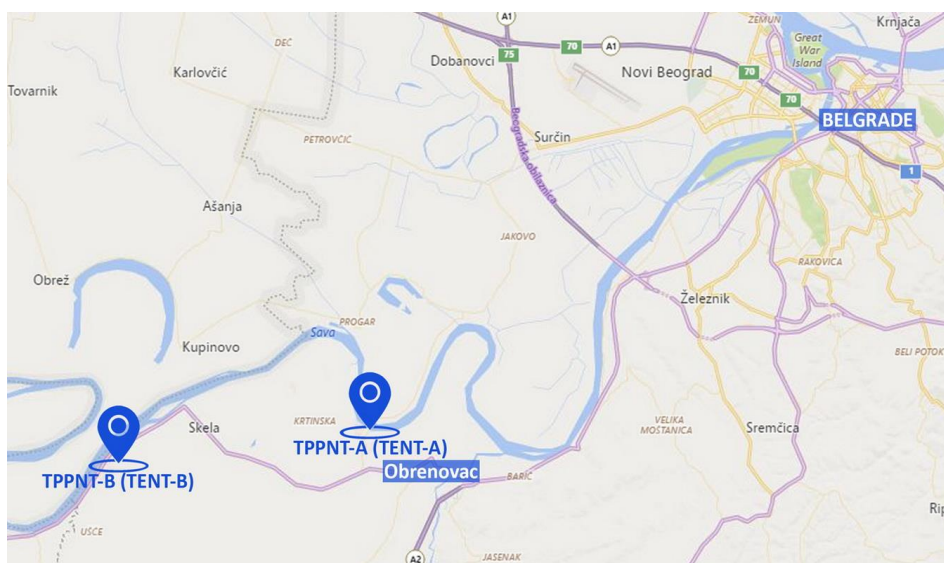
Elektroprivreda Srbije (EPS), pri proizvodnji električne energije, emituje oko 95% sumpor-dioksida, više od 50% azot-dioksida i druge zagađujuće supstance, pa zbog toga je najveći srpski zagađivač vazduha. Potrebne su ogromne investicije elektroprivrede u postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova u postojećim termoelektranama.

5. TERMOELEKTRANA “NIKOLA TESLA ” (TENT)

U zapadnoj Srbiji, oblast reke Kolubara i njene najduže pritoke reke Tamnava je u prošlosti bila ogroman zaliv Panonskog mora [8]. Ta oblast danas je *Kolubarski basen*, koji sadrži ogromne rezerve lignita - niskokaloričnog mrkog uglja. Iskopavanje uglja u Kolubarskom basenu započelo je krajem 19. veka.

Danas je *Rudarski basen Kolubara* najveći snabdevač uglja za elektroprivredu Srbije. Oko 50% proizvodnje električne energije u Srbiji zasniva se na lignitu iz rudnika Kolubara [9].

Javno preduzeće „*Elektroprivreda Srbije*“ [9] upravlja *Termoelektranom „Nikola Tesla“* (TENT) [10]. TENT je kompleks sa *dve elektrane*, označene sa A i B (TENT-A i TENT-B), smeštene na desnoj obali reke Save, uzvodno od Beograda (slike 1-2). Kao gorivo, TENT koristi lignit iskopan u rudniku Kolubara, koji se dovozi železnicom. Kompleks TENT je najveći u Srbiji i pokriva gotovo polovinu godišnjih potreba za električnom energijom u Srbiji [9, 10].



Slika 1. Lokacije termoelektrane “Nikola Tesla – A & B”



Slika 2. Lokacije TE "Nikola Tesla – A & B" (ortofoto)

Termoelektrana „Nikola Tesla A“ (TENT-A) (slika 3), izgrađena je na desnoj obali reke Save u blizini Obrenovca (slike 1-2), ima 6 blokova, 2 dimnjaka (visine 220 i 150 m), ukupnu snagu 1650 MW [5, 10].



Slika 3. Termoelektrana "Nikola Tesla – A" (TENT-A) [10]

TENT-A je u pogonu od 1970. godine. Prva 2 bloka izgrađena su 1970, a preostala 4 bloka u periodu 1975-1979. godine. Kao što se vidi na slici 5, TENT-A emituje velike

količine dimnog gasa.

TENT-A je ne samo najveća termoelektrana u Srbiji, već je i najveći pojedinačni proizvođač električne energije u srpskom elektroenergetskom sistemu. Tako TENT-A prosečno proizvodi više od 8 milijardi kWh godišnje.

TENT-A je izgrađen sedamdesetih godina prošlog veka, pa se danas mora prilagoditi savremenim standardima EZ u oblasti zaštite životne sredine. Cilj rekonstrukcije postojećeg TENT-A je smanjiti dejstvo 3 glavna zagađivača (sumpor-dioksid, azotni-oksidi, suspendovane čestice) i, naročito, sprovesti odsumporavanje dimnih gasova.

Termoelektrana „Nikola Tesla B“ (TENT-B) (slika 4), izgrađena na desnoj obali reke Save u blizini Ušća, uzvodno 17 km od TENT-A i Obrenovca (slike 1-2), ima 2 bloka, 1 dimnjak (visine 250 m), ukupnu snagu 1240 MW [5, 10].

TENT-B je u pogonu od 1983, odnosno 1985 kada je izgrađen i drugi blok. Posmatrano pojedinačno, svaki blok TENT-B je najveća energetska jedinica u Srbiji.



Slika 4. Termoelektrana „Nikola Tesla – B“ (TENT-B) [10]

6. TENT-A: ODSUMPORAVANJE DIMNIH GASOVA (ODG)

Smanjenje zagađenja vazduha u *Termoelektrani „Nikola Tesla A“* izgradnjom *Postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova* se u daljem prikazuje na osnovu iskustva stečenog u vlastitoj praksi [5, 12].

Za snižavanje količine sumpor-dioksida (SO_2) u dimnim gasovima, u TENT-A će se koristiti *odsumporavanje dimnih gasova* vlažnim postupkom, uz korišćenje krečnjaka kao

reagens. Kao rezidualni materijal dobijaće se gips, koji se može koristiti u građevinarstvu, a pomešan sa pepelom i za izgradnju puteva. Posle odsumporavanja, dimni gas se, kroz ovlaženi dimnjak, ispušta u atmosferu.

Postojeća TENT-A (slike 3, 5, 6) [11] ima 6 blokova (A1,...,A6), 2 dimnjaka (jedan za A1-A3, drugi za A4-A6), 6 elektrostatičkih taložnika (ESP-A1,...,ESP-A6) i 4 ventilatora sa indukovanom strujom (IDF-A3,..., IDF-A6). Prvo su izgrađena 2 stara bloka (A1, A2), a kasnije još 4 nova bloka (A3,...,A6). Snaga jednog starog bloka je oko 200 MW, a jednog novog oko 300 MW.



Slika 5. TENT-A: ispuštanje dima [10]

Blok (A) generiše (proizvodi) električnu energiju. Dimnjak (ST) odvodi dimni gas. Ventilator sa indukovanom gasom (IDF) usisava dimni gas iz generatora u bloku i izbacuje ga u atmosferu kroz dimnjak. Elektrostatički taložnik (ESP) je uređaj za filtriranje, koji uklanja sitne čestice iz dimnog gasa pomoću indukovane elektrostatičke sile.

Radi smanjenja zagađenja vazduha, u TENT-A se za četiri jača bloka (A3,...,A6) gradi novo PODG. To će omogućiti da TENT-A radi još najmanje 20 godina u skladu sa zahtevima Evropske unije za zaštitu životne sredine.

Na slici 6 prikazan je *orto-foto snimak* TENT-A, a na snimku projektovani *objekti* Postrojenja za ODG su *ucrtani i obojeni* (plavo i crveno).

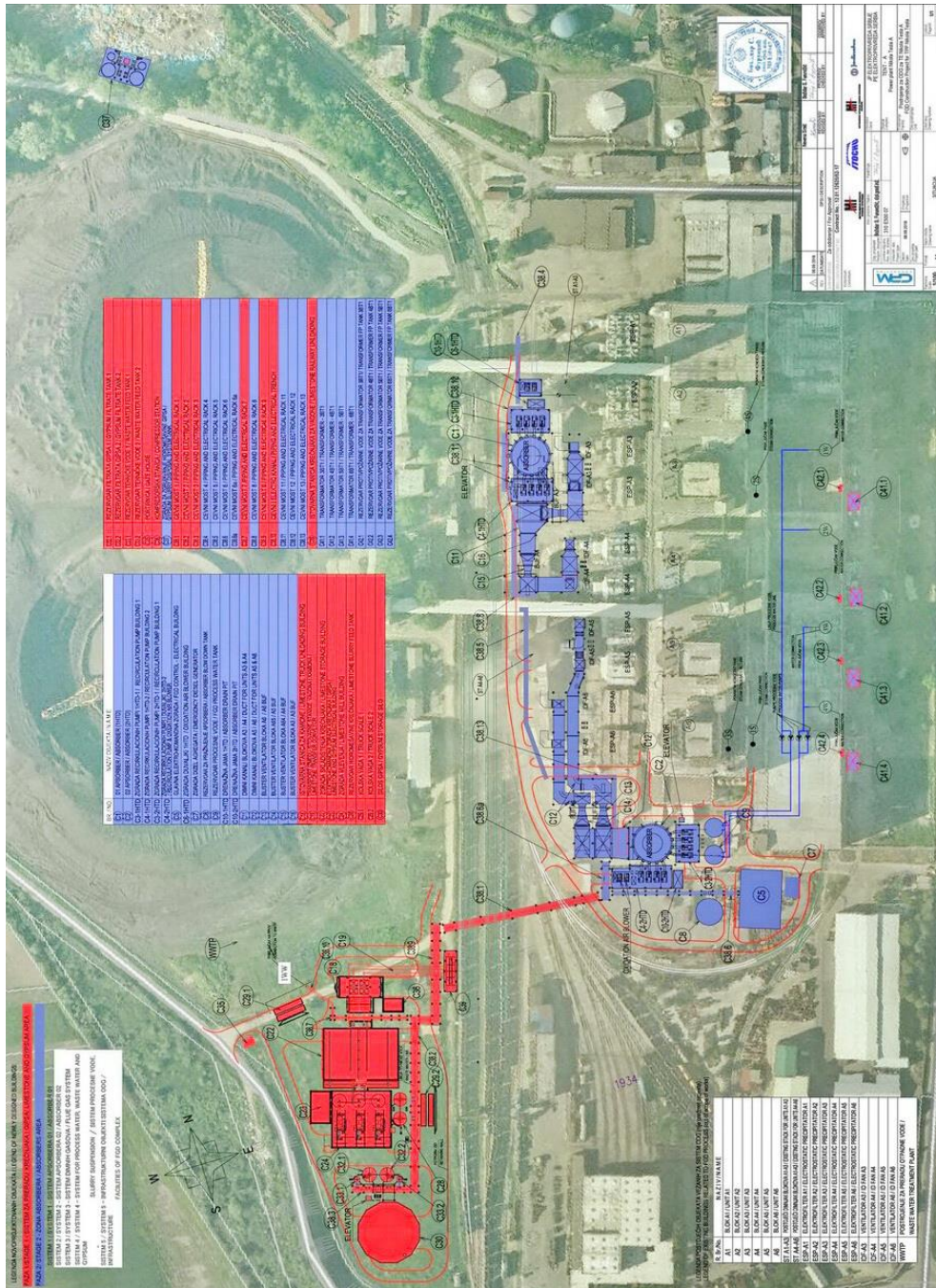
U okviru TENT-A, za proces ODG projektovana su 2 područja (slika 6) [12]: područje *apsorbera* (slika 6 - plavo obojeno), koje je istočno od unutrašnje pruge TENT-A, i područje *krečnjaka-gipsa* (slika 6 – crveno obojeno), locirano zapadno od iste pruge.

Dva apsorbera su predviđena za proces ODG. Apsorber C1 za generatore A3-A4, a apsorber C2 za generatore A5-A6 [5]. PODG će obezbediti da u TENT-A blokovi A3-A6 rade u skladu s propisima o maksimalnom dozvoljenom nivou emisije sumpor-dioksida [5].

Projekat i izgradnju PODG je, uz finansijsku podršku Japanske agencije za međunarodnu saradnju (*Japan International Cooperation Agency - JICA*), ugovorila poznata japanska kompanija „*Mitsubishi Hitachi Power Systems*“ – MHPS, zajedno sa lokalnim konzorcijumom izvođača i projektanata. Pripremne radove za Postrojenje za odsumporavanje dimnih gasova projektovao je „CPM Consulting“ iz Beograda [12].

Izgradnja PODG koštaće oko 167 miliona evra. PODG će emisiju sumpor-dioksida smanjiti za 9 puta, sa oko 74000 tona na oko 7800 tona godišnje.

Rešavajući problem zagađenja vazduha, Japan je razvio efikasnu tehnologiju i uspešno primenio u praksi. Rad u konzorcijumu sa vodećom japanskom kompanijom MHPS i učešće u transferu savremene tehnologije omogućava srpskim projektantima i izvođačima sticanje novih znanja i upoznavanje stranog stručnog iskustava.



Slika 6. Postrojenje za odsumporavanje dimnih gasova (PODG) [5, 12]

7. ZAKLJUČAK

Sagorevanje uglja u termoelektrani zagađuje vazduh i šteti zdravlju ljudi. Ugalj se opravdano može nazvati: „nevidljivi ubica“. Pri sagorevanju uglja se kroz dimni gas ispuštaju tri glavna zagađivača vazduha – sumpor-dioksid, azotni-oksidi i suspendovane čestice. Uticaj ovih zagađivača treba smanjiti na dozvoljen nivo.

Srpske termoelektrane na ugalj su stare, neracionalne i ispod savremenih ekoloških standarda, pa zato zahtevaju revitalizaciju, dogradnju i usklađivanje sa zakonodavstvom Evropske zajednice.

Termoelektrana „Nikola Tesla A“ je najveća termoelektrana u Srbiji i zbog toga je kako veliki proizvođač električne energije, tako i veliki zagađivač vazduha. U okviru TENT-A gradi se Postrojenje za odsumporavanje dimnih gasova radi smanjenja zagađivanja vazduha i usklađivanja sa ekološkim standardima Evropske zajednice.

Lekcija naučena u praksi tokom razmatranja problema zagađenja vazduha od sagorevanja uglja i zatim projektovanja pripremnih radova za PODG, jeste da stalno ažuriranje informacija i razmena podataka sa projektantima i izvođačima vodi ne samo uspešnom rešavanju otvorenih pitanja, već i prilagođavanju projekta realnosti.

LITERATURA

- [1] Zakon o Prostornom planu Republike Srbije od 2010. do 2020. godine, “Službeni glasnik RS”, br. 88/2010.
- [2] Furundžić, D.S.: „Ideja o održivom razvoju“, Beograd: Ecologica, XVIII(62), 2011, 199-202.
- [3] Republika Srbija - Fiskalni savet: „Investicije u zaštitu životne sredine - društveni i fiskalni prioritet“, 26. jun 2018, Beograd.
- [4] Zakon o zaštiti vazduha, “Službeni glasnik RS”, br. 36/2009.
- [5] Furundžić, B.S.: „Thermal power plant 'Nikola Tesla A': Pipelines channel structure“, 7th International Conference Contemporary Achievements in Civil Engineering 2019, Procceedings, Subotica, 2019, pp. 291-300
- [6] Čturiilo, B., Mezei, L., Kalmar, Z.: „(Nepovratno) Narušavanje ljudskog zdravlja i integriteta ekosistema kao posledica sagorevanja lignita - Rezime o činjenicama“, Centar za ekologiju i održivi razvoj Subotica (CEKOR), Subotica, 2013.
- [7] Jensen, G.K. (ed.): „Chronic Coal Pollution“, HEAL (Health and Environment Alliance), Brussels, 2019.
- [8] RB Kolubara. <https://en.wikipedia.org/wiki/RB_Kolubara> (Accessed: Oct. 10, 2019.)
- [9] Elektroprivreda Srbije (EPS). <<http://www.eps.rs/lat>> (Pristup: 10.10.2019.)
- [10] PP “Nikola Tesla”. <<http://www.tent.rs/>> (Pristup: 10.10.2019.)
- [11] TE „Nikola Tesla“ - Elektrana „A“, Glavni projekat, Mašinski, elektro i građevinski deo, Energoprojekt, 1984.
- [12] Furundžić, B.S., lead designer: FGD facility for TTPNT-A , Limestone and gypsum processing system - Phase 1, Design for preparatory works, Design for Construction Approval, (NTFGD-S1.0-PGD/PA-10.1-rev01), CPM Consulting, 01.2019.

Damjana Lojaničić¹, Tatjana Jurenić², Aleksandra Čabarkapa³

ARHITEKTONSKI PARAMETRI ZA OCENU EKONOMSKE ISPLATIVOSTI REAKTIVACIJE OBJEKATA

Rezime

Ekonomski aspekt procesa reaktivacije objekata metodom prenamene razmatran je kroz isplativost samog procesa prenamene (troškovi adaptacije objekta za potrebe nove namene) i mogućnost ostvarenja profita prilikom eksploatacije reaktiviranog objekta. Analizirani parametri su podjeljeni u dve grupe. Prva grupa obuhvata parametre *vlasništva*, *fleksibilnost* arhitektonskih struktura i *infrastrukturnu povezanost* postojećih objekata, posredstvom kojih su razmatrana potencijalna ekonomska ulaganja tokom procesa prenamene. Lokacije posmatranih objekata, infrastrukturna povezanost i (zatečene i planirane) namene u okruženju čine drugu grupu parametara. Cilj istraživanja je da se identifikacijom arhitektonskih parametara za ocenu ekonomske isplativosti reaktivacije objekata olakša donosenje odluke o sprovođenju prenamene.

Cljučne reči

reaktivacija, prenamena, ekonomski aspekt, arhitektonski parametri

ARCHITECTURAL PARAMETERS FOR EVALUATION OF COST- EFFECTIVENESS OF BUILDINGS' REACTIVATION

Summary

The economic aspect of the building reactivation process by conversion was considered through the cost-effectiveness of the conversion process (the cost of adaptation of an existing building according to the needs of the new use) and the possibility of making a profit during use of reactivated building. The analyzed parameters are divided into two groups. The first group includes *ownership*, *flexibility* of the existing architectural structures and *infrastructure*. The potential economic investment during the conversion process has been considered through these parameters. The second group includes parameters related to the *location* of the existing buildings, *infrastructure* and (*current and planned*) *function* of other buildings in the immediate surroundings. It is expected that by identifying architectural parameters which influence the economic aspect, reaching a decision regarding building activation will be facilitated.

Keywords

reactivation, conversion, economic aspect, architectural parameters

¹ asistent, mast.inž.arh, Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet, Beograd, Bul. kralja Aleksandra 73/II, damjana@arh.bg.ac.rs

² dr, docent, dipl.inž.arh, Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet, Beograd, Bul. kralja Aleksandra 73/II, tanja@arh.bg.ac.rs

³ dr, asistent, mast.inž.arh, Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet, Beograd, Bul. kralja Aleksandra 73/II, aleks@arh.bg.ac.rs

1. UVOD

Regeneracija napuštenih lokacija – braunfilda (engl. *brownfield*) [1] različitim metodima predstavlja jednu od aktuelnih oblasti savremene arhitektonsko-urbanističke prakse, a izbor metoda je uslovljen karakteristikama samih braunfilda. Budući da se istraživanje odnosi na braunfild lokacije na kojima se nalaze objekti van upotrebe, razmatrani metod regeneracije je prenamena. Uzroci degradacije objekata su mnogobrojni, ali, prevashodno, odnose se na promenu tehničko-tehnoloških standarda (prostorne karakteristike postojećeg objekta ili materijali upotrebljeni u izgradnji ne zadovoljavaju savremene uslove za smeštanje prvobitne namene), degradaciju same strukture ili materijala (postojeći objekat ne zadovoljava potrebe korisnika), promene *potrebnosti* samih namena (primer predstavljaju industrijski objekti koji su masovno napušteni usled, sa jedne strane, premeštanja fokusa poslovanja sa sekundarnih delatnosti na tercijarne delatnosti i, sa druge strane, izmeštanja preostalih industrijskih sadržaja na periferije gradova) ili promene potrebnog broja objekata određene namene kao posledica reorganizacije grupacija koje su ih koristile (vojni objekti) [2].

S obzirom na to da proces reaktivacije, u najvećem broju slučajeva, počinje promenom vlasništva i ulaganjima od strane novog vlasnika, isplativost intervencija na objektu predstavlja jedan od prioriteta. Značajno je analizirati ekonomski aspekt prenamene, sa jedne strane, u odnosu na isplativost postupka adaptacije postojećeg objekta za potrebe nove namene, a sa druge strane, u odnosu na mogućnost ostvarenja profita prilikom eksploatacije reaktiviranog objekta.

U ovom radu razmatrani su neki od identifikovanih arhitektonskih parametara koji imaju uticaja na ekonomsku isplativost reaktivacije objekata društveno korisnom namenom, različitom od prvobitne namene objekta. Prikazani parametri se odnose na lokaciju postojećeg objekta, pitanje vlasništva, trenutne i planirane namene u neposrednom okruženju objekta koji se reaktivira, fleksibilnosti arhitektonske strukture postojećeg objekta i infrastrukturnu povezanost. Analiziran je uticaj svakog parametra na ekonomski aspekt reaktivacije objekata.

Ciljevi istraživanja usmereni su na identifikaciju arhitektonskih parametara na osnovu kojih je moguće izvršiti analizu ekonomske isplativosti adaptacije objekata van upotrebe za potrebe potencijalnih novih namena.

2. ARHITEKTONSKI PARAMETRI ZA OCENU EKONOMSKE ISPLATIVOSTI REGENERACIJE OBJEKATA VAN UPOTREBE

Cena i dužina trajanja adaptacije napuštenog objekta zavise od više faktora (prostorne karakteristike objekta, lokacija, kvalitet i kompleksnost radova,..) [2]. Izbor parametara uslovljen je ciljevima istraživanja koje se sprovodi i vrstom analiziranih objekata.

Budući da se ekonomska isplativost postupka reaktivacije sagledava kroz troškove potrebnih intervencija i mogućnosti eksploatacije objekta nakon reaktivacije, prikazani arhitektonski parametri podeljeni su u dve grupe: parametri za ocenu ekonomske

isplativosti postupka prenamene i parametri za ocenu ekonomske isplativosti eksploatacije nove namene.

Parametri koji se odnose na pitanje vlasništva nad postojećim objektom, fleksibilnost arhitektonskih struktura postojećih objekata i infrastrukturnu povezanost, sa aspekta dostupnosti objekta tokom intervencija, čine prvu grupu parametara. Druga grupa parametara se odnosi na lokaciju objekata u užem i širem (urbanom) kontekstu, zatečene i planirane namene objekata u neposrednom okruženju i infrastrukturnu povezanost, sa aspekta dostupnosti nove namene po završetku procesa reaktivacije [2,3].

2.1. PARAMETRI ZA OCENU EKONOMSKE ISPLATIVOSTI POSTUPKA PRENAMENE

U ovom delu rada biće prikazani arhitektonski parametri koji imaju uticaja na ekonomsku isplativost adaptacije objekata, koji se više ne koriste za potrebe prvobitnih namena, u cilju smeštanja nove namene, različite od prvobitne.

2.1.1. Vlasništvo

S obzirom na to da je proces reaktivacije velikog broja objekata iniciran promenom vlasništva nad objektom koji se reaktivira, pitanje vlasništva je od izuzetnog značaja. Neregularnosti u pogledu vlasništva nad objektom koji se više ne koristi oslabljuju zainteresovanost potencijalnih investitora, usporavaju prenos vlasništva, utiču na efikasnost postupka prenamene u celosti i, na taj način, odlažu ponovno korišćenje objekta [2].

Budući da je ekonomska isplativost postupka reaktivacije, u celosti, uslovljena efikasnošću realizacije samog postupka (vremenski interval do mogućeg povraćaja investicija), prenos vlasništva je jednostavniji, ukoliko je objekat koji se reaktivira javna svojina. Objekti u državnom vlasništvu se izlažu javnosti u cilju ostvarenja potencijalnih investicija (Lista prodaje nepokretnosti na raspolaganju MO i VS iz 2018. godine, „Projekti 100“,...), a proces prenosa vlasništva traje kraće. Kada je reč o objektima u privatnoj svojini, na efikasnost postupka utiče broj vlasnika. Prenos vlasništva je jednostavniji kada je objekat u vlasništvu jednog, pravnog ili fizičkog, lica (1/1). Veći broj vlasnika (1/2, 1/3,...), potencijalno, usporava realizaciju ovog koraka, usled, u najvećem broju slučajeva, različitih interesa vlasnika.

2.1.2. Infrastrukturna povezanost

U odnosu na ekonomsku isplativost postupka prenamene, sagledava se uticaj infrastrukturne povezanosti na efikasnost izvođenja potrebnih intervencija [2,3].

Posledice loše infrastrukturne povezanosti poput povećanih troškova transporta materijala i radnika, usled udaljenosti objekta od naseljenih mesta, kao i korišćenje saobraćajnica sa velikim prometom, usporavaju proces i povećavaju troškove reaktivacije objekta u celosti [2]. Sa aspekta ekonomske isplativosti, u odnosu na posmatrani parametar, najpogodniji su objekti koji su većim brojem saobraćajnica različitog ranga povezani sa naseljenim mestima.

Ovaj parametar se može razmatrati i kao aspekt parametra *lokacija* koji je značajan za ekonomsku isplativost postupka prenamene.

2.1.3. Fleksibilnost arhitektonskih struktura postojećih objekata

Stepen adaptibilnosti (fleksibilnosti) predstavlja jedan od najznačajnijih parametara kada je reč o prenameni i odnosi se na *sposobnost* arhitektonske strukture da apsorbuje manje i/ili veće izmene (moguće modifikacije se odnose na tehničko-tehnološko osavremenjivanje objekta i intervencije na samoj strukturi) [2].

Adaptibilnost se može razmatrati kroz izvodljivost potencijalnih transformacija prostornih karakteristika kao što su: raster, konstruktivni sklop, broj otvora, spratna visina i unutrašnja struktura pregradnih zidova [4,5]. Transformacija jedne od navedenih prostornih karakteristika ilustruje pojam adaptibilnosti. Sa jedne strane, objekti sa velikim spratnim visinama sagledavaju se kao adaptibilni, s obzirom na to da se velike spratne visine svode na manje spratne visine relativno efikasnom i ekonomski prihvatljivom intervencijom – postavljanjem spuštenih plafona. Sa druge strane, „povećavanje“ manjih spratnih visina – izmeštanjem ili uklanjanjem međuspratnih tavanica – predstavlja znatno skuplju intervenciju.

Međutim, za razliku od ostalih parametara kod kojih je moguće uspostaviti univerzalno pogodne osobine objekta koji se reaktivira, nezavisno od tipologija prvobitne i potencijalne nove namene, to nije uvek moguće, a uslovljene su potrebnim prostornim karakteristikama nove namene. Ovim parametrom sagledava se stepen neophodnih izmena arhitektonske strukture postojećeg objekta u cilju prenamene. Sa ekonomskog aspekta, što je stepen izmena veći, ekonomska isplativost postupka prenamene se smanjuje [2,3]. Shodno tome, na ekonomsku isplativost reaktivacije objekata utiče izbor nove namene za potrebe koje se postojeći objekat adaptira. Pojam „kompatibilne namene“ razmatran je u okviru niza povelja i odnosi se na novu namenu, različitu od prvobitne, čije su prostorne karakteristike u što većoj meri slične prostornim karakteristikama arhitektonske strukture postojećeg objekta ili su prostorne karakteristike te namene takve da je stepen izmena mali [6-8], pa, samim tim, niti usporava, niti poskupljuje proces reaktivacije u celini.

2.2. PARAMETRI ZA OCENU EKONOMSKE ISPLATIVOSTI EKSPLOATACIJE NOVE NAMENE

Ovim delom istraživanja obuhvaćeni su parametri kojima se analizira potencijalna ekonomska isplativost nakon postupka prenamene, u periodu aktivnog korišćenja reaktiviranog objekta.

2.2.1. Lokacija

Položaj objekata van upotrebe u užem i širem urbanom tkivu predstavlja jedan od najznačajnijih parametara kada je reč o potencijalnoj ponovnoj upotrebi, s obzirom na to da ima uticaja na meru eksploatacije objekta nakon reaktivacije [2,3]. Ovaj parametar je, u velikoj meri, određen parametrima koji su objašnjeni u nastavku rada (*namene u neposrednom okruženju* i *infrastrukturalna povezanost*) i odnosi se na dostupnost reaktiviranog objekta potencijalnim korisnicima.

2.2.2. Namene drugih objekata u neposrednom okruženju

Trenutne i planirane namene drugih objekata koji se nalaze u neposrednom okruženju mogu imati velikog uticaja na intenzitet upotrebe reaktiviranog objekta [2,3]. Sa aspekta formiranja *tematizovanih* četvrti, grupisanje sličnih sadržaja (kulture, sportsko-rekreativnih,..) može biti ekonomski isplativo, jer deo urbanog tkiva postaje prepoznatljiv po određenoj vrsti namena [2]. Međutim, implementacija namene različite od namena u okruženju može rezultirati pojavom novih korisnika u okruženju, što može da doprinese atraktivnosti svih sadržaja u okruženju [9].

Nalik parametru koji se odnosi na fleksibilnost arhitektonskih struktura objekata koji se reaktiviraju, ne mogu se utvrditi univerzalno pogodne namene u okruženju, s obzirom na to da je reč o uzajamnom uticaju potencijalne nove i zatečenih namena.

2.2.3. Infrastrukturna povezanost

U okviru analize ekonomske isplativosti eksploatacije nove namene, infrastrukturna povezanost se razmatra sa aspekta dostupnosti reaktiviranog objekta potencijalnim korisnicima i podrazumeva povezanost sa različitim delovima urbanog tkiva i važnim infrastrukturnim čvorištima [2].

3. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Istraživanje u ovom radu usmereno je na ekonomski aspekt reaktivacije objekata posredstvom nove namene, kao jedne od najzastupljenijih kategorija u okviru savremene arhitektonsko-urbanističke prakse. Fokus je na identifikaciji arhitektonskih parametara koji mogu imati uticaja na ekonomsku isplativost reaktivacije objekata, sagledane kroz ekonomsku isplativost postupka reaktivacije i eksploatacije reaktiviranog objekta.

Razmatrani su parametri koji se odnose na pitanje *vlasništva* objekta koji se reaktivira, *lokaciju*, *zatečene i planirane namene u neposrednom okruženju*, *infrastrukturnu povezanost* i *fleksibilnost arhitektonskih struktura*. Analizirajući uticaje pojedinačnih parametara, može se primetiti da, sa jedne strane, parametri poput *vlasništva* mogu imati univerzalni uticaj na ekonomsku isplativost (i efikasnost) reaktivacije objekta, bez obzira na ostale karakteristike tog objekta. Sa druge strane, parametri poput *fleksibilnosti arhitektonskih struktura* uslovljeni su drugim karakteristikama objekta i izborom potencijalne nove namene.

Dalja istraživanja su, pored identifikacije ostalih arhitektonski parametara, usmerena na uspostavljanje potencijalne hijerarhije među njima u odnosu na njihov uticaj (u najvećem broju slučajeva) na ekonomsku isplativost reaktivacije objekata. Pretpostavlja se da pojedinačni parametri ne utiču uvek jednako na odluku o ekonomskoj (ne)isplativosti reaktivacije nekog objekta, kao i da meru uticaja svakog od njih određuju karakteristike ostalih parametara. Uz analizu stručne literature, dalja istraživanja treba usmeriti na analizu ekonomskog aspekta reaktivacije različitih studija slučajeva, u cilju razmatranja stepena uticaja pojedinačnih parametara na ekonomsku isplativost reaktivacije objekata i njihovih međusobnih povezanosti.

LITERATURA

- [1] CABERNET (Concerted Action on Brownfield and Economic Regeneration Network) (2007) *CABERNET Network Report: Sustainable Brownfield Regeneration*. Nottingham: University of Nottingham.
- [2] J. Douglas: "Building adaptation", Butterworth-Heinemann, Oxford, 2002.
- [3] N. Falk: „New uses for old industrial buildings“. In M. Stratton (Ed.) „Industrial buildings: Conservation and Regeneration, E&FN Spon, London, 2000, 97-108.
- [4] E. Neufert & P. Neufert(K.Neufert): „NEUFERT: Architects Data: Forth Edition“, Wiley - Blackwell „Chichester, West Sussex, 2012.
- [5] Pravilnik o standardima za kategorizaciju objekata za smeštaj, Službeni list RS, br. 83/2016; 30/2017
- [6] ICOMOS: „European Charter of the Architectural Heritage“, 1975, dostupno na: <https://www.icomos.org/en/charters-and-texts/179-articles-en-francais/ressources/charters-andstandards/170-european-charter-of-the-architectural-heritage>
- [7] ICOMOS Canada: „Appleton Charter for the Protection and Enhancement of the Built Environment, 1983, dostupno na: <https://www.icomos.org/charters/appleton.pdf>
- [8] Australia ICOMOS: „The Burra Charter: the Australia ICOMOS Charter for Conservation of Places of Cultural Significance“, 1999, dostupno na: australia.icomos.org/publications/charters/
- [9] J. Worthington: „Industry and regeneration in a new century“. In M. Stratton (Ed.) „Industrial buildings: Conservation and Regeneration, E&FN Spon, London, 2000, 169-174.

NAPOMENA

Ovaj rad je rezultat istraživanja rađenog u okviru naučno-istraživačkih projekata:

1. TR – 36035 „Prostorni, ekološki, energetske i društveni aspekti razvoja naselja i klimatske promene – međusobni uticaji“,
2. TR – 36038 „Razvoj metode izrade projektne i izvođačke dokumentacije instalacionih mreža u zgradama kompatibilne sa BIM procesom i relevantnim standardima“ i
3. TR - 36018 „Preporuke za izvođenje i pravilno korišćenje niskonaponskih električnih i gromobranskih zaštitnih instalacija i razvoj metodologije za verifikaciju njihovog kvaliteta sa aspekta zaštite građevinskih objekata od požara“, koji su finansirani od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Danilo S. Furundžić¹, Božidar S. Furundžić²

NIGHTCLUB ON FLOATING RAFT IN BELGRADE: INTERIOR ADAPTATION CASE

Summary

This paper presents interior adaptation of the nightclub named „Sindikát“, which is located on floating raft moored to New Belgrade bank of the Sava river. The “Sindikát” Nightclub works only in summer, from midnight till morning. The raft base is approximately square (272 m²). On the ground floor of the club, which has square form, there are a bar, tables, booths, and a music podium. The bar is in the center of space and the bar counter is surrounded by tables. There are booths around the perimeter of space. The idea of the “Sindikát” nightclub interior solution is to create a square amphitheater. There is a good visibility between the bar counter, tables and booths. The interior of the club is designed using standard materials and realized within a modest budget.

Keywords

Belgrade, floating raft, nightclub, interior, adaptation

NOĆNI KLUB NA SPLAVU U BEOGRADU: PRIMER ADAPTACIJE ENTERIJERA

Rezime

U ovom radu prikazana je adaptacija enterijera noćnog kluba nazvanog „Sindikát“, koji se nalazi na splavu privezanom za novobeogradsku obalu reke Save. Klub „Sindikát“ radi samo leti, od ponoći do jutro. Osnova splava je približno kvadratna (272 m²). U prizemlje kluba, koje ima oblik kvadrata, nalaze se šank, stolovi, separei i podijum za muziku. Šank je u središtu prostora. Pult šanka okružen je stolovima. Po obodu prostora su uzdignuti separei. Ideja rešenja enterijera kluba „Sindikát“ je stvaranje kvadratnog amfiteatra. Postoji dobra preglednost između pulta, stolova i separea. Enterijer kluba dizajniran je primenom standardnih materijala i realizovan u okviru skromnog budžeta.

Ključne reči

Beograd, splav, noćni klub, enterijer, adaptacija

¹ *Dipl.Eng.Arch., MS(ECP), Dr.Sc.Arch., Asst.Prof., University of Belgrade, Faculty of Architecture, 73 Bulevar Kralja Aleksandra, Belgrade, Serbia, dfurundzic@gmail.com*

² *Dipl.Eng.Civ., MS(ECP), Consulting Engineer, „CPM Consulting“, 23 Makenzijeva, Belgrade, Serbia, bfurundzic@gmail.com*

1. INTRODUCTION

Nightclubs design has been treated in foreign journals and monographs [1]. But cases of built Belgrade's nightclubs, especially on floating rafts, are rarely presented in our literature. That gave impetus to previous discourse [2] extension and to floating raft nightclub case consideration.

This paper presents interior adaptation of the "*Sindikata*" nightclub (SNC) located on floating raft moored to New Belgrade bank of the Sava river. The interior design created and realized is submitted to jury selection and public judgment [3]. First writer of this paper is the author of interior design and responsible architect of floating raft adaptation while second writer is consultant for structure and construction works.

2. BELGRADE: FLOATING RAFTS

Belgrade, built at the mouth of the Sava into the Danube (Figs. 1-2), occupies a central place in the Balkans and, as the administrative, economic and cultural center of Serbia, provides benefits to residents as well as to visitors from the country, region and beyond.

Waterfront is an interface of the water and the land. According to interface kind, there are different waterfront types (river, coast, peninsula, island) [3]. During history, waterfronts are used for travel and trade. Urban waterfront, having visual and physical public access, can be a place suitable for life, work, and recreation. Developed waterfront contributes to the quality of economic, social, and cultural life in the city.

Raft, (in Serbian: *splav*), is a flat buoyant structure, made of materials fastened together. The raft, as well as barge or anchored ship, can be a *floating platform* for nightclub, bar, or restaurant.

Central parts of *Belgrade waterfronts* are presented in Figs. 1-2, where main *locations* of floating rafts and other floating platforms are denoted with numbers: 1, 2, ..., 5. Floating platforms contours can be recognized in aerial photographs (Figs. 2, 4).

Nightclub or discotheque is an entertainment venue that usually operates late into the night. Discotheque is generally distinguished from regular bar or tavern by the inclusion of dance floor area and podium for live music or booth for disc jockey.

In Belgrade, by contrast to the Western cities (New York, London, Paris), nightclubs have started in the early 1990s. It is a time of social transition, wars and disintegration of the former Yugoslavia. During that turbulent time, *turbo-folk* music genre appears and replaces traditional folk and popular music.

Recognized nightclub offers social gathering, meeting with celebrities, dating new people, listening music and dancing, consuming alcoholic drinks, less restricted behavior. In the nightclub ambience, visitors ignore crowd, noise and heat. Young people leave home for the fun before midnight and return home before dawn. In addition, their role models become tycoons, politicians, and popular singers.

Over the last two decades, nightclubs have become popular places of entertainment in Belgrade. The noisy nightclubs on the rafts anchored to the banks of the

Sava river and the Danube river are frequently visited by both Belgraders and guests from home and abroad. These nightclubs on floating rafts become new *brand* of Belgrade.

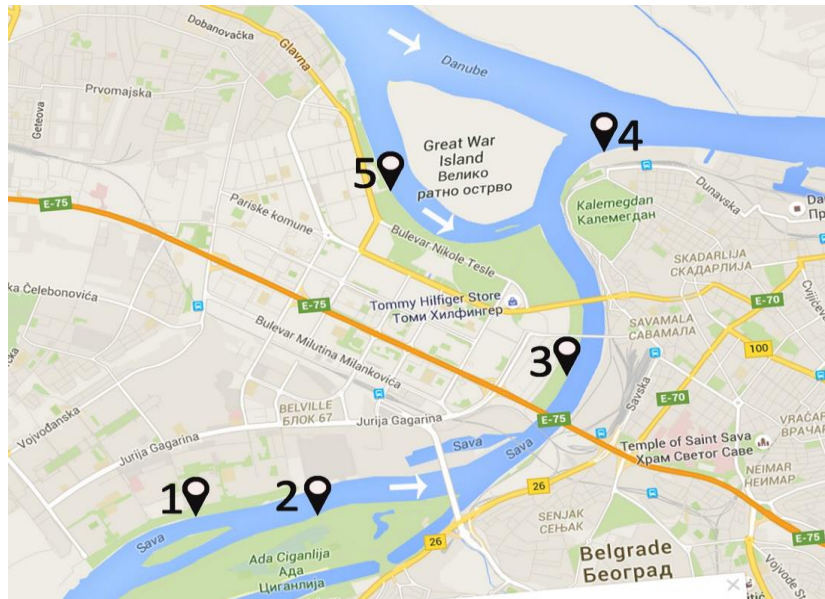


Figure 1. Floating rafts locations in Belgrade



Figure 2. Floating rafts locations in Belgrade (orthophoto)

3. „SINDIKAT“ NIGHTCLUB (SNC): INTERIOR DESIGN

Modern trend in nightclub architecture [1] is creating visually interesting and unusually designed interior within lower budget. Nightclub culture flourishes in Belgrade nowadays, new clubs are opened and old ones are renovated or adapted.

Opening a nightclub, which will restore a cost and make profit, is an unpredictable venture in Belgrade. The success of investment depends on many diverse factors, such as: location, available parking, club size, interior design, lighting system, audio equipment, ventilation, drinks prices, service, security, advertising, market competition. Project management of nightclub adaptation and revival is particularly interesting challenge.

The Sava river both banks between bridges Gazela and Brankov Most (Figs. 3-4) are valuable city land. On the Sava left riverside, there is New Belgrade Bank (Fig. 5), labeled with number 3 in Figs. 1-2. Many floating rafts are tied to this bank, as it is visible in orthophoto (Figs. 2, 4).

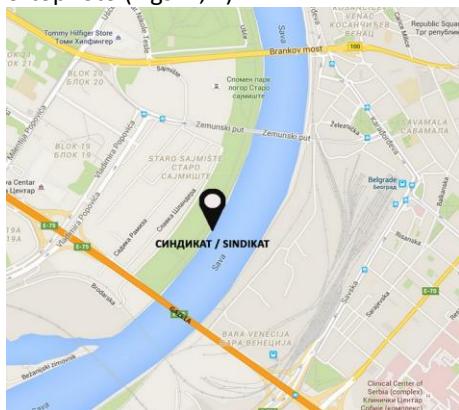


Figure 3. "Sindikata" Nightclub location

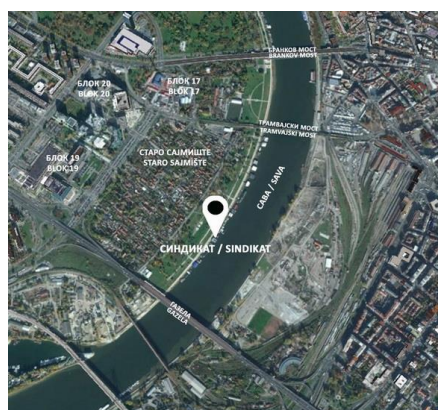


Figure 4. "Sindikata" Nightclub location (orthophoto)

"Sindikata" nightclub (SNC) (Fig.6), built in 2010, is located on floating raft moored to New Belgrade Bank (Figs. 3-4) at address: Sajamski kej bb [5]. The raft silhouette of SNC is noticeable in aerial photograph (Fig. 4). There is a parking in immediate vicinity on the embankment. The nightclub works Fridays and Saturdays, from midnight till morning, and provides variety of drinks and cocktails. Serbian word „sindikata“ means „syndicate“

SNC *external appearance* is not changed in 2014 when interior is adapted [3]. *Perspective, façade and illumination* of SNC, respectively, are presented in Figs. 6-8, respectively.

Movable *joint* with raft vertical column (Figs. 5-8) allows floating adjusted to river water level. The raft is connected to the bank by a light *beam* structure (Figs. 6-7).

The raft base (Fig. 9) is approximately *square* (16×17 m), with cut corners. The raft base area is 272 m², but the ground floor usable area is about 223 m².

Adaptation of SNC *interior* (Figs. 10-13), designed and realized in 2014, has changed function and *organization* of the club space. Space of SNC is carefully planned and different club functions (entrance, bar, sitting, standing) are arranged after few trials. Club

general layout provides that no space is wasted.



Figure 5. Sava river left bank



Figure 6. "Sindikato" nightclub (SNC)

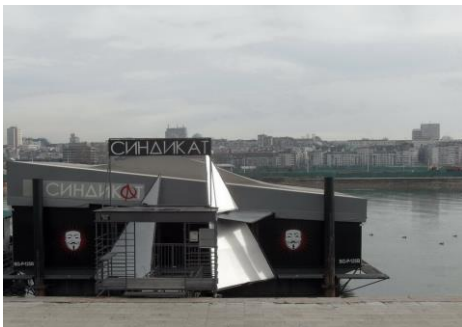


Figure 7. SNC facade



Figure 8. SNC illumination

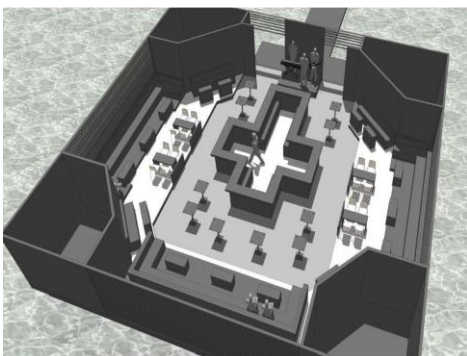


Figure 9. Model of adapted interior



Figure 10. Entrance of SNC



Figure 11. Interior of SNC



Figure 12. Interior of SNC

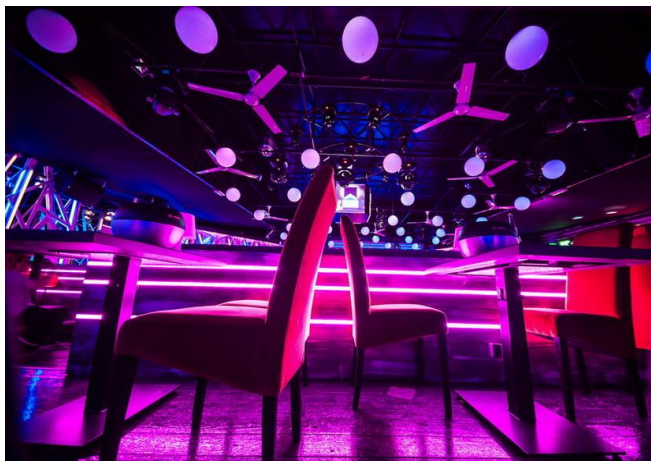


Figure 13. Interior of SNC

Interior space design presents a complex architectural activity, because creation involves integration of artistic, rational and cultural aspects in sustainable solution.

The way people feel space depends on form, light, colors, materials, and furniture. [6] The intense social interaction within clubs provides entertainment, relaxation and friendships.

Nightclub investment planning, interior design and building management are not conventional jobs. Reconstruction of existing space and creation of a new one, appropriate to modern clubbing requirements, is not simple architectural task.

Club design plays a critical role in attracting and retaining visitors [1]. Design must fulfill requirements of the owner and the clubbers. Each project is different and so should be studied, approached and designed.

The *bandstand* is placed behind the entrance wall (Fig. 9). That enables new booths along the wall opposite the entrance, where the podium for music was before adaptation.

Entrance with a screen (Figs. 9-10) blocks the view of club interior, and a new guest has surprise of SNC ambience and atmosphere after entering the club.

Response to the space beyond the door is a result of psychological reaction to stimuli (sight, sound, smell, touch) [6]. An architect has to create appropriate environment that matches site and functions.

The *dressing room* and *toilet* are to the left and right of the entrance (Fig. 9). The drinks and belongings *pantry* is below the bar floor in the box, which floats along with the raft.

The *bar* in shape of a hollow cross is in the center of club space (Fig. 9). The bar counter is surrounded by *tables*. Elevated *booths* are along the perimeter of club space.

One and only access to tables and booths is beside the bar, what provides meeting of visitors. There is good *visibility* between the bar counter, tables and booths.

SNC has an approximate *capacity* for 450 people, where 300 places are reserved for sitting and the rest 150 places are for standing.

The idea of SNC interior solution is creation of a *square amphitheater* (Fig. 9).

The interior of SNC is designed using standard materials and realized within a modest budget. New are furniture, lighting and sound. The club has modern sound and visual equipment, air-conditioned space and comfortable seating.

SNC interior design goal is to enliven club space shell by light [7, 8]. Namely, Bruno Zevi (1918-2000), well-known Italian architect and theorist, argues that architecture is created when we *shell* out space, which is a living and positive carrier of humanity and wholeness of reality [7]. Furthermore, Renzo Piano (1937), famous Italian laureate of the Pritzker Prize (1998), believes that *light* alives a space [8].

The combination of various light sources, created the game of light and shadow (Fig. 13), which brings dynamism into the club space (Fig. 14).



Figure 14. Clubbers in SNC

4. CONCLUSIONS

“Sindikata” Nightclub (SNC) interior adaptation is realized with quality, within budget, and on time.

Although the furniture is simple in shape and workmanship, the lighting and sound in “Sindikata” Nightclub create peculiar ambience and there are many visitors in the season.

If visitors number is accepted as a measure of architectural venture achievement, “Sindikata” Nightclub approves that simple interior design can be successful.

REFERENCES

- [1] B. Ryder: „New Bar and Club Design“, Abbeville Press, New York, 2007.
- [2] Д. С. Фурунџић: „Пример реконструкције ноћног клуба“, Зборник радова међународне конференције: Савремена достигнућа у грађевинарству 2015, Грађевински факултет, Суботица, 2015, стр. 747-752.
- [3] Д. С. Фурунџић: „Клуб на води 'Синдикат' – пројекат адаптације сплава и ентеријера“, 48. Мајска изложба, Галерија РТС, 16-19. јун 2016, УЛУПУДС, Београд, 2016, стр. 45.
- [4] B. Niemann, F. Pramel: „Renewed Urban Waterfront: Spatial Conditions of a Contemporary Urban Space Typology“, International Journal of Urban and Civil Engineering, Vol. 11, No. 2, 2017, pp.747-752.
- [5] Splav Sindikat. <<https://www.beogradnocu.com/splavovi-u-beogradu/splav-sindikata/>> (Accessed: Oct. 9, 2019)
- [6] J. Coles, N. House: "The Fundamentals of Interior Architecture", AVA Publishing, Lausanne, 2007.
- [7] B. Zevi: Saper vedere l'architettura, Einaudi, Torino, 1948. [B. Zevi: Kako gledati arhitekturu, Klub mladih arhitekata, Beograd, 1966]
- [8] R. Piano: Interview, by L. Martin, High Museum in Atlanta, Jan 16, 2006. <<https://groups.yahoo.com/neo/groups/iiatvm/conversations/messages/74>> (Accessed: Oct. 9, 2019)

Jelena Dinić Milovanović¹

PAMETAN STUB JAVNOG OSVETLJENJA – PODRŠKA RAZVOJU PAMETNIH GRADOVA

Rezime

Koncept „pametnog“ grada je opšti trend, i već izvesno vreme predstavlja imperativ kada je u pitanju urbana politika, kako u svetu, tako i kod nas. U hiper-povezanom društvu kakvo je naše, nameće se potreba za postojanjem platforme koja podržava povezanost. Platforma koja bi stimulisala ekonomski napredak, mobilnost i podržala koncept „pametnog“ grada mora imati tačke oslonca, tj. predstavljala bi „hardver“ u mreži. Infrastruktura instalacije javnog osvetljenja gradova je realizovana tako da ona može biti taj „hardver“. Jedna od infrastrukturnih inicijativa Evropske komisije Smart City je „Hamble Lamppost“, predviđa korišćenje postojeće gradske infrastrukture gde stub javnog osvetljenja postaje višenamenski objekat.

Ključne reči

Smart City, infrastruktura, stub javnog osvetljenja

SMART PUBLIC LIGHTING POLE – SMART CITIES DEVELOPMENT SUPPORT

Summary

The concept of "Smart City" is a general trend, and for some time it has been an imperative when it comes to urban policy, both in the world and in our country. In a hyper-connected society like ours there is a need for a platform that supports connectivity. Such a platform, which would stimulate mobility and support the concept of a "smart" city, must have "hardware" in the network. The city's public lighting installation infrastructure is implemented and intend to be exactly that "hardware". One of the European Commission's Smart City infrastructure initiatives is Hamble Lamppost, where the public lighting pole becomes a multi-purpose facility.

Keywords

Smart City, infrastructure, public lighting pole

¹ *dipl.el.inž, JKP "Javno osvetljenje" Beograd, jelena.dinic@bg-osvetljenje.rs*

1. UVOD

Jedna od tradicionalnijih definicija koncepta „pametnog“ grada podrazumeva grad koji ima uspešnih šest karakteristika (ljudi, ekonomija, način života, upravljanje, mobilnost i okolina) i koji je izgrađen na „pametnoj“ kombinaciji podsticaja i aktivnosti odlučnih, nezavisnih i samosvesnih građana. Cilj je uspostavljanje ravnoteže između tehnologije, institucija i ljudi.

Prema jednoj novijoj definiciji, „pametna“ grad je mesto gde standardne usluge postaju efikasnije primenom digitalnih i telekomunikacionih tehnologija u cilju ostvarivanja koristi za stanovnike gradova.

Floskula „pametna grad“ je opšti trend, jer se ispostavilo da su mnogi gradovi okupirani idejama o unapređenju, pa time podstiču i druge gradove da ih prate u aktivnostima zamene stare neefikasne tehnologije novom, kao i otvorenim dijalogom sa građanima.

Tehnološka fantazija, kako neki nazivaju „pametna grad“, unapređuje nivo upotrebe informacionih i komunikacionih tehnologija (IKT) boljim korišćenjem resursa i manjom količinom neželjene emisije. Imajući u vidu ovu viziju, Evropska unija ulaže u istraživanje i inovacije informacionih tehnologija i komunikacija i razvija politike za poboljšanje kvaliteta života građana koje će učiniti gradove održivijim u pogledu ciljeva strategije *Evropa 20-20-20*.

Primena pametnih gradskih mreža postoji u skoro svim oblastima života - saobraćaju, vodosnabdevanju, postrojenjima za odlaganje otpada, efikasnijim načinima osvetljenja, zagrevanju zgrada, itd. To podrazumeva i interaktivnu i pouzdanu gradsku upravu, sigurnije javne prostore i zadovoljenje potreba starenja stanovništva. Ovakav koncept povezane infrastrukture, predstavlja prvi nivo razvoja ideje „pametnog“ grada. Danas se vrši pomeranje težišta na drugi, viši nivo evolucije „pametnog“ grada, a to je korišćenje „pameti“ stanovnika, sugrađana, turista, vladajućeg sektora i njihovo direktno uključivanje. Cilj je donošenje boljih odluka kroz upotrebu podataka za sve zainteresovane strane: lokalnu vlast, industriju i biznis, stanovnike. Pogodnosti koje treba da budu temelj „pametnog“ grada su: bolji kvalitet života za sve kategorije stanovništva, ekonomska konkurentnost za privlačenje industrije i talenata, fokus na održivosti kroz ekološku osvešćenost.

Postoji toliko definicija „pametnog grada“, da se postavlja pitanje šta je **stvarno pametna grad**? Mnogi gradovi sprovode osnovna neophodna unapređenja, koja bi trebalo da budu svima zajednička: instalacija računarske mreže, kontrolnih kamera, senzora, svetiljke sa LED izvorima svetlosti itd. Sve navedeno ne čini grad „pametnim“ ako izostane neki od segmenata (da li je grad „pametna“ ako ima instalirane sofisticirane senzore za upravljanje saobraćajem, a vidno je prljavo?!).

Još jedna interesantna interpretacija „pametnog“ grada je da je to grad koji „štedi“ vreme žiteljima.

S obzirom na to da više od 50% stanovništva Evrope živi u gradovima - prema statistikama Eurostata - urbana područja EU značajno doprinose potrošnji energije u EU i emisijama gasova sa efektom staklene bašte, koje imaju veliki uticaj na klimatske

promene. Istovremeno, gradovi su glavni pokretači ekonomije EU, efikasni putevi za rast i zapošljavanje za Evropu. Takođe, konstatovano je i da je vodeći problem EU upravo urbano zagađenje, pa posebnu pažnju treba obratiti na taj segment, „velika“, ali i „mala“ zagađenja (zagađenje vode, vazduha, zemljišta, otpad, ali i buku i svetlosno zagađenje).

2. ŠTA JE “HUMBLE LAMPPOST”?

Živimo u hiper-povezanom društvu, gde javni prostor nije samo gradski trg, kao u antičko vreme, već je javni prostor svuda oko nas, i nameće se potreba za postojanjem platforme koja podržava povezanost. Platforma koja bi stimulisala ekonomski napredak, mobilnost i što je najvažnije podržala ideju koncepta „pametnog“ grada mora imati tačke oslonca, tj. bila bi „hardver“ u mreži. Infrastruktura instalacije javnog osvetljenja je idealno realizovana tako da ima novu ulogu u ovoj platformi povezivanja i predviđena je da upravo ona bude taj „hardver“.

Jedna od infrastrukturnih inicijativa Evropske komisije Smart City je “Humble Lamppost” [1], koja je okarakterisana kao **revolucionarna** u razvoju grada. Ova inicijativa ima nameru da koristi postojeću gradsku infrastrukturu u cilju pružanja novih usluga, gde stub javnog osvetljenja postaje višenamensko sredstvo za povećanje štednje, pružanje boljih usluga, nudi dodatni potencijal za prihode grada, doprinosi kvalitetnijem životu sugrađana. U svemu, relativno pristupačna i veoma vidljiva pametna gradska pobeda sa niskim rizikom.

Postoji 60-90 miliona stubova javnog osvetljenja širom Evrope, od kojih je oko 75% starije od 25 godina. Od svih, tek jednocifreni procenat su oni koji imaju implementirane LED svetiljke.



Slika 1. Vizuelizacija inicijative Hamble lamppost

Ambicija *EIP-SCC* (Evropsko partnerstvo za inovacije u pametnim gradovima i zajednicama) je jasna i odvažna - nadograditi preko 10 miliona stubova u gradovima EU, delimično finansiranih iz postojećeg budžeta, što može pomoći infrastrukturi javnog osvetljenja da postane najvažniji činilac u povezivanju i umrežavanju gradova, regija, zemalja.

2.1. IZGRADNJA ILI NADOGRADNJA?

Kada govorimo o kreiranju „pametnog“ urbanog okruženja, važno je naglasiti razliku između početnih uslova gradnje, tj. razgraničiti „izgradnju“ i „nadogradnju“ „pametne“ mreže. Dok je prva u tehnološkom smislu jednostavna, s obzirom na to da podrazumeva proces realizacije „od nule“, kreiranjem novih specifičnih instalacija koje se sustiču u jednoj tački - stubu javnog osvetljenja, dotle je druga znatno komplikovanija. Mnoge kompanije su prepoznale potencijal koji omogućava koncept „pametnog“ grada i u tom smeru razvile rešenja multifunkcionalnog stuba javnog osvetljenja (Signify, Schreder,...).

Nasuprot tome, nadogradnja „pametne“ mreže predstavlja veliki instalaterski izazov, budući da podrazumeva iskorišćenje postojećih resursa, njihovo usaglašavanje i prilagođavanje novoj opremi, tj. novim ciljevima i integraciju raznorodnih rešenja, različitih proizvođača. Ovakav proces modernizacije je vrlo često ograničavajuć, budući da specifični početni uslovi diktiraju limitirana rešenja, novu opremu je nemoguće nadograditi na postojeću bez prethodne adaptacije i sl. Napredna tehnička rešenja mogu ponuditi izlaz iz ovakve situacije, ali je najčešće cena koju plaćamo za to previsoka. U takvim situacijama, nužno je šire sagledavanje problema, čak i „korak unazad“, kako bi se prevazišla sporna situacija, jer je vrlo često izlaz upravo u drugačijem pristupu sagledavanja problema.

2.2. ŠTA SE POSTIŽE REALIZACIJOM INICIJATIVE?

Realizacijom ovakve inicijative ostvarile bi se brojne koristi, kako za grad, društvo, tako i za industriju, a neke od njih su:

- Bolji doživljaj gradskog okruženja
- Bezbednije društvo
- Veća efikasnost
- Kreiranje novog imidža
- Pouzdanost
- Otvaranje novog tržišta
- Brendiranje
- Izvozni potencijal

Postoji mnogo mogućnosti koje uključuju „Humble Lamppost“ optimizujući osnovnu ulogu koju stub ima, a to je obezbeđenje osvetljenja, tj. bezbednosti i saobraćaju, kao i mnoštvo drugih usluga.

Takve dodatne usluge uključuju:

- (potencijalno besplatno) javnu Wi-Fi mrežu;
- obezbeđivanje pokretnih temelja za mrežu (IoT) senzora širom grada;
- pomoć vozačima pri pronalaženju parking mesta;
- poboljšanje javne bezbednosti;
- podršku monitoringa životne sredine (kvalitet vazduha, otpad, poplave);
- digitalnu signalizaciju u saobraćaju.

Stubovi mogu biti mesto za elektronske ulične signale, javnu informaciju i oglašavanje (što može biti prihod); nosači senzora koji pomažu usmeravanje osoba sa oštećenim vidom; mogu formirati električnu mrežu punjača autonomnih vozila (automobila, bicikla); ili čak monitora za pešake.

Ne treba izostaviti mnogo puta spominjan doprinos energetskej efikasnosti i uštedama električne energije koja se postiže adekvatnom upotrebom LED svetiljki, primenom sistema upravljanja i regulacije svetlosnog fluksa, itd.

Na ovakav način, povećava se efikasnost gradskih usluga, a postojeća infrastruktura, stub javnog osvetljenja, postaje multifunkcionalni objekat.

Takođe, umanjuje se postojanje različitih tipova stubova (raznolikost visine, oblika, namene) koji su potpora različitim uslugama, a prisutni su na ulicama, doprinoseći ponekad i pretrpanosti urbanog mobilijara. Jasno je da je ovo ogroman poduhvat, da zahteva izradu ekspertiza, dugoročne planove, projektovanje i nabavku specifičnu za grad za koji se projektuje ovakav sistem.

2.3. USLOVI REALIZACIJE INICIJATIVE

Da bi se realizovala ovakva inicijativa, nužno je:

- Prevazići barijere u lokalnoj saradnji između pojedinih zainteresovanih sektora (javno osvetljenje-energetika, komunalni i socijalni sektor, saobraćaj, zdravstvo, životna sredina, itd.) kako bi svi ostvarili korist.
- Ostvariti vezu između javnog sektora, industrije i potencijalnih finansijera, koji svako iz svog ugla posmatra i doživljava ovakav projekat. Jedna od ideja je da se ravnoteža prebaci iz industrijski vođenih tehnoloških centara, na one koji mogu koristiti tehnologiju i podatke za pružanje usluga, u cilju kreiranja boljih uslova za život.
- Uspostavljanje standardizacije u ovoj oblasti: Razvoj međunarodnih opšteprihvaćenih standarda za IoT na javnim mestima i preduzimanje konkretnih mera je od značaja, s obzirom na obimnost baza podataka koje se generišu realizacijom ovakvih projekata.

Standardizacija, međutim, podrazumeva i preispitivanje konstrukcije samog stuba, koji nije više namenjen isključivo nošenju instalacije osvetljenja, tj. svetiljki, već i portala, senzora i druge elektronske opreme. Osim energetske mreže, stub javnog osvetljenja bi bio nosilac

telekomunikacione i internet mreže, što povlači za sobom dopunske tehničke zahteve po pitanju opreme. Uz to, neophodno je standardizovati komplementarnost raznorodne opreme koja će se integrisati u sistem.

- Uraditi tehno-ekonomsku analizu obezbeđivanja kontinualnog napajanja „pametnih“ uređaja. Detalj obezbeđivanja stalnog napajanja je veliki izazov, budući da mreža javnog osvetljenja najčešće nema tu mogućnost. Ispitati mogućnost integracije releja ili uređaja energetske elektronike u sistem javnog osvetljenja, kao i opciju obezbeđenja instalacije pod naponom 24h.
- Budući da stub javnog osvetljenja ovim konceptom predstavlja „oslonac“ u sistemu, neophodno je da se i suštinski uspostavi relacija, tj. da se administrativno napravi takva ravnoteža. Praktično, to bi značilo dodeljivanje uloga tehničke podrške za pružanje usluga (vlasniku, operateru mreže javnog osvetljenja) i korisnika usluga (vlasniku „pametne“ opreme). Ovim bi se centralizovalo pitanje rešavanja tehničkih problema vezanih za „hardver“ sistema, kao i finansiranja.
- Utvrditi postoji li podudaranje nadležnosti na lokalnom i republičkom nivou u nekoj od oblasti koje su direktno uključene u realizaciju ovakve inicijative, rešiti pitanja vlasništva, nadležnosti...
- Poboljšati kompetentnost i stručnost lokalnih administrativnih kapaciteta, pružiti pomoć u cilju shvatanja neophodnosti saradnje više uključenih sektora.
- Sagledati sveobuhvatan koncept implementacije „pametnih“ uređaja (istovremenog integrisanja svih planiranih „pametnih“ uređaja), i uporediti sa implementacijom „korak po korak“, u cilju efikasnijeg rešavanja potencijalnih tehničkih i administrativnih problema.
- Sastaviti mapu birokratskih nameta, naglasiti potencijalno „problematična“ mesta.
- Ohrabriti inovativna rešenja, uz mogućnost svojevrzne autorizacije pojedinih, prisvajanjem kao autentičnih „gradskih“, čime će se doprineti jedinstvenosti grada.
- Ne treba zaboraviti ulogu građana, i njihovo učešće u ovakvim poduhvatima, kroz otvoreni dijalog.

Upravljački okvir za inicijativu „Humble Lamppost“ koji predlaže EU, omogućava etapnu aktivnost grada, kao nosioca ovakvog „pametnog“ koncepta: od inicijalnih ideja do dokazivanja i potvrđivanja činjenica, kao i razmenu operativnih iskustava.

2.4. STATUS INICIJATIVE “HUMBLE LAMPPOST”

Iako je inicijativa pokrenuta još 2017. godine, evropske zemlje su još uvek u nekoj od početnih faza realizacije ili tek u statusu razmatranja. Takođe, ono što se uočava je i da slika širom Evrope nije uniformna, pa su tako neke zemlje prilično odmakle u sprovođenju iste - Velika Britanija, Holandija, Španija (inače poznata kao zemlja sa dosta sluha za projekte u okviru koncepta Smart City, organizator svetske konferencije Smart City koja se održava svake godine u Barseloni), Italija.

Procenjuje se da je potrebno nekoliko godina (4-5) da se promeni svest grada u pravcu prihvatanja ovakve inicijative, koja bi podrazumevala unutrašnje usaglašavanje, izgradnju kapaciteta, izradu studija slučaja, definisanje modela finansiranja. Veliko učešće u svemu ima *Smart Cities Council*, koji treba da razvije alate za podršku koji bi olakšali donošenje odluka poslovanja.

Još jedno značajno pitanje je na koji način i da li će se ovakva inicijativa moći da se odupre gigantima koji sprovode politiku pametnih gradova u „all inclusive” aranžmanima, gde nema prostora za inovacije.

2.5. POJEDINAČNA USLUGA ILI SVEOBUHVAJNI PRISTUP?

Tokom 2016. godine JKP “Parking servis” iz Beograda je započeo realizaciju projekta postavljanja sistema za praćenje slobodnih parking mesta u zoniranom području grada Beograda. Sistem ima za cilj navođenje korisnika [2] parkirališta u svrhu pružanja pravovremene informacije u realnom vremenu o slobodnim kapacitetima u broju parking mesta za tačno određeni prostorni obuhvat zoniranog područja. Praktično, to podrazumeva postavljanje obaveštajnih tabli na stubove javnog osvetljenja, stubove kontaktne mreže ili samostojeći stub.

Imajući u vidu prirodu mreže javnog osvetljenja, jasno je da ona kao takva nije mogla da ponudi kontinualno napajanje portala, pa je u tom slučaju uz stub, postavljen i kabinet, tj. orman sa baterijom akumulatora. Baterija je trebalo da nadomesti prekid u napajanju za vremenski interval u toku dana dok instalacija javnog osvetljenja nije u funkciji, što je u toku godine od 7,5 -17,5 sati, u zavisnosti od godišnjeg doba.



Slika 2. Obaveštajna tabla na stubu javnog osvetljenja

Navedeno rešenje je moralo da pretrpi izvesne izmene, budući da je okarakterisano kao neodrživo. Razlog za promenu nije bio tehničke, već finansijske prirode, s obzirom na to da su izuzetno visoki troškovi održavanja sistema akumulatora. Stoga se, iako su baterije bile solidnih tehničkih karakteristika, odustalo od kombinovanog načina napajanja

(polovično autonomnog, polovično iz mreže javnog osvetljenja) i prešlo na sistem (najčešće vazdušnog) napajanja iz izvora koji obezbeđuju kontinualno napajanje (iz najbližih distributivnih ili razvodnih ormana semaforских uređaja).

Rezultat koji nudi ovakvo iznuđeno rešenje, je pre svega krajnje neprihvatljivo postojanje vazdušne mreže u samom centru grada. Drugo, možda značajnije je razdvajanje mesta napajanja i mesta uporišta, tj. nošenja info-tabli, što se postiže, imajući u vidu da se portal „Parking-servisa“ nalazi na električnom stubu, a napaja sa drugog mesta. Na ovaj način se, iako prvobitno zamišljeno kao integrisan pristup problemu, udaljavamo od takvog koncepta, rešavajući pojedinačni, po principu „premošćavanja“.

„Pametno“ parkiranje bi, kao i druge, trebalo da bude jedna od usluga koje bi omogućio koncept Smart City, pa bi se na taj način trebalo odnositi. Da li će najavljena strategija grada Beograda za Smart City rešiti brojne nedoumice, ostaje da se vidi. Inicijativa „Humble Lamppost“ ne nudi prevazilaženje problema kontinualnog napajanja, koje je svakako kamen spoticanja u realizaciji ovakvih projekata koji se oslanjaju na mrežu javnog osvetljenja. Ako je jedna od opcija formiranje mreže akumulatora kao dopunskog napajanja za sve usluge „pametnog“ grada, tu ideju bi trebalo razmotriti, uz neizostavne tehno-ekonomske analize.

3. ZAKLJUČAK

Aprila 2019. godine, Vlada Republike Srbije je usvojila Zaključak o zaključivanju Memoranduma o razumevanju za razvoj projekta „Pametni gradovi u Srbiji“, čiji su potpisnici Vlada Republike Srbije i kompanija Huawei technologies Co. Svrha potpisivanja dokumenta je razvoj strategije pametnih gradova, a zajedničkim radom, obezbediće se platforma za razvoj lokalnih potencijala i izgradnja lokalnih ekosistema u oblasti digitalne transformacije u javnom, finansijskom, obrazovnom, saobraćajnom i energetsom sektoru. Republika Srbija generalno, a naročito grad Beograd, ne zaostaju u odnosu na Evropu, pa ni svet, po pitanju implementacije „pametnih“ rešenja u mnogim segmentima urbanog života.

Inicijativa koja je ovim radom predstavljena nudi puno izbora, kako proizvođačima, tj. industriji, tako i upravi, i predstavlja veliku šansu za razvoj grada u okviru koncepta „pametnog grada“. Ono što je važno, jeste da je od presudnog značaja postojanje dalekovidosti po pitanju realizacije ovakvih projekata, ali nažalost i prevazilaženje (brojnih) prepreka navedenih u prethodnom delu.

U tom smislu, važna su strategijska rešenja koja će ponuditi koncept, a vreme i iskustvo će pokazati kojim alatima će se postići traženi ciljevi u određenoj formi i u kom roku.

LITERATURA

- [1] <https://eu-smartcities.eu>
- [2] www.parking-servis.co.rs

Milan Radojević¹

FASILITI MENADŽMENT: ZAŠTITA FASADE I DRUGIH POVRŠINA OBLOŽENIH KAMENOM

Rezime

Fasada i druge površine u objektu i oko njega, pored funkcionalne i zaštitne uloge u odnosu na konstruktivni sklop, instalacione mreže, uređaje i opremu, imaju i vizuelno-estetsku ulogu na izgrađen prostor u celini. To su površine koje su, za vreme korišćenja objekta, izložene različitim uticajima koji mogu da promene projektovani izgled i funkciju, kao i površine koje, kao korisnici objekta i/ili obični prolaznici, prvo primetimo i pamtimo.

U radu je prikazan primer koji potvrđuje neophodnost preventivnog održavanja i zaštite površina koje su obložene kamenom, kao i preporuke za održavanje tokom upotrebnog veka objekta.

Ključne reči

održavanje, fasada, kamen, fasiliti menadžment

FACILITY MANAGEMENT: THE PROTECTION OF THE FACADES AND OTHER STONE-COATED SURFACES

Summary

The facades and other surfaces on/in the facility and around it, in addition to the functional and protective role related to the construction, building services network, devices and equipment, also have a visual and aesthetic role within the entire facility environment. These surfaces are exposed to various influences which may affect the designed appearance and function, especially those parts which are first noticed and remembered by facility users and/or passers-by.

This paper presents an example which asserts the high necessity for preventive facility management and protection of stone-coated surfaces, as well as the recommendations for proper maintenance in the course of the facility life-cycle.

Keywords

maintenance, facades, stone, facility management

¹dr, docent, Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija
milan@arh.bg.ac.rs

1. UVOD

Arhitektonski objekti moraju da odgovore na mnoge zahteve kao što su: funkcija, forma, materijalizacija, instalacije, pristup, komunikacija, opremljenost, energetska održivost, fleksibilnost unutrašnjeg prostora, održavanje, upravljanje, poboljšanja, uklanjanje i recikliranje komponenti. Zahteve bi trebalo definisati, uskladiti i ravnopravno tretirati još u fazi planiranja i projektovanja, jer su objekti u tehničkom pogledu sve zahtevniji i složeniji. Ova činjenica uslovljava da projektovanje, građenje i upravljanje bude integralno (potpuno i celovito) i integrisano (spoj više delova u jednu celinu).

Prirodni i veštački kamen imaju dugu tradiciju i primenu u arhitekturi zgrada, najčešće javnog karaktera, gde se oblažu zidovi vestibila, stepeništa, svećanih sala, kao i fasadnih površina. Kamen, kao najčešće primenjivan građevinski materijal, izvesno vreme je bio zapostavljen u odnosu na primenu armiranog betona, čelika i stakla. Intenzivnija primena kamena za oblaganje fasada u savremenoj arhitekturi započinje u drugoj polovini sedamdesetih godina dvadesetog veka primenom savremenih mašina i razvojem tehnologije, što je omogućilo racionalno korišćenje materijala, ujednačen kvalitet i visok nivo finalne obrade. Daljim razvojem tehnologije, uređaja i opreme omogućeno je da se fasade pokrivene ovim materijalom mogu u kraćem vremenskom periodu i precizno realizovati, uz relativno prihvatljivu cenu eksploatacije, sa aspekta održavanja i dužine trajanja [1]. Za površine pokrivene kamenom se kaže da su dugotrajne i da imaju visok estetski kvalitet. To je tačno, ali ovakav stav se ne može apriori prihvatiti ako izostane pravovremeno i pravilno sprovođenje procesa održavanja.

U radu je analiziran uticaj preventivnog održavanja na zaštitu završne obloge fasade i drugih površina pokrivenih kamenom. Osim toga, ističe se kako i koliko materijalizacija, postupak realizacije i proces održavanja utiču na objekat u celini kroz životni vek. Prikazan je primer poslovnog objekta u Beogradu čime je potvrđena hipoteza da adekvatan izbor materijala i pravilna ugradnja nisu dovoljni kako bi objekat tokom upotrebnog veka zadržao projektovanu funkcionalnost i estetiku bez održavanja, te da proces preventivnog održavanja nema alternativu. U stvari, proces održavanja omogućava da se uz prihvatljive materijalne troškove zadrži projektovani funkcionalni i estetski kvalitet objekta i produži period eksploatacije.

2. POVRŠINE OBLOŽENE KAMENOM

Kamen i drvo su najstariji građevinski materijali koji su se nekada u prirodnom obliku, a kasnije i obradom, najviše koristili za gradnju kuća, pomoćnih objekata, mostova i puteva. Osnovni razlog za veliku i različitu upotrebu ovih materijala u građevinarstvu je što su nekad davno bili lako dostupni u prirodi. U današnje vreme, sa razvojem tehnologije za eksploataciju i obradu prirodnog i veštačkog kamena, ovaj materijal je zadržao svoje dominantno mesto u arhitekturi i građevinarstvu. Koristi se za završnu obradu spoljašnjih i unutrašnjih površina podjednako za podove i zidove. Visok stepen primene kamena je u oblaganju fasada tankim pločama postavljenim na posebnu noseću konstrukciju.

Zavisno od toga da li se površine obložene kamenom nalaze spolja ili unutra, donosi se odluka o tome koju vrstu kamena treba primeniti, kakve fizičke i hemijske osobine treba

da poseduje, koji je način postavljanja i ugradnje, način sprovođenja i vremenski interval primene procesa preventivnog održavanja, kao i sagledavanje različitih uticaja tokom životnog veka koji u manjoj ili većoj meri utiču na dužinu trajanja i eksploataciju. Važno je napomenuti da praćenje (monitoring) stanja ugrađenih materijala, njihovo ponašanje u odnosu na promene koje se mogu pojaviti tokom vremena upotrebe objekta jeste važan proces jer se direktno odražava na izbor, efikasnost, složenost i cenu održavanja. Danas, na tržištu postoji mnogo različitih sredstava i premaza koji pružaju dobru preventivnu zaštitu ali se moraju upotrebljavati adekvatno, na vreme i prema preporukama proizvođača i stručnjaka iz oblasti zaštite kamena. Treba podsetiti na još nešto što vrlo često može da se čuje i što predstavlja zabludu, a to je da su površine obložene kamenom otporne na sve vrste uticaja, da kada se jednom postave mogu biti večne i ne zahtevaju nikakvu ili minimalnu kontrolu i preventivno održavanje. Ovakav stav i razmišljanje u početku će delovati kao ispravno, međutim, kako se produžava vreme upotrebe i trajanja objekta pojaviće se problemi koji će, ako nisu sagledani u početnom periodu korišćenja, umanjiti funkcionalnu, estetsku i ekonomsku vrednost objekta. Rešavanje ovako nastalih problema ne može se popraviti dodatnim ili pojačanim preventivnim održavanjem već samo primena korektivnog održavanja može pružiti zadovoljavajuće rezultate uz veće materijalne troškove i vreme neophodno da bi se proces sanacije sproveo.

2.1. OBLIK I DIMENZIJE

Oblik i dimenzije kamena mogu biti različite u zavisnosti od vrste kamena i mesta gde se ugrađuje, kao i od arhitektonskog koncepta i zahteva. Najčešće se za fasadnu oblogu primenjuju tanke mašinski rezane ploče kvadratnog i/ili pravougaonog oblika. Za podove se koristi veća debljina ploča i drugačija završna obrada što zavisi od načina ugradnje, vrste kamena, položaja ploče, uslova korišćenja i posebnih zahteva (na primer, otpornost na različite vremenske i hemijske uticaje, požar, održavanje).

2.2. BOJA

Boju kamena određuje njegov hemijski sastav i boja dominantnog minerala, te može da preovladava jedna ili više boja sa određenim linijskim šarama. Spektar boja kamena je veliki od bele, preko sivih, crvenkastih i ružičastih tonova, do tamnijih oker i crne. Često boja i šara kamena može da varira tako da se pravi utisak stiče i može proveriti na većim površinama. Ovo je posebno važno kod oblaganja u eksterijeru jer na postojanost boje i estetski utisak utiču sunčeva svetlost, meteorološki uslovi, zagađenost atmosfere itd.

2.3. STRUKTURA I TEKSTURA

Struktura i tekstura kamena su prirodna svojstva kamena koja zavise od hemijskog sastava i rasporeda minerala. Gustina i poroznost kamena zavise od strukture na koju deluju atmosferilije. Prirodna tekstura kamena finim glačanjem, poliranjem i postupcima površinske obrade može biti vizuelno promenjena.

2.4. ZAŠTITA OD PRIRODNIH UTICAJA

Površine obložene kamenom u eksterijeru imaju zadatak da zaštite manje otporne slojeve zida i poda, konstruktivni sklop, instalacione mreže, kao i unutrašnji prostor objekta u celini. To su površine koje su direktno izložene dejstvu atmosferskih uticaja (kiša, vlaga, mraz, sunčeva toplota, jak vetar, hemijski reagensi iz atmosfere) koji su osnovni uzrok opadanja kvaliteta kamena. Pored atmosferskih uticaja, greške prilikom projektovanja i izvođenja radova doprinose postepenom opadanju kvaliteta obloge od kamena tokom vremena. Zato je važno da se primenjuje kamen koji je postojan na vodu, povećan nivo vlage i mraz; fasada i druge površine pokrivene kamenom moraju biti projektovane i izvedene da se na njima ne zadržava voda; voditi računa o sastavu i sadržaju maltera i zaštititi od korozije metalne delove konstrukcije obloge [1].

2.5. POŽARNA ZAŠTITA

Osnovni zadatak fasade je da spreči pojavu požara, širenje vatre i omogući da nastala toplota i dim izađu napolje u što kraćem vremenskom roku. Postoji puno zahteva, propisa i standarda koji se prilikom projektovanja, izvođenja radova i održavanja fasadnog omotača moraju primeniti i poštovati. Osnovne mere predostrožnosti obuhvataju: sprečavanje požara; sprečavanje izazivanja požara; sprečavanje širenja požara; ugrađivanje detektora vatre i dima, kao i zvučnih i svetlosnih alarma; omogućavanje vatri i dimu da izađu iz objekta; gašenje požara; spašavanje korisnika objekta i bezbednost vatrogasaca [2].

Kamen kao dobar toplotni provodnik pod uticajem visokih temperatura podleže hemijskim i fizičkim promenama i pored toga što spada u grupu slabo gorivih, odnosno, nesagorivih građevinskih materijala. Zbog toga, usled deformacija izazvanih toplotom i kao dobar provodnik toplote, može da ugrozi sopstvenu noseću konstrukciju, slojeve zida i konstruktivni sklop objekta. Posebno treba obratiti pažnju na zaštitu prodora požara u vazdušni prostor između obloge i zida kod provetranih fasada, jer se požar može preneti na više etaže. Potrebno je postaviti požarne prepreke i zaštititi noseću konstrukciju fasade.

2.6. POVRŠINSKA OBRADA, NAČIN POSTAVLJANJA I OBLAGANJA

Za površinsku obradu kamena primenjuje se nekoliko postupaka: udarni koji podrazumevaju lomljenje i odvajanje kamena različitih veličina pomoću ručnog alata; abrazivni koji se izvode finim mašinskim glačanjem od grube do fino poliranih površina sa visokim sjajem uz pomoć različitih abrazivnih materijala čime se dodatno može istaći boja i tekstura i posebni postupci površinske obrade kao što su peskiranje i termička obrada paljenjem [1]. Treba pomenuti i savremene postupke obrade koji se sve više primenjuju zahvaljujući razvoju tehnologije i opreme kao što su sečenje dijamantskim testerama i laserska obrada površina. Primena odgovarajućeg alata i postupaka površinske obrade kamena zavisi od vrste i njegovih fizičkih i hemijskih svojstava.

Način postavljanja i oblaganja površina kamenim pločama može biti polaganjem ploča u malter, prihvatanje kotvom, jednovremeno prihvatanje kotvom i malterom i prihvatanje trakastim nosačima. U zavisnosti od toga koji postupak ugrađivanja je predviđen bira se vrsta kamena, podloge, kao i potrebna širina, obrada i ispuna spojnica.

Svaki postupak ima svoje mane i prednosti koje se moraju unapred sagledati kako bi kasnije u periodu eksploatacije objekta bili primenjeni odgovarajući postupci održavanja i sredstva zaštite.

Prema tome, izbor kamena, postupka ugradnje, održavanje i zaštita su u direktnoj vezi sa zahtevom da li se oblažu površine koje su napolju ili unutra, da li se kamen postavlja na pod, zid ili fasadu i od osobina samog kamena koji se primenjuje (čvrstoća, otpornost na različite uticaje, upijanje vode).

3. PREDUSLOVI PRIMENE KAMENA

Preduslovi primene kamena za oblaganje završnih površina bilo da se radi o fasadi, podnim ili zidnim površinama u eksterijeru ili enterijeru su od izuzetne važnosti sa aspekta održavanja i zaštite objekta. Osnovni preduslovi za primenu kamena [1] su: otpornost na koroziju (usled oksidacije može doći do promene hemijskog sastava i izgleda kamena); upijanje vode (veće od 5% zahteva proveru upotrebljivosti); otpornost na mraz; otpornost na hemijske agresore iz atmosferilija (zagađenost gradske sredine, kisele šume); bez oštećenja i ujednačene boje i šare; čvrstoća na pritisak i savijanje.

Ništa manje nije važno saznanje o ponašanju kamena sa aspekta povećanog toplotnog pregrevanja u letnjim mesecima posebno kada se radi o fasadnim površinama. Svedoci smo da se klimatski uslovi značajno menjaju, te da temperaturne razlike tokom dana mogu biti u većem rasponu, vrlo često praćene obilnim pljuskovima i jakim vetrovima posebno u letnjim mesecima. U zimskim mesecima se, takođe, javljaju značajne temperaturne razlike u toku dana pojavom mraza u ranim jutarnjim časovima do potpunog otopljanja u podne pa opet mraza uveče, što izaziva skupljanje i širenje materijala te je određivanje razmaka i obrada spojnica bitan preduslov. Ovi, sve prisutniji i učestaliji, klimatski uticaji mogu da izazovu određene promene na kamenu u fizičkom i estetskom smislu. Boja je važan estetski preduslov te poreklo, sastav, poroznost i procenat upijanja vode mogu uticati na postojanost boje tokom vremena ako se kamen primenjuje u eksterijeru. Posebno treba obratiti pažnju na izbor debljine i dimenzije ploče, kao i čvrstoću, naročito na krajevima gde se predviđa kačenje i montaža na konstrukciju. Ovaj preduslov dolazi do izražaja prilikom postavljanja kamenih ploča na višim spratnim visinama zbog većeg uticaja vetra i drugih atmosferilija.

4. PRIMER

Za primer zgrade čija je fasada pokrivena kamenim pločama izabrana je poslovna zgrada Telekom Srbija (prvobitno kompanije JAT) u Novom Beogradu. Autor je arhitekt Mario Jobst, a zgrada je građena u periodu od 1994-1996. Projektovana je u modularnom rasteru 90x90 cm, spratne visine 3,60 m. Izabrani raster je primenjen i na fasade. U razgovoru, gospodin Jobst je izneo da je zgrada izvedena prema originalnoj ideji i koncepciji, kao i da u proteklih dvadeset tri godine nisu vršene nikakve izmene i dogradnje. Postojale su ideje i planovi u tom pravcu, ali se od njih odustalo zbog nedostatka prostora. Autor objekta je o svim namerama i idejama konsultovan, kako je izneo u našem

razgovoru, opisujući izuzetno korektan odnos između vlasnika/korisnika objekta i arhitekta u periodu kada je objekat već duži niz godina bio u upotrebi [3].

Na objektu su u gornjoj zoni, krovu i višim etažama, na fasadnoj oblozi primećene određene promene na kamenim pločama u vidu ljušpanja, promene boje, pucanja i blagih deformacija. Promene su se prvo, pre nekoliko godina, pojavile na kamenu kojim su pokrivene grede koje u neku ruku predstavljaju venac i završetak objekta, a kasnije krenule da se spuštaju (*Slika 1*). Trenutno, što se može videti na slikama, oštećenja su zahvatila skoro ceo poslednji sprat sa svih strana objekta ali nisu jednakog inteziteta. Mogući uzrok nastalog problema analiziran je u četiri aspekta: greške nastale prilikom projektovanja i izbora vrste kamena koji je primenjen; greške nastale u izvođenju radova i montaži fasadne obloge; greške u preventivnom održavanju i klimatske promene, pojačan uticaj atmosferilija, kao i sve viši nivo zagađenja vazduha s obzirom da se objekat nalazi pored autoputa i Bulevara umetnosti (glavna fasada). U razgovoru sa glavnim arhitektom i autorom objekta isključena je mogućnost negativnih uticaja po fasadu objekta sa aspekta projektovanja i izvođenja radova jer su poštovani tadašnji propisi i standardi, kao i činjenica da su angažovani stručnjaci kompetentni i sa dugogodišnjim iskustvom. Objekat se koristi od 1996. godine. U garantnom roku i kasnije u dužem vremenskom periodu korišćenja zgrade nisu se pojavljivali nikakvi problemi sa fasadnim omotačem.

Fasade objekta su obložene arhitektonsko-građevinskim kamenom bele boje iz sedimentnih stena vrste vapnenac (petrografski naziv) iz kamenoloma Cave Romane koji se nalazi u naselju Vinkuran udaljenom 5 km od Pule u Istri. Ovaj kamen se koristio za gradnju Pulske arene. Prema dostupnim podacima na Internetu [4] ova vrsta kamena se koristi za spoljnu upotrebu i ima odgovarajuće hemijske i fizičke karakteristike čime je i taj aspekt isključen iz daljeg razmatranja. Podaci o načinu i učestalosti procesa preventivnog održavanja nisu bili dostupni sem da su pre dve do tri godine pojedini delovi na fasadi čišćeni peskiranjem ali ti radovi nisu bili nastavljeni [5]. Pretpostavka autora rada je da sproveden proces održavanja i pored toga što je adekvatan nije dao očekivan rezultat, jer se zakasnilo sa sprovođenjem preventivnog održavanja ili zato što je postojao ekonomski razlog. Posmatrajući objekat i fotografije ustanovljeno je da su samo viši delovi fasade ugroženi tj. da su promene na fasadi intenzivnije na delovima objekta koji su viši, samim tim izloženiji atmosferilijama, vetru i zagađenju vazduha. Zaključak je da su pomenute promene na kamenim pločama nastale usled promene klimatskih faktora. Zapravo, veći intenzitet saobraćaja i povećano zagađenje vazduha iz motornih vozila, promenjeni klimatski uslovi (toplija leta, hladnije zime, jači vetrovi, česta pojava velikih temperaturnih razlika i kratkotrajnih ali jakih oluja), kao i potcenjeno preventivno održavanje dovelo je do toga da su se promene na kamenim pločama pojavile ranije nego što se očekivalo, brže proširile i napravile oštećenja koja su doprinela da njihov životni vek istekne.



Slika 1. Telekom Srbija, poslovna zgrada, autor arhitekt Mario Jobst (fotografije Milan Radojević)

5. PREDLOG POBOLJŠANJA I NOVA REŠENJA

Iz svega što je navedeno i razmatrano u radu predlog rešenja za nastali problem je zamena oštećenih kamenih ploča novim. Ali, pre toga bi trebalo još jednom razmotriti i analizirati sve uticaje i faktore angažovanjem stručnjaka specijalista iz oblasti zaštite kamena, proveriti sve slojeve fasade i noseće elemente, napraviti novi plan održavanja (koncept, tehnologija, vreme) uzimajući u obzir sve pomenute aspekte i specifičnosti objekta i sredine u kojoj se nalazi, analizirati ekonomske uticaje, kao i definisati potencijalne probleme koji mogu nastati u budućnosti. Ako se potvrdi da je jedino rešenje zamena oštećenih kamenih ploča, ne sme se narušiti estetska i funkcionalna vrednost objekta, kao i autorska prava.

6. ZAKLJUČAK

Iz svega što je rečeno i kroz pokazani primer mogu se doneti određeni zaključci i preporuke u vezi sa održavanjem i zaštitom površina koje su obložene kamenom u funkciji trajanja objekta. Izbor, osobine i svojstva materijala; način obrade; skladištenje i transport; mesto primene; podloga na koju se postavlja, tehnologija izvođenja radova; uticaji, njihov intenzitet i promena intenziteta kroz vreme; materijalna sredstva; ljudski faktor su odrednice koje se moraju razmotriti i uzeti u obzir još u fazi planiranja i projektovanja. Treba ih posmatrati svaku za sebe, ali procesom održavanja u fazi eksploatacije integrisati u celinu kako bi se ispunili postavljeni zahtevi i planovi [6]. Na kraju treba napomenuti da se ova razmatranja i preporuke mogu primeniti na druge materijale, komponente i sisteme koji obezbeđuju funkcionalnost i upotrebnu vrednost zgrade.

Rad je rezultat istraživanja u okviru naučnog projekta TR36035 Prostorni, ekološki, energetski i društveni aspekti razvoja naselja i klimatske promene - međusobni uticaji.

LITERATURA

- [1] Žegarac, Branislav, i dr. *Savremene fasade obložene kamenom i staklom*, Beograd: Arhitektonski fakultet, 1996.
- [2] Herzog, T, Krippner, R. i Lang, W. *Facade Construction Manual*, Basel: Birkhäuser, 2004.
- [3] M. Jobst, lična komunikacija, 24.11.2019.
- [4] https://www.istra-istria.hr/fileadmin/dokumenti/gospodarstvo/2013/Rudarsko_geoloska_studija_IZ/POGLAVLJE_5_PREGLED_MINERALNIH_SIROVINA.pdf , 20.11.2019.
- [5] Payant, Richard and Lewis, Bernard. *Facility Manager's Maintenance Handbook*. New York: McGraw-Hill, 2007.
- [6] Chanter, Barrie and Swallow Peter. *Building Maintenance Management*. Oxford: Blackwell Publishing, 2007.

Mirjana Devetaković¹, Damjan Balkoski²

ENERGETSKI AUTONOMNI OBJEKTI – RANE FAZE PROJEKTOVANJA PLANINARSKOG DOMA NA VODNU

Rezime

U predloženom radu ispituje se ideja energetski autonomnih arhitektonskih objekata sa aspekta najranijeg arhitektonskog obrazovanja. Studenti prve godine osnovnih studija arhitekture na Univerzitetu MIT u Skoplju, upoznati su sa osnovnom idejom autonomnih objekata, koja im je objašnjena na primeru objekta duboko u planini. Njihov projektni zadatak bio je da projektuju planinarski dom koji nije priključen ni na elektro mrežu, kao ni na vodovod. Nakon uvodnog dela sa primerima energetski nezavisnih planinarskih domova rad se nastavlja analizom rešenja koja mogu biti odgovarajuća za ovakvu vrstu objekata. U završnom delu rada data je diskusija o pogodnosti uključivanja autonomije objekata u ranoj fazi arhitektonskog obrazovanja.

Ključne reči

Autonomne zgrade, edukacija, planinarski dom, energija

TOWARDS ENERGY AUTONOMOUS BUILDINGS – EARLY DESIGN STAGE OF MOUNTAINEERING HUT AT VODNO

Summary

In the proposed paper the idea of building autonomy has been examined from the viewpoint of architecture early stage education. The bachelor students of first and second year at MIT University in Skopje, were introduced with the basic idea of autonomous object, and explored that idea on the case of an object far in the mountains. Their design studio assignment was to design a mountaineering hut that is not attached to the electrical grid, nor supplied by water. In this paper we analyze the student findings, being set as a separate research task. The paper concludes with a discussion of appropriateness of introducing the idea of autonomy of buildings in such early stages of architectural education.

Keywords

Autonomous buildings, education, mountaineering hut, energy

¹ Dr, docent, Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski Fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/2, 11000 Beograd, mirjana.devetakovic@gmail.com

² March, asistent, MIT Univerzitet, Plošad Makedonija, Skopje, North Macedonia, damjanbalko@gmail.com

1. INTRODUCTION

Located far in the mountains, mountaineering huts sometimes resemble traditional houses and behave as autonomous. Far from the electrical grid, they need to produce and store energy themselves [1, 2].

The idea of autonomous houses, particularly energy autonomous is not a new one. In fact traditional vernacular housing was characterized by energy autonomous objects, capable of providing and protecting heat during the winter, as well as hiding from high outdoor temperatures in the summer [3-5].

It was not simple assigning to early stage students to design a mountaineering hut that will be as much autonomous as possible. Within the course “Basics of architectural design” they had to acquire and demonstrate elementary design skills and there was little space for various aspects of building autonomy. Nevertheless, the idea of autonomy was present during all design cycle and was clearly visible in the final designs. The most exciting part of the teaching/learning process was exploration of the existing national and international examples of the mountaineering huts and examining the levels of their energy autonomy.

After presenting the cases that were particularly often highlighted by the students during the research stage, some of the results of the early stage design process are given in this paper.

2. EXAMPLES OF AUTONOMOUS MOUNTAINEERING HUTS

Examples of autonomous mountaineering huts in Europe are numerous. Some of them are designed futuristically [1], while the others are rather traditional. The following illustration (Figure 1) showcases the old Monte Rosa Hut, at an attitude of 2795m. As it is visible on the photo, it is equipped with thermo-solar panels [6].



Figure 1. *Old Monte Rosa Hut (Source of illustration Wikipedia [6])*

Apart from the Old Monte Rosa Hut which is more tradition like, there's the New Monterosa Hut (Figure 2) equipped by the solar system, producing the electrical energy for the object.



Figure 2. New Monte Rosa Hut (Source of illustration Wikipedia [6])

Refuge du Goûter is one of the highest huts in Europe (Figure 3), built at the attitude of 3835m, situated 1000m below Mont Blanc, at one of the most frequent routes in the area. It is designed to accommodate up to 120 mountaineers [7]. It is operative three months per year – from June to September. During that time it uses:

- Solar thermal collectors
- PV façade system
- PV ground mounted system
- Dual flow central ventilation
- Vacuum toilet system
- Sewage and wastewater treatment system
- Gas storage.



Figure 3. Gouter Refuge mountain hut (Source of illustration Wikipedia [7])

3. INTEGRATION OF AUTONOMY IN THE DESIGN ON THE MOUNTAIN VODNO

Vodno is mountain southwest to Skopje, capital of North Macedonia, with the highest point at Krstovar peak at 1066m. At the Krstovar peak, Millenium cross, a huge structure is erected, illuminated by night and visible from Skopje and its surrounding. An old mountaineering hut exists close to the huge structure of the cross, serving mainly as a café. The peak is connected with the city with a modern gondola-lift and is one of the favourite places for outdoor activities of the citizens of Skopje.

One of the tasks for the students was to decide on the appropriate site for the mountaineering hut they were going to design. With aim of making the site decision, a visit to the mountain Vodno has been organized, including the meeting and a discussion with local mountaineers.

The autonomy has been integrated in the course curriculum as a separate task for two week research. Students have been introduced with basic concepts of building autonomy and asked to complete a quick research on the topics and to apply the learned in their designs (Figure 4).



Figure 4. Students' preliminary explorations

The teaching process resulted by a series of designs each of which had solar facilities on the appropriate south, south-east and south-west sides. Many (but not all) of the student designs presumed separate rooms for solar facility equipment (inverters, batteries, etc.).

3.1. THE SITE VISIT AND THE ISSUE OF AUTONOMY

During the visit at the mountain Vodno, a site for the future design had been decided. Prior to the site choosing, the students had a chance to meet the mountaineers from one of Macedonian mountaineering clubs and to discuss with them their real needs as

hut users. Special interest was on energy autonomy needs and the mountaineers explained different concepts of energy gaining far in the mountains.

The chosen site for the designed new mountaineering hut is only 1km from the Millenium Cross down the hill, in the direction to the Matka canyon, with the beautiful view towards the city of Skopje. The building site was chosen during the visit to the mountain at the beginning of semester. Although quite close to the existing power grid, it is decided to be treated as a site for an autonomous building, using mainly renewable sources of energy.

3.2. THE RESEARCH OF NATIONAL AND INTERNATIONAL MOUNTAINEERING HUT EXAMPLES

The most successful part of the presented teaching experiment was the research of the existing mountaineering hut examples, many of which equipped with PV systems (Figure 4). The source of information for the students was the Internet. Particular attention in the selection of the characteristic cases was on the appearance of the buildings, while the technical part of the PV facilities was mainly neglected. This very much influenced the resulting final designs.

3.3. THE FINAL DESIGNS

The designs derived from this educational activity had integrated solar systems predominantly mounted on roofs, as well as on the nearby ground. Some of the designs contained separate rooms dedicated to the parts of PV systems, such as inverters and batteries, while the others ignored existence of such building services.

Despite the fact that it is going on early design education stage in which many technical aspects of future buildings stay unsolved, it is evident that the students understood the possibilities of PV technology and the basics of integration of PV facilities into specific kind of buildings like mountaineering huts.

4. CONCLUSIONS

The energy autonomy and the net zero energy buildings is one of the topics in focus nowadays. Apart from urban environments such buildings could exist anywhere, including the mountain heights where other sources of energy are not available. In this paper we presented an educational process, in which the first and second year students from Skopje had to design an autonomous object at the mountain Vodno, situated in the nearest proximity of the Macedonian capital.

The issue of autonomy was presented from the very beginning of the experiment, i.e. from the site visit where the students examined position of the Sun on the sky and best possible orientation of the future buildings in terms of collecting solar irradiance. The most interesting part of the experiment was the research part in which the students examined existing examples of mountaineering huts, both national and international. The students' final designs all included the PV panels, either mounted on roofs, or positioned

in the proximity of the designed mountaineering huts. However not all of designs had a special room for PV equipment such as inverters and batteries.

Although introduced in an early stage of design education, the experiment returned very satisfying results, ensuring the understanding of main principles of integration of PV facilities in the specific kind of buildings, such as mountaineering huts.

REFERENCES

- [1] Bild Up - The European Portal for Energy Efficiency, "Refuge du Goûter: Highly energy efficient autonomous mountain hut," 06 12 2015. [Online]. Available: <http://www.buildup.eu/en/node/46135>. [Accessed 16 07 2019].
- [2] Archello, "AUTONOMOUS ALPINE SHELTER, NEW MONTE ROSA HUT," 2019. [Online]. Available: <https://archello.com/project/autonomous-alpine-shelter-new-monte-rosa-hut>. [Accessed 16 07 2019].
- [3] D. Koruba, J. Z. Piotrowski, R. Piekoszewski and W. Grochal, "Indoor air in autonomous building," in *Web of Conferences*, 2018.
- [4] T. Storch, T. Leukefeld, T. Fieback and U. Gross, "Living houses with an energy-autonomy – Results of monitoring," *Energy Procedia*, no. 91, pp. 876-886, 2016.
- [5] P. G. Mura, R. Baccoli, R. Innamorati and S. Mariotti, "An Energy Autonomous House Equipped with a Solar PV Hydrogen Conversion System," *Energy Procedia*, vol. 78, pp. 1998-2003, 2015.
- [6] Wikipedia, "Goûter Refuge," 03 05 2019. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Go%C3%BBter_Refuge. [Accessed 17 07 2019].
- [7] Wikipedia, "Monte Rosa Hut," 09 01 2018. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Monte_Rosa_Hut. [Accessed 17 07 2019].

Saša Čvoro¹, Slobodan Peulić²

UNAPREĐENJE VAZDUŠNOG KOMFORA U ISTORIJSKIM ZGRADAMA – STUDIJA SLUČAJA OBNOVE K.C. BANSKI DVOR

Rezime

Savremene potrebe za postizanjem vazdušnog komfora u objektima od istorijskog značaja nailaze na izazove visokih kriterijuma zaštite arhitektonskog nasljeđa. Vazдушna zaptivnost, karakter omotača, funkcionalne zone, vertikalni i horizontalni koridori su određujući arhitektonski parametri za postizanje prirodne i pasivne ventilacije. Primjena mehanizovanih sistema izmjene vazduha podrazumijeva pažljiv pristup formiranja kompleksne instalacione mreže. Kontrola i monitoring unutrašnjih fizičkih parametara omogućuje održavanje uslova ugodnog komfora (toplotnog i vazdušnog) neophodnog za zaposlene, posjetioce i izložene artefakte. Rad prikazuje proces rekonstrukcije Banskog Dvora u Banjaluci, potencijalne modele pasivne kontrole unutrašnjih uslova, te izazove primjene savremenih (HVAC) instalacionih sistema.

Ključne riječi

Omotač zgrade, parametri kvalitete vazduha, energetska efikasnost, mikroklima, HVAC

IMPROVING INDOOR AIR QUALITY (IAQ) IN HERITAGE BUILDINGS – CASE STUDY OF BANSKI DVOR RESTORATION

Summary

Contemporary demands for air comfort achievement in historic buildings are met by high criteria challenges of authentic architectural expression. Building air tightness, envelope structure, functional zones, vertical and horizontal corridors are defining architectural parameters for natural and passive ventilation. Application of mechanized air exchange systems requires particularly careful and restrained approach to forming complex network of building services. Combination of these and control and monitoring of internal physical parameters, allows to maintain the conditions of comfortable indoor environment necessary for employees, visitors and exposed artefacts. This paper presents potential natural (passive) models for internal environment control as well as modern building services systems (HVAC) implementation.

Keywords

Building envelope, air quality parameters, energy efficiency, microclimate, HVAC

¹ University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy. Bulevar Stepe Stepanovića 77/3. Architecture Technologies Department. sasa.cvoro@aggf.unibl.org

² University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy. Bulevar Stepe Stepanovića 77/3. Architecture Technologies Department. slobodan.peulic@aggf.unibl.org

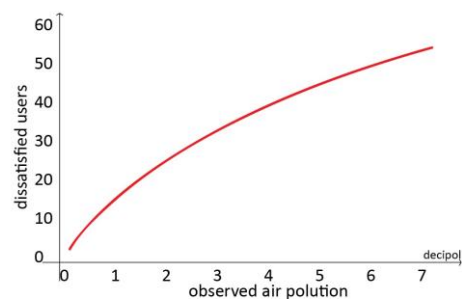
1. INTRODUCTION

Indoor climate conditions of the protected heritage buildings are one of the parameters that affect interior elements durability and internal (thermal and air) user comfort. Global climate change and aging process of the building led to a change in energy certification requirements, what also contributed to better understanding of indoor climate behavior and air quality. [1] Whether those are requirements of raising the comfort level or the interior protection, there is a need to apply technology that must respond to the complex physical processes in building itself, which meets challenges of preserving buildings authenticity and it is necessary to look for new models of their implementation into existing tissue. Since these historic sites enjoy high levels of heritage protection, it should be mentioned that new and controlled microclimate conditions will change the buildings 'historic climate' [2] - microclimatic conditions at which building functioned until the moment of theirs' change.

It is necessary to explain parameters on the basis of which the interior air quality is defined. The basic subjective parameter of air quality is defined by the sense of individuals comfort in space that depends on the persons level of perception and sensitivity [3] and is expressed by the ratio of temperature and relative humidity (RH factor).[4] In addition to the subjective parameters, there are air pollutants that affect air quality (CO₂, SO₂, CO, NO₂ i dr.) as well as the pollution from users themselves, which is mainly derived from odors, airflow, air exchange coefficients and the amount of water vapor in the air. Concentration of these pollutants depends on the source, its dispersion in the space and is a direct result of the space ventilation level, which is expressed by olf (degree of pollution produced by one user) and decipol (a measure of space discomfort).[3] This paper deals primarily with subjective air quality parameters and will analyze principles (passive and active) of air quality control and stated parameters in historic protected buildings.

Table 1. OLF values for specific sources of air pollution; Percentage of dissatisfied users as a function of "sensible" air pollution shown in decipoles.[4]

Polution source	Emission
Persons in sitting position	1 olf
Active persons	5 olf
The smoker while smokes	25 olf
The smoker, usually	6 olf
Office materials	0-0,5 olf/m ²



It is important to emphasize that relation between temperature and relative humidity directly affects thermal and air indoor comfort, and that those two cannot be separated. The optimum air temperature in the geographical area of Bosnia and Herzegovina ranges from 20° C to 25° C, while humidity is determined by the amount of water vapor in air and is always conditioned by temperature. Thus, issue of humidity is important for thermal comfort and in general quality of the air in room due to its different

characteristics [3]: Dry air has extremely low thermal conductivity and is hygroscopic, degree of humidity influences on thermal conductivity of the material and its mechanical characteristics. As the most optimal value, a relative humidity between 40% and 60% is recommended. [6]

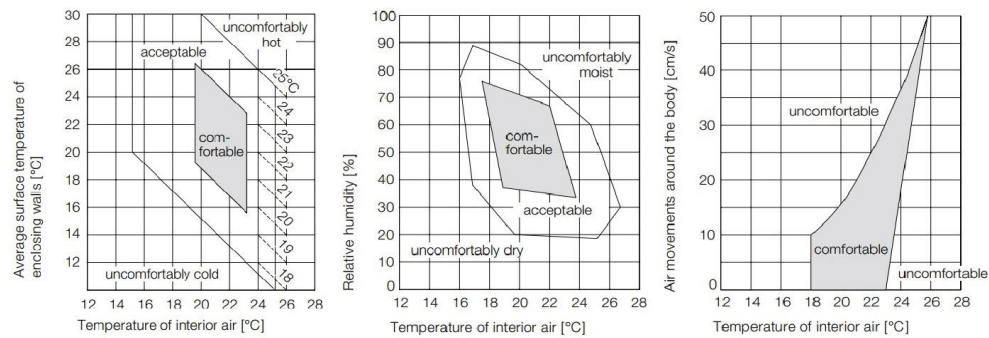


Figure 1. Comfort zone with respect to the set parameters (indoor air temperature - average temperature of outer walls; indoor air temperature - relative humidity; indoor air temperature - air velocity around the user's body) [7]

Depending on function and mode of buildings use, different needs and principles of solving complex ventilation systems allow controlled indoor conditions occur. Choice of the correct solution is also influenced by level of buildings protection, aesthetic requirements, structural and design constraints, climatic zone, thermal zones within the building, as well as the air envelopes air tightness. [8] Control of indoor air quality is based on modifications of the building envelope and its air tightness, or control of air infiltration through the envelope; mechanized heating and cooling systems, humidity control systems and ventilation systems. From the stated opinions, it is concluded that improvement of air comfort or improvement of indoor air quality can be achieved indirectly (by improving the energy performance of transparent and opaque building envelope, ie. by energy insulation of the building), and directly - by applying air conditioning and ventilating system. The following section will outline the process of Banski Dvor Cultural Center reconstruction and limitations within this process.

2. RECONSTRUCTION PROCESS OF BANSKI DVOR CULTURAL CENTER

Intervention on architectural heritage buildings is always complex process, which necessarily implies comprehensive study of all available archival material, historiography and, of course, detailed observation of buildings present state. Project of facade repair and restoration is entirely based on the relevant exact elements of the facade. [9]

Many damages occurred during the previous periods - before and after World War II and after devastating 1969. earthquake. At the beginning of the Second World War, a two-headed eagle sculpture with extended wings about 7.5m in diameter was removed from the front of the building, and, during the war, building continued to undergo significant changes in decorative plastic. After the war, first renovation of the building

occurred, which did not make significant deviations from its original condition. The devastating earthquake of 1969. caused significant structural damage and attics should have been demolished and rebuilt, which was not performed in its original appearance, so significant geometric deviations occurred after the reconstruction..



Figure 2. Significant constructive devastations appeared after earthquake of 1969. [10]

After mentioned reconstructions, no major building renovation was carried out, and new project of restoration and reconstruction of Bansko Dvor began in 2018. Buildings envelope was in poor condition - traces of gellers and explosive devices were visible on the ground floor pillars (formed during World War II), discoloration was noticeable, and damage from atmospheric effects was present in places of bad drainage (cantilevers and sills) taht resulted in peeling of facade finishing layer.



Figure 3. Condition of the main facade before restoration process. [9]

Although rehabilitation process involved restoration and reconstruction of facade plastics and sculptures, this paper presents segments of reconstruction relevant to the future behavior of building in terms of energy performance (thermal conductivity, and air tightness) and segments significant for the future treatment of heating, air conditioning and ventilation systems. In this regard, it implied replacement of all exterior windows and doors, which were made according to existing positions - double boiled oak windows with a wide box (shutter boxes 16cm), glazed with single glass $d = 4\text{mm}$, flat. Prior to the commencement of the works, all positions were numbered in order to make all new positions identical to the originals. Carpentry positions on the ground and first floors are

with outer shutters made of oak slats. The building envelope walls were not subject to energy improvement since protected buildings, under the applicable law, does not have to be subject of energy certification and does not have to meet the criteria of a minimum C energy class after rehabilitation. [11] The remediation project meant that all air conditioners from facades were also removed in order to achieve authentic appearance. This requirement in the future stages of interior reconstruction will require finding an adequate replacement of the air-conditioning system and ventilation..

3. ANALYSIS OF THE POTENTIAL METHODS FOR IMPROVEMENT OF AIR COMFORT AT THE CULTURAL CENTER BANSKI DVOR

All buildings are exposed to the atmosphere in which they are located - primarily to the effects of temperature and relative humidity. Rehabilitation, adaptation, and reconstruction are restricted by the necessity of controlling these conditions. These terms may be explained by term 'historical microclimate' [2] - average climatic parameters over buildings life. Introduction of new heating systems will alter historic climate of the building, which can lead to potentially hazardous situations for the durability of sensitive interior elements.

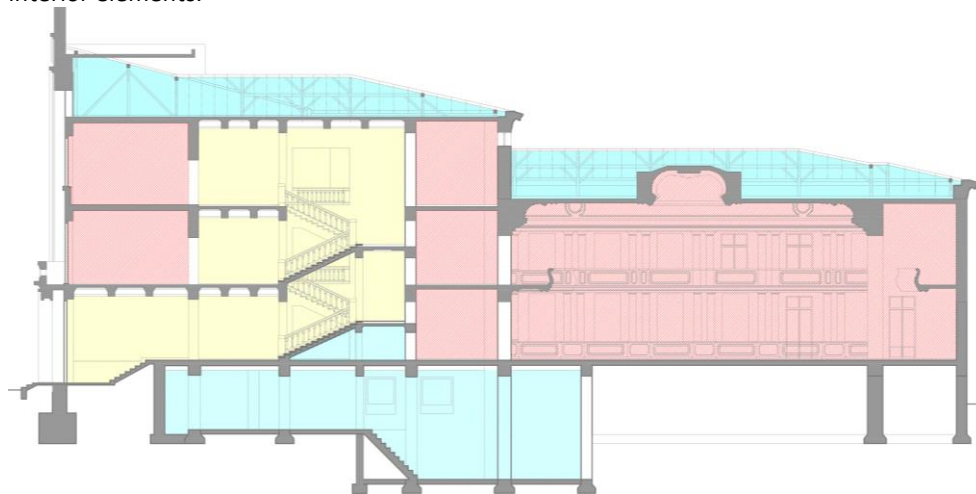


Figure 4. Thermal zones of Banski Dvor. Source: Authors' illustration.

Before proposing the solution, it is necessary to consider realistic needs of the building - time regime of use and thermal zones. It has been established that in relation to the total building usable area, a small part of it is used in standard eight-hour working regime, while the lounge areas, main hall, small hall, foyer and large hall are used intermittently and mainly in the afternoon and evening. Heat losses can be reduced by applying thermal insulation on the panel above the 2nd floor and below the ground floor panel and at the transition between the heated and unheated part of the building. This measure will also balance temperature differences between heated zones, and thus relative humidity. As the reconstruction process has conducted removing of air conditioners from the facade, it is necessary to implement new air conditioning and

ventilation systems. Two models of installation of indoor climate control devices - central and loyal systems - are analyzed.

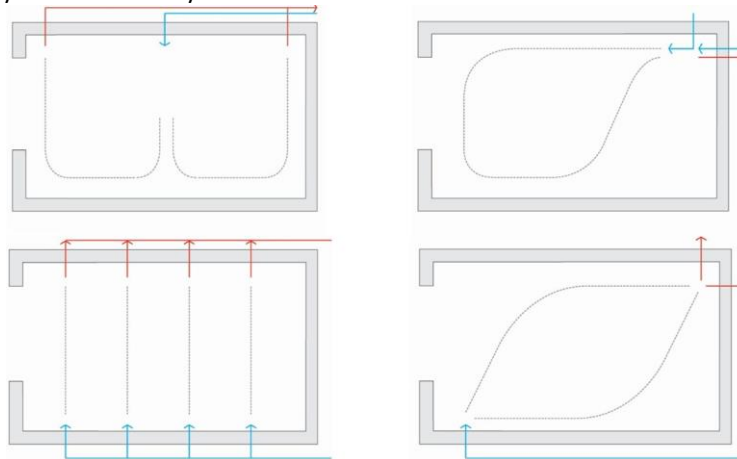


Figure 5. Schemes of position and functioning of air recuperators. [12]

Central air-conditioning systems aim to achieve a homogeneous indoor climate in all areas of the building. To enable them to function, implementation of the entire system - horizontal and vertical manifolds is required, providing space for a boiler or space with air conditioners (climate chamber), which can all significantly affect the appearance of the interior itself. Also, often these systems are sluggish and need a period of adaptation to changes in temperature on daily basis, and their work would significantly alter the historical climate of the building. These systems require large amounts of energy, and since they have to be implemented in buildings whose energy efficiency is poor (expressed heat losses throughout vertical envelope, and especially in horizontal zones trough reinforced concrete horizontal beams), it is concluded that their installation is not cost effective in terms of energy efficiency. Considering the heat dispersion, expressed heat losses in the envelope, installation of central system that would maintain the temperature of the entire facility is hardly a cost-effective investment, with the least benefit to users. [13]

Designation	Cross-flow heat exchanger	Counter-flow heat exchanger	Run-around coil	Rotary heat exchanger with/without hygroscopic storage mass
Arrangement				
Heat recovery	up to 60%	up to 90%	up to 50%	up to 80%
Moisture recovery	no moisture exchange	no moisture exchange	no moisture exchange	up to 70%

Figure 6. Air Recuperator Function Diagram. [12]

Local air conditioning systems behave in opposite way to central ones and aim at localized control of indoor climates. In analyzed building, functional zones are separated into separate showrooms interconnected by corridors, and as space is intensively used for a shorter period of time, application of local air-conditioning systems is shown as more appropriate and more justified. Also, from energy standpoint, these systems require less energy to function smoothly.

As it is concluded that application of local air-conditioning and ventilation systems is more appropriate for analyzed building, it is necessary to secure position for installation of the air exchange device. The unheated attic and basement spaces that tangent showrooms, central hall, and large hall can serve to set up the devices in question. The proximity of rooms allows very short installation network. Basement and attic spaces themselves are more favorable than the outer space since on this way they are protected from the atmosphere, and temperatures are much lower in summer and much higher in winter, which would make operation of the air exchange recuperator much more efficient.

4. CONCLUSION

Controlling indoor microclimate conditions in historic buildings requires a complex and interdisciplinary approach to the design of passive and active air quality control systems. This paper presents potential measures to improve internal comfort (thermal and air) through two principles - improving the energy performance of the envelope - in zones that will not impair the authenticity of the building, and the introduction of modern air conditioning and ventilation systems. Emphasis is placed on the reciprocal relationship between these two measures and explains that the choice of air conditioning system is closely related to character of building envelope, i.e. it must accompany the total heat losses of the building through an opaque and transparent envelope.

Changes to the "historic microclimate" of the building must be gradual and controlled. Improvement of internal comfort must meet the real needs of the building - the time and functional mode of its' use, number of occupants and time of occupancy, thermal zones and their mutual relationship, and the possibility of transverse passive ventilation of the premises. This paper presents potential models that can be implemented in the next stages of reconstruction of the Banski Dvor in Banja Luka. Proposed theoretical models predict energy drowning at the transition between unheated (attic and basement) and heated rooms, controlled air infiltration, and application of mechanized air exchange systems in accordance with the position of the rooms and their real needs. This work may also serve as the basis for future detailed studies of the indoor air comfort improvement in the building and further research regarding the alteration of the microclimatic conditions of the rooms.

LITERATURE

- [1] P. K. Larsen i T. Brostrom, *Climate Control in Historic Buildings*, Upsala University and National University of Denmark.
- [2] D. Camuffo, *Microclimate for Cultural Heritage*, Elsevier, 1998.
- [3] S. Čvoro, *Kvalitet vazduha i arhitektura*, Banja Luka: University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, 2019.
- [4] ASHRAE, *Handbook: Fundamentals*, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, 2005.
- [5] P. O. Fanger, *Introduction of the olf and the decipol units*, Lyngby, Denmark: Laboratory of Heating and Air Conditioning, Technical University of Denmark.
- [6] M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs i T. Rosenkranz, *Construction Materials Manual*, Munich, Germany: Birkhäuser Edition Detail, 2006.
- [7] T. Herzog, R. Krippner i W. Lang, *Facade Construction Manual*, Munich, Germany: Birkhäuser Edition Detail, 2004.
- [8] D. Gajić, S. Peulić i M. Malešević, „Energy Renewal possibilities of the Vertical non-transparent Building envelope according to the level of the heritage protection,” 2019.
- [9] R. Beleslin i S. Čvoro, *Dopuna projekta Sanacije i restauracije fasade Banskog dvora u Banjoj Luci*, Banja Luka: University of Banja Luka, Faculty of Architecture-Civil Engineering and Geodesy, 2018.
- [10] V. Stošić i Z. Mačkić, „Banjaluka koje ima i koje nema u 1000 slika,” Zoran S. Mačkić, 2004-2005.
- [11] *Zakon o uređenju prostora i građenju Republike Srpske*, Sl. gl. 40/13, Banja Luka: Vlada Republike Srpske, 2013.
- [12] D. Camuffo, „The Friendly Heating project and the Conservation of the Cultural Heritage Preserved in Churches,” u *Developments in CLimate Control of Historic Buildings*, 2010.
- [13] M. Hegger, M. Fuchs, T. Stark i Zeumer, *Energy Manual: Sustainable Architecture*, Birkhäuser: Edition Detail, 2008.
- [14] M. Ryhl-Svendsen, T. Padfield, V. A. Smith i F. De Santis, „The indoor climate in historic buildings without mechanical ventilation,” [on-line]. Available: conservationphysics.org/ppubs/indclim.pdf.
- [15] R. Kilian, T. Vyhldal i T. Brostrom, u *Developments in climate Control of Historic Buildings*, 2010.
- [16] *Technical guidance on energy efficient renovation of Historic buildings*, Efficient Energy for EU cultural Heritage.

Radojko Obradović¹, Budimir Sudimac², Milica Petrović³

UŠTEDA ENERGIJE PRIMENOM BALIRANE SLAME

Rezime

Savremeno društvo se suočava sa novim i drugačijim izazovima. Obnovljivih resursa je sve manje. Životna sredina je zagađena. Potrebe savremenog čoveka su sve veće i njihovo zadovoljenje zahteva sve više energije i materijalnih resursa. Proizvodnja materijala koji se koriste za izgradnju objekata zahteva prirodne resurse i veliku količinu energije. U eksploataciji objekata postoji potreba za grejanjem i hlađenjem, za šta je takođe neophodna energija. Moguće rešenje je upotreba prirodnih materijala koji su tradicionalno bili primenjivani vekovima, a koji su potisnuti razvojem industrije i širokom primenom betona i čelika. Slama, kao materijal, postoji više od 2000 godina i predstavlja nusproizvod pri uzgajanju pšenice, raži, pirinča. Proizvodnja slame ne zahteva primarnu energiju. Karakteristike balirane slame su takve da nije potrebna dodatna termička i zvučna izolacija. Primenom balirane slame moguće je materijalom, koji je gotovo besplatan, postići značajne uštede energije i pomoći u očuvanju životne sredine.

Ključne reči

energetska efikasnost, prirodni resursi, izgradnja, isplativost

USING STRAW-BALES FOR ENERGY SAVING

Summary

Modern society is faced with new challenges. Renewable resources are disappearing. The environment is polluted. The production of materials for construction requires natural resources and a great amount of energy. In the exploitation of buildings a lot of energy is used for heating and cooling. Possible solution lies in the application of natural materials that were traditionally used for centuries and were suppressed by the industry's development and the extended use of concrete and steel. Straw, as a material, exists for more than 2000 years. It is a by-product in the growing of wheat, rye, and rice. The production of straw doesn't need primary energy. The characteristics of straw-bales are such that no additional thermal and sound insulation is needed. With the application of straw-bales, a material that is almost free, it is possible to achieve significant savings in energy and to help preserve the environment.

Keywords

energy efficiency, natural resources, construction, cost efficiency

¹ Docent, Univerzitet u Beogradu - Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd / Assistant Professor, University of Belgrade - Faculty of Architecture, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Belgrade, robardovic@hotmail.com

² Vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu - Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd / Associate Professor, University of Belgrade - Faculty of Architecture, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Belgrade, sudimac@arh.bg.ac.rs

³ Asistent, Univerzitet u Beogradu - Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd / Teaching Assistant, University of Belgrade - Faculty of Architecture, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Belgrade, milica.petrovic.ml@gmail.com

1. UVOD

Današnje vreme ostaće u istoriji upamćeno po značajnom napretku u oblasti nauke i po razvoju tehnologije i inovacijama. Revolucionarni pronalasci u oblasti informatike i telekomunikacija i razvoj transportnih sredstava omogućili su globalno povezivanje, lak pristup informacijama i putovanje u sve delove sveta.

Sve to doprinelo je ubrzanom ekonomskom razvoju i porastu globalnog društvenog bogatstva. Sa druge strane značajno su se povećale razlike između razvijenih i nerazvijenih zemalja, takođe se povećao jaz između bogatih i siromašnih u svim zemljama pojedinačno.

U isto vreme savremeno društvo je ubrzano potisnulo brojna, generacijama taložena, znanja i tradiciju. Kao da razvoj isključuje tradiciju i iskustvo. Ovo vreme ostaće upamćeno po brojnim kontradiktornostima i isključivostima, na različitim nivoima i u, praktično, svim oblastima života.

Cena ubrzanog razvoja i napretka je i crpljenje sirovina i resursa, kao i zagađenje i nepovratno uništavanje životne sredine. Brojne biljne i životinjske vrste izumiru, a istražene rezerve većine sirovina i fosilnih goriva bliže se kraju. Ozonski omotač je sve tanji....

U svest ljudi, istina sporo, prodire činjenica da dolazi vreme kada ćemo morati da se vratimo i starim znanjima i zaboravljenim materijalima i tehnologijama, uprkos daljem razvoju nauke.

Ovaj rad ima upravo za cilj da reafirmiše jedan od materijala koji je nekada bio u upotrebi, a koji je potisnut pred naletom savremenih i novih materijala, a reč je o baliranoj slami.

2. SLAMA

Slama je cevasta stabljika biljke koja povezuje koren i klas, za razliku od sena koji predstavlja celu biljku bez korena i koje se koristi kao stočna hrana zbog nutritivne vrednosti klasa. Slama je jednogodišnji obnovljiv prirodni proizvod, produkt fotosinteze i ostatak nakon žetve. Postoji mnogo različitih tipova slame: pšenična, ječmena, ražana, pirinčana, konopljina...

Slama je nusproizvod u procesu proizvodnje žita, nema nutritivnu vrednost i koristi se kao prostirka za životinje, zaorava se ili spaljuje.

Za upotrebu u poljoprivredi koristi se tako što se nakon žetve, odsecanja klasa i sušenja, balira mašinama za baliranje, a nakon toga skladišti.

Na različite načine primenjivala se hiljadama godina, najčešće pomešana sa blatom, kao prirodna armatura, ali i samostalno za pokrivanje krovova, za zidove ispune i izolaciju.

Nakon deset godina proučavanja mogućnosti primene alternativnih građevinskih materijala u konstrukcijama, moguće je reći da je najmanje reč o ekstravaganciji, a daleko više o mogućim brojnim praktičnim primenama, ekonomskim prednostima, ali i značajnom smanjenju štetnih uticaja na životnu okolinu.

Globalna promena klime u velikoj meri prouzrokovana je štetnom emisijom gasova, pre svega CO₂. Analizom različitih faktora koji imaju uticaj na životnu sredinu, utvrđeno je da oko 50% štetnih gasova koji se emituju u atmosferu dolazi iz građevinske industrije i transporta vezanog za građevinsku industriju.

Raspoložive količine slame u svetu su praktično neograničene. U SAD, kao najvećem svetskom proizvođaču hrane, godišnje se proizvede oko 1.4 milijarde m³ slame. A u Srbiji je prošle godine, na zasejanih 500.000 hektara, proizvedeno oko 20 miliona m³ slame (pre deset godina ta količina je bila dva puta veća). Na prvi pogled jasno je da je reč o ekstremno velikim količinama slame. Pri tome se jedna trećina koristi u stočarstvu, jedna trećina zaorava i tako zemlja aerira i dodatno obogaćuje hranljivim organskim materijama. Jedna trećina slame ostaje neiskorišćena i, u Srbiji, se spaljuje.

Veliki broj zemalja u svetu zakonom je zabranio spaljivanje slame koja ostaje na poljima nakon žetve. Zagađuje se okolina i ne koristi se ogroman potencijal. Ranije su se i te količine zaoravale, ali je utvrđeno da se remeti ravnoteža organskih materija u zemlji i proizvodi dodatna šteta.

Da rezimiramo, svake godine u Srbiji ostane neiskorišćeno oko 7 do 8 miliona m³ slame, čijim se spaljivanjem emituje ogromna količina CO₂. Kada bi se ta slama iskoristila u gradnji objekata bilo bi moguće izgraditi 100.000 kuća površine 150 m².

To je dodatan motiv da se nastavi sa istraživanjem primene ovog materijala.

Ne manje važno je i da je slama prirodan materijal, ostatak nakon žetve pšenice, i proizvodi se nakon jednogodišnjeg ciklusa, za razliku od drveta koje može da se koristi tek nakon 20 do 30 godina.

Porast cene energije, sve više u kalkulacije uvodi i količinu energije potrebnu za proizvodnju jedinice mere građevinskog materijala.

Za jednu tonu betona potrebno je 5.800.000 BTU (British Thermal Unit, BTU= 1055,055 J), a za proizvodnju jedne tone slame 112.500 BTU. Pri tom pri proizvodnji slame nema nikakvog otpada.

Polazne osnove i prethodna istraživanja ukazuju na velike potencijalne bala slame u građevinarstvu i ukazuju na brojne pogodnosti primene ovog materijala.

Komercijalna primena podrazumeva definisanje određenih uslova koje bale slame moraju da zadovolje, a zatim i poznavanje svih potrebnih karakteristika da bi objekti mogli da se grade u skladu sa važećim propisima.

U toku sprovedenih istraživanja nisu pronađena relevantna istraživanja u našoj zemlji. Bilo je nekoliko radova, koji su tretirali ovu oblast, a izgrađeno je i nekoliko objekata. Objekte su gradili entuzijasti i nisu praćene odgovarajućim ispitivanjima i proverama.

Slamu je moguće na različite načine primenjivati u konstrukcijama. Bale slame mogu biti noseći element konstrukcije. Moguće je noseću konstrukciju izgraditi od betona, čelika ili drveta, a od bala slame mogu se izgraditi zidovi ispune. Ili je moguće slamu koristiti kao zvučnu ili termičku izolaciju. U poslednje vreme eksperimentiše se i sa panelima od slame.

3. TERMIČKE KARAKTERISTIKE SLAME

Termička provodljivost, izražena kroz koeficijent termičke provodljivosti λ (W/m²K) materijala, ogleda se u njegovom propuštanju stacionarnog toplotnog protoka usled razlike temperatura na dvema graničnim površinama.

U ovom radu nisu sprovedena ispitivanja termičkih karakteristika, ali su u okviru istraživanja karakteristika bala pšenične slame analizirana istraživanja sprovedena na Hemijskom fakultetu u Zagrebu, kao i istraživanja i rezultati koje je dobio Mc Cabe (1994).

Primenom različitih metoda ispitivanja dobijena je vrednost koeficijenta termičke provodljivosti λ u vrednostima 0,032 i 0,035 W/m²K. Mc Cabe je sprovodi ispitivanje na trožičnim i dvožičnim balama slame dimenzija 59 x 40 x 105 cm i 46 x 36 x 92 cm. Uočeno je da je termička provodljivost u direktnoj vezi sa gustinom bala slame, ali i da zavisi od orijentacije vlakana. Dalja istraživanja koja bi utvrdila tačne zavisnosti u funkciji pravca vlakana nisu sprovedena, jer su rezultati pokazali da su svi potrebni kriterijumi daleko bolji nego kod drugih građevinskih materijala.

Poređenje koeficijenta termičke provodljivosti slame i nekih od uobičajenih građevinskih materijala prikazano je u tabeli:

Materijal	λ [W/mK]
Bakar	380
Aluminijum	204
Čelik	58
Granit	3,5
Beton	2
Staklo	0,81
Opeka	0,80
Šuplja opeka	0,55
Laki beton	0,34

Bukva, hrast	0,20
Jela, bor	0,14
Pluta	0,043
Mineralna vuna	0,040
Balirana slama	0,032-0.35
Vazduh	0,027

U poređenju sa drugim građevinskim materijalima uočljiva je superiornost balirane slame kao termoizolacionog materijala.

Istraživanja sprovedena u Hrvatskoj, pod nešto drugačijim uslovima nego u slučaju istraživanja koje je sproveo Mc Cabe, definisale su nešto veće vrednosti koeficijenta termičke provodljivosti, oko 0,042 W/m²K.

Kao što je ranije bilo reči, osobine bala slame u velikoj meri zavise od gustine. Istraživanja sprovedena u Hrvatskoj imala su kao primarni zadatak uspostavljanje veze koeficijenta termičke provodljivosti i gustine bala slame. Rezultati su prikazani u tabeli:

Gustina (kg/m ³)	Koef. termičke provodljivosti [W/mK]
82	0,0486
95	0,0482
113	0,0416
125	0,0414
138	0,0412

Razlika u rezultatima u najvećoj meri je rezultat različitih primenjenih metodologija, ali u svakom slučaju pokazuje da karakteristike slame kao termičkog izolatora odgovaraju svim potrebnim zahtevima i jednake su ili bolje po karakteristikama najčešće korišćene termičke izolacije, mineralne vune.

Termička karakteristika zida ili nekog elementa izražava se kao otpor propuštanju toplote $\Lambda = (W/m^2 \cdot K)$.

U slučaju obostrano malterisanog zida od slame koeficijent je 0,12 W/m²·K, što zadovoljava uslove koji važe za pasivne kuće.

Treba istaći i da zbog dimenzije zidova (u zavisnosti od dimenzije bala i načina zidanja) od oko 50 santimetara u toku dana apsorbovaće toplotu, a u toku noći dešavaće se obrnuti proces i emitovaće se toplota. Ova osobina stvara velike pogodnosti i leti i zimi.

Kada analiziramo termičke karakteristike i pogodnosti u vezi sa tim, treba istaći da se prilikom zidanja i nakon nanošenja opterećenja od krovne konstrukcije, bale slame dodatno komprimuju i time se, uz veću zbijenost, postiže bolji termički koeficijent. Veliko trenje između bala zadržava ih na mestu bez potrebe za vezivnim sredstvima, a posebno je značajno da ovakvi zidovi nemaju vidljive ni horizontalne ni vertikalne spojnice. Zidovi su kompaktni i nema hladnih mostova, što je još jedna značajna prednost u odnosu na druge materijale, jer ne zahteva dodatne troškove.

U praksi je rešen i problem otvora i proboja. Kod svih drugih konstrukcija to su potencijalno slaba mesta. U slučaju zidanja balama slame sve praznine se popunjavaju rastresitom slamom, koja ostaje nakon zidanja i nakon malterisanja nema nikakvih problema sa gubicima toplote.

4. UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU

Savremeni način života i porast populacije imaju značajne negativne efekte na životnu sredinu. Emisija CO₂ koji direktno utiče na stvaranje efekta staklene bašte, a time se dodatno pojačavaju negativni efekti na životnu sredinu, u najvećoj je meri rezultat rada građevinske industrije i transporta vezanog za građevinsku industriju (oko 50% ukupne emisije).

Uz sve do sada navedene pogodnosti koje ima gradnja baliranom slamom u odnosu na moderne načine gradnje, uticaj na životnu sredinu je posebno značajan.

Slama je jednogodišnji obnovljiv proizvod. Nakon uzimanja potrebnih količina slame za stočarstvo i nakon zaoravanja, na poljima ostaje trećina slame koju je moguće koristiti u građevinskoj industriji. U ovom radu analizirana je primena u našim krajevima najrasprostranjenije pšenične slame, ali gotovo svi zaključci važe i za slamu od ječma, raži, pirinča.

5. ZAKLJUČAK

O uštedi energije mora se govoriti posmatrajući ukupan životni vek objekata: od primene materijala za izgradnju i energije potrebne za njihovu proizvodnju, preko izgradnje, kasnije tokom eksploatacije i naravno na kraju, uzimajući u obzir energiju potrebnu za uklanjanje i saniranje nakon završenog životnog veka građevine. Tek sveobuhvatnim pristupom možemo analizirati mane i prednosti pojedinih materijala.

Balirana slama, kako je i prikazano, je materijal koji se može primenjivati na različite načine u konstrukcijama. Najjednostavnija je primena balirane slame, ali prefabrikacijom je moguće dobiti i druge proizvode podesne za primenu.

Materijal je praktično besplatan, jer je nusproizvod pri proizvodnji pšenice, ima ga u neograničenim količinama u svim delovima Srbije, ako govorimo o pšeničnoj slami, a ječmene, slame od raži ili pirinča ima u svim delovima sveta, tako da nema potrebe ni za dodatnim transportnim troškovima.

Primena je jednostavna, ne zahteva brojnu stručnu radnu snagu.

Termičke karakteristike su impresivne. Gotovo da su identične karakteristikama vazduha, što je i logično uzimajući u obzir strukturu i građu pojedinačne slamke, ali i bale u celini.

Primena balirane slame je još uvek ograničena i naredni korak je donošenje propisa koji bi omogućio da se standardizuje postupak i uslovi izgradje. Time bi se otvorila mogućnost da se primenom ovog materijala postignu značajni efekti u uštedi energije i u očuvanju životne sredine.

LITERATURA

[1] R. Obradović: "Eksperimentalno-teorijska analiza bala slame u konstrukcijama", doktorska disertacija, Arhitektonski fakultet, Beograd, 2014.

Toni Drobac¹, Dražan Kozak², Mirjana Devetaković³, Gianmarco Ćurčić Baldini⁴

PRIMENA BIM-A NA POSTOJEĆIM OBJEKTIMA – PRIMER ZGRADE GRAĐEVINSKOG FAKULTETA U OSIJEKU

Rezime

U okviru ovog rada predstavljena je upotreba Building Information Modelinga (skraćeno BIM-a) na postojećoj zgradi Građevinskog fakulteta u Osijeku. Područje primene vezano je na mašinske instalacije, tačnije akcenat je na sistemu ventilacije. Napravljen je 3D model ventilacionog sistema. Cilj rada je pokazati značaj izrade projekata u BIM-u, ali i prednosti koje pruža ukoliko se primene na postojeće objekte. Prikazana je izrada liste potrebnih delova koja služi kao osnova za izradu troškovnika te prednosti prilikom održavanja sistema izrađenih BIM-om u vremenu eksploatacije.

Ključne riječi

BIM, mašinske instalacije, projektovanje, održavanje

BIM APPLIANCE ON EXISTING FACILITIES – THE CASE OF THE FACULTY OF CIVIL ENGINEERING IN OSIJEK

Summary

Within this paper the use of Building Information Modeling (abbreviated BIM) at the existing building of the Faculty of Civil Engineering in Osijek is presented. The area of application is related to mechanical building services, particularly, the emphasis is on the ventilation system. A 3D model of the ventilation system was created. The aim of the paper is to show not only the importance of designing projects in BIM, but also the advantages it provides if applied to existing facilities. In addition, the development of a list of required parts, which serves as the basis for the production of the building cost and advantages when maintaining BIM-made systems during exploitation are shown.

Keywords

BIM, HVAC, planning, maintenance

¹ *Mag.mech.ing., Euro-Zona, Zabok, tonidrobac@gmail.com*

² *Dr.sc., Strojarski fakultet u u Slavonskom Brodu, Slavonski Brod, dkozak@sfsb.hr*

³ *Dr.sc., Arhitektonski fakultet u Beogradu, Beograd, mirjana.devetakovic@gmail.com*

⁴ *M.Arch., Baldini studio, Zagreb, marco@baldinistudio.hr*

1. UVOD

BIM (eng. Building Information Modeling) predstavlja novi način organizovanja procesa projektovanja u čijem se centru nalazi 3D model [1]. Primena ove metodologije moguća je kod izrade novih projekata, ali i na već postojećim objektima, kao i kod objekata graditeljskog nasleđa [2].

Primena BIM tehnologije počinje u najranijim fazama koncipiranja arhitektonskih i građevinskih objekata, da bi bila prisutna u svim fazama projektovanja, izgradnje, korišćenja objekata, sve do njihove rekonstrukcije ili rušenja. Jedna od najznačajnijih stavki u primeni BIM tehnologije jeste formiranje 3D modela koji je dostupan svim učesnicima u procesu projektovanja. Da bi se ovo ostvarilo neophodno je međusobno usklađivanje širokog spektra primenjenog softvera, što zajednički nazivamo interoperabilnost.

Proces implementacije BIM-a u stručnoj praksi nije jednostavan i zahteva mnogo vremena i truda, ali na kraju prednosti koje pruža su mnogobrojne. Postojeći objekti koji nisu izrađeni uz potporu BIM-a, iz bilo kojeg razloga, također imaju razlog primeniti BIM kako bi se iskoristio njegov puni potencijal.

Ovaj rad temelji se na izrađenom 3D modelu ventilacije za Građevinski fakultet u Osijeku, kao i na poređenju postojeće tehničke dokumentacije sa dokumentacijom dobijenom iz BIM modela.

2. ZGRADA GFOS-A

Prva faza izgradnje zgrade Građevinskog fakulteta Univerziteta u Osijeku započela je 2011. godine, dok je druga faza započela 2014. godine. Na slici 1 prikazana je zgrada fakulteta.



Slika 1. Zgrada Građevinskog fakulteta u sijeku

Zgrada se prostire na području od 10.600 m². Arhitekti koji su projektovali zgradu su Dinko Peračić i Roman Šilje. Ovaj projekat dobitnik je Medalje za arhitekturu, godišnje nagrade Hrvatske komore arhitekata. Urbanistički plan na temelju kojeg je raspisan konkurs predviđao je usku i dugačku formu. Uz to na toj lokaciji je vredno arheološko nalazište „Mursa“. Nosiva konstrukcija izrađena je od pet visokostenih uzdužnih armiranobetonskih nosača koji ujedno čine i figuru zgrade.

Spomenuta zgrada nije izgrađena uz primenu BIM-a, već je svo projektovanje izvedeno na uobičajen način.

3. PROJEKTOVANJE SISTEMA VENTILACIJE

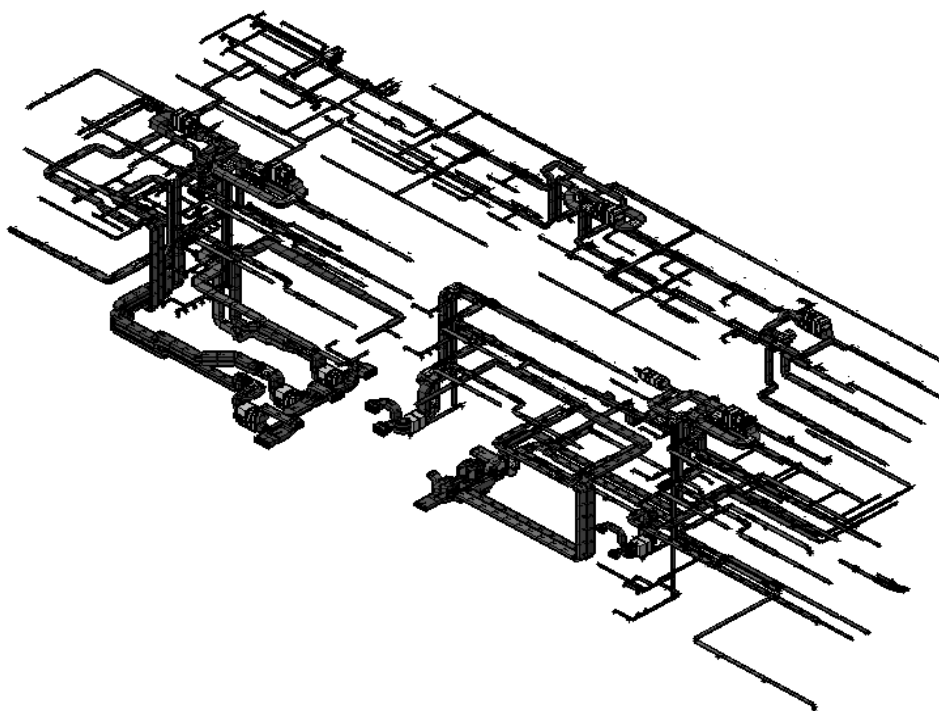
Sistem ventilacije predstavlja jednu od važnijih komponenti ove zgrade, kao glavni element ugodnosti boravka. Zbog velikog broja ljudi unutar zgrade postavlja se zahtev za izmenom znatnih količina vazduha unutar prostorija. Kako je sama zgrada fakulteta podeljena na 7 nivoa, sistem ventilacije je velik i složen.

Sistem ventilacije izrađen je od više neovisnih ventilacionih sistema, tačnije 13. Predavaonice, kabineti i uredi, uz odsisnu ventilaciju, imaju i upuhivanje sveže pripremljenog vazduha, dok tehnički prostori, sanitarije i skladišta imaju samo odsisnu ventilaciju. Tabela 1 prikazuje ventilacione sisteme po prostorijama i zapremini pripremljenog vazduha.

Tabela 1. Ventilacioni sistemi prema prostorijama i zapremini pripremljenog vazduha.

Ventilacioni sistem	Prostorije	Zapremna pripremljeno g vazduha, V/m ³ /h
1.	Radionica, spremište, laboratorij za eksperimentalnu mehaniku i ispitivanje konstrukcija, priprema, obrada i skladištenje uzoraka, laboratorij za hidrotehniku, zaštitu okoliša i geomehaniku, laboratorij za ispitivanje materijala	4060
2.	Predavaonice	4080
3.	Predavaona	5190
4.	Predavaonice	4800
5.	Ured i sale za sastanke	2730
6.	Predavaonice	4600
7.	Predavaonice	4600
8.	Predavaonice	4600
9.	Kabineti na drugom i trećem spratu	4380
10.	Prostor studentskog zbora, studentski klub i predprostor	2000
11.	Knjižnica	2000
12.	Predavaonice	2000
13.	Restoran	2500

3D model sistema ventilacije prikazan je na slici 2. Model se sastoji od velikog broja komponenata gdje je svaka komponenta određena zasebnom vlastitom specifikacijom. Za izradu ovog modela korišćen je softver BricsCAD sa nadogradnjom AX3000. [3]




Slika 2. 3D model ventilacije [3]

Promenom bilo kojeg parametra unutar komponente modela, menjaju se i ostali vezani parametri. Takav „smart“ model ubrzava proces modeliranja sustava, i olakšava izmene unutar sustava. Uz to izrada 3D modela u odnosu na 2D dokumentaciju pruža osjećaj prostora i stvarne izvedbe pojedinih detalja. Uz bržu izradu modela jednom kada se shvati softver, model koji se izrađuje je povezan u jedinstven sistem što smanjuje mogućnost pogreške unutar dokumentacije što nije slučaj kod 2D dokumentacije. Spomenute prednosti predstavljaju glavne razlike između CAD i BIM modela. CAD modeli se odlikuju grafičkim značajkama, dok se BIM modeli uz grafičke značajke odlikuju i funkcionalnim značajkama. To znači da je svaka komponenta u BIM modelu tačno određena svojom funkcijom, tj. zid je definisan kao zid, prozor kao prozor i sl.

4. PROJEKTNA DOKUMENTACIJA

Nakon izrađenog modela, moguće je generirati listu potrebnih delova. Slika 3 prikazuje tablicu delova generiranu za dotični model unutar Microsoft Excel-a.

Parts list acc. to DIN 18379						
Job:	Ventilacija_BIM_GFOS	Originator:	ESS			
Customer:		Date/Time:				
Order no						
Project:						
Name	L/α	Dimensions (mm)		Entire		
		a d1	b d2	Pcs.	rm	
AL Regulator RN	400	250			9.00	
AL Regulator RN	400	315			16.00	
AL constant Regulator mechanical EN	355	600	355		1.00	
AL constant Regulator mechanical EN	375	250			1.00	
AL constant Regulator mechanical EN	400	400	300		2.00	
AL constant Regulator mechanical EN	400	400	315		1.00	
AL constant Regulator mechanical EN	400	600	355		1.00	
AL constant Regulator mechanical EN	500	400	300		1.00	
Absperrklappe AK	150	100			1.00	
Absperrklappe AK	310	125			1.00	
Außenwandgitter DN125		125		1	1.00	
Außenwandgitter DN160		160		1	1.00	
DLQ-1-AK-M-EXA-RETURN	400	900	420		5.00	
DLQ-1-AK-M-EXA-RETURN	510	625	420		1.00	
DRH-Z24		224		1	4.00	
Deflector hood symmetrical	330	550	470		1.00	
Deflector hood symmetrical	350	400	400		2.00	
Deflector hood symmetrical	350	450	450		2.00	
Deflector hood symmetrical	390	500	500		2.00	
Device air heater	510	1100	685		5.00	
Device air heater	600	800	800		1.00	
Device empty part	200	800	800		1.00	
Device empty part	300	700	700		3.00	
Device empty part	300	800	800		2.00	
Device empty part	300	850	850		1.00	
Device empty part	300	1700	800		1.00	
Device empty part	350	1200	800		5.00	
Device empty part	350	1200	1000		5.00	
Device empty part	510	1100	1600		5.00	
Device empty part	600	800	800		1.00	
Device empty part	750	1200	1230		4.00	
Device empty part	1100	1200	800		5.00	
Device filter	300	1200	1000		5.00	
Device filter	510	1100	1600		5.00	
Device filter	600	800	800		1.00	
Device flexible nipple	100	322	322		1.00	

Slika 3. Prikaz upotrebljenih komponenti unutar sustava [3]

Svaka komponenta unutar 3D modela se odlikuje određenim parametrima poput brzine strujanja vazduha, protokom sve ovisno od zadanih uslova sustava. Izmenom bilo kojeg parametra automatski se dešava ažuiranje celog sustava. Na ovaj način optimizacija ovako velikih sistema je lakša i brža, kao i sve potrebne naknadne korekcije.

5. DISKUSIJA PRIMENE

„Smart“ modeli koji sadržavaju sve dostupne podatke o pojedinim komponentama poput tehničkih specifikacija, dokumentacije, garancije, održavanja i sl. pronalaze svoju primenu i u periodu eksploatacije. Doradom postojećeg modela i unosom svih podataka vezanih uz održavanje moguće je izraditi celokupan plan održavanja sustava ventilacije za zgradu Građevinskog fakulteta u Osijeku. Time bi se stvorio ciklus preventivnog održavanja sustava čime se povećava pouzdanost i dugotrajnost. Ukoliko bi se BIM primenio na celokupnu zgradu, tehnička služba bi imala dostupan 3D model celog objekta a time i

sustav održavanja cele građevine. Isto tako, izradom bilo kojeg oblika dorade, preinake na samoj zgradi uvidom u dokumentaciju, koja je dostupna odmah i bilo gde, može se sprečiti nastajanje eventualne nepovoljne štete na nekoj od instalacija koje nisu uočljive bez dokumentacije.

Izradom projekata ventilacije za GFOS i usporedbom sa dostupnom dokumentacijom uočena je određena nesukladnost u nivoima, što je moglo da dovede do problema prilikom montaže. Održavanje vanjskih delova jedinica je zanemareno i ukoliko nema uređenog sistema održavanja smanjuje se korisnost sistema.

6. ZAKLJUČAK

Kroz povest implementacija nove tehnologije i ideja nikada nije tekla bez dodatnih napora. Dolaskom CAD tehnologije trebalo je vremena dok se nije implementirala i zapravo postala standardom današnjice. Na sličan način i BIM je počeo sa implementacijom i nameće se kao novi standard u arhitektonskoj i inženjerskoj praksi. Prednosti koje pruža su velike u svakom segmentu izrade projekta, od projektovanja preko izrade do održavanja. Primena BIM-a osigurava potporu za celoživotni vek građevine.

Iako BIM pronalazi svoje zasluženno mesto u projektovanju, postoje jaki razlozi za primenu i kod već izrađenih objekata. Nedovoljno poznavanje dovodi do pogrešnog shvaćanja metodologije projektovanja u BIM okruženju i time sporije implementacije. Izradom postojećih objekata u BIM formatu daje se doprinos struci, a ujedno pruža i transparentnost dokumentacije, dostupnost u svakom trenutku i ono što je vrlo važno kod većih objekata omogućuje planove održavanja. Na taj način ne samo da se poboljšava kvalitet objekata u eksploatacijskom veku, već čini vremensku i novčanu uštedu.

LITERATURA

- [1] C. Eastman; P. Teicholz; R.Sacks; K. Liston: „BIM Handbook; A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors“, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc; Hoboken, 2011.
- [2] Devetaković, M., Radojević, M.: Application of BIM Technologies in the Processes of Documenting Heritage Buildings, Places and Technologies Conference 2017, Proceedings, pp. 751-757
- [3] T. Drobac: "Projektiranje HVAC sustava primjenom BIM tehnologije", Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Slavonski Brod, 2019.
- [4] P.Smith: "BIM implementation – global strategies", Procedia Engineering. 2014. 482-492str.

Žikica Tekić¹, Ljiljana Kozarić², Nebojša Adžić³

ČETVOROVODNI KROV U SISTEMU LKV SA RAZLIČITIM NAGIBIMA KROVNIH RAVNI

Rezime

U radu je prikazano rešenje konstrukcije četvorovodnog krova primenom drvenih rešetkastih nosača u Sistemu LKV. Osnovni principi konstruisanja i oblikovanja četvorovodnih krovova sa istim nagibima krovnih ravni, važe i za krovove sa različitim nagibima krovnih ravni, uz određene modifikacije, što je u ovom slučaju i prikazano na realizovanoj drvenoj krovnoj strukturi. Projektom konstrukcije je definisan koncept i geometrija konstrukcije krova, kao i geometrija svih LKV nosača koji formiraju krovnu strukturu.

Ključne reči

Sistem LKV, četvorovodni krov, nagibi krovnih ravni, oblikovanje krova, geometrija nosača

HIP ROOF WITH DIFFERENT ROOF SLOPES IN LKV SYSTEM

Summary

This paper presents a solution for the construction of hip roof with different roof slopes using wooden trusses in the LKV System. The basic principles of construction and design of hip roofs with the same roof slopes also apply to the hip roofs with different roof slopes, with certain modifications which are shown on the built wooden roof structure. The concept and geometry of the roof structure, as well as the geometry of all LKV joists that form the roof structure is defined in the design project.

Keywords

LKV system, hip roof, roof slope, roof modelling, joist geometry

¹ Dr, vanredni profesor, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, ztekic@arh.bg.ac.rs

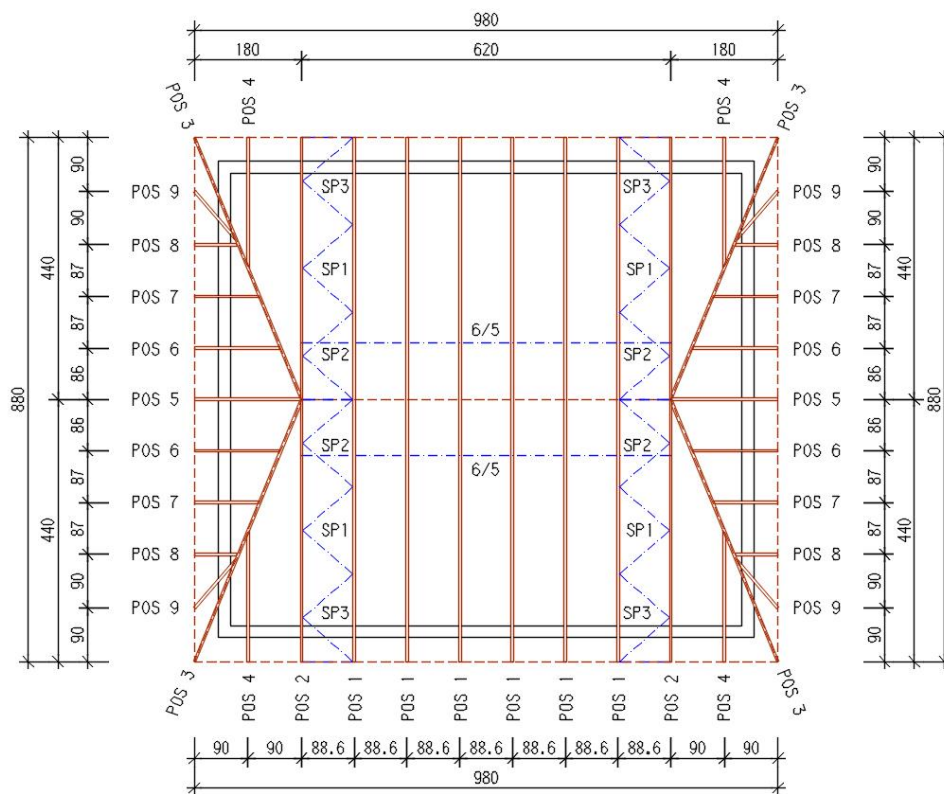
² Dr, docent, Građevinski fakultet u Subotici, kozaricljiljana@gmail.com

³ Student doktorskih studija, Lisina, Nikšić, nebojsa.adzic@gmail.com

1. UVOD

Na osnovu idejnog arhitektonskog rešenja, 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 Nikšiću, u Crnoj Gori. U osnovi ima dimenzije 900 x 800 cm. Nad ovom osnovom projektovan je četvorovodni krov sa različitim nagibima krovnih ravni. Nagibi krovnih ravni iznose 19° i 40°. Krovni pokrivač je trapezasti sendvič lim. Konstrukcija krova je projektovana primenom drvenih rešetkastih nosača u Sistemu LKV, koji se oslanjaju isključivo po obodu objekta. Nosači su prepušteni 40 cm u odnosu na spoljnu ivicu fasadnih zidova, čime se formira streha krova koja je horizontalna.

Osnovni principi konstruisanja i oblikovanja četvorovodnih krovova, sa istim nagibima krovnih ravni, važe i za krovove sa različitim nagibima krovnih ravni, uz određene modifikacije, što je u ovom slučaju i prikazano na realizovanoj drvenoj krovnoj strukturi. Projektom konstrukcije je definisan koncept i geometrija konstrukcije krova, kao i geometrija svih LKV nosača koji formiraju krovnu strukturu.

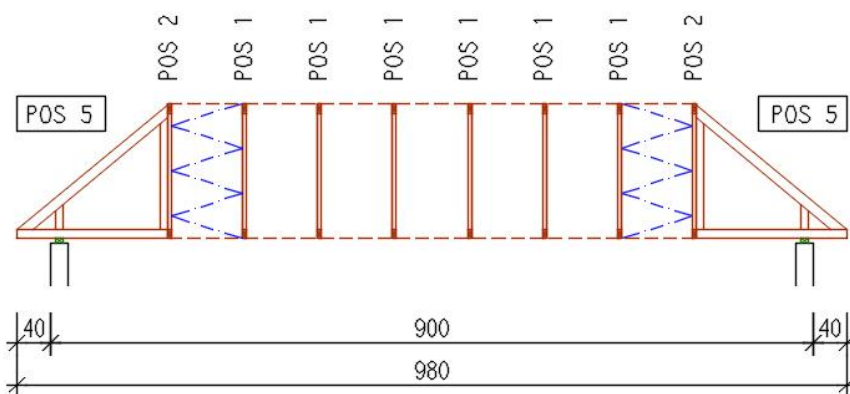


Slika 1. Osnova krovne LKV konstrukcije

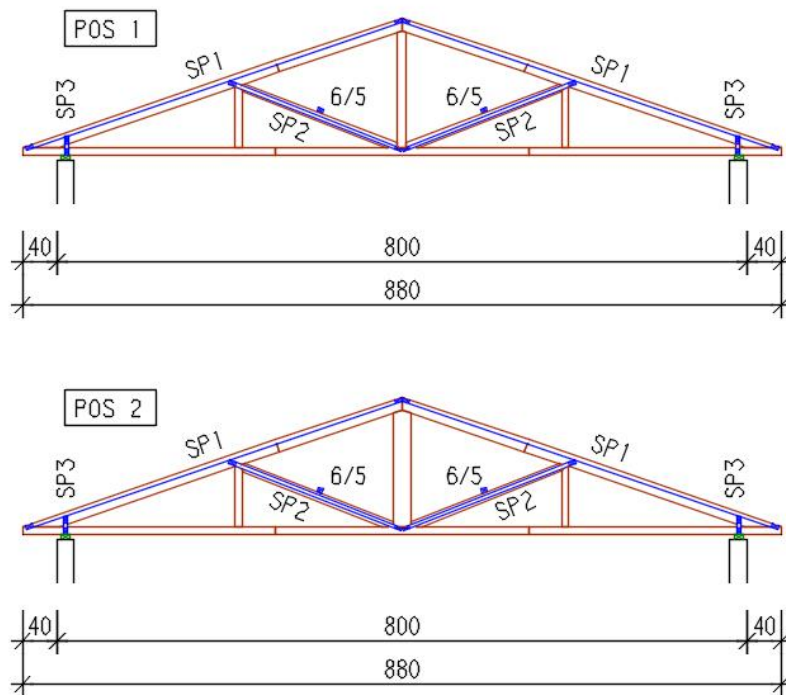
2. KONSTRUKCIJA KROVA

Konstrukciju krova čine sledeći elementi (slika 1.):

- Pos 1 - osnovni LKV nosač koji se po kraćem rasponu oslanja na fasadne nosive zidane zidove. Nosač je statičkog sistema proste grede. Dimenzije poprečnog preseka štapova su sledeće: gornji pojas 44/140 mm, donji pojas 44/100 mm, ispuna 44/80 mm i 44/100 mm. Veza sa venčanicom se izvodi sa po dva tipska okova na jednom osloncu, postavljena sa obe strane nosača, dijagonalno.
- Pos 2 - osnovni LKV nosač koji se u odnosu na Pos 1 razlikuje samo po geometriji vertikalnog štapa ispune na sektoru slemena krova, koji ima visinu poprečnog preseka od 200 mm, iz razloga adekvatne veze LKV nosača (Pos 3 i Pos 5) koji se oslanjaju na Pos 2.
- Pos 3 - nosač u liniji grebena čiji vertikalni štap je tako oblikovan da se može postaviti uz Pos 2. U tu svrhu vertikalni štap je posebno oblikovan u fazi izrade nosača u radionici. Veza sa Pos 2 se izvodi pomoću eksera E 38/100.
- Pos 4, 5, 6, 7, 8 i 9 - modifikovani LKV nosači čija geometrija je izvedena iz osnovnog LKV nosača Pos 1 (slika 5.). Pos 5 ima vertikalni štap koji se pomoću eksera E 38/100 vezuje za vertikalni štap Pos 2. Ostali nosači nemaju vertikalni štap na mestu veze sa nosačem u liniji grebena Pos 3, jer se veza izvodi posebno na sektoru štapa gornjeg, odnosno donjeg pojasa, zasecanjem štapova pod određenim uglom.
- SP1 - spreg u ravni štapova gornjeg pojasa Pos 1 i Pos 2, na sektoru slemena krova. Spreg se postavlja u ravni gornje ivice štapova gornjeg pojasa i ekserima vezuje za gornji pojas LKV nosača.
- SP2 - spreg na mestu dve dijagonale Pos 1, odnosno Pos 2. Spreg se ekserima vezuje za dijagonale. Dijagonale Pos 1 u poljima gde nema sprega, se povezuju drvenom gredicom dimenzija poprečnog preseka 6/5 cm, na polovini dužine dijagonala.
- SP3 - vertikalni spreg na mestu oslonačkih tačaka koji prihvata opterećenje od krovnog sprega SP1.



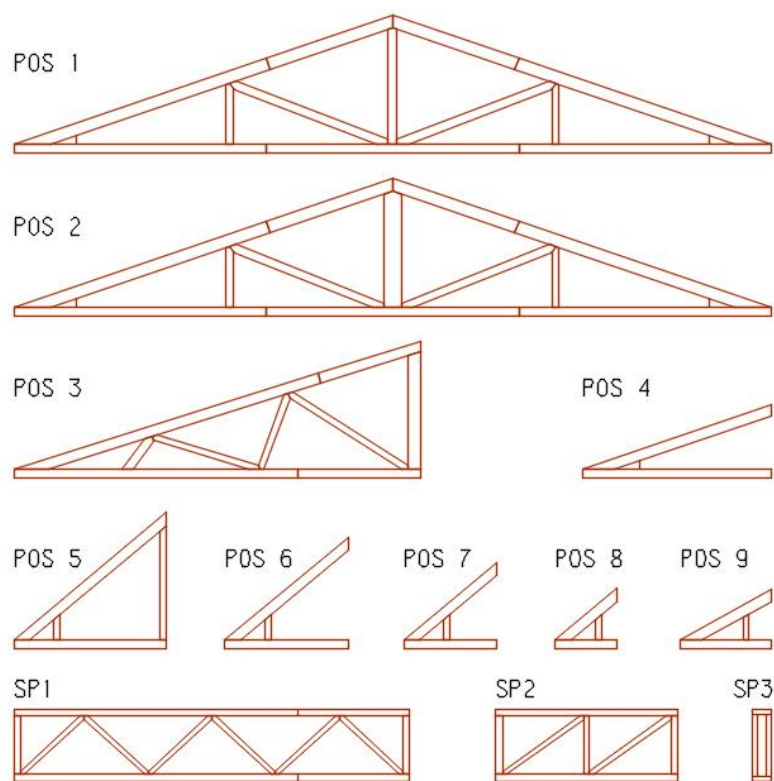
Slika 2. Podužni presek



Slika 3. Poprečni presek



Slika 4. Realizovana krovna konstrukcija



Slika 5. LKV nosači projektovanog krova

LITERATURA

- [1] V. Kujundžić, Ž. Tekić, S. Đorđević: "Savremeni sistemi drvenih konstrukcija", Orion art, Beograd, 2004.
- [2] Ž. Tekić: "Oblikovanje funkcionalnih elemenata krovnih drvenih struktura u Sistemu LKV - programski paket", magistarski rad, Arhitektonski fakultet, Beograd, 2001.
- [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.
- [5] SRPS EN 1991-1-3:2017, Evrokod 1 - Dejstva na konstrukcije - Deo 1-3: Opšta dejstva - Opterećenja snegom.
- [6] SRPS EN 1991-1-4:2012, Evrokod 1 - Dejstva na konstrukcije - Deo 1-4: Opšta dejstva - Dejstva vetra.
- [7] SRPS EN 1995-1-1:2012, Evrokod 5 - Projektovanje drvenih konstrukcija - Deo 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade.

Žikica Tekić¹, Ljiljana Kozarić², Saša Đorđević³

PROŠIRENJE POSTOJEĆEG OTVORA U NOSIVOM ZIDANOM ZIDU

Rezime

U radu je prikazano rešenje proširenja postojećeg otvora u nosivom zidanom zidu između sobe i lođe, kako bi se nakon zatvaranja fasadne ravni lođe, dva prostora objedinila u jedan i time dobila soba većih dimenzija. Rekonstrukcija je izvedena pomoću čeličnih profila, koji su prihvatili opterećenje od tavanica i zidova gornjih etaža i preneli ga na konstrukciju donjih etaža objekta. Rekonstrukcijom nije narušena nosivost, upotrebljivost i stabilnost postojećih elemenata konstrukcije objekta.

Ključne reči

Nosivi zidani zid, čelični profil, oslonac, opterećenje, tehnologija izvođenja radova

WIDENING OF THE EXISTING OPENING IN THE BRICK BEARING WALL

Summary

This paper presents the solution for widening of the existing opening in the brick bearing wall between the room and the loggia. After closing the façade plane of the loggia, these two spaces were merged into one, resulting in a larger room. The reconstruction was done using steel profiles, which had taken the load from the ceilings and walls of the upper floors and transferred it to the structure of the lower floors of the building. The reconstruction did not impair the load-bearing capacity, usability and stability of the existing structural elements of the building construction.

Keywords

Brick bearing wall, steel profiles, support, load, technology of execution of work

¹ Dr, vanredni profesor, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, ztekic@arh.bg.ac.rs

² Dr, docent, Građevinski fakultet u Subotici, kozaricljiljana@gmail.com

³ Dr, Beograd, ulica Maljenska br. 15, sasa.dj@sbb.rs

1. UVOD

Objekat u kome su izvršene određene intervencije je stambenog karaktera i sastoji se od podruma, prizemlja, 4 sprata i potkrovlja. Stan, gde je izvedeno proširenje otvora za vrata u postojećem nosivom zidu, se nalazi na trećem spratu. Konstrukcija postojećeg objekta se sastoji od masivnih zidova od pune opeke debljine 45 cm, dok je međuspratna tavanica sitnorebrasta, tipa Herbst, sa razmakom rebara od 33 cm. Visina rebara iznosi 25 cm, dok je debljina ploče 5 cm, što ukupno čini visinu tavanice od 30 cm. Rebra u sklopu tavanice se oslanjaju na nosive zidane zidove debljine 45 cm. U visini tavanice, na mestima oslanjanja rebara, nema armirano-betonskih serklaža. Čista građevinska visina stana iznosi oko 345 cm i predstavlja visinu od podne ploče do donje ivice rebra međuspratne tavanice. S obzirom na visinu tavanice od 30 cm, dobija se ukupna visina između dve etaže u iznosu od 375 cm. Ova vrednost je usvojena kao računaska visina etaže, kako bi se što tačnije sagledalo opterećenje od delova postojećih zidanih zidova, koje treba da bude prihvaćeno novoprojektovanom čeličnom gredom. Rešenjem konstrukcije za prihvatanje opterećenja sa gornjih etaža, usvojeni su čelični profili statičkog sistema proste grede, određenih geometrijskih karakteristika, u svemu prema maksimalnim vrednostima unutrašnjih sila.



Slika 1. Izgled nosivog zidanog zida (pogled iz sobe) - postojeće stanje

Pre početka izrade projekta konstrukcije i radova na proširenju otvora, sprovedene su sledeće aktivnosti:

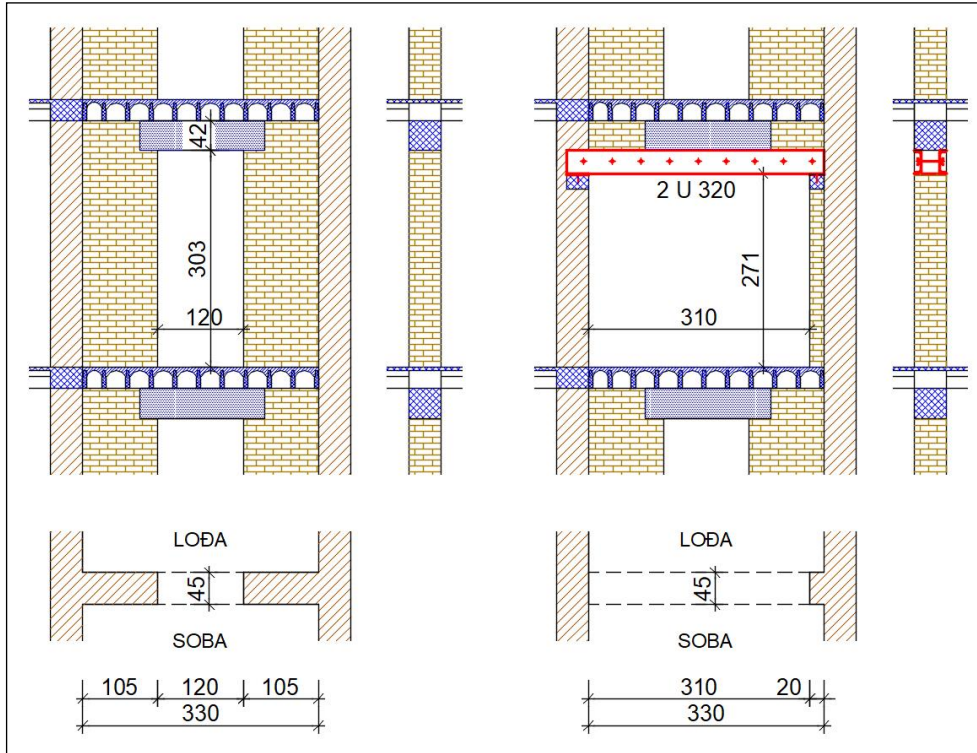
- Izvršeno je snimanje geometrije postojeće konstrukcije objekta na spratu na kome se vrše intervencije, kako bi geometrija novoprojektovanih elemenata čelične konstrukcije bila prilagođena geometriji postojeće konstrukcije,
- Izvršen je vizuelni pregled položaja konstruktivnih elemenata na etažama ispod i iznad predmetne etaže, od kojih zavisi stabilnost novoprojektovane konstrukcije i stabilnost objekta kao celine.

2. REKONSTRUKCIJA ZIDA

Pre početka izvođenja radova bilo je neophodno merenjem utvrditi da li položaj i geometrija otvora u zidovima donjih i gornjih etaža odgovaraju položaju i geometriji otvora na etaži gde se vrše intervencije. Rekonstrukcijom je predviđeno u potpunosti uklanjanje zida levo i desno od otvora, kako bi se nakon zatvaranja fasadne ravni lođe, dva prostora objedinila u jedan i time dobila soba većih dimenzija. Sa desne strane otvora, prema susednom stanu, ostavljen je deo zida u širini od 20 cm kako bi se izvršilo oslanjanje čelične grede, sa ciljem da se pri tome ne naruši stabilnost zida prema susedu. Sa leve strane otvora čelična greda je oslonjena na poprečni zid debljine 45 cm, koji je sastavni deo stana u kome su vršene intervencije. Projektovana čelična greda ima visinu od 32 cm (profil 2 U 320) i ugrađena je ispod postojeće nadvratne betonske grede visine 42 cm. U toku izvođenja radova bilo je neophodno obezbediti pravilno naleganje postojećih elemenata konstrukcije (zidanih i armirano-betonskih), na novoprojektovanu čeličnu gredu, kako bi bilo omogućeno prihvatanje opterećenja i prenošenje na oslonačke tačke.



Slika 2. Pogled iz lođe (levo i desno) - novoprojektovano stanje



Slika 3. Nosivi zidani zid - postojeće i novo stanje

Redosled izvođenja radova je obuhvatio sledeće korake:

1. Probijanje otvora (niša) u nosećim zidanim zidovima, u celoj debljini zida. Dimenzije ovih otvora su reda veličine 30x30 cm. Zatim sledi postavljanje oplate i betoniranje betonskih jastuka, sa ugradnjom čeličnih ankernih ploča.
2. Šlicovanje nosivog zidanog zida do dubine od cca 15 cm, na dužini koja je jednaka dužini čeličnog profila, sa jedne strane zida i ugradnja projektovanog čeličnog profila, uz njegovo kajlovanje.
3. Šlicovanje nosivog zidanog zida do dubine od cca 15 cm, na dužini koja je jednaka dužini čeličnog profila, sa druge strane zida i ugradnja projektovanog čeličnog profila, uz njegovo kajlovanje.
4. Međusobno povezivanje 2 U čelična profila, brezonima sa odgovarajućim navrtkama i podložnim pločicama, kao i čeličnim pločicama sa donje strane profila i njihovim zavarivanjem za čelične profile.
5. Uklanjanje dela nosivog zidanog zida, u dužini koja je data u sklopu grafičkog priloga.



Slika 4. Pogled iz sobe (desno) - novoprojektovano stanje

LITERATURA

- [1] SRPS EN 1990:2012, Evrokod 0 - Osnove projektovanja konstrukcija.
- [2] SRPS EN 1991-1-1:2012, Evrokod 1 - Dejstva na konstrukcije - Deo 1-1: Opšta dejstva - Zapreminske težine, sopstvena težina, korisna opterećenja za zgrade.
- [3] SRPS EN 1991-1-3:2017, Evrokod 1 - Dejstva na konstrukcije - Deo 1-3: Opšta dejstva - Opterećenja snegom.
- [4] SRPS EN 1991-1-4:2012, Evrokod 1 - Dejstva na konstrukcije - Deo 1-4: Opšta dejstva - Dejstva vetra.
- [5] SRPS EN 1993-1-1:2012, Evrokod 3 - Projektovanje čeličnih konstrukcija - Deo 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade

PRIJATELJI SIMPOZIJUMA

SEDMI NACIONALNI NAUČNO - STRUČNI SKUP
SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM
INSTALACIJE & ARHITEKTURA 2019



Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet

ACO

Geberit

ROCKWOOL

KNAUF

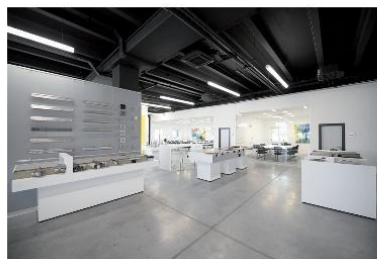


ACO. creating the future of drainage

Kako bismo osnažili stvaranje i razmenu znanja sa svojim saradnicima i nastavili sa inovacijama i praćenjem trendova u cilju kreiranja kvalitetnijih rešenja i stvaranja životne sredine budućnosti, kompanija ACO Srbija i Crna Gora zvanično je pokrenula ACO Akademiju i otvorila nov izložbeni prostor.

ACO Grupa u okviru koje postoji i ACO Srbija i Crna Gora, jedan je od svetskih lidera u razvoju i proizvodnji inovativnih rešenja u oblasti upravljanja površinskim vodama i vodama unutar objekata. Svojim Integrisanim pristupom i inovativnim rešenjima, ACO se zalaže za profesionalno odvodnjavanje, ekonomično prečišćavanje, kontrolisano ispuštanje i ponovnu upotrebu vode.

Novootvorena ACO Akademija će kroz predavanja i radionice omogućiti partnerima i saradnicima kompanije, projektantima, arhitektama i izvođačima, da nauče više o načinu na koji im rešenja kompanije ACO mogu pomoći prilikom izvođenja njihovih projekata. Učesnici Akademije i posetioци izložbenog prostora će takođe imati priliku da uživo vide veliki broj eksponata sa proizvodima u realnom okruženju, kao i da se upoznaju sa njihovim karakteristikama od strane eksperata kompanije ACO.



Motivi i eksponati prisutni u celom enterijeru ACO Akademije neguju vezu savremene umetnosti, NordArt-a i industrije, koji igraju veoma važnu ulogu u vrednostima i načinu rada kompanije. Ovim će posetioци, pored upoznavanja sa rešenjima kompanije ACO, imati priliku i da se bliže upoznaju sa njenom filozofijom, kao i motivima koji je pokreću, kao što tu priliku imaju i posetioци ACO Akademije u centrali u Rendsburgu.



ACO građevinski elementi d.o.o.
Srbija | III Industrijska zona bb
22314 Krmješevci, Stara Pazova | PAK 344393
tel.: +381 22 811 580 | fax: +381 22 811 590
www.aco.rs



■ GEBERIT

GEBERIT PLUVIA

NEKA PADA!

SIGURAN SISTEM KROVNE ODVODNJE

**KNOW
HOW
INSTALLED**

Geberit Pluvia odvodnjava krovove efikasno i pouzdano. Takođe, sistem koristi manje materijala i prostora u poređenju sa konvencionalnim metodima, pa je to još jedan razlog da izaberete sistem Geberit Pluvia. Savršena tehnologija, inovativni detalji i sveobuhvatni pristup su karakteristike zbog kojih Geberit već godinama postavlja standarde u pogledu pouzdanosti i isplativosti, i to počev od faze planiranja. Sada je dostupna i rotirajuća zaštitna korpa, što montažu i održavanje čini mnogo jednostavnijim.

www.geberit.rs/Pluvia

Kvalitetna zvučna izolacija Acoustic EXTRA

Postignite bolju zvučnu izolaciju i prijatniji životni prostor s najefikasnijim građevinskim rešenjima za zvučnu izolaciju - ROCKWOOL proizvodima od kamene vune.



Acoustic EXTRA izolacione ploče od kamene vune za efikasnu izolaciju pregradnih zidova, spuštjenih plafona i akustičnih sistema.

Višenamenska primena Multirock

Komprimovane, višenamenske ploče od kamene vune za izolaciju pregradnih zidova, spuštjenih plafona, potkrovlja...



IZOLACIONA REŠENJA
OD KAMENE VUNE