

Univerzitet u Beogradu  
Arhitektonski fakultet  
Bulevar kralja Aleksandra 73/II  
Beograd, Srbija



University of Belgrade  
Faculty of Architecture

Bulevar kralja Aleksandra 73/II  
Belgrade, Serbia

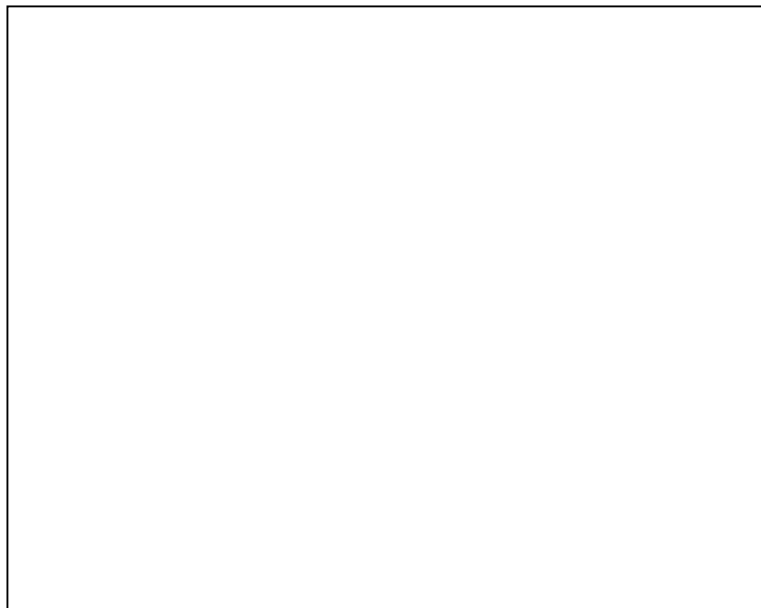
[www.arh.bg.ac.rs](http://www.arh.bg.ac.rs)

Naučno – stručni simpozijum  
**INSTALACIJE & ARHITEKTURA**  
**2011**

UREDNIK:  
G. Ćosić

ZBORNIK RADOVA  
Beograd, 27-28. oktobar 2011.

ISBN 978-86-7924-058-3



Izdavač: **ARHITEKTONSKI FAKULTET, BEOGRAD**

Za izdavača: *Prof.dr Vladimir Mako*

Recenzenti: *Prof.dr Dušanka Đorđević*  
*Prof.dr Milenko Stanković*

Urednik: *Prof.dr Gordana Ćosić*

Uređivački odbor: *Prof.dr Gordana Ćosić*  
*Mr Milica Pejanović*  
*Mr Milan Radojević*  
*Mr Miloš Gašić*  
*Mr Tatjana Jurenić*

Tehnički urednici: *Mr Milica Pejanović*  
*Mr Milan Radojević*

Dizajn korica: *Vladimir Parežanin*

Štampa: *Futura D.O.O., Mažuranićeva 46, Petrovaradin*

Tiraž: *500 primeraka*





instalacije i arhitektura  
**27 – 28 oktobar 2011.**

Ovaj zbornik je štampan sredstvima AF i  
uz finasijsku pomoć Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije

#### **Organizacioni odbor – Arhitektonski fakultet, Beograd**

*Prof.dr Gordana Ćosić, dipl.inž.arh., predsednik*  
*Mr Milica Pejanović, dipl.inž.arh., podpredsednik*  
*Mr Milan Radojević, dipl.inž.arh.*  
*Mr Miloš Gašić, dipl.inž.arh.*  
*Mr Tatjana Jurenić, dipl.inž.arh.*  
*Svetlana Tolić, dipl.ec.*  
*Vladimir Parežanin, dipl.inž.arh.*

#### **Programski odbor**

*Prof dr Vladimir Mako, dipl.inž.arh.*  
*Dekan Arhitektonskog fakulteta Beograd*  
*Prof dr Milenko Stanković, dipl.inž.arh.*  
*Dekan Arhitektonsko-građevinskog fakulteta Banja Luka*  
*Prof. Mihailo Timotijević, dipl.inž.arh.*  
*Arhitektonski fakultet Beograd*  
*Prof. mr Petar Arsić, dipl.inž.arh.*  
*Arhitektonski fakultet Beograd*  
*Prof Zoltan Bachman, PhD, DLA*  
*Depart. za arh.i dizajn, Univerzitet u Pečuju, Mađarska*  
*Prof Balint Bachman, PhD, DLA*  
*Dekan, Pollack Mihály Fakulet Inženjersta, Univerzitet u Pečuju,*  
*Mađarska*  
*Prof dr Dušanka Đorđević, dipl.inž.arh.*  
*Arhitektonski fakultet Beograd*  
*Mr Dejan Vasović, dipl.inž.arh.*  
*Gradski arhitekta Grada Beograda*  
*Prof dr Jovan Despotović, dipl.inž.građ.*  
*Građevinski fakultet Beograd*  
*Mr Marina Nenković-Riznić, dipl.pr.planer*  
*Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije*  
*Prof dr Branislav Živković, dipl.inž.maš.*  
*Mašinski fakultet Beograd*

## **PREDGOVOR**

Globalizacija i stalni razvoj novih tehnologija u oblasti građevinarstva i sve složeniji zahtevi investitora i društvene zajednice za izgradnju energetski efikasnih objekata sa velikim brojem integrisanih instalacionih sistema, potvrda su za organizatore da je pokretanje naučno-stručniog skup pod nazivom "Instalacije & Arhitektura" bila opravdana. Arhitektonski objekat, kao jedinstvena celina oblika, funkcije, konstrukcije i instalacija u novije vreme podrazumeva primenu savremenih, složenih instalacionih sistema, a s tim u vezi i uključivanje šireg kruga stručnjaka u svim fazama životnog veka jedne zgrade.

Prvenstveni cilj skupa je prezentacija savremenih naučnih i stručnih dostignuća u oblasti instalacionih sistema, mreža i postrojenja u svim fazama izgradnje objekata (projektovanje, izvođenje radova i eksploatacije instalacija). Za skup „Instalacije & Arhitektura 2011“, objavljen je jedan tom zbornika sa radovima na srpskom i engleskom jeziku, ukupno 37 radova, prevshodno iz zemlje i okruženja, kao i iz inostranstava. Zadovoljstvo nam je da istaknemo da radovi u ovom zborniku obuhvataju kompleksne arhitektonske, mašinske i elektro instalacione sisteme, kao i elemente i sklopove zgrada u svetlu održive gradnje.

Zahvaljujemo se članovima Programskog odbora i autorima, a posebno sponzorima i prijateljima, kao i Ministarstvu prosvete i nauke Republike Srbije koji su nas podržali u organizaciji i pomogli održavanje drugog Simpozijuma „Instalacije & Arhitektura 2011“. Bez njihove pomoći ne bi bilo moguće realizovati ovakav simpozijum.

Poštovane kolegice i kolege, dragi prijatelji, nadamo se da će ovaj skup u nardenim godinama nastaviti i postati tradicionalan, i da će ga stručna i naučna javnost prihvatiti. Očekujemo sve Vaše sugestije i predloge za buduća okupljanja, a u cilju poboljšanja kvaliteta i kompetencija skupa i struke u celosti.

Beograd, oktobar 2011. godine

Organizacioni odbor I&A 2011



Naučno-stručni simpozijum  
**INSTALACIJE & ARHITEKTURA**  
27 – 28 oktobar 2011.  
Univerzitet u Beogradu - Arhitektonski fakultet  
Bulevar kralja Aleksandra 73/II

## SADRŽAJ

<b>PETAR ARSIĆ</b> .....	<b>13</b>
VODA I ..... 10 MOGUĆIH TEMA ZA ISTRŽIVANJE ODNOSA ARHITEKTURE I VODE.....	13
WATER AND ... 10 POSSIBLE THEMES IN INTERRELATING ARCHITECTURE AND WATER .	13
<b>ALEKSANDAR RAJČIĆ</b> .....	<b>27</b>
NOVA REGULATIVA O ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI ZGRADA U SRBIJI I SOFTVER.....	27
NEW REGULATIONS FOR ENERGY EFFICIECY BUILDINGS IN SERBIA AND SOFTWARE .....	27
<b>ALEKSANDRA KRSTIC-FURUNDZIC, TATJANA KOSIC</b> .....	<b>35</b>
ESTIMATE OF ENERGY EFFICIENCY OF DIFFERENT MODELS OF AN OFFICE BUILDING IN BELGRADE .....	35
OCENA ENERGETSKE EFIKASNOSTI RAZLIČITIH MODELA POSLOVNOG OBJEKTA U BEOGRADU .....	35
<b>ANA PERIĆ, UROŠ RADOSAVLJEVIĆ</b> .....	<b>43</b>
MOGUĆNOSTI RAZVOJA EDUKACIJE U DOMENU EKOLOŠKI ODRŽIVOG PROJEKTOVANJA I PLANIRANJA .....	43
TRAINING DEVELOPMENT OPPORTUNITIES IN THE DOMAIN OF ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE DESIGN AND PLANNING .....	43
<b>BOJANA STANKOVIĆ, NATAŠA ČUKOVIĆ IGNJATOVIĆ, DUŠAN IGNJATOVIĆ</b> .....	<b>51</b>
DEVELOPMENT OF SYSTAINABLE BUILDING PRACTICES- SOME ASPECTS OF LEED IMPLEMENTATION IN SERBIA .....	51
ULOGA CERTIFIKACIJE U RAZVOJU ODRŽIVE IZGRADNJE- NEKI ASPEKTI PRIMENE LEED SISTEMA U SRBIJI .....	51

<b>DANIJELA MILOVANOVIĆ RODIĆ, ALEKSANDRA NENADOVIĆ, KSENIJA LALOVIĆ</b>	<b>57</b>
OBNOVA SELA: TRAGANJE ZA INSTRUMENTIMA JAČANJA SOCIJALNOG KAPITALA.....	57
VILLAGE RENEWAL: LOOKING FOR INSTRUMENTS TO STRENGTHEN SOCIAL CAPITAL ...	57
<b>DANILO GRAHOVAC, SRBOLJUB ILIĆ, MILOŠ SAVIĆ.....</b>	<b>65</b>
ANALIZA ENERGETSKE SANACIJE POSTOJEĆIH OBJEKATA NA PRIMERU STAMBENOG	
SOLITERA U BEOGRADU.....	65
EXISTING FACILITIES ENERGY REFURBISHMENT ANALYSIS OF HOUSING SKYSCRAPER IN	
BELGRADE .....	65
<b>DRAGANA JEREMIĆ, ALEKSANDRA KOSTIĆ, LIDIJA ĐOKIĆ.....</b>	<b>75</b>
TEHNO-EKONOMSKI EFEKTI UPOTREBE FLUO CEVI POSLEDNJE GENERACIJE .....	75
THE TECHNO-ECONOMIC EFFECTS OF THE APPLICATION OF FLUORESCENT LAMPS OF	
THE LATEST GENERATION .....	75
<b>FILIP KANAČKI.....</b>	<b>83</b>
UDEO I ZNAČAJ INSTALACIONIH RAZVODA U PROJEKTOVANJU PASIVNIH I	
NISKOENERGETSKIH ZGRADA .....	83
INSTALLATION DISTRIBUTION SHARE AND IMPORTANCE WITHIN PASSIVE AND LOW-	
ENERGY BUILDINGS DESIGN.....	83
<b>GORAN ČIROVIĆ, MARINA NIKOLIĆ TOAPLOVIĆ, SNEŽANA MITROVIĆ.....</b>	<b>89</b>
SANITARNE PROSTORIJE SA ASPEKTA EVROPSKOG KONCEPTA PRISTUPAČNOSTI .....	89
SANITARY FACILITIES FROM THE ASPECT OF EUROPEAN ACCESSIBILITY CONCEPT .....	89
<b>IVAN KOSTIĆ, MILAN TANIĆ, SLAVIŠA KONDIĆ .....</b>	<b>95</b>
MOGUĆNOSTI PRIMENE SISTEMA ZA KORIŠĆENJE SOLARNE ENERGIJE KOD	
PREDŠKOLSKIH USTANOVA.....	95
POSSIBILITY OF APPLICATION OF SOLAR ENERGY SYSTEMS IN PRESCHOOL FACILITIES ..	95
<b>IVANA LUKIĆ, ĐORĐE NENADOVIĆ, VLADIMIR KOVAČ .....</b>	<b>101</b>
VIZUELNI ASPEKT NOĆNIH MAKRO URBANIH SLIKA .....	101
VISUAL ASPECT OF NIGHT MACRO URBAN IMAGES.....	101
<b>IVICA KUŠEVIĆ, GORAN ŠINKO .....</b>	<b>107</b>
UTJECAJ VERTIKALNIH RASPORA NA U VRIJEDNOST RAVNOG KROVA KOD	
JEDNOSLOJNOG POLAGANJA KAMENE VUNE DVOSLOJNE GUSTOĆE .....	107
IMPACT OF VERTICAL GAPS ON FLAT ROOF U VALUE IN SINGLE-PLY INSULATION WITH	
DUAL DENSITY STONE WOOL.....	107
<b>JASNA ČIKIĆ-TOVAROVIĆ .....</b>	<b>115</b>
MEHANIČKE I ELEKTRONSKE MEDIJA FASADE .....	115
MECHANICAL AND ELECTRONIC MEDIA FACADES.....	115

<b>JELENA DINIĆ</b> .....	<b>123</b>
NOVI TAŠMAJDAN-INSTALACIJA OSVETLJENJA .....	123
NOVI TAŠMAJDAN-INSTALACIJA OSVETLJENJA .....	123
<b>JELENA IVANOVIĆ ŠEKULARAC, NENAD ŠEKULARAC</b> .....	<b>133</b>
PRIMENA KAMENA KAO KROVNOG POKRIVAČA PRI REKONSTRUKCIJI I IZGRADNJI OBJEKATA.....	133
APPLICATION OF STONE AS A ROOFING IN THE RECONSTRUCTION AND CONSTRUCTION .....	133
<b>KRISTINA ZUBOVIĆ</b> .....	<b>140</b>
SOCIO-EKONOMSKA OPRAVDANOST PRIMENE KONVERTOVANE SUNČEVE ENERGIJE	140
SOCIO-ECONOMIC JUSTIFICATION OF THE USE OF CONVERTED SOLAR ENERGY .....	140
<b>KRISTINA ZUBOVIĆ</b> .....	<b>147</b>
FAKTORI KOJI UTIČU NA ENERGETSKU EFIKASNOST I NJEN ZNAČAJ U VERTIKALNOM TRANSPORTU .....	147
FACTORS AFFECTING ENERGY EFFICIENCY AND ITS IMPORTANCE IN VERTICAL TRANSPORT .....	147
<b>MILAN RADOJEVIĆ, GORDANA ĆOSIĆ, JOVANA MIHOLČIĆ</b> .....	<b>153</b>
FACILITY MANAGEMENT – INSTALACIJE I UPUTSTVA ZA ODRŽAVANJE .....	153
FACILITY MANAGEMENT – BUILDING SERVICES AND MAINTENANCE MANUALS.....	153
<b>MILAN RISTANOVIĆ, DRAGAN LAZIĆ</b> .....	<b>161</b>
KNX – OTVORENI STANDARD ZA UPRAVLJANJE U KUĆAMA I ZGRADAMA .....	161
KNX – OPEN STANDARD FOR HOME AND BUILDING CONTROL.....	161
<b>MILENA PETROVA , DIMITROV D, TERZIEV S</b> .....	<b>167</b>
SOME GENERAL ENERGY EFFICIENCY TRENDS IN BUILDING LIGHTING .....	167
NEKI OPŠTI TRENDOVI U ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI OSVETLJENJA U ZGRADAMA.....	167
<b>MILENA PETROVA , DIMITROV D,TERZIEV S</b> .....	<b>173</b>
ANALYSIS OF INDICATORS AFFECTING ENERGY EFFICIENCY OF INDOOR LIGHTING.....	173
ANALIZA INDIKATORA KOJI UTIČU NA ENERGETSKU EFIKASNOST UNUTRAŠNJEG OSVETLJENJA.....	173
<b>MILICA PEJANOVIĆ, IGOR SVETEL, DANILO GRAHOVAC</b> .....	<b>181</b>
BIM – NOVI PRINCIPI MODELOVANJA PROJEKTNIH PROCESA SA ASPEKTA INSTALACIONIH MREŽA .....	181
BIM – MODELING PROJECT PROCESSES AND EXCHANGE REQUIREMENTS FOR MEP SERVICES .....	181

<b>MILICA VUJOŠEVIĆ.....</b>	<b>187</b>
PRIMENA INFORMACIONO-KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA U PROJEKTOVANJU I GRAĐENJU ENERGETSKI EFIKASNIH OBJEKATA .....	187
APPLICATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN DESIGNING AND CONSTRUCTION OF ENERGY EFFICIENT BUILDINGS.....	187
<b>MILOVAN VIDA KOVIĆ .....</b>	<b>193</b>
UPRAVLJANJE RIZIKOM POŽARA .....	193
FIRE RISK MANAGEMENT.....	193
<b>MILJAN MIKIĆ, ZORANA PETOJEVIĆ .....</b>	<b>207</b>
PREDNOSTI PRIMENE BIM TEHNOLOGIJA U UPRAVLJANJU PROJEKTIMA .....	207
ADVANTAGES OF BIM TECHNOLOGY IN PROJECT MANAGEMENT .....	207
<b>MIRJANA DEVETAKOVIĆ, MILAN RADOJEVIĆ, GORDANA ČOSIĆ .....</b>	<b>213</b>
INTEGRATED MODELING OF BUILDING INSTALLATIONS POSSIBILITIES OF EXTRACTING LEARNING OBJECTS AND THEIR USE IN ARCHITECTURAL EDUCATION .....	213
INTEGRISANO MODELOVANJE INSTALACIJA IDENTIFIKACIJA NASTAVNIH OBJEKATA I MOGUĆE PRIMENE U ARHITEKTONSKOM OBRAZOVANJU .....	213
<b>NATAŠA ĆUKOVIĆ- IGNJATOVIĆ, DUŠAN IGNJATOVIĆ, BOJANA STANKOVIĆ....</b>	<b>221</b>
TOOLS AND METHODS FOR ENERGY EFFICIENCY EVALUATION IN PROCESS OF ARCHITECTURAL DESIGN .....	221
ALATI I METODE PROCENE ENERGETSKE EFIKASNOSTI U PROCESU ARHITEKTONSKOG PROJEKTOVANJA .....	221
<b>NEVENKA KNEŽEVIĆ – LUKIĆ, ALEKSANDRA LJUŠTINA .....</b>	<b>227</b>
EKOLOŠKI OTISAK URBANIH EKOSISTEMA.....	227
ECOLOGICAL FOOTPRINT IN URBAN ECOSYSTEM.....	227
<b>NIKOLA KLEUT .....</b>	<b>233</b>
NOVA ISPITIVANJA GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA NA DEJSTVO POŽARA U EU I KLASIFIKACIJA – RAZUMEVANJE ZAHTEVA TIH EN STANDARDA.....	233
NEW FIRE TESTING METHODS OF BUILDING STRUCTURE IN EU AND THEIR CLASSIFICATION – UNDERSTANDING THE REQUIREMENTS OF THOSE EN STANDARDS	233
<b>RUZICA BOZOVIC STAMENOVIC, SABRINA TASRIB.....</b>	<b>253</b>
TOWARDS BETTER HEALTHCARE DESIGN - GREEN MARK RATING TOOL AND WELLBEING OF USERS.....	253
KA BOLJEM PROJEKTOVANJU ZDRAVSTVENIH PROSTORA -GREEN MARK SISTEM BODOVANJA I DOBROBIT KORISNIKA.....	253



<b>TANJA JOKANOVIĆ.....</b>	<b>259</b>
POLUTRSPARENTNI FASADNI MODULI SA ASPEKTA PRIRODNOG OSVJETLJAVANJA OBJEKTA .....	259
SEMITRSPARENT FACADE MODULES FROM THE ASPECT OF NATURAL ILLUMINATION OF THE BUILDING .....	259
<b>TATJANA JURENIĆ, MILOŠ GAŠIĆ.....</b>	<b>267</b>
O POTREBI FORMIRANJA KLASIFIKACIJE ELEMENATA ZGRADA U TEHNIČKOJ DOKUMENTACIJI .....	267
THE NEED FOR A CLASSIFICATION OF BUILDING ELEMENTS IN A DESIGN DOCUMENTATION.....	267
<b>UROŠ VESIĆ, MIODRAG NESTOROVIĆ.....</b>	<b>273</b>
INŽENJERSKA ETIKA .....	273
ENGINEERING ETHICS .....	273
<b>VLADIMIR KOVAČ .....</b>	<b>283</b>
ISTORIJSKI KONTEKST ODNOSA ARHITEKTONSKE FORME I FUNKCIONALNOSTI.....	283
HISTORICAL CONTEXT OF RELATION BETWEEN ARCHITECTURAL FORM AND FUNCTIONALITY .....	283
<b>VLADIMIR PAREŽANIN, VLADIMIR KOVAČ, ĐORĐE NENADOVIĆ.....</b>	<b>289</b>
SAJBER PROSTOR, KRIZA JAVNIH PROSTORA.....	289
CYBER-SPACE , CRISIS OF PUBLIC SPACE.....	289
<b>ZORAN CEKIĆ, DAMIR LUNIĆ .....</b>	<b>293</b>
PROJECT TEAM EFFECTIVENESS IN CONSTRUCTION: IMPACT FACTORS .....	293
EFEKTIVNOST PROJEKTIH TIMOVA U GRAĐEVINARSTVU: UTICAJNI FAKTORI .....	293



*Petar Arsić<sup>1</sup>*

## **VODA I ..... 10 MOGUĆIH TEMA ZA ISTRŽIVANJE ODNOSA ARHITEKTURE I VODE**

### **Rezime**

Priroda je možda najveća inspiracija za stvaraoce. Ona je jedan od najsnažnijih podsticaja za formiranje oblika prostora i oblika u prostoru, ali i jedan od najjačih izazova za traženje odgovora na brojna pitanja odnosa čoveka i prostora. Među nedeljivim i neodvojivim prirodnim uticajnim faktorima, po mom mišljenju, posebno mesto zauzima voda, kao jedan od "pra elemenata". Voda, u najrazličitijim vidovima uticaja, u složenim i često protivrečnim oblicima ispoljavanja, voda kao savršeni medijum inspiracije za stvaraoce, i voda kao osnova života - jeste i ostaće stožer generisanja i organizacije i kuće i grada – najjednostavnijih i jednovremeno najsloženijih tvorevina ljudske civilizacije.

### **Ključne riječi**

Voda, oblik, prostor, arhitektura.

## **WATER AND ..... 10 POSSIBLE THEMES IN INTERRELATING ARCHITECTURE AND WATER**

### **Abstract**

The nature has probably been the largest source of inspiration for creators. It is one of the most powerful stimuli in finding space forms and creating forms in space, as well as the strongest challenge for numerous issues related to relations of human and space. Among invisible and inseparable natural influences, a particular importance has water, as one of "pra-elements".

Water, with its widest range of influences, in complex and often ambiguous appearances, water as a perfect inspiration medium, and water as a source of life – does exist a milestone for generating and organizing both a house and a city – the most basic and the most complex artefacts of human civilisation.

### **Key words**

Water, form, space, architecture.

---

<sup>1</sup> Mr, profesor, dipl.inž.arh., Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija,  
arcoprojekt@gmail.com

## 1. UVOD

U pripremi rada za ovu konferenciju, pregledajući projekte i realizacije, kao i pisane tekstove i saopštenja sa konferencija i simpozijuma, shvatio sam da centralno mesto u gotovo svim mojim radovima zauzima kompleks prirodnih faktora, uticaj prirodnih elemenata, njihovo sintezno delovanje, kao delovanje sredine u kojoj stvaramo.

Jednovremeno, priroda je i naša možda najveća inspiracija, ona je jedan od najsnažnijih podsticaja za formiranje oblika prostora i oblika u prostoru, ali i jedan od najjačih izazova za traženje odgovora na brojna pitanja odnosa čoveka i prostora.

Među nedeljivim i neodvojivim prirodnim uticajnim faktorima, po mom mišljenju, posebno mesto zauzima voda, kao jedan od "pra elemenata". Voda, u najrazličitijim vidovima uticaja, u složenim i često protivrečnim oblicima ispoljavanja, voda kao savršeni medijum inspiracije za stvaraocce, i voda kao osnova života - jeste i ostaće stožer generisanja i organizacije i kuće i grada – najjednostavnijih i istovremeno najsloženijih tvorevina ljudske civilizacije.

Tako sam (ponovo) došao do zaključka da celokupno moje profesionalno bavljenje prostorom, ljudima u prostoru, i odnosima ljudi u prostoru, tokom gotovo četiri protekle decenije, može da se svede na 10 mogućih tema o odnosu vode i arhitekture.

Evo tih tema, ilustrovanih primerima naših projekata.

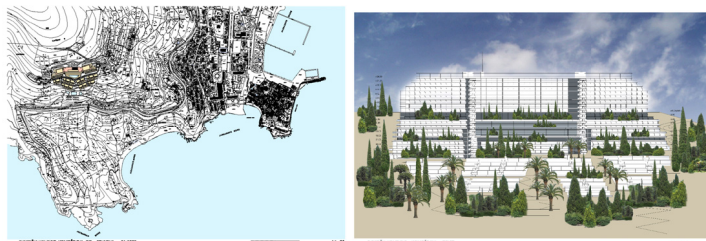
## 2. TEMA - VODA I MORE

More je iskustvo i asocijacija na veliko, ogromno, opasno, promenljivo, sa bogatom skalom prostora, blizu i daleko, iznad, na površini, pod vodom, promenljive boje i svetla, sa variranjem vizura sa arhitekture i na arhitekturu, sa jedinstvom i kontrastom kopna i mora, teritorije i akvatorije, sa priobaljem kao linijom spajanja i razdvajanja, konačno, sa obalom niskom kao u Tunisu, ili visokom, kao u Anapi, u Rusiji, na obali Crnog Mora...

Izabrani primeri:

Turistički kompleks Komoševina, Budva, jadransko primorje Crne Gore

Složen zadatak formiranja kompleksa za odmor i rekreaciju na veoma strmom terenu, na visokim kotama iznad mora, sa teškim saobraćajnim pristupom, i sa pešačkim prilazom plaži preko mosta i liftovske vertikalne komunikacije...slično rešenjima koja su često primenjivana na visokoj crnomorskoj obali...kao mlad arhitekta učestvovao sam u projektovanju hotela "Dagomis" i "Olimpijskaja" u Sočiju (Dagomis), sa rešavanjem upravo sličnih problema.



*Slika 1. Turistički kompleks Komoševina, Budva*

Turistički kompleks Zavala, Budva, jadransko primorje Crne Gore

Projekat je rađen na delikatnom terenu, lokacija je uzano istureno poluostrvo, izloženo vizurama sa svih strana, između dva najlepša zaliva i grada na crnogorskom primorju - Budve i Bečića. O projektu će biti više reči na kraju izlaganja.



*Slika 2. Turistički kompleks Zavala, Budva*

### 3. TEMA - VODA I REKA

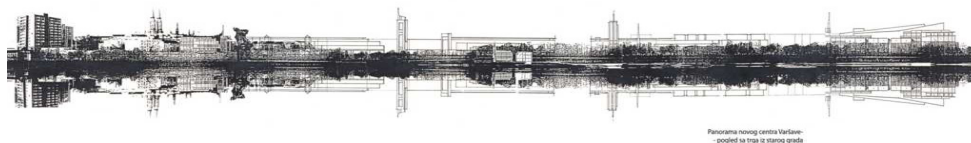
Reka je srce svakog grada, svake urbane aglomeracije, generator svih gradskih aktivnosti...spaja i razdvaja gradske ambijente, generiše posebne priobalne prostore, stvara mostove - najlepše graditeljske tvorevine. Reke su ogroman potencijal za najvažnije gradsko pejzažno uređenje ali i najveće greške i devastaciju.

Izabrani primer:

Projekat stvaranja "Prage", novog centra grada Varšave, na reci Visli

Projekat je baziran na uvođenju niza kanala i ostrva, na dinamičkom i programskom menjanju granica akvatorije i teritorije, vis-à-vis starog istorijskog jezgra Varšave, znamenitog "Starog mjasta". Projekat otvara diskusiju između pragmatičnih interesa za neinventivnim preizgrađivanjem urbanih jezgara i očuvanja prirodnih resursa i prirodnog pejzaža, stvaranjem modernog i efikasnog "umerenog grada", jednovremeno podsticajno ambijentalnog i savremeno efikasnog.

Rad je visoko plasiran na međunarodnom konkursu.



*Slika 3. Projekat novog centra Varšave, na reci Visli*

#### 4. TEMA - VODA I JEZERO

Jezeru manjih dimenzija, planinska, skrivena, najčešće okružena šumom, simboli čiste prirode...asocijacija na tišinu i na svežinu, sa posebnom, često melanholičnom atmosferom.

Ambijent inspirativan, kontemplativan, često tajnovit...

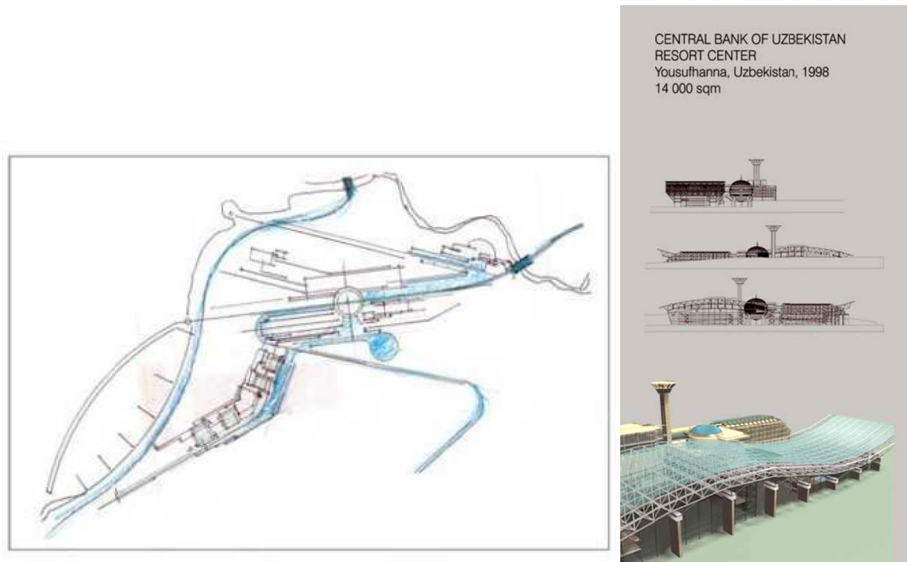
Izabrani primer:

Jezero Jusufhana, mesto Jusufhana, Uzbekistan.

Projekat Komplexa za odmor Centralne banke Uzbekistana.

Rešenje provocira temu značaja ideje u arhitekturi, kao i njenog uticaja na kompoziciju i arhitektonsku formu. Ovde je sintetizovana ideja talasa sa mitskom temom iz istočnjačke priče o "letećem ćilimu".

Kompleksan program hotelskih i restoranskih sadržaja, Kongresnog centra, nekoliko sportskih sadržaja velikih volumena, integrisan je u snažnoj i sugestivnoj kompoziciji, sa dominantnom formom krova – staklenog talsa, ali i sa simboličkim asocijacijama na ulogu "vertikale" u prostoru Srednje Azije.



Slika 4. Projekat Komplexa za odmor Centralne banke Uzbekistana, Jezero Jusufhana, Uzbekistan

#### 5. TEMA - VODA I ZDRAVLJE

Postoje dragocena mesta obilujuća kombinacijom povoljnih prirodnih faktora koji imaju posebne povoljnosti za lečenje i oporavak. Ta su mesta od vjkada bila poznata i korišćena. Takvih mesta ima dosta na crnomorskom primorju – Ulcinj, Meljine idr.

Turistička privreda neprekidno se razvija i kreće se uvek ka novim programima i sve raznovrsnijim ponudama, u stalnoj borbi za klijente i što kompleksnije usluge - za sve rafiniranije zahteve gostiju.

Jedna od takvih novih tipologija je kombinacija bolničkih usluga lečenja sa turističkim odmorom, rekreacijom, obilaskom kulturno - istorijskih spomenika, u jednom kompleksu, ili u jednom "paketu".

Ovo nam može izgledati paradoksalno - bolesni pored zdravih, na istom mestu. Međutim, pokazalo se da su oporavak i ozdravljenje brži i efikasniji kada je pacijent okružen svojimima, onima koji su mu bliski, porodicom i prijateljima. Stoga su i posetioci ovakvih bolničko – turističkih centara (u svetu) sve brojniji, a mesta sve "popularnija". Ovakvih centara ima dosta u basenu Indijskog okeana, kao i u tropskim područjima.

Izabrani primer:

Meljine, Crna Gora

Meljine, mali primorski grad, Crna Gora, kompleks gigantske stare vojne bolnice, sa prelepim uređenim parkom i bogatom kolekcijom mediteranskog rastinja, kao i sa nekadašnjom čuvenom vilom maršala Tita.

Pružena nam je šansa da projektantski reorganizujemo ceo kompleks projektovanjem novog, sa bolnicom integrisanog, hotelskog kompleksa, složene konfiguracije, na "pokrenutom" terenu, u osetljivom pejzažu, sa velikim denivelacijama i teškim saobraćajnim komunikacijama.

## **6. TEMA - VODA I REČNA OSTRVA - ADE**

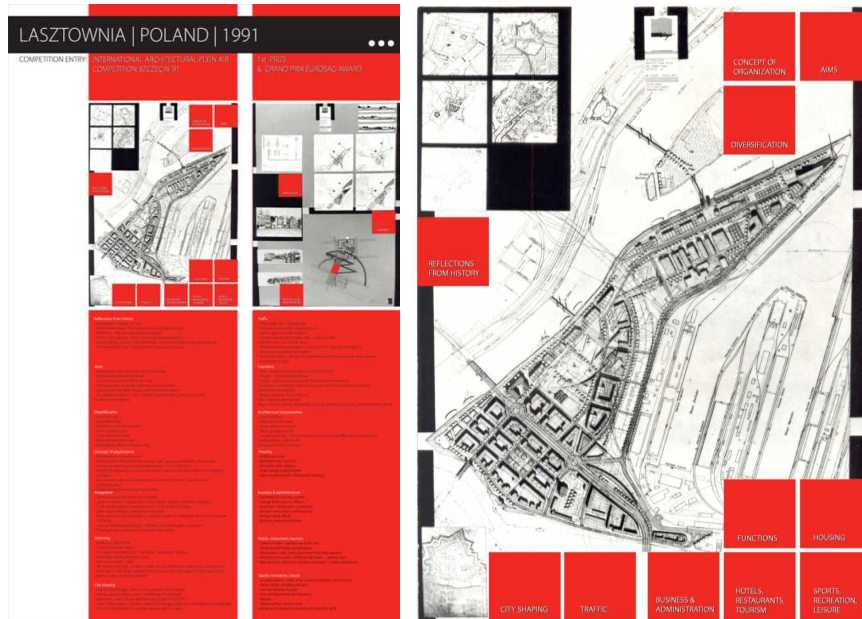
To su posebna mesta, na rekama u naseljima, jednovremeno urbana ali i prirodna, oaze mira i odmora, dragoceni ambijenti u savremenim gradovima. Ostrva su konstantna i promenljiva, postepeno transformirana ali i naglo menjana tokom istorije, povoljna za sportske i rekreativne aktivnosti...mogućnost susreta i druženja, ali i tihog bežanja od svakodnevice, usamljivanja i kontemplacije...

Tokom čitave prošle decenije Društvo arhitekata grada Šćećina organizovalo je niz međunarodnih konkursa sa ciljem istraživanja mogućnosti programskih i prostornih unapređenja ambijenata duž toka reke Odre, posebno njenih brojnih i čudesnih ostrva. Specifičnost tih konkursa sastojala se u tome što su učesnici projekte radili u svojim gradovima, a poslednjih 10-ak dana provodili su na licu mesta, proveravajući svoje stavove i ideje, i finalizujući na taj način konkursne projekte. Konkursi su završavani zajedničkom debatom učesnika sa gradskim autoritetima i potencijalnim investitorima, sa veoma korisnim i upotrebljivim rezultatima.

Izabrani primeri:

Ostrvo Laštovnja na reci Odri, grad Šćećin, Poljska.

Naš (prvonagrađeni) projekat bio je usmeren ka poštovanju prirodnih i stvorenih vrednosti postojećeg prostora, uz uvođenje novih sadržaja rekreacije i sporta, očuvanje i unapređenje prirodnog ambijenta, nautičke aktivnosti, sportova na vodi, gajenje životinja, dečiji rezervat prirode, te edukativni arboretum sa nastavom u prirodi za najmlađi uzrast.



*Slika 5. Ostrvo Łasztownja na reci Odri, grad Šćećin, Poljska*

Ostrvo Kempa Parnicka na reci Odri, grad Šćećin, Poljska.

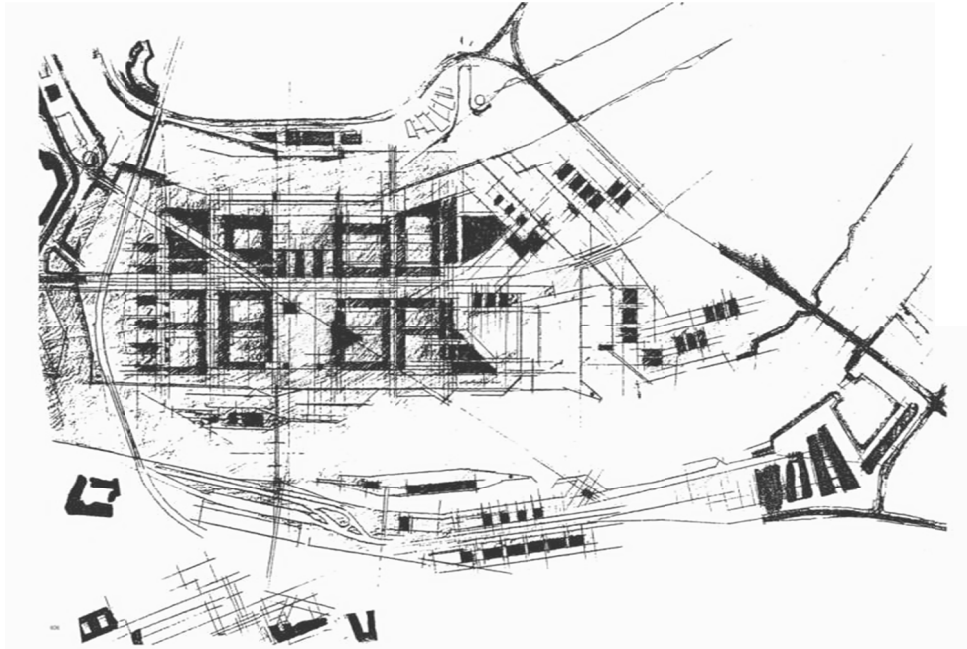
Naš (prvonagrađeni) projekat koristi i “razigrava” prirodne konture ostrva, uvodeći niz malih marina i pristana za raznovrsna plovila, naslanjajući se na regionalni program aktiviranja jaht-turizma. Projektovani su sadržaji specifičnog rent-apatmanskog stanovanja, kao i kombinacija saržaja kulture i umetnosti sa specifičnim vidovima ugostiteljstva.

Posebna pažnja posvećena je formiranju sistema pešačkih, biciklističkih i rekreativnih trim staza.



*Slika 6. Ostrvo Kempa Parnicka na reci Odri, grad Šćećin, Poljska, prvonagrađeni projekat*





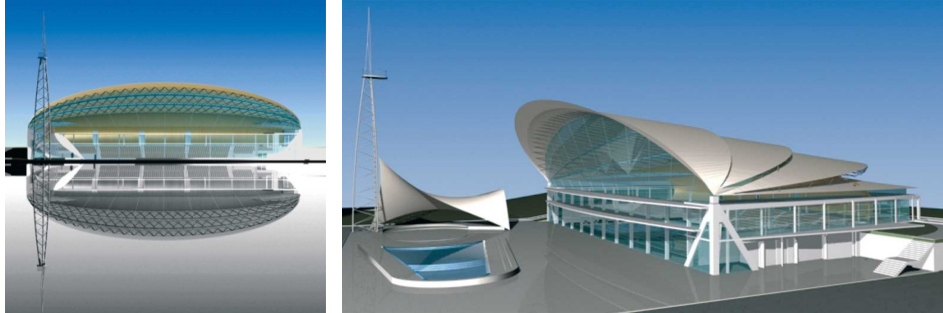
*Slika 7. Ostrvo Kempa Parnicka na reci Odri, grad Šćećin, Poljska, prvonagrađeni projekat*

## **7. TEMA - VODA I TRAGOVI – ŠKOLJKE**

Na prostorima na kojima stvaramo, često srećemo materijalne tragove, fosilne, istorijske i arheološke ostatke prohujalih epoha.

Izabrani primer: Radeći na postoru nekadašnjeg praistorijskog basena Panonskog mora, koga već više miliona godina nema, dobili smo šansu da projektujemo i oblikujemo kompleks olimpijskih bazena, u gradu Vršcu, Srbija.

Stoga je inspiracija za osnovni volumen istraživana na studijama fosilnih ostataka školjki, setno, kao sećanje na život pre nas, davno pre nas...



*Slika 8. Kompleks olimpijskih bazena u Vršču*

## **8. TEMA - VODA I CENTAR ŽIVOTA U NASELJU**

Tradicija svakodnevnog života, posebno javnog života, kao i formiranja javnih prostora u istoriji razvoja naselja u basenu Balkana, neposredno je vezana za vodu i vodotokove.

Sve vitalne naseljske aktivnosti, funkcije i procesi, zadovoljavanje potreba stanovnika i socijalni kontakti, dakle, život u “totalu” i svojoj punoći, sve je to od vjkada bilo vezano za vodu i njene tokove. Tako su se i naselja, a posebno njihovi centralni prostori i istorijska jezgra, istorijski formirali i razvijali sa vodom i oko vode.

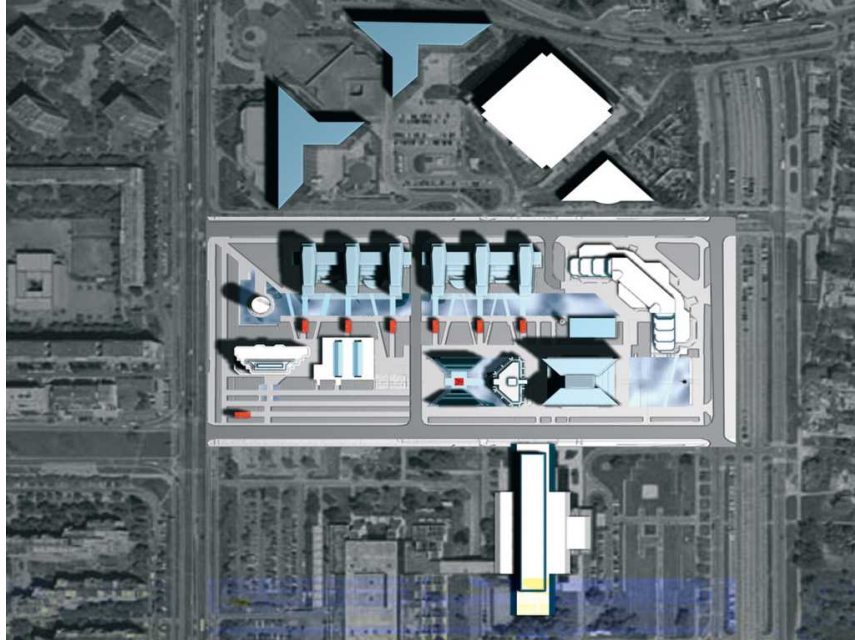
Izabrani primeri:

Poslovni centar “Genex”, Novi Beograd

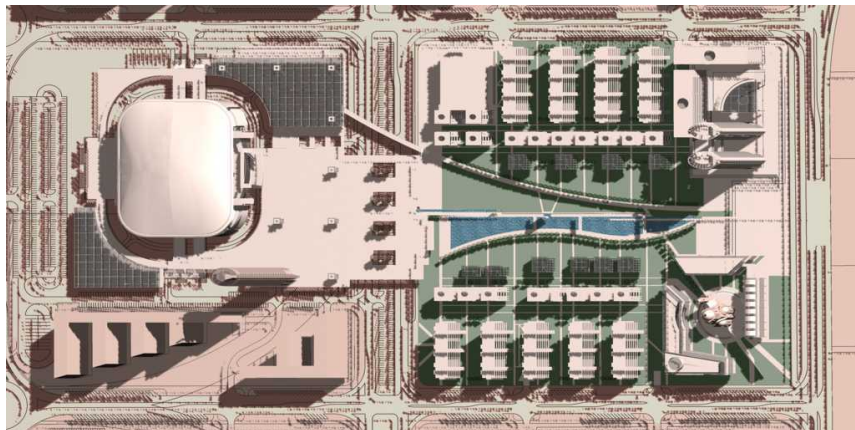
Na ovakvoj, gore objašnjenj, urbanoj tradiciji nastali su koncepti konkusnih projekata za dva novija centra u Beogradu.

Poslovni centar “Genex”, Novi Beograd. Okosnica (nagrađenog) prostornog koncepta je pešačka ulica oko novog, u rešenju predloženog, vodotoka koja koncentriše sadržaje najveće komunikativnosti i atraktivnosti.

Drugi primer je (nagrađeni) konkursni rad za Centar Novog Beograda. Jezgro centra koncentrisano je oko novog veštačkog jezera, sa nizom parkovskih površina, sadržajima sporta i rekreacije, ali i koncentracijom sadržaja kulture. Naš konkursni rad, slično konceptu pariskog parka La Vilette, izrasta na ideji i stavu da kultura može (i mora) biti okosnica i generator unapređenja javnih prostora savremenog grada, za njegovog savremenog (i budućeg) građanina...



*Slika 9. Poslovni centar "Genex", Novi Beograd*



*Slika 10. Centar Novog Beograda (konkursni rad)*

## 9. TEMA – VODA I KRETANJE

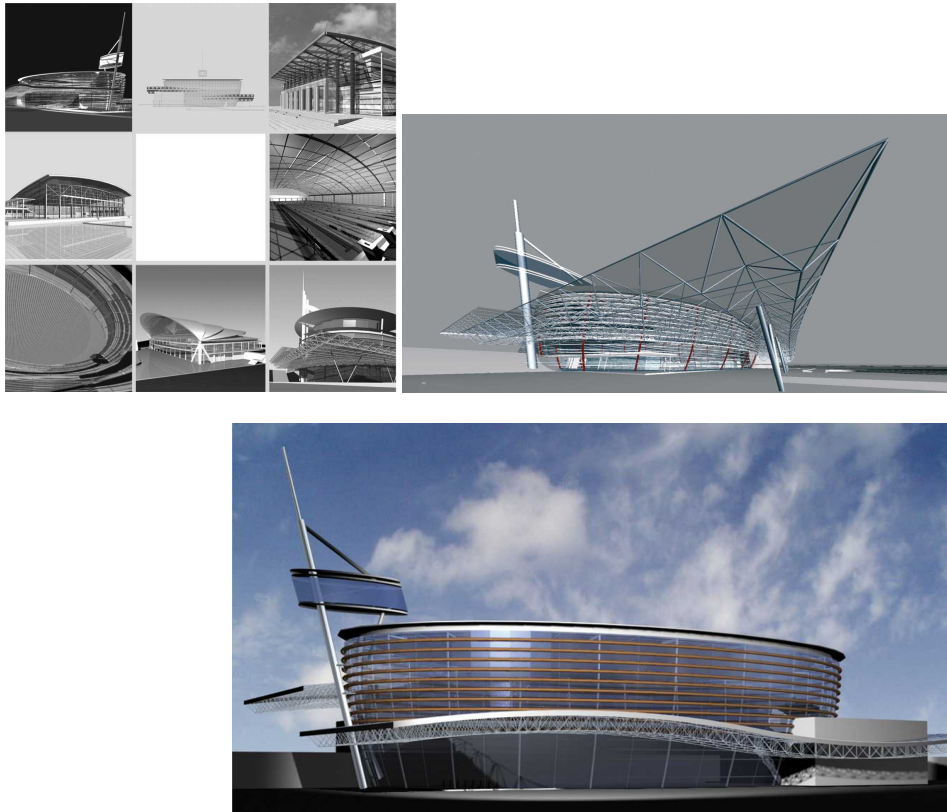
Kretanje, dinamizam, energija, pokret... neodvojivi su od vode kao medijuma i “materijala”.

Baveći se više puta projektovanjem sportskih sadržaja, posebno kompleksima bazena, permanentno smo ispitivali odnose sadržaja, strukture i forme, kretanja sportista i rekreativaca kroz vodu, problemima kretanja fluida, pitanjima aerodinamike i pokreta.

Istraživanja oblika prostora često su se asocijativno vezivala za aerodinamične forme prilagođene kretanju u vodi, savladavanju otpora, dinamičkim ravnotežama.

Izabrani primeri:

Modelska istraživanja za projekte kompleksa plivališta.



*Slika 11. Modelska istraživanja za projekte kompleksa plivališta*

## 10. TEMA – VODA I ENERGIJA, ENERGETSKA EFIKASNOST

Poslednje decenije XX veka u urbanizmu i arhitekturi bile su značajno posvećene istraživanju problema vezanih za kvalitet životne sredine, zatim na ekološke teme, a na kraju na generalnu temu održivog razvoja i uspostavljanja dinamičke ravnoteže u kompleksnom odnosu prirodnih resursa i gađene sredine.

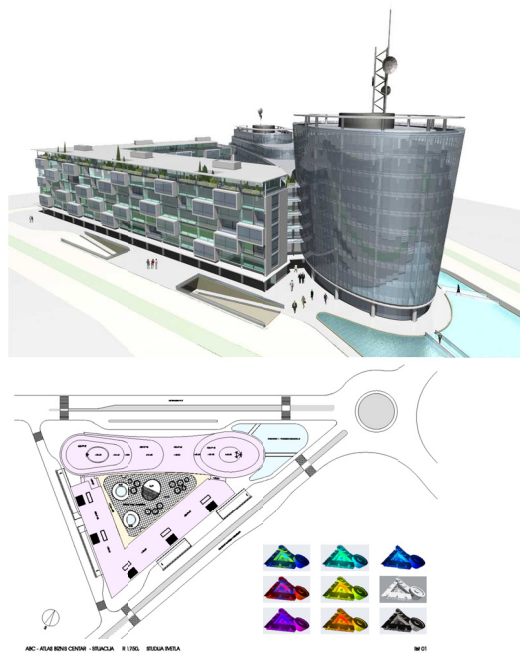
Posebna tema, naročito početkom XXI veka vezana je za racionalnost u korišćenju energije, za koncepte štedljivih zgrada i kompleksa, za primenu obnovljivih resursa, posebno vode.

Voda, kao nezamenjivi, potencijalno najzdraviji i moćan, široko dostupan i tehnološki lako primenljiv prirodni “material”, na velika vrata (ponovo) ulazi u arhitekturu i graditeljstvo.

Izabrani primeri:

Poslovno-komercijalni kompleks ACC-Atlas Capital Centar, Podgorica, Crna Gora.

Energetsko funkcionisanje kompleksa koji je u klimatskom pogledu smešten u basenu Mediterana, u celini je bazirano na korišćenju i primeni podzemne vode. Voda je konstantne temperature, 15 st. C, lako se tokom zime dogreva, lako se tokom leta rashlađuje, do potrebne temperature, uz primenu najsavremenijih tehnoloških sistema i opreme. Kompleks je površine 95.000 kvm, energetski blok je snage 6 megavata, baziran je za korišćenju 3 bunara dubine 50m i 100m, sa količinom vode od 60 litara u sekundi, koja se ubacuje u sistem kompleksa i iz njega izbacuje u gradsku infrastrukturu.



Slika 12. Poslovno-komercijalni kompleks ACC-Atlas Capital Centar, Podgorica

Objekat Sektora za vanredne situacije MUP-a Crne Gore, Podgorica.

Zgrada je "postavljena" u plitak bazen sa vodom koji zauzima značajan deo lokacije.

Koriste se insolacija, povoljan uticaj velike mase vode, kao i (proučeno na mikrolokalitetu) prirodno strujanje vazduha tokom različitih sezona u godini, kako bi se upotrebom prirodnih energija, uz značajno smanjenje troškova dobili kvalitetni, ugodni i štedljivi efekti hlađenja i osvežavanja unutrašnjih radnih prostora i čitavog okolnog ambijenta. Koncept je podržan složenim proračunima specijalista, upotrebom odgovarajuće opreme, kao i primenom sistema dvostruke fasade (double skin).



Slika 13. Objekat Sektora za vanredne situacije MUP-a Crne Gore, Podgorica

## 11. TEMA – VODA I AMBIJENT

Ambijent i javni prostor, njihova lepota, ugodnost, privlačnost, sinteza vrednosti i težnja ka humanizovanom i uzvišenom, oduvek su bili glavni izazov za arhitekte i urbaniste.

U kompleksnim zadacima sa kojima se stvaraoci suočavaju i koje snagom privrženosti, talenta i iskustva pokušavaju da razreše, posebno mesto oduvek je pripadalo fontanama – kao posebnim kompozicionim akcentima, kao mestima okupljana, ali i prijatnim i ugodnim gradskim ambijentima.

Izabrani primer:

Studija za projekat fontana u Atlas Capital Centru, Podgorica, Crna Gora.

Forme fontana i drugih elemenata urbane opreme kompleksa ACC asocijativno se vezuju za osnovnu oblikovnu geometriju na kojoj su bazirani kompozicija celine i pojedini volumeni. Studiju oblika Fontana i njihovih bazena prate istraživanja materijala i elemenata završne obrade, za ovaj u tehničkom smislu, ni malo lak zadatak. Testirane su mogućnosti materijalizacije završne obrade vidnih površina fontana u keramičkom mozaiku, staklenim pločicama, masivu kamena, poliuretanskim oblogama, ili Corianu kao jednom od najnovijih kompozitnih materijala u arhitekturi.





*Slika 14. Studija oblika fontana, Atlas Capital Centar, Podgorica, Crna Gora*

## 12. ZAKLJUČAK

Na kraju, u rezimeu, rekao bih da su razmene mišljenja i debate - između nas specijalista, ali i potencijalnih investitora i gradskih autoriteta, o važnim temama gradova i specifičnih prirodnih i uređenih područja, tih dragulja, kakvih ima u gradovima i sa kojima se često u našem radu srećemo, kao i sa njihovom okolinom i pejzažom - od izuzetnog značaja i od velike koristi za procenu i donošenje odluka o daljem razvoju i unapređenju.

Obaveza pažljivog odnosa ka urbanoj sredini, pejzažu i prostorima u kojima se planira i gradi ostaje kao naša stalna obaveza, kao stalna obaveza svih učesnika u procesu osmišljavanja i uređenja.

## REFERENCE

- [1] Arsić, P.: Unapređenje arhitektonske struke na prelomu milenijuma, Odnos ideje i dela, prilozi unapređenju arhitektonske teorije i prakse, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2004, dostupno na: <http://www.scribd.com/doc/37482607/Petar-Arsic-Izabrani-Projekti-i-Realizacije>, oktobar 2011
- [2] Arsić, P.: Izabrani projekti i realizacije 1974-2004, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2004, dostupno na: <http://www.scribd.com/doc/37482500/Petar-Arsic-Odnos-Ideje-i-Dela>, oktobar 2011





*Aleksandar Rajčić<sup>2</sup>*

## **NOVA REGULATIVA O ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI ZGRADA U SRBIJI I SOFTVER**

### **Rezime**

Novi Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada i Pravilnik o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrada, objavljeni su u Službenom glasniku RS br.61, od 19.8.2011.g. Ovi pravilnici značajno utiču na izmenu procesa projektovanja zgrada, odnosno izrade projektne dokumentacije, uvodeći kategorije koje do sada nisu kod nas postojale, naročito od septembra 2012.g., kada Pravilnici stupaju na snagu. Kompleksnost koju ovi Pravilnici uvode u arhitektonsku struku nameću potrebu za softverom koji će na adekvatan način pomoći projektantima u svim fazama rada. Ovde se predstavlja softver „KnaufTerm 2“, prvi domaći program, koji radi u skladu sa navedenim Pravilnicima.

### **Ključne riječi**

Energetska efikasnost, energetske pasoše, proračun, softver.

## **NEW REGULATIONS FOR ENERGY EFFICIENCY BUILDINGS IN SERBIA AND SOFTWARE**

### **Summary**

New Regulation on energy efficiency in buildings and the Regulation on the conditions, content and manner of certification on the energy performance of buildings, were published in the Official Journal RS No.61 of 19.8.2011. These regulations significantly influence the change of design of buildings and the project documentation, introducing a category that did not exist in our country, especially since September 2012, when the Regulations come into force. The complexity introduced by these Regulations in our profession impose the need for software that will adequately support designers in all phases of work. „KnaufTerm 2“, the first national software, which operates in accordance with these Regulations, is presented here.

### **Key words**

Energy efficiency, energy certificates, calculation, software.

---

<sup>2</sup> *Dr. docent, dipl.inž.arh., Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija, rajcic@arh.bg.ac.rs*

## 1. UVOD

Oblast građevinske fizike u užem smislu, odnosno potrošnje energije u zgradama u širem smislu, je u Srbiji nakon decenijske stagnacije, dobila nove propise, koji idu u korak sa savremenim evropskim trendovima i regulativom EU.

Nakon većeg broja usvojenih evropskih normi (EN ISO), koje se odnose na ovu oblast, ali koje do sada nisu javno predstavljene, niti su široj stručnoj javnosti poznate, te nisu ni zaživele, stekao se pravni okvir koji će projektante, kako iz arhitektonske oblasti, tako i iz oblasti termotehnike i elektrotehnike, usmeriti i primorati da poštuju odredbe date u Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada i Pravilniku o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrada, objavljenih u Službenom glasniku RS br.61, od 19.8.2011.g.

Ovi pravilnici imaju za cilj da se briga o potrošnji energije u zgradama, odnosno energetskim performansama zgrada, podigne na viši nivo, u cilju smanjenja ukupne količine energije potrebne za funkcionisanje zgrade, bez ugrožavanja komfora korisnika.

Zakonodavac je predvideo da novi Pravilnici stupe na snagu 30. septembra 2012.g., te se u tom smislu, prelazni period od godinu dana koristi za upoznavanje stručne javnosti sa izmenama koje se uvode, kao i za donošenje dodatnih propisa koje će regulisati nedefinisane oblasti.

## 2. ŠTA DONOSI NOVA REGULATIVA

Najvažnija izmena u odnosu na dosadašnju praksu je formalnog karaktera, i odnosi se na proces izdavanja energetskih sertifikata, odnosno energetskih pasoša zgradama. On je predviđen za sve novoprojektovane zgrade, i predstavljaće obavezni deo projektne dokumentacije i imaće isti tretman kao i ostali delovi dokumentacije (overavaće ga odgovorni projektant energetske efikasnosti, vršiće se tehnička kontrola itd).

Energetski pasoš je predviđen i za postojeće objekte, bilo da se radi o zgradama koje se adaptiraju, rekonstruišu ili prodaju. Energetski pasoš se izdaje da bi se znalo kom energetskom razredu pripada tretirani objekat, kako bi se iz te klasifikacije ostvarile pogodnosti (neophobnosti) predviđene drugim oblastima (finansijska i poreska politika, osiguranje i sl.)

Sam obrazac pasoša je definisan Pravilnikom o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrada, i različit je za različite tipove (funkcije) zgrada. Treba imati u vidu da je energetski pasoš „finalni proizvod“, i da bi se popunio, potrebno je zapravo uraditi obimni postupak, koji je sadržan u Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada. Neophodno je naglasiti da forma dokumentacije koja je produkt rada i proračuna, za sada nije definisana, te se očekuje usvajanje propisa koji je bliže određuju.

Energetske performanse zgrada se sastoje od energetskih gubitaka i energetskih dobitaka. Zakonodavac je definisao da se u proračunima tretiraju energetski gubici kroz transmisione i ventilacione gubitke, a da energetski dobitci budu u funkciji namene objekta, odnosno broja ljudi, vrsti opreme opreme, te insolacije, kao posledice orijentacije, odnosno urbanističke dispozicije objekta, kao i arhitektonskih elemenata za zasenčenje.

Energija potrebna za druge namene osim za grejanje, se u ovom momentu ne iskazuje, što zakonodavac i elaborira u čl.24, gde se kaže da se „Do dana izbora programskog paketa iz čl.23 stav 2 ovog pravilnika, proračun i izražavanje energetskog razreda zgrade vrši na osnovu potrebne energije za grejanje  $Q_{h,nd}$ (kWh/m<sup>2</sup>a). Od dana izbora programskog paketa vršiće se proračun potrošnje energije za grejanje, hladjenje, pripremu sanitarne tople vode, ventilaciju i osvetljenje“

Sa aspekta građevinske fizike, koja je u funkciji izračunavanja karakteristika omotača zgrade, mogu se konstatovati sledeće novosti:

- Značajno su izmenjeni parametri lokacije, koji obuhvataju mesta u Srbiji, i to sa sledećih aspekata:
  - Lista mesta je pretrpela izmene
  - Spoljne projektne temperature su lokalnog karaktera, nisu vezane za klimatsku zonu, i u principu su više po intezitetu od dosada tretiranih
  - Uvodi se termin „stepen-dan“, koji je u funkciji dužine grejne sezone i srednje temperature
  - U parametre lokacije, doduše nepodržane tabelarnim podacima, sada spada i uticaj vetra, kroz nekoliko podparametara, a u funkciji određivanja ventilacionih gubitaka
- Proračun prolaza toplote kroz omotač je uglavnom ostao isti, s tim što se menja sledeće :
  - Obeležavanje koeficijenta prolaza toplote, dosadašnje „k“, se menja u „U“, što je u saglasju sa propisima EU. Maksimalne vrednosti koeficijenata prolaza toplote za određene tipove konstrukcije su značajno promenjene (snižene u odnosu na dosada važeće), u proseku na 1/3 dosadašnjih vrednosti, i različite su za novoprojektovane i postojeće objekte (novi imaju niži dozvoljeni koeficijent U za prosečno 0.1 W/m<sup>2</sup>K
  - Značajno je različita tipologija konstrukcija koje čine omotač, kako u nazivima, tako i po dozvoljenim koeficijentima prolaza toplote i koeficijentima prelaza toplote
  - Proračun toplotne akumulativnosti netransparentnih delova omotača (spoljni zidovi, krovovi) za letnji period, se vrši u skladu sa standardom SRPS U.J5.530, dakle kao i do sada, s tim što se se za detaljni proračun upućuje na SRPS EN ISO 13786.
  - Za izračunavanje higrotermičkih karkteristika građevinskih elemenata i konstrukcija, difuzije vodene pare, kondenzacije i isušavanja, kao i opasnosti od orošavanja, primenjuje se standard SRPS EN ISO 13788, u opcijama:
    - Složeni godišnji kumulativni proračun, što predstavlja novost,
    - Glaser-ov postupak, u skladu sa SRPS U.J5.520, dakle kao i do sada

- Proračun ventilacionih gubitaka je u funkciji :
  - Lokacije, odnosno uticaja vetra, eksponiranost objekta, broja izloženih fasada i načinu provetravanja
  - Vrste prozora, odnosno zaptivenosti prozora, koje je zakonodavac razvrstao u tri kategorije (dobra, srednja i loša), koje nemaju kvantifikacione elemente, već su prepuštene subjektivnoj proceni
- Proračun ukupnih transmisionih gubitaka karakterišu :
  - Ukupni površinski transmisioni gubici, za koje je osim izračunatih koeficijenata prolaza toplote  $U$ , neophodno detaljno prikazati (izračunati) površine elemenata (konstrukcija) omotača
  - Ukupni linijski transmisioni gubici, koji su ovim Pravilnikom aproksimirani, i izraženi paušalnim povećanjem osnovnog koeficijenta prolaza toplote  $U$  za vrednost od  $0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Ovo predstavlja najveći novitet u odnosu na dosada važeću računsku proceduru (SRPS U.J5.510), pri čemu se korišćeni tabulisani tretman potpuno ukida. Ovakav novi pristup nije u skladu sa evropskim propisima, koji predviđaju tabelarne vrednosti (EN ISO 14683), ili detaljan proračun (EN ISO 10211), što je u pravilnicima zakonodavac potpuno zanemario
  - Uticaj tačkastih gubitaka (tačkastih termičkih mostova), nije eksplicitno predviđen ovim Pravilnikom i zanemaren je
- Potpunu novost predstavljaju postupci vezani za toplotne dobitke, i to :
  - Od unutrašnjih dobitaka toplote, u funkciji namene, zauzetosti površine, odavanja toplote po osobi i jedinici površine, prisutnosti tokom dana, potrošnje električne energije po jedinici površine, protoka svežeg vazduha po jedinici grejanog prostora i osobi, kao i potrebnoj toploti za pripremu sanitarne tople vode po jedinici površine grejanog prostora
  - Od Sunčevog zračenja, preko faktora osenčenosti zgrade usled okolnih objekata, orijentacije u horizontalnoj ravni i nagiba kosih površina, faktora osenčenosti zgrade usled nastrešnica i vertikalnih ispusta na fasadi
- Deklarisana i limitirana godišnja potrošnja finalne energije za grejanje novih, odnosno postojećih zgrada, u funkciji namene predstavlja takodje veoma značajnu novost, dok se limitiranje primarne energije za hlađenje, pripremu sanitarne tople vode, ventilaciju i veštačko osvetljenje, vezuje za objavljivanje Nacionalnog programskog paketa.

### 3. RAZVOJ SOFTVERA „KNAUFTERM 2“

Mesec dana nakon objavljivanja Pravilnika u Sl.Glasniku, u prostorijama Inženjerske komore Srbije, prvi put je predstavljen rad na softveru „KnaufTerm 2“, koji je u ovom momentu još uvek u projektnoj i test fazi.

Ovaj program je planiran kao naslednik softvera „KnaufTerm 1“, koji je razvijan od 2006-2008 i čija je slobodna verzija stavljena na raspolaganje svim zainteresovanim preko sajta naručioca Knauf Insulation Srbija. Imajući u vidu nastale izmene u regulativi, „KnaufTerm 2“ ima za cilj da korisnicima pruži podršku u procesu projektovanja i odlučivanja. Planirane su dve varijante ovog programa:

- Slobodna verzija (free edition), koja će biti dostupna svim zainteresovanim preko sajta naručioca, koja će biti limitirana u pogledu štampanja izveštaja i energetske pasoša
- Profesionalna verzija, koja će biti dostupna pod komercijalnim uslovima

KnaufTerm 2 je program koji je projektovan tako da u fokusu ima energetske performanse zgrade, odnosno energetski pasoš, sa svim pratećim fazama koje su neophodne.

Sadrži bazu lokacija (*Slika 1*), bazu tipova konstrukcija (*Slika 2*), u skladu sa Pravilnikom o EE. Program raspolaže obimnom bazom materijala i bazom isprojektovanih sklopova, koje pomažu korisnik da pronadje odgovarajuće rešenje, ili definiše željenu strukturu.

Jedini na našem tržištu, a i na širem tržištu regiona, kao i njegov prethodnik KnaufTerm 1, omogućava rad sa heterogenim sklopovima, odnosno sa sklopovima koji u sastavu jednog sloja ima dva različita materijala (*Slika 4*), što nedvosmisleno ide u pravcu tačnijih rezultata. Na vizuelno jasan način prikazuje isprojektovane sklopove, njihovu strukturu i osobine (*Slika 3*), temperature u slojevima (*Slika 5*), difuziju vodene pare, kondenzaciju i isušenje (*Slika 6*), kao i performanse letnje stabilnosti. Softver takodje jasno prikazuje odnose površina konstrukcija koje šine omotač (*Slika 7*), kao i transmisionu gubitke po pozicijama omotača.

Ukupni transmisioni gubici objekta (*Slika 8*), kao i ukupni ventilacioni gubici (*Slika 9*), su jasno predstavljeni.

Razvrstavanje objekta u odgovarajući energetski razred (*Slika 10*), je jedan od ciljeva ovog programa, uz izračunavanje potrošnje primarne energije u zavisnosti od vrste energenta, kao i količine emitovanog CO<sub>2</sub> (*Slika 11*).

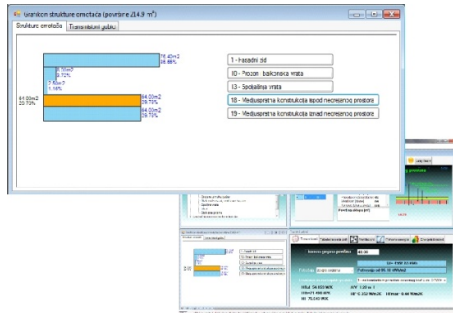
Imajući u vidu da preciznost rezultata zavisi u velikoj meri od preciznosti geometrijskih parametara (površine pozicije, zapremine...), na raspolaganju je i alat koji za različite geometrijske oblike osnova i različite forme preseka zgrada, preko parametarski definisanih mera, izračunava površine elemenata omotača, odnosno grejanu zapreminu (*Slika 12*).

#### 4. ZAKLJUČAK

Značajna promena u domaćoj regulativi koja tretira energetske performanse zgrada, stavlja projektante svih struka pred veliki profesionalni izazov.

Predstavljeni program „KnaufTerm 2“ je softversko rešenje autora ovog teksta, koji teži da ispuni sve uslove koji su definisani aktuelnom regulativom, kao i očekivanim pratećim aktima, odnosno izmenama i dopunama, i pruži projektantima kompletnu uslugu u ovoj oblasti. Naročito je važno naglasiti, da ovaj softver ima za cilj da popuni prazninu do donošenja nacionalnog softvera, na koji se u više navrata poziva zakonodavac, i od koga se očekuje da zaokruži ovu problematiku, a o kome se još uvek ništa ne zna.

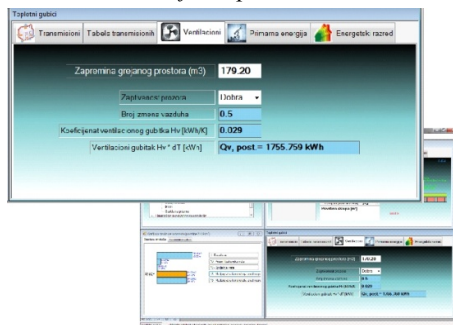




Slika 21: Grafikon površine omotača



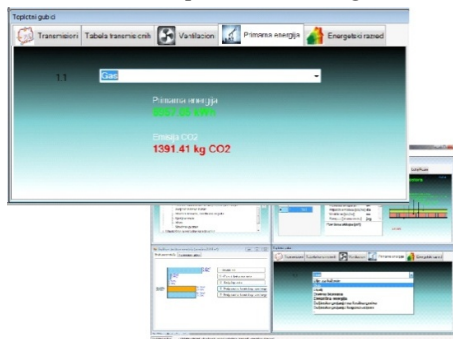
Slika 22: Ukupni transmisioni gubici



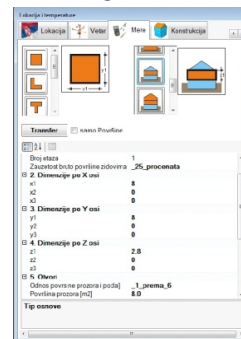
Slika 23: Ukupni ventilacioni gubici



Slika 24: Energetski razred zgrade



Slika 25: Primarna energija i emisija CO2



Slika 26: Alat za geometrijske kalkulacije

## LITERATURA

- [1] Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada, Službeni glasnik RS br.61, od 19.8.2011.g
- [2] Pravilnik o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrada, Službeni glasnik RS br.61, od 19.8.2011.g





*Aleksandra Krstic-Furundzic<sup>1</sup>, Tatjana Kosic<sup>2</sup>*

## **ESTIMATE OF ENERGY EFFICIENCY OF DIFFERENT MODELS OF AN OFFICE BUILDING IN BELGRADE**

### **Summary**

The main concern of this research is to estimate different scenarios of energy performances of the hypothetical models of office building in downtown of Belgrade. For each hypothetical model of the office building three scenarios are created: a basic scenario and two scenarios with different solutions of envelope design regarding shading devices types. Results of numerical simulations are considered and presented through the heat and cooling energy demands as well as reduction of energy consumption for cooling in summer period by implementation of different shading devices. Design methodology as well as results could generally be applicable for new office building design, both in Belgrade and in similar climatic conditions.

### **Key words**

Office building energy efficiency, heat and cooling demands, shading devices.

## **OCENA ENERGETSKE EFIKASNOSTI RAZLIČITIH MODELA POSLOVNOG OBJEKTA U BEOGRADU**

### **Rezime**

Cilj ovog istraživanja je procena različitih scenarija energetske performansi hipotetičkih modela poslovnog objekta u centru Beograda. Za svaki hipotetički model poslovnog objekta tri scenarija su kreirana: osnovni i dva scenarija sa različitim rešenjima dizajna fasadnog omotača u pogledu vrste primenjenih senila. Rezultati numeričkih analiza su razmatrani i predstavljeni kroz potrebnu energiju za grejanje i hlađenje kao i kroz smanjenje potrošnje energije za hlađenje u letnjem periodu, postignuto implementacijom različitih vrsta senila. Metodologija kao i dobijeni rezultati mogu se generalno primeniti u procesu projektovanja novih poslovnih objekata, kako u Beogradu tako i u sličnim klimatskim uslovima.

### **Ključne riječi**

---

<sup>1</sup> *Professor, Dr. Faculty of Architecture, University of Belgrade, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, 11000 Belgrade, Serbia, akrstic@arh.bg.ac.rs*

<sup>2</sup> *Teaching Assistant, Faculty of Architecture, University of Belgrade, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, 11000 Belgrade, Serbia, tkosic@arh.bg.ac.rs*

Energetska efikasnost poslovnih zgrada, potrošnja za grejanje i hlađenje, senila.

## **1. INTRODUCTION**

Office buildings have one of the highest levels of energy consumption when compared with energy consumption in other buildings sectors [1]. Specific conditions of sites in downtown make limitations in building design and application of energy efficient systems, but also represent a provocation for architects. In the paper the solutions for overcoming the problem are discussed. In order to design energy efficient houses, students of architecture, as well as architects, have to be informed about systems, materials, supporting systems, coatings and design principles. In that sense, different scenarios of the energy efficient office building design are discussed in the paper and accompanied with examples of student works.

The main concern of this research is to estimate different scenarios of energy performances of the hypothetical model of office building in downtown of Belgrade. Methodological approach entails three steps:

- design of different models of the office building,
- numerical simulations of the models in PHPP'2007 software and
- comparison of the results (models).

The design of hypothetical models and various scenarios is carried out through the educational process on the Master studio design project M5, entitled Design of energy-efficient office building in the urban milieu of Belgrade (teaching team Prof.Dr. Aleksandra Krstic-Furundzic, Ass.Prof. Budimir Sudimac, Teach.Ass. Tatjana Kosic). Numerical simulations were conducted with the assistance of Philip Kanacki, M.Arch, Passive House Centre, Belgrade. Students solved the task through three causal steps: an analytical phase, the phase of development of the concepts-models of the building, and checking of achieved results as the final phase. Program is designed to contribute to the development of competent professionals and the dissemination of ideas of energy efficiency in practice.

## **2. DESIGN OF HYPOTETICAL MODELS**

Different hypothetical models of the office building are created according to Belgrade climatic conditions and site orientation. Energy efficiency of models is estimated through numerical simulations.

### **2.1. BUILDING LOCATION**

The building site is located in a high density urban structure surrounded by buildings that are under protection as cultural property of great importance (Figures 1, 2). The hypothetical multistory office building has to be integrated into the front of existing buildings.

The building is situated along the NE-SW direction. Street facade is the south-west orientation, yard northeast, while the gables of the building, adjacent to its neighbours, are northwest and southeast. Gable oriented towards the south rises above the neighbour's roof giving the potential for solar energy usage. Due to the orientation of the building, the street facade is insolated in the afternoon during all seasons; insolation period is four hours during the equinox, six hours during the summer solstice and two and a half hours during the winter solstice. The building is relatively well-protected from dominant wind by its position and neighbouring buildings.



Figure 1. Site location on the Belgrade city map

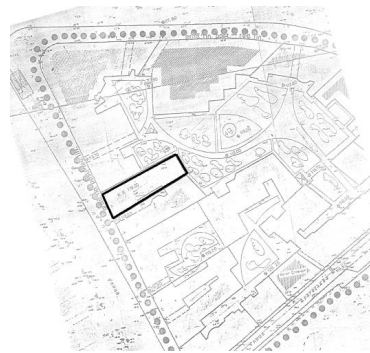


Figure 2. Site layout

## 2.2. CHARACTERISTICS OF HYPOTHETICAL MODELS

The work highlights the problems of energy efficient office building design. In the paper, the authors evaluate a few hypothetical models of the office building created by students (Model 1-student Nevena Vojinovic, Model 2-student Darja Coko, Model 3-student Aleksandar Krstic). For each hypothetical model three scenarios are created: basic scenario and scenarios of different solutions of envelope design regarding shading devices types. Diversity of facade types was the criteria for students' projects (models) selection. Most commonly used types of facades in the design of office buildings in local practice were adopted in order to assess their energy performances, point out the disadvantages and form recommendations. Three facade concepts were selected: massive (traditional) facade – Modell1 (M1) and two different types of glass facades - Models 2 and 3 (M2 and M3).

Design concepts of three selected models are shown by plan of a typical floor, elevation and cross-section of the street facade (Figures 3, 4 and 5). The location caused narrow facade fronts. For this reason the inner atrium is formed for the purpose of natural lighting and ventilation of space. According to urban planning regulations the building of six floors is planned. The reinforced concrete skeleton structure is adopted for all models. Both office layout concepts, open-plan and classical type, are accepted.

Office building is designed for 100 users. Appropriate inside thermal comfort includes indoor air temperature of 20°C in winter and 22°C in summer (a temperature of 25°C is maximum which does not require additional mechanical cooling, [2]). Internal and solar gains are taken into account in the calculation of energy demands for heating and cooling. District heating is predicted for this location. The fresh-air demand results from the requirements of the DIN 1946. Cross-ventilation through east-west windows (daily average air change rate of 0.36/h), as well as facade and atrium windows—"chimney effect" (daily

average air change rate of 0.62/h) is proposed. Night ventilation includes average air change rate of 0.29/h.

Energy demands for cooling purposes are calculated for each model in three variants: no shading devices, internal (movable white blind) and external (movable louvers) shading devices. Frequency of overheating in relation to different types of shading devices is presented in the Figure 8. Clear glass is selected for window glazing in order appropriate daylighting to be obtained.



Figure 3. Plan of a typical floor, elevation and cross-section of the street facade of Model 1



Figure 4. Plan of a typical floor, elevation and cross-section of the street facade of Model 2



Figure 5. Plan of a typical floor, elevation and cross-section of the street facade of Model 3

Following differences are characteristics of proposed models envelope structures that influence the energy performances of each model:

- as the M1 has heated basement, thermal insulation is placed on the ground slab and basement walls, while in case of M2 and M3 it is not heated and thermal insulation is placed on basement ceiling;
- for the M1 the street and courtyard facades are massive walls with thermal insulating panels as glazing and stone slabs as finishing layer (Figure 3), for the M2 glass protection layer at distance of 86cm is suspended in front of the glass facade made of thermal insulating panels (Figure 4), and in the case of the M3 the street glass facade is made of triple low-e glazed panels with gas fills of krypton while the courtyard facade is a massive structure (Figure 5);
- flat roofs are applied for all models; in addition the M2 has a green roof with planting layer in order the reduction of the surface temperature to be obtained.

### 3. COMPARISON OF THE MODELS

Numerical simulations were performed in PHPP'2007 software to evaluate the heat and cooling energy demands and reduction of energy consumption for cooling in summer period by implementation of shading devices. Comparative analysis of energy performances of design variants is carried out and annual energy demands for heating and cooling per m2 are presented in Figures 6 and 7.

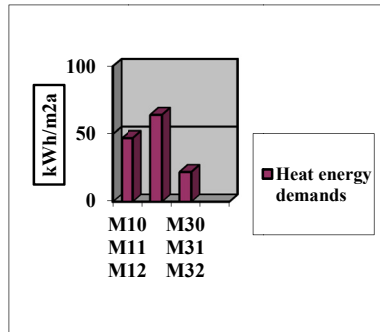


Figure 6. Annual heat demands

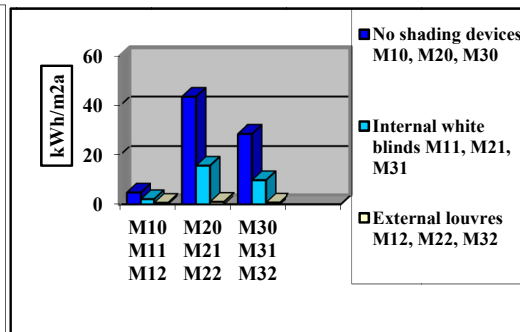


Figure 7. Annual cooling demands

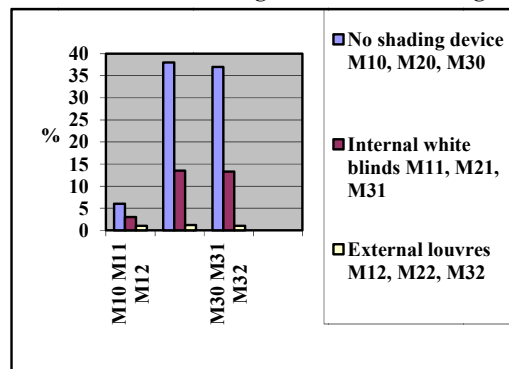


Figure 8. Frequency of overheating

The numerical simulations and analysis show:

- Transmission losses for the M2 are almost twice higher than for M1 i.e. M3 due to the type of the facades and that the glazing area in case of the M1 is less than twice the glazing areas of M2 and M3, resulting in less thermal losses.
- A glass facade provides more than twice the solar gains than a traditional facade. It is noticeable that the presence of a higher percentage of internal gains is in the case of the massive facade.

Despite significant differences in the facade concepts, heat demands are similar for the M1 and M2, as the solar gains are smaller in case of the M1 while transmission losses are higher in the case of the M2. The minimum energy for heating is required for M3 due to glazing type and significant solar gains. The lowest frequency of overheating is in the case of traditional facade-6% and consequently the lowest cooling demands. In the case of glass facades frequency of overheating is almost 38% and thereby the cooling demands are much higher. Reduction of frequency of overheating, and thus the energy consumption for cooling, is achieved by internal white blinds. By external movable louvers cooling demands are reduced to the same level (~1kWh/m2a) for all models and only in July can be noticed.

## **4. CONCLUSION**

The focus on energy efficiency and a high-quality indoor environment was the primary objective of students' office building design in Belgrade climatic conditions. According to analyses presented in the paper following conclusions can be made:

- From the aspect of energy efficiency, office buildings with properly insulated massive (traditional) facades are suitable for Belgrade climatic conditions contributing to low heat and cooling demands.
- Glass facades which are most commonly used in office building design have to be with triple low-e glazing (particularly with gas fills of argon or krypton) and external movable shading devices contributing to energy efficiency (reduction of transmission losses, frequency of overheating, heat and cooling demands).
- Contribution of heat gains in reduction of the heat demands in the winter period is significant. In the summer period by night ventilation (night cooling) heat can be dissipated resulting in reduction of cooling demands.

Research methodology as well as obtained results, presented in the paper, could generally be applicable for new office building design, both in Belgrade and in similar climatic conditions.

## **ACKNOWLEDGEMENT**

This research is part of the scientific research project "Physical, environmental, energy, and social aspects of housing development and climate change – mutual influences"(TP36035), financed by Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

## **REFERENCES**

- [1] S. Burton: "Energy efficient office refurbishment", James & James, London, 2001, str. 9.
- [2] W. Feist: "Passive house planning package", Passivhaus Institut, Darmstadt, 2007, str. 114.





Ana Perić<sup>1</sup>, Uroš Radosavljević<sup>2</sup>

## **MOGUĆNOSTI RAZVOJA EDUKACIJE U DOMENU EKOLOŠKI ODRŽIVOG PROJEKTOVANJA I PLANIRANJA**

### **Rezime**

Rad predstavlja sažeti prikaz projekta pod nazivom „Edukacija mladih kao generator ekološke održivosti“<sup>3</sup>, čija se tematika zasniva na unapređenju efikasnog obrazovanja u domenu primene ekološki održivih obrazaca projektovanja i planiranja. Ciljna grupa se sastoji prvenstveno od mladih u okviru akademske zajednice, ali i mladih članova lokalnih uprava (Kancelarija za mlade). U ovom radu će biti predstavljen segment istraživanja koji se bavi utvrđivanjem osnovnih projektnih ciljeva i aktivnosti za edukaciju studenata u domenu prostorne održivosti.

### **Ključne reči**

Ekološki aspekt održivog razvoja, planiranje, projektovanje, edukacija

## **TRAINING DEVELOPMENT OPPORTUNITIES IN THE DOMAIN OF ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE DESIGN AND PLANNING**

### **Summary**

The paper presents a summary of the project entitled "Education of young people as a generator of environmental sustainability" whose topic is based on the education improvement in the field of effective application of environmentally sustainable design and planning. The target group primarily consists of young people in the academic community, as well as the young members within the local authorities. The paper particularly presents the research segment that deals with the determination of the basic project objectives and activities to educate students in the area of spatial sustainability.

### **Key words**

Environmental aspect of sustainable development, planning, design, education

---

<sup>1</sup> Dipl.ing.arh, asistent, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija, [anaperric@yahoo.com](mailto:anaperric@yahoo.com)

<sup>2</sup> Magistar tehničkih nauka, MA in Urban Management and Development, dia, docent, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija, [yrke2003@yahoo.com](mailto:yrke2003@yahoo.com)

<sup>3</sup> Pomenuti projekat je izrađen u okviru AIESEC programa namenjenog aktivnoj ulozi mlade populacije u edukaciji stonovištva iste starosne dobi pod nazivom „Odgovorni mladi, održiva budućnost“, sprovedenog u periodu od marta do maja 2010. godine od strane autora ovog rada.

## 1. UVOD

„Najvažniji cilj obrazovanja nije znanje, već delovanje.“

*Herbert Spencer*

Održivi razvoj je tema koja je u vrhu globalne aktuelnosti još od 70-ih godina prošlog veka<sup>4</sup>. Međutim, eskalacija problema iz oblasti ekonomije, društva i zaštite životne sredine jasno nas vodi ka činjenici da je održivi razvoj najvažnija potreba i obaveza današnjeg čovečanstva. Ekonomska kriza, glad i siromaštvo, energetske deficite i ekološka kriza su karike u lancu koje ne vode održivim zajednicama. Naime, današnja industrija se zasniva na upotrebi fosilnih goriva, koja predstavljaju ograničeni resurs. Prva energetska kriza je nastala pre oko 40 godina, dok se do polovine ovog veka predviđa potpuni nestanak rezervi fosilnih goriva, što nas usmerava ka eksploataciji alternativnih izvora energije. Razvoj industrije i maksimizacija profita su doveli i do ekološke krize u smislu klimatskih promena, zagađenja životne sredine i disbalansa biodiverziteta. Iako na prvi pogled deluje oprečno, najnovija istraživanja ukazuju na to da se upravo u sintezi ekonomskih benefita i ispunjenja ekoloških ciljeva nalazi rešenje za buduće generacije (EEA, EIONET)<sup>5</sup>. Naime, „zelena“ ekonomija se zasniva na upotrebi održivih i obnovljivih izvora energije, reciklaži otpada (energetskih viškova), racionalnoj upotrebi zemljišta i bioklimatskom planiranju i projektovanju objekata, uz konstantan razvoj savremenih, tzv. „čistih“ tehnologija (ESDP, UNEP)<sup>6</sup>.

Iz prethodnog pasusa se može zaključiti da je problem energetske i ekološke efikasnosti kompleksan, što se posebno ogleda u saradnji velikog broja aktera. Od suštinske važnosti za uspešnost procesa kooperacije velikog broja učesnika je edukacija. Pod edukacijom se podrazumeva podizanje svesti o značaju pojma zaštite životne sredine, što se može sprovesti na svim nivoima. U ovom radu je težište na edukaciji mladih, kao i na formiranju mreža među mladima sa ciljem širenja novih znanja i primene istog prilikom akcija od koristi za lokalno okruženje. O značaju edukacije govori i činjenica da je upravo decenija u kojoj se sada nalazimo (2005-2014) proglašena za deceniju edukacije o održivom razvoju od strane organizacije UNESCO (Bonn Declaration, ECO-UNESCO, DEA, YFJ)<sup>7</sup>.

## 2. CILJEVI PROJEKTA

Projekat je usmeren ka postizanju generalnih ciljeva, poput:

- podizanja svesti o očuvanju životne sredine među mladima;

---

<sup>4</sup> *UN World Summit, Stockholm 1972; UN Habitat I Summit, Vancouver 1976; UN Summit, Nairobi 1982; Brundlandt Commission 1987; UN Rio Summit 1992; UN Habitat II: Habitat Agenda 1996; UN Habitat+5, New York 2002; UN Rio+10, Johannesburg 2002*

<sup>5</sup> *EEA - European Environment Agency; EIONET - European Environment Information and Observation Network;*

<sup>6</sup> *ESDP - European Sustainable Development Programme; UNEP - United Nations Environment Programme*

<sup>7</sup> *DEA - Development Education Association, YFJ - European Youth Forum*

- jačanja uloge mladih u očuvanju životne sredine putem edukacije mladih, kao i participacije u grupama od interesa za zaštitu životne sredine;
- stvaranja saradnje među mladima (mogućnost formiranje NGO);
- aktivacije mladih u cilju očuvanja životne sredine kroz instituciju Kancelarije za mlade u okviru lokalne uprave, kao i nadležnog Ministarstva životne sredine i prostornog planiranja;
- uključivanja medija u proces društvene edukacije.

Osnovni cilj projekta je *edukacija* mladih na fakultetima i u okviru Kancelarija za mlade (odnosno sličnih instanci) u okviru lokalnih uprava na teritoriji grada Beograda o osnovnim principima zaštite životne sredine [1]. U skladu sa ovom tezom, fokus edukacije je na prikazu energetske efikasne tehnologije, obnovljivih izvora energije i načina njihove upotrebe, reciklaže otpada, racionalnog korišćenja zemljišta i bioklimatskog planiranja i projektovanja objekata. Iz ovoga proizilazi sledeći cilj projekta, a to je primena stečenog znanja u okviru realizacije konkretnih *akcija* putem stvaranja mreže mladih koji aktivno učestvuju u procesu neformalne edukacije o zaštiti životne sredine.

Baza na kojoj se zasniva bilo koji vid buduće akcije je edukativnog karaktera i podrazumeva informisanje o najvažnijim aspektima održivog razvoja i „zelene“ ekonomije. Specifični ciljevi se međusobno razlikuju u zavisnosti od nivoa na kojem se očekuje sprovođenje konkretnih aktivnosti. Zajednička odlika ovih ciljeva je širenje znanja među akademskom zajednicom, kao i među lokalnom upravom, lokalnom zajednicom i potencijalnim investitorima od strane mladih ljudi. Specifični ciljevi se mogu formulisati na sledeći način:

1. Razmena znanja o zaštiti životne sredine kroz fokusiranje na instrumente (metode) i primere dobre prakse (projekti, inicijative). Stepen ostvarenosti cilja se meri kroz formiranje atlasa energetske efikasnosti na teritoriji grada Beograda.
2. Povezivanje sa nosiocima budućih internacionalnih projekata na temu zaštite životne sredine. Stepen ostvarenosti cilja se meri učešćem mladih na razmenama, treninzima, seminarima i konferencijama organizovanih od strane internacionalne mreže mladih sa istim interesovanjima.
3. Stvaranje partnerstava usmerenih ka budućim projektima. Stepen ostvarenosti cilja se meri kroz broj ugovora o realizaciji budućih projekata.

### **3. CILJNE GRUPE**

Iz prethodnog dela projekta se generiše struktura aktera koji su obuhvaćeni projektnim planom. Naime, specifični ciljevi se razlikuju upravo u odnosu na ciljne grupe za koje su formulisani. Na taj način se izdvajaju:

1. mladi u okviru akademske zajednice (studenti). Cilj je da se ova grupa upozna sa načinima zaštite životne sredine i mogućnostima njihove primene u neposrednom okruženju;
2. mladi u okviru Kancelarije za mlade, tj. udruženja sličnog karaktera, u lokalnim upravama na teritoriji grada Beograda.

Zajednička karakteristika za ove grupe je zainteresovanost i spremnost na edukaciju i širenje znanja u oblasti zaštite životne sredine.

Posredno, preko pomenute dve primarne grupe moguće je ostvariti saradnju i sa ostalim članovima lokalne uprave, lokalne zajednice i investitora. Međusobna interesna usaglašenost lokalne zajednice i investitora je od ključnog značaja za uspešnost budućih projekata, a ovo se ostvaruje medijacijom edukovanih mladih članova lokalne uprave koji učestvuju u ovom procesu.

#### **4. AKTIVNOSTI NA PROJEKTU**

Aktivnosti na projektu su grupisane u tri kategorije, što je u skladu sa navedenim projektnim ciljevima:

1. Predavanja - „formalna“ edukacija: aktivnost je usmerena od strane edukatora ka članovima akademske zajednice, kao i prema mladima u okviru lokalnih uprava;
2. Radionica: aktivnost koja potencira kreativno razmišljanje, razmenu znanja i stvaranje mreža i saradnje među mladim akademcima sa ciljem formiranja atlasa energetske efikasnosti za teritoriju grada Beograda;
3. Neformalna edukacija: primena stečenih znanja i njegovo dalje prenošenje od strane mladih u lokalnim upravama u cilju upoznavanja ostalih članova lokalne uprave, ali i lokalne zajednice, sa energetske efikasnim investicijama i mogućnostima njihove implementacije u neposrednom okruženju.

##### **4.1. PREDAVANJA - „FORMALNA“ EDUKACIJA**

„Formalna“ edukacija podrazumeva edukaciju od strane mladih usmerene ka sticanju novih znanja o zaštiti životne sredine među mladima. Osmišljeno je da se ovaj oblik edukacije odvija na tradicionalan način (putem interaktivnih predavanja), ali kako se ne odvija kroz proces redovne nastave, epitet „formalna“ treba tumačiti u drugačijem kontekstu pojma edukacije. Ova aktivnost predstavlja osnovu za sve ostale aktivnosti i zajednička je za obe ciljne grupe - studente i mlade u lokalnim upravama.

Predavanja su koncipirana na način da se mladi upoznaju sa pojmom zaštite životne sredine. Ovaj pojam je postavljen u širi kontekst, tako da se na samom početku predavanja daju osnovne teze o održivom razvoju, njegovim osnovnim aspektima sa posebnim akcentom na ekološki aspekt održivog razvoja. Suština uvodnih predavanja je da se shvati veza između ekonomskog i ekološkog aspekta održivog razvoja. Savremeni ekonomski razvoj ne podrazumeva nužno produkciju negativnih efekata na okruženje. Ovo se postiže primenom održivih i obnovljivih resursa. Na predavanjima koja slede daje se prikaz osnovnih oblasti „zelene“ ekonomije: savremene, tzv. „čiste“ tehnologije, obnovljivi izvori energije, reciklaža otpada, racionalna upotreba resursa i bioklimatsko planiranje i projektovanje.

Cilj je da se mladi upoznaju sa osnovnim oblastima „zelene“ ekonomije, uz akcentovanje onih oblasti koje su od posebnog značaja za određenu ciljnu grupu. Na ovaj način se ostvaruje veza postavljenih ciljeva i aktivnosti.

Podaktivnosti:

- a) uvodna diskusija o razumevanju pojma zaštite životne sredine; ekološka i energetska kriza;

b) prikaz ključnih dokumenata koji se bave temom zaštite životne sredine - Agenda 21, Deklaracija UN, Milenijumski izveštaj; *rezultat*: klasifikacija osnovnih tema i sumiranje ciljeva predstavljenih u okviru pomenutih dokumenata;

c) prikaz osnovnih tematskih oblasti u okviru strategija održivog razvoja razvijenih zemalja; predloženi primeri: Švedska, Holandija, Nemačka, Finska, Engleska, Australija [2,3,4,5,6,7]. Primeri su uzeti iz razloga duge tradicije aktivnog bavljenja temom zaštite životne sredine, kao najvažnijeg aspekta održivog razvoja u okviru sopstvenih strategija; *rezultat*: upoznavanje sa osnovnim instrumentima i mehanizmima zaštite životne sredine;

d) prikaz osnovnih tematskih oblasti u okviru Strategije održivog razvoja Srbije [8]. Mesto i značaj oblasti zaštite životne sredine. Utvrđivanje stepena kompleksnosti oblasti i povezanosti sa ostalim aspektima održivog razvoja; *rezultat*: formulisanje smernica za zaštitu životne sredine na osnovu komparativne analize inostranih strategija održivog razvoja i srpske verzije istog dokumenta;

e) prikaz osnovnih grupa aktera koji učestvuju u procesu zaštite životne sredine. Kao osnovne grupe izdvajaju se sledeće:

1. eksperti - naučna i stručna javnost
2. javna uprava - na državnom i lokalnom nivou
3. investitori - industrija i poslovne kompanije
4. lokalna zajednica

Bolja saradnja među akterima se postiže edukacijom, koja se može odvijati na više nivoa; *rezultat*: uočavanje analogije između edukacije državne uprave od strane eksperata i edukacije lokalne zajednice od strane mladih u okviru lokalne uprave (npr. Kancelarija za mlade);

f) prikaz osnovnih oblasti „zelene“ (energetski efikasne) ekonomije. Osnovne oblasti se tiču:

1. održivih i obnovljivih izvora energije
2. reciklaže otpada
3. racionalne upotrebe zemljišta kao ograničenog resursa
4. bioklimatskog planiranja i projektovanja objekata
5. primene savremenih proizvodnih tehnologija

*rezultat*: upoznavanje sa detaljnom klasifikacijom prethodno pomenutih oblasti i osposobljavanje studenata za kreativni način razmišljanja o problemima u neposrednom okruženju, a čije se rešenje zasniva na upotrebi energetski efikasnih izvora i reciklaži otpada.

Konkretan cilj celog seta predavanja: priprema za praktičan rad.

## 4.2. RADIONICA

Na osnovu prethodnog teorijskog dela o energetskej efikasnosti, upotrebi obnovljivih izvora energije i reciklaži otpada, od studenata se očekuje primena stečenih znanja u praksi i to na primeru Beograda. Praktičan rad se ostvaruje putem sledećih podaktivnosti:

- a) diskusije o sopstvenom shvatanju pojma zaštite životne sredine;
- ohrabivanje aktivne participacije pojedinaca u okviru grupe;

- transformacija konflikta i polarizacije u razumevanje i konsenzus;
- pretvaranje vizije u stratešku akciju;
- fokusiranje energije i posvećenosti ka pozitivnim rezultatima.

*Rezultat* ovih faza: zajednička razmena mišljenja u direktnoj komunikaciji.

b) podsticanje strukturiranog razmišljanja na individualnom nivou koje vodi ka logičnim zaključcima.

*Rezultat:*

- formulisanje dinamičnih i efektnih prezentacija na temu zaštite životne sredine;
- publikovanje izveštaja i eseja, sa akcentom na metodama i edukativnim alatima, kao i primerima iz prakse (štampana i elektronska verzija).

c) stvaranje *e-learning* platforme, kao sredstva za komunikaciju i razvoj i razmenu budućih projekata. *Rezultat:* baza podataka za efikasnu razmenu stečenog znanja na nacionalnom nivou, kao i u okviru internacionalne saradnje sa inicijativama mladih.

d) učešće na međunarodnim konferencijama, seminarima i stručnim treninzima. *Rezultat:* formiranje internacionalne mreže mladih.

e) analiza lokalnih uslova (teritorija grada Beograda) za mogućnosti uvođenja energetske efikasne tehnologije u urbanoj sredini. *Rezultat:* atlas potencijalnih lokacija za instalaciju vetrogeneratora, solarnih panela i toplotnih pumpi.

f) ocena stanja postojećeg građevinskog fonda (teritorija grada Beograda) sa aspekta energetske efikasnosti konstrukcije i fasade objekta. *Rezultat:* atlas klasifikovanih objekata sa potencijalom unapređenja energetske efikasnosti objekta.

### 4.3. NEFORMALNA EDUKACIJA

Neformalna edukacija podrazumeva primenu stečenih znanja putem prethodno objašnjenog treninga „formalne“ edukacije i njeno prenošenje na lokalnu zajednicu od strane mladih u okviru lokalne uprave.

Sušтина ove aktivnosti je širenje znanja među članovima lokalne zajednice, kao i lokalne uprave, i dalje privatnim investitorima, o mogućnostima upotrebe „čistih“ tehnologija, obnovljivih izvora energije i reciklaže otpada sa ciljem postizanja održive zajednice. Aktivnu ulogu medijatora između članova lokalne uprave, lokalne zajednice i investitora preuzimaju članovi Kancelarije za mlade u okviru lokalnih uprava. Oni su odgovorni za sprovođenje sledećeg seta aktivnosti:

a) organizacija skupova isključivo za članove lokalne zajednice. Ovo je prvi korak u formulisanju potreba zajednice. *Rezultat:* identifikacija i kvantifikovanje realnih potreba za energetske efikasnošću na teritoriji lokalne uprave, čime se formira kolektivna vizija za promene;

b) kontakt sa PR menadžerima društveno odgovornih kompanija.

*Rezultat:* promocija dobrih primera domaće prakse;

c) organizacija predavanja i konferencija uz učešće predstavnika društveno odgovornih kompanija. *Rezultat:* upoznavanje šire javnosti sa prednostima energetske efikasne ekonomije;

d) usklađivanje zahteva kompanije sa uslovima u okviru lokalne uprave. *Rezultat:* pisani izveštaji u cilju ispunjenja zajedničkih potreba.

## 5. POUKE I ZAKLJUČCI

Praćenje realizacije projekta od strane projektnog tima ima različitu dinamiku u zavisnosti od faze u kojoj se projekat nalazi. Tako se na samom početku očekuje maksimalno angažovanje projektnog tima na ispunjenju svih aktivnosti u okviru „formalne“ edukacije. Ovo je važna tačka u toku projekta, jer od uspešne sposobnosti edukacije i zainteresovanosti populacije kojoj je predavanje namenjeno zavisi i stepen ostvarljivosti preostale dve faze.

U okviru sprovođenja radionice, primarna uloga se daje učesnicima iste (studentima), dok se koordinacija procesa stvaranja atlasa očekuje od projektnog tima.

U okviru faze neformalne edukacije, projektni tim ima sekundarnu ulogu, tj. ulogu konsultanta i stručne pomoći oko procesa medijacije i implementacije energetski efikasnih projekata u okviru lokalne uprave.

Projekat ima pozitivan efekat na ciljne grupe. Za studente, reč je o stručnom akademskom usavršavanju, sticanju novih znanja, ostvarivanju nacionalne i internacionalne saradnje sa organizacijama mladih koji se bave istom tematikom. Mladi u lokalnoj upravi postaju nosioci novih ideja i dobitnici za stanovništvo na teritoriji lokalne uprave u ekološkom, kao i u ekonomskom smislu. Stoga članovi projektnog tima imaju dužnost da jasno prikažu moguće benefite, kako bi se ostvarila mreža aktivnih mladih ljudi sa razvijenom svesću o zaštiti životne sredine, što predstavlja osnovni cilj celog projekta. Projekat se smatra uspešnim ukoliko ohrabri mlade da aktivno učestvuju u donošenju promena za dobrobit celog društva, a prvi korak ka samopouzdanju je sticanje znanja i novih veština.

## LITERATURA

- [1] U. Radosavljevic, K. Lalovic and T. Mrdjenovic: „Perspectives for urban experts in future urban development and mobility practice in Serbia“, in M. Schrenk, V. Popovich and P. Zeile (eds.): “Cities for Everyone: Liveable, Healthy, Prosperous - Promising vision or unrealistic fantasy” - Proceedings of the 15th International Scientific Conference REAL-CORP 2010, Vienna, 2010, pp. 541-547.
- [2] SME (Swedish Ministry of the Environment): „Sweden’s National Strategy for Sustainable Development“, Stockholm, 2002.
- [3] SME (Swedish Ministry of the Environment): „A Swedish Strategy for Sustainable Development - Economic, Social and Environmental“, Stockholm, 2004.
- [4] VROM (Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment): „Sustainable Action - Action Programme Sustainable Development“, The Hague, 2003.
- [5] RMNO (The Advisory Council for Research on Spatial Planning, Nature and the Environment): „A New Sustainable Development Strategy - An Opportunity Not To Be Missed“, The Hague, 2007.
- [6] FGG (Federal Government of Germany): „Perspectives for Germany - Our Strategy for Sustainable Development“, Berlin, 2002.
- [7] FSO (Federal Statistical Office of Germany): „Sustainable Development in Germany - Indicator Report 2008“, Wiesbaden, 2009.
- [8] Vlada Republike Srbije: „Nacionalna strategija održivog razvoja“, Beograd, 2008.





*Bojana Stanković<sup>1</sup>, Nataša Ćuković Ignjatović<sup>2</sup>, Dušan Ignjatović<sup>3</sup>*

### **DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE BUILDING PRACTICES- SOME ASPECTS OF LEED IMPLEMENTATION IN SERBIA**

#### **Abstract**

Simultaneously with a great interest in green building rating systems there is also a great amount of distrust to the role they have in the development of sustainable building practices, especially from the aspect of energy efficiency and adequacy of their structure and grading methodology with regard to the complexity of the problem. The role they dominantly have as a marketing tool is indicating the weak spots unique for all of these systems, primarily the possibilities for greenwashing through labeling. In this paper, a critical review of LEED rating system implementation in Serbian building practice and its development possibilities will be considered.

#### **Key words**

Green building rating systems, environmental assessment criteria, LEED, energy efficiency.

### **ULOGA SERTIFIKACIJE U RAZVOJU ODRŽIVE IZGRADNJE- NEKI ASPEKTI PRIMENE LEED SISTEMA U SRBIJI**

#### **Rezime**

Istovremeno sa velikim interesovanjem koje vlada za primenom sistema za sertifikaciju postoji i značajna doza nepoverljivosti prema ulozi koju oni imaju u razvoju održive izgradnje naročito sa aspekta energetske efikasnosti i adekvatnosti strukture i metodologije vrednovanja rešenja u odnosu na kompleksnost problema. Preispitivanje načina funkcionisanja kao dominantno tržišnog alata ukazuje na slabe tačke zajedničke svim sistemima, pre svega na mogućnost tzv. greenwashing-a. U radu će biti dat kritički pregled aspekata moguće primene LEED sistema za sertifikaciju u praksi izgradnje u Srbiji, kao i eventualne razvojne pogodnosti.

#### **Ključne reči**

Sistemi za sertifikaciju objekata, ekološki kriterijumi, LEED, energetska efikasnost.

---

*1M.Arch, LEED GA, PhD student, teaching fellow, Faculty of Architecture; scholar of Ministry of Science and Education, Slavonских brigada 36, Belgrade, Serbia, cukoku@yahoo.com*

*2 Mr.Sci, BSc. Arch, LEED GA, Assistant professor, Faculty of Architecture, Bulevar kralja Aleksandra 73, Belgrade, Serbia, natasa@arh.bg.ac.rs*

*3 BSc. Arch., LEED GA, Associate professor, Faculty of Architecture, Bulevar kralja Aleksandra 73, Belgrade, Serbia, ignjatovic.dusan@arh.bg.ac.rs*

## 1. RATING SYSTEM'S DEVELOPMENT, MAIN CHARACTERISTICS AND CURRENT PRACTICES

The debate following the development of rating systems is omnipresent since their first establishment in the early nineties. There is a significant amount of distrust in professional circles about the role these systems have in the development of sustainable building practices, especially from the aspect of energy efficiency of buildings. In the same time, interest in professional development in the frameworks these systems offer is rising. Regulation of sustainable building practices, improvement of energy efficiency and, especially, regulation of legislation in this area is an important step for Serbia towards EU. Therefore, it is no wonder that local market has become an area of interest for foreign companies that offer solutions ready to apply. This asks for a better understanding of these systems, their expected benefits, but also their possible shortcomings.

Before the first introduction of rating systems occurred: “ little, if any, attempt had been made to establish an objective and comprehensive means of simultaneously assessing a broad range of environmental considerations against explicitly declared criteria and offer a summary of overall performance.”[1] Since their first appearance in 1990 (BREEAM) a significant number of local and international rating systems has developed. A review and comparison of several different rating systems is given in Figure 1.

System (Country of origin)	DGNB (Germany)	BREEAM (Great Britain)	LEED (USA)	Green Star (Australia)	CASBEE (Japan)	Minergie (Switzerland)
Initiation	2007	1990	1998	2003	2001	1998
Key Aspects of Assessment & Versions	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecological Quality</li> <li>- Economical Quality</li> <li>- Social Quality</li> <li>- Technical Quality</li> <li>- Process Quality</li> <li>- Site Quality</li> </ul> <p>Purpose of the DGNB Certificate: Application for buildings of any kind (Office high-rises, detached residential homes, infrastructure buildings etc.)</p> <p>DGNB for:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Offices</li> <li>- Existing Buildings</li> <li>- Retail</li> <li>- Industrial</li> <li>- Portfolios</li> <li>- Schools</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Management</li> <li>- Health &amp; Well-being</li> <li>- Energy</li> <li>- Water</li> <li>- Material</li> <li>- Site Ecology</li> <li>- Pollution</li> <li>- Transport</li> <li>- Land consumption</li> </ul> <p>BREEAM for: Courts, EcoHomes, Education, Industrial, Healthcare, Multi-Residential, Offices, Prisons, Retail</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustainable Sites</li> <li>- Water Efficiency</li> <li>- Energy &amp; Atmosphere</li> <li>- Material &amp; Resources</li> <li>- Indoor Air Quality</li> <li>- Innovation &amp; Design</li> </ul> <p>LEED for: New Construction, Existing Buildings, Commercial Interiors, Core and Shell, Homes, Neighborhood Development, School, Retail</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Management</li> <li>- Indoor Comfort</li> <li>- Energy</li> <li>- Transport</li> <li>- Water</li> <li>- Material</li> <li>- Land Consumption &amp; Ecology</li> <li>- Emissions</li> <li>- Innovations</li> </ul> <p>Green Star for:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Office – Existing Buildings</li> <li>- Office – Interior Design</li> <li>- Office – Design</li> </ul>	<p>Certification on the basis of "building-environment efficiency factor"</p> <p>BEE=Q/L</p> <p>Q ... Quality (Ecological Quality of buildings)</p> <p>Q1 - Interior space Q2 - Operation Q3 - Environment</p> <p>L ... Loadings (Ecological effects on buildings)</p> <p>L1 - Energy L2 - Resources L3 - Material</p> <p>Main Criteria:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Energy Efficiency</li> <li>(2) Resource Consumption Efficiency</li> <li>(3) Building Environment</li> <li>(4) Building Interior</li> </ol>	<p>4 Building standards are available:</p> <p>(1) Minergie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dense building envelope</li> <li>- Efficient heating system</li> <li>- Comfort ventilation</li> </ul> <p>(2) Minergie-P additional criteria to (1):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Airtightness of building envelope</li> <li>- Efficiency of household appliances</li> </ul> <p>(3) Minergie-Eco additional criteria to (1):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Healthy ecological manner of construction (optimized daylight conditions, low emissions of noise and pollutants)</li> </ul> <p>(4) Minergie-P-Eco Adherence to criteria of Minergie-P and Minergie-Eco</p>
Level of Certification	Bronze Silver Gold	Pass Good Very good Excellent Outstanding	LEED Certified LEED Silver LEED Gold LEED Platinum	4 Stars: 'Best Practice' 5 Stars: 'Australian Excellence' 6 Stars: 'World Leadership'	C (poor) B B+ A S (excellent)	Minergie Minergie-P Minergie-Eco Minergie-P-Eco

Figure 1. Comparison of different Rating Systems for Sustainable Building [2]

By definition, rating systems (or building environmental assessment methods) are: "...a way to evaluate the environmental performance of a building against an explicit set of criteria and typically consists of three major components: a declared set of environmental performance criteria organized in a logical fashion – the structure; the assignment of a number of possible points or credits for each performance issue that can be earned by meeting a given level of performance – the scoring; a means of showing the overall score of the environmental performance of a building or facility – the output. "[1] Criteria for environmental assessment can cover a wide range of sustainability aspects (energy efficiency, environmental impact of applied materials, indoor air quality, water savings etc.) or can focus only at building energy performance expressed through the threshold of annual energy consumption (e.g. Passivhaus). Example of structured criteria set in LEED4 rating system is shown in Figure 2. Criteria choice express the range of sustainable issues a system can contribute to. Rating systems are usually designed and developed by non- profit, non- government organizations dedicated to environmental protection and green building development. Certification process is mostly conducted through an on-line service and may be charged or free. Organizations which design a rating system also conduct professional development programs which create a community of professionals from various fields of work which lead certification procedures, help design teams to achieve their certification goals and work on improving and upgrading the system.

LEED 2009 for New Construction and Major Renovation				Project Name
Project Checklist				Date
<input type="checkbox"/>		<b>Sustainable Sites</b>	Possible Points: 26	
<input checked="" type="checkbox"/>	Y	Prereq 1 Construction Activity Pollution Prevention		
		Credit 1 Site Selection	1	
		Credit 2 Development Density and Community Connectivity	5	
		Credit 3 Brownfield Redevelopment	1	
		Credit 4.1 Alternative Transportation–Public Transportation Access	6	
		Credit 4.2 Alternative Transportation–Bicycle Storage and Changing Rooms	1	
		Credit 4.3 Alternative Transportation–Low-Emitting and Fuel-Efficient Vehicles	3	
		Credit 4.4 Alternative Transportation–Parking Capacity	2	
		Credit 5.1 Site Development–Protect or Restore Habitat	1	
		Credit 5.2 Site Development–Maximize Open Space	1	
		Credit 6.1 Stormwater Design–Quantity Control	1	
		Credit 6.2 Stormwater Design–Quality Control	1	
		Credit 7.1 Heat Island Effect–Non-roof	1	
		Credit 7.2 Heat Island Effect–Roof	1	
		Credit 8 Light Pollution Reduction	1	
<input type="checkbox"/>		<b>Water Efficiency</b>	Possible Points: 10	
<input checked="" type="checkbox"/>	Y	Prereq 1 Water Use Reduction–20% Reduction		
		Credit 1 Water Efficient Landscaping	2 to 4	
		Credit 2 Innovative Wastewater Technologies	2	
		Credit 3 Water Use Reduction	2 to 4	
<input type="checkbox"/>		<b>Energy and Atmosphere</b>	Possible Points: 35	
<input checked="" type="checkbox"/>	Y	Prereq 1 Fundamental Commissioning of Building Energy Systems		
<input checked="" type="checkbox"/>	Y	Prereq 2 Minimum Energy Performance		
<input checked="" type="checkbox"/>	Y	Prereq 3 Fundamental Refrigerant Management		
		Credit 1 Optimize Energy Performance	1 to 19	
		Credit 2 On-Site Renewable Energy	1 to 7	
		Credit 3 Enhanced Commissioning	2	
		Credit 4 Enhanced Refrigerant Management	2	
		Credit 5 Measurement and Verification	3	
		Credit 6 Green Power	2	
<input type="checkbox"/>		<b>Materials and Resources</b>	Possible Points: 14	
<input checked="" type="checkbox"/>	Y	Prereq 1 Storage and Collection of Recyclables		
		Credit 1.1 Building Reuse–Maintain Existing Walls, Floors, and Roof	1 to 3	
		Credit 1.2 Building Reuse–Maintain 50% of Interior Non-Structural Elements	1	
		Credit 2 Construction Waste Management	1 to 2	
		Credit 3 Materials Reuse	1 to 2	
<input type="checkbox"/>		<b>Materials and Resources, Continued</b>		
		Credit 4 Recycled Content	1 to 2	
		Credit 5 Regional Materials	1 to 2	
		Credit 6 Rapidly Renewable Materials	1	
		Credit 7 Certified Wood	1	
<input type="checkbox"/>		<b>Indoor Environmental Quality</b>	Possible Points: 15	
<input checked="" type="checkbox"/>	Y	Prereq 1 Minimum Indoor Air Quality Performance		
<input checked="" type="checkbox"/>	Y	Prereq 2 Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control		
		Credit 1 Outdoor Air Delivery Monitoring	1	
		Credit 2 Increased Ventilation	1	
		Credit 3.1 Construction IAQ Management Plan–During Construction	1	
		Credit 3.2 Construction IAQ Management Plan–Before Occupancy	1	
		Credit 4.1 Low-Emitting Materials–Adhesives and Sealants	1	
		Credit 4.2 Low-Emitting Materials–Paints and Coatings	1	
		Credit 4.3 Low-Emitting Materials–Flooring Systems	1	
		Credit 4.4 Low-Emitting Materials–Composite Wood and Agrifiber Products	1	
		Credit 5 Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1	
		Credit 6.1 Controllability of Systems–Lighting	1	
		Credit 6.2 Controllability of Systems–Thermal Comfort	1	
		Credit 7.1 Thermal Comfort–Design	1	
		Credit 7.2 Thermal Comfort–Verification	1	
		Credit 8.1 Daylight and Views–Daylight	1	
		Credit 8.2 Daylight and Views–Views	1	
<input type="checkbox"/>		<b>Innovation and Design Process</b>	Possible Points: 6	
		Credit 1.1 Innovation in Design: Specific Title	1	
		Credit 1.2 Innovation in Design: Specific Title	1	
		Credit 1.3 Innovation in Design: Specific Title	1	
		Credit 1.4 Innovation in Design: Specific Title	1	
		Credit 1.5 Innovation in Design: Specific Title	1	
		Credit 2 LEED Accredited Professional	1	
<input type="checkbox"/>		<b>Regional Priority Credits</b>	Possible Points: 4	
		Credit 1.1 Regional Priority: Specific Credit	1	
		Credit 1.2 Regional Priority: Specific Credit	1	
		Credit 1.3 Regional Priority: Specific Credit	1	
		Credit 1.4 Regional Priority: Specific Credit	1	
<input type="checkbox"/>		<b>Total</b>	Possible Points: 110	

Figure 2. LEED set of criteria and their structure (LEED scorecard)5

4 Leadership in Energy and Environmental Design is a rating system used widely in US and internationally, developed by United States Green Building Council (USGBC)  
 5 <http://leadingleed.com/tag/what-is-leed/>

LEED is the most wide- spread international rating system, used either as a singular rating system (Italy) or along with a national rating system (India, China, Brazil). LEED is now also available in Serbia. First training was held in October 2010, organized by USAID6 and ACES7 at the Faculty of Architecture in Belgrade. Exam preparation trainings are also organized by Colliers International, international real estate company and Serbia Green Building Council which are also promoting LEED certification in Serbia. Several projects in Serbia are in the process of achieving a LEED certificate, and Faculty of Architecture in Belgrade is the first school outside of U.S. that has implemented preparation for LEED exams into its curriculum.

Recent statement of a well known architect Frank Gehry, published originally in Chicago Tribune (May, 2010) and broadcasted to the international architecture community via Archdaily8, the most visited website for architects, in which Gehry dismisses LEED rating system as a completely inefficient means of upgrading building energy performance, triggered an on-line debate which lasted for several months. Although the debate was primarily concerning LEED system, comparisons with other international systems and remarks regarding greenwashing through labeling on the market were frequently present during the debate. This example, along with much more serious researches, exposes the main weak spots of rating systems. However, despite the flaws these systems obviously possess, public interest in their implementation and criteria, which results in rising public awareness of environmental problems in building industry and significance of applying sustainable building practices, is considered to be their main advantage. Also, the experience shows that their flaws are best overcome through their ongoing development in practice and in well defined legislation frameworks, in which rating systems function as complementary tools for the sustainable development of building market.

## 2. CONTRADICTIONS REGARDING RATING SYSTEMS

Most of the critics towards rating system is addressing their structure and scoring system. As some suggest, it makes the process of certification too complicated and burdened with documentation. On the other hand, the structure and scoring system is estimated as too simple to address complex sustainability issues, therefore often enabling greenwashing through promoting solutions that barely achieve given thresholds. [3] For discussing these contradictories, it is important to understand the expectations of different stakeholders in the building market, because rating systems are primarily market driven tools. In the survey conducted by BetterBricks organization9, some expectations of different stakeholder groups in regard to green rating are defined. Survey included tenants and occupiers, owners, investors and sales agents. This survey indicates importance of the amount of data collected in the certification procedure, because all of the stakeholders involved consider these data to be trustworthy. Higher price of the certification process due to the more complex procedure is also tolerated, but only if the collected data guarantee the expected building performance. The very amount of data represented in the certification

---

6 Within USAID's Competitiveness Project

7 Association of Consulting Engineers of Serbia

8 Full text and debate available on-line: <http://www.archdaily.com/61209/gehry-vs-sustainability>

9 Better Bricks is a commercial building initiative of the Northwest Energy Efficiency Alliance; survey available on-line: [http://www.betterbricks.com/graphics/assets/documents/RatingSystem\\_Final.pdf](http://www.betterbricks.com/graphics/assets/documents/RatingSystem_Final.pdf)

process, qualified experts that conduct the certification procedure and third-party verification insures stakeholders that greenwashing possibilities are minimized. Criticized simplicity of the rating systems checklist structure is related to the role they have in: "... creating a common understanding of what it means to build green". [4] This simplicity provides with a useful method of assessment, enabling design teams and market stakeholders to recognize, define and access environmental goals more easily.

There is also a concern that gaining a certificate will become more important than acting in a sustainable way, in other words, that the wider goal of sustainable practice will be replaced by simple aims like achieving a certain plaque, by just applying certain methods and procedures, finally "fully removing the architect from the decision-making process...and keeping us continually trapped within what is typically done" [5]. This is supposed to be prevented by promoting the integrative design approach, described as: "The architect is still at the center of the process, but the project consultants are brought in earlier so that their knowledge can be embedded during the early design phases." [5]

The criteria that focus on building's energy performance improvements are also questioned. Though rating systems like Passivhaus, are often praised as most effective in achieving the goal of net-zero consumption, they also miss to evaluate some wider aspects of building process and occupation which can also contribute to high energy consumption (e.g. aspect of applied materials and indoor air quality). This is why it is important to address the whole building life cycle, and the total amount of produced pollution, contrary to only accessing energy efficiency aspect, which should primarily be defined through legislation. Frequently criticized, LEED system sets the prerequisite standard for energy performance as 10% upgrade in energy efficiency with new buildings and 5% in existing buildings in relation to the baseline building, defined by a standard. We think that the problem lies not in the inadequate structure or grading methodology, but standards set low, which can be modified through their revision. The problem of miscarried performance is also related to inadequate control during the construction process, because there is no on-site assessment, since rating systems are voluntary based. It is here where strict legislation and procedures that control the construction process are put into effect. We can presume that rating system implementation can contribute to the development of current legislative, and vice-versa. Also, there are thoughts that laws and stipulations will always be backward when compared to the actual market possibilities for obtaining maximum energy efficiency. [2] These claims can be interpreted as a characteristic of rating systems to motivate high-performance design through creating a competitive market atmosphere.

The fact that certification process is increasing building costs (not just certification fee, but also costly best practice solutions) cannot be disputed. However researches have shown validity of the certification costs with regard to financial benefits on the market. The results of a first research of the economic validity of the green building certification building characteristics, renting and sales costs (conducted by CSEM10) show that project certification pays off [6], but only when the market is developed in a way that there is a demand and consciousness for sustainable building aspects.

### 3. ASPECTS OF LEED IMPLEMENTATION IN SERBIA

Among previously mentioned contradictories regarding rating systems, we identify several key issues which can be crucial for possibilities of LEED implementation in Serbia. First of all is the cost of the certification process, including but not limited to certification fee, but also all the design and non- design best practice solutions that enable achieving of points in certain category (commissioning, energy modeling, increased ventilation etc.). There is also a question of defining relevant codes: local, international or those valid in the U.S. This problem can be defined as a problem of internationalization of LEED (or any other standard aiming to become international), which can also affect the price of certification, if all testing and approving (of materials, systems, building components...) would have to be done outside local institutions. Solving this issue can contribute to the development of missing or updating of relevant local codes. Materials and Resources credit category may be illustrative on this issue. Because of the necessary documentation giving information about the applied materials (regarding the whole life cycle of a material) which is not commonly available in the local building industry, it will be very hard for first projects pursuing LEED to obtain relevant credits. However, this may lead to the development of local building industry towards green building practices. If not, it may redirect demand for “green” materials outside the local resources, which would be a highly negative effect, opposed to the aim of encouraging local industry, addressed through the concept of regional materials usage (which also need to be redefined in local conditions, because 500miles- 800km in European scale is hard to be considered regional).

Our conclusion is that green building rating systems, including LEED, could trigger the development of local sustainable building industry, but only if increased investment costs can give a measurable pay-back in a real time period. “Green” buildings need to be recognized as valuable properties which can achieve higher prices on the real-estate market, add marketing value and achieve better performance throughout usage (operating costs, energy efficiency, employee and residents well being). This indicates that interest in this kind of certification is predominantly directed towards projects such as exclusive office or retail buildings, government buildings, significant institutional buildings etc. There is still a need for an effective means for basic certification of the majority of new construction projects, which is expected with introduction of Energy Passports for buildings.

### LITERATURE

- [1] Cole, R.: “ Building Environmental Assessment Methods: A measure of Success”, Int. Electr. J. Construct, Special Issue on the Future of Sustainable Construction, 2003, pages 1-2
- [2] Bauer, M., Mosle, P., Schwarz, M.: “ Green Building- Guidebook for Sustainable Architecture”, Springer- Verlag, Berlin, 2010, page 15
- [3] Stevanović, S.: “Kritički osvrt na LEED sistem ocenjivanja održivosti arhitekture komercijalnih enterijera”, Arhitektura i Urbanizam, 29, 2010, pages 30-43
- [4] Gordon, H.: “Sustainable design goes mainstream, in Guy, S., Moore, S (ed): Sustainable Architectures: Cultures and Natures in Europe and North America”, Spon Press, New York, 2005, pages 1-12
- [5] Addington, M.: “ Energy, Body, Building: Rethinking Sustainable Design Solutions”, Harvard Design Magazine 18, 2003, page 4
- [6] Eichholtz P., Kok N., Quigley J.M.: “Working Paper CSEM WP 192: Doing Well by Doing Good? Green Office Buildings”, Center for the Study of Energy Markets, 2009

*Danijela Milovanović Rodić<sup>1</sup>, Aleksandra Nenadović<sup>2</sup>, Ksenija Lalović<sup>3</sup>*

## **OBNOVA SELA: TRAGANJE ZA INSTRUMENTIMA JAČANJA SOCIJALNOG KAPITALA**

### **Rezime**

Bez obzira na usvojene programe i strategije razvoja ruralnih područja, sela Srbije i dalje nestaju. Sistem upravljanja i planiranja razvojem je nedovoljno osetljiv za lokalne specifičnosti i nedovoljno osetljiv i podsticajan za lokalne inicijative. Društvene mreže mogu značajno da utiču na podsticanje građanskih inicijativa ruralnih zajednica u Srbiji, odnosno na razvoj socijalnog kapitala seoskih područja. Podržavanje razvoja društvenih mreža je adekvatno i potencijalno veoma efektivno, naročito kada su u pitanju sela Srbije, u cilju kvalitetnijeg upravljanja održivim razvojem.

### **Ključne reči**

Obnova sela, socijalni kapital, društvene mreže, održivi razvoj.

## **VILLAGE RENEWAL: LOOKING FOR INSTRUMENTS TO STRENGTHEN SOCIAL CAPITAL**

### **Summary**

Regardless of the adopted programs and strategies for development of rural areas, villages in Serbia continue to disappear. Development management and planning system is not sufficiently sensitive to local peculiarities and sufficiently sensitive and supportive to local initiatives. Social networks can significantly affect the encouragement of civic initiatives in rural communities in Serbia and the development of social capital in rural areas. Supporting the development of social networks is appropriate and potentially very effective, especially when it comes to the villages of Serbia, in order to better manage sustainable development.

### **Key words**

Village renewal, social capital, social networks, sustainable development.

---

*1 Mr, asistent, dipl.inž.arh., Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/2, Srbija, danstev@afrodita.rcub.bg.ac.rs*

*2 Mr, asistent, dipl.inž.arh., Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/2, Srbija, aleksandra@arh.bg.ac.rs*

*3 Mr, docent, dipl.inž.arh., Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/2, Srbija, ksenija.lalovic@gmail.com*

## 1. UVOD

Društveno-ekonomske tranzicija, koncentracija ekonomske i političke moći u nekoliko centara, monopolizam, orijentacija spoljne trgovine ka uvozu i dampingu, utiču na propadanje domaće proizvodnje u Srbiji, a naročito poljoprivredne. Uočljivi su pad primanja zaposlenog stanovništva, porast nezaposlenosti, nestajanje srednje klase i osiromašenje širokih slojeva stanovništva. Na najvećoj površini nacionalne teritorije zastupljena je intenzivna depopulacija, nepovoljna demografska struktura, znatno slabija infrastrukturna opremljenost i slabo razvijena privreda. Jaz između kvaliteta života u gradskim i seoskim naseljima je u kontinuiranom porastu. Seosko stanovništvo, u potrazi za novim opcijama i većom mogućnošću izbora, napušta sela i naseljava rubna područja gradova. Preostalo seosko stanovništvo, zapleteno u tradicionalne obrasce ponašanja i mišljenja, postaje sve manje sposobno za održavanje minimuma uslova neophodnih za kvalitetan život i privređivanje.

Srbija je formalno prihvatila evropski model ruralnog razvoja [1,2]. Planovi, programi, strategije i zakoni su usklađeni sa evropskim razvojnim planovima. Pored toga, Srbija poseduje razvijen sistem institucija i organizacija zaduženih za upravljanje razvojem, te su za različite razvojne aspekte zadužena brojna ministarstva i veliki broj Agencija, Fondova, Kancelarija i organa na svim nivoima uprave. Međutim, uprkos tome i uprkos započetim sistemskim promenama političko-ekonomskog sistema, jasnoj slici ključnih razvojnih problema ruralnih područja, usvojenim planovima, strategijama i zakonima za njihovo rešavanje, sela Srbije i dalje polako umiru i nestaju.

Smatramo da navedenom doprinose i anomalije sistema upravljanja razvojem, pre svega nedovoljna osetljivost i propusnost centralizovanog „top down“ sistema upravljanja i planiranja za postojeće lokalne inicijative, i nepostojanje programa za jačanje ruralnog socijalnog kapitala, odnosno osposobljavanja stanovništva da pokreće i preduzima nove inicijative. Ta dva problema su u međusobnoj sinergiji, odnosno međusobno su podstičući i "hrane jedan drugog".

## 2. SELA SRBIJE DANAS

U Srbiji ima oko 4.800 sela, od kojih je veliki broj sa 100 - 500 stanovnika. Sela su često udaljena jedna od drugih, međusobno nepovezana, sa malom gustom naseljenosti, i odlikuje ih usitnjenost poljoprivrednih gazdinstava. Poljoprivreda je preovlađujuća delatnost u većini sela, a usled lošeg pristupa ključnim tržištima robe, informacija i finansijskog kapitala stopa produktivnosti i prihodi gazdinstava su niski.

Poseban problem je starenje stanovništva i smanjivanje procenta aktivnih radnika i mogućnosti za generisanje prihoda. To u kombinaciji sa niskim obrazovnim profilima značajno pogoršava stanje siromaštva u ruralnim područjima u Srbiji, te ruralno poljoprivredno stanovništvo predstavlja najsiromašniju socio-ekonomsku kategoriju u Srbiji. Predviđa se da će za petnaest godina u Srbiji nestati 1200 sela što ilustruje razmere pada vitalnosti sela i seoskog stanovništva<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Ovo je posebno naglašeno u istočnoj, jugoistočnoj i južnoj Srbiji.



Sela se nalaze na marginama razvoja. Neophodne su brojne i korenite promene, koje se tiču pre svega promene strukture i načina poljoprivredne proizvodnje, organizovanja farmi, kontrole kvaliteta, pristupa tržištu, odnosu prema očuvanju životne sredine. Stanje u kojem se nalaze pokazuje da su postojeća institucionalna, organizaciona i planerska podrška ruralnom razvoju neodgovarajuće. Podrška postoji u formalnom smislu i na deklarativnom nivou, koji se u stvarnosti čita u vidu sporog, inertnog, nepodsticajnog, nekomunikativnog i neadaptabilnog sistema, koji za posledicu ima stihijske i neplanske tokove urbanizacije i nestajanje sela. Takvi sistemski problemi su posledica propadanja socijalnog kapitala (Srbije generalno) što se sagledava pre svega u vidu nedovoljnih kapaciteta (saznajnih, delatnih, organizacionih, upravljačkih, za inovaciju i sl.): (a) zaposlenih u institucijama i organizacijama zaduženih za upravljanje razvojem, i (b) civilnog društva.

Uprave različitih nivoa nadležnosti još uvek koriste tradicionalni pristup upravljanju i planiranja razvoja: top-down pristup izrade prostornih i urbanističkih planova sa fiksiranim budžetskim programima infrastrukturnog opremanja i isporuke usluga. Zahvaljujući intenzivnoj međunarodnoj podršci poslednjih desetak godina uvode se nove metodologije i instrumenti (participativno, lokalno strateško i akciono planiranje, IKT podrška i sl.) sa ciljem upoznavanja sa i osposobljavanjem za kolaborativne procese i tranziciju planerskog sistema ka efikasnijem i efektivnijem modelu.

Sa druge strane, produktivni angažman građana po pitanjima lokalnog razvoja je veoma nizak ili ga nema. Jedan od razloga je gubitak i nedostatak poverenja u javne uprave. Nepoverenje se bazira na prethodnim iskustvima i uvećano je formalizmom, nekompetencijom i korupcijom koja je veoma zastupljena na svim upravljačkim nivoima. Takvo upravljanje i planiranje je i doprinelo ozbiljnom padu kvaliteta života i ekonomskih aktivnosti, naročito u seoskim sredinama. Veliki deo stanovništva, nema jasnu svest o sopstvenoj poziciji i mogućnostima, nema dovoljno znanja i nedostaje mu sposobnost za građenje relacija u zajednici i pokretanje inicijativa za dostizanje održivih, trajnih, životnih rešenja za obnovu i unapređenje sela. Stanovništvo Srbije generalno, a naročito seosko, živi čekajući u tzv. "naučenoj bespomoćnosti .. potpuno uvjereni da ih se ništa ne pita i da nikako ne mogu utjecati ni na ishod .., ni na svoju sudbinu uopće" [3]. Od uprava se očekuju odgovori i rešenja za sve probleme: od nalaženja posla, do otkupa i plasmana proizvoda. Sa druge strane, i uprave čekaju i primaju rešenja "odozgo", iz međunarodne zajednice, uslovljene finansijskom i političkom podrškom u procesima integracija. Najveći deo reformi upravljačkog sistema se odvija u skladu sa standardima zemalja iz kojih stižu, putem finansiranih projekata. Rešenja se često prihvataju i ugrađuju bez istinskog razumevanja sistema vrednosti koji stoji iza njih, što iste pretvara u formalna i nedovoljno adaptibilna rešenja za promenljive uslove u lokalima.

### **3. SOCIJALNI KAPITAL: OSNOVNI RESURS ZA RAZVOJ SELA**

Socijalni kapital je koncept kojim se izražava "sposobnost pripadnika jedne zajednice ili grupe da kolektivno deluju radi ostvarenja svojih zajedničkih ciljeva" [3]. Ključni elementi koncepta su mreža, norme, poverenje i aktivan angažman u različitim oblicima udruživanja [4,5]. Razvoj socijalnog kapitala se po mnogim istraživanjima smatra preduslovom održivog razvoja zajednica, odnosno ključnim za povezivanje i angažovanje ostala tri komponente ukupnog teritorijalnog kapitala [6,7]. Po tom konceptu nepoverenje i

pasivnost imaju visoku ekonomsku, političku i društvenu cenu. Kao oblik kolektivne samopomoći, društveni kapital je posebno važan za nerazvijene i siromašne zajednice.

Putnam tvrdi da su mreže građanskih inicijativa ključni faktor u procesu građenja socijalnog kapitala [8]. Društvene mreže sa gustim interakcijama doprinose socijalnom kapitalu kroz podsticanje reciprociteta i pomoću očuvanja informacija o prošlim uspesima ostvarenim kroz saradnju.

Ovaj socijalni fenomen interesno zasnovanog umrežavanja koristi pun potencijal rapidnog širenja društvenih mreža podržanih internet servisima kao što su Facebook, Twitter i drugi. Obzirom na to da internet postaje integralni deo svakodnevnog života u Srbiji, pretpostavka je da on može biti koristan alat za društveno unapređenje kroz širu mrežu ljudi, diseminaciju i razmenu znanja. Može se uočiti pojava određenog broja inicijativa preko virtuelnih mreža, koje su pokrenute sa ciljem unapređenja različitih aspekata ruralnog života [9].

### **3.1. INSTRUMENTI ZA JAČANJE SOCIJALNOG KAPITALA: DRUŠTVENE MREŽE**

Ključnu ulogu u obnovi života na selu i pokretanju održive ruralne ekonomije imaju stanovnici sela. Oni predstavljaju osnovni resurs od čijeg će kvaliteta zavisiti održivost razvoja sela. Pre svega, seosko stanovništvo je potrebno čuti i razumeti, a one koji imaju inicijative podržati u njihovoj realizaciji. Moraju se tražiti novi načini za pružanje stručne, finansijske i institucionalne podrške za podizanje nivoa samoinicijative, samopouzdanja i entuzijazma ruralnog stanovništva, kao zamena za nezainteresovanost, rigidnost, često nestručnost državnih službenika na različitim nivoima uprave. Rapidno rastuće web servisima podržane društvene mreže poseduju veliki potencijal za radikalno menjanje prakse.

Internet je postao integralan deo svakodnevnog života i doprinosi povezivanju ljudi, njihovih znanja i ideja na kvalitativno nov način. Poseban fenomen predstavlja rast tzv. cyber društvenih mreža<sup>5</sup>, koje sve češće imaju za posledicu akcije i intervencije u realnom prostoru. Mreže se mogu razlikovati i po dužini trajanja, intenzitetu komunikacije, načinima na koje se veze između elemenata strukture odvijaju. Kada se najveći deo aktivnosti odvija putem web servisa (što ne isključuje i druge vidove komunikacije) kao što su Facebook, MySpace, Twitter i sl, onda govorimo o cyber društvenim mrežama. Web servisi društvenih mreža su omogućili radikalno nov način i otvorili nove mogućnosti da se ljudi sličnih vrednosnih opredeljenja, interesa i životnih stilova lakše pronađu, uspostave partnerstva i postanu sposobniji za bolju organizaciju i povećanje efikasnosti u ostvarivanju svojih interesa [10-12]. Neki istraživači tvrde da su društvene mreže zasnovane na kompjuterski podržanoj komunikaciji putem interneta zapravo pseudo-zajednice [13] ili da ih treba shvatiti samo kao metafore za zajednice [14]. Iako nema očiglednih razlika između virtuelnih i „lice u lice“ društvenih mreža, u ovom radu se pretpostavlja da su cyber zajednice „stvarne“ zajednice, zato što njihovi učesnici veruju da one to jesu.

Poslednjih godina i u Srbiji se može evidentirati izuzetan porast korisnika različitih internet podržanih društvenih mreža uz bujanje tzv. forum i blogosfere [15]. Motivi pokretanja se razlikuju, od najzastupljenijih "ličnih", do onih posvećenih nekom događaju,

---

<sup>5</sup> Wikipedia: društvena mreža je struktura sastavljena od pojedinca ili organizacija međusobno povezanih "jednim ili više specifičnih tipova međuzavisnosti". Veze među njima mogu biti vrednosti, vizije, ideje, finansijski interesi, prijateljstvo, srodstvo, zajednički interes, finansijska razmena, ili odnosi poverenja, znanja ili prestiža.

stilu života ili brendu. Od značaja za ovo istraživanje je da se mogu identifikovati i primeri društvenih mreža koje su za posledicu imale obnavljanje segmenata života u više ili manje napuštenim seoskim područjima. Njihovi pokretači, motivi, dometi, trajanje i efekti se razlikuju<sup>6</sup>.

Pored povezivanja pojedinaca i organizacija građana, društvene mreže predstavljaju medij, komunikacioni kanal koji se može uspostaviti između građana i uprava i struke, odnosno građana i onih koji su na pozicijama da utiču i imaju moć da menjaju stvari. Moć ovakvih konekcija je mnogostruka. Ne samo što se mogu uspostaviti veze, već je način na koji se to radi takav da se šum u komunikaciji uzrokovan hijerarhijom i odnosima moći smanjuju. Tako je, na primer, uprava Kornvola (Velika Britanija) 2010. godine usvojila Politiku razvoja socijalnih medija. Prepoznali su rast i potencijal korišćenja internet podržanih društvenih mreža kao sredstva komunikacije koji je pristupačan, podržava angažovanje, transparentan je i jeftin. Uprava je procenila da su nove društvene mreže vitalne, široko rasprostranjene, te da poseduju veliki komunikativni potencijal koji se tiče razvoja i može doprineti uspešnijem i kvalitetnijem upravljanju razvojem. Tako se rad uprave može pratiti na Facebook-u, Twitter-u i Vimeo-u<sup>7</sup>. Pored poziva i obaveštenja, informacija o najnovijim događajima i odlukama, dostupni su i video i audio zapisi sastanaka različitih saveta, komisija i odbora. Sastanci se prenose uživo i građani mogu da putem chat-a učestvuju u dijalogu i raspravi o određenim tačkama dnevnog reda. Nakon njihovog održavanja, arhiviraju se i mogu se pregledati, ali i slati komentari i predlozi<sup>8</sup>.

### 3.1.1. Doprinos društvenih mreža socijalnom kapitalu

Društvene mreže doprinose unapređenju socijalnog kapitala na više nivoa:

- **"Gustina" mreža** se povećava, odnosno broj i vrste relacija u okviru jedne zajednice raste usled pojave da su članovi nekih grupa ujedno i članovi nekih drugih, te se broj relacija multiplicira.
- **Razmena informacija i uzajamna podrška** predstavljaju ključni doprinos društvenih mreža socijalnom kapitalu. Mogućnost lakog i brzog uspostavljanja veze sa onima koji dele slične interese doprinosi formiranju interesno baziranih zajednica koje zajedno tragaju za informacijama i rešenjima nekih problema.
- **Reciprocitet.** Ljudi lakše dobijaju podršku kada je grupa velika: jedan akt pomoći, upućen jednom članu, može biti pomoć i onima koju mogu da imaju uvid u nju. Mali akt pomoći, ima za posledicu bolju vitalnost cele grupe.
- **Poverenje** predstavlja ključni deo socijalnog kapitala, a društvene mreže omogućavaju intenzivnu komunikaciju, lako proverljivi i jasan uvid u učešće pojedinaca.

Prema ovome, socijalni kapital raste kada su mogućnosti za građanske inicijative olakšane društvenim mrežama. Društvene mreže povećavaju poverenje i norme reciprociteta, a efekat na socijalni kapital je veći ukoliko se one prepliću sa mrežama „licem

---

<sup>6</sup> <http://meb.ekosela.org/>

<https://www.facebook.com/home.php?ref=hpskip#!/profile.php?id=100000207553828&sk=info>

[http://www.komoraks.co.rs/I\\_mi\\_to\\_mozemo/Kontakt.htm](http://www.komoraks.co.rs/I_mi_to_mozemo/Kontakt.htm)

<sup>7</sup> Twitter: [www.twitter.com/cornwallcouncil](http://www.twitter.com/cornwallcouncil).

Facebook: [www.facebook.com/cornwallcouncilcommunications](http://www.facebook.com/cornwallcouncilcommunications),

Vimeo: [www.vimeo.com/channels/cornwallcouncil](http://www.vimeo.com/channels/cornwallcouncil)

<sup>8</sup> Arhiva webcast-ova na: <http://www.cornwall.gov.uk/Default.aspx?page=24486>, a najava novih na:

<http://www.cornwall.gov.uk/Default.aspx?page=0>

u lice“. Društvene mreže su alat za podsticanje komunikacije među članovima i zatim tokom vremena, norme i poverenje jačaju i socijalni kapital u ovoj zajednici raste.

#### 4. ZAKLJUČAK

Može se zaključiti da je za obnovu sela potrebno pronaći nove, kreativne instrumente (kao dopunu postojećih):

**(1) Unapređenja socijalnog kapitala:** Potrebno je raditi na osnaživanju ruralnog stanovništva za održivo ponašanje: podizanjem svesti i nivoa znanja, te osposobljavanjem za samoorganizaciju, preduzimanje inicijativa i prihvatanja odgovornosti za sopstveni razvoj. Sela i njegove stanovnike je poželjno učiniti manje zavisnim od državnih programa i subvencija, a više od samoinicijativnosti i povezanosti. Društvene mreže mogu značajno da utiču na razvoj socijalnog kapitala i podsticanje građanskih inicijativa ruralnih zajednica u Srbiji i pored trenutno veoma niskog stepena razvijenosti informacionog društva. Neke koristi kojima društvene mreže mogu doprineti i pojedincima i zajednici su: omogućavanje bolje informisanosti; olakšavanje komunikacije; razvoj novih veština i nadgradnja postojećih, pomoć ljudima sa posebnim potrebama, unapređenje isporuke dobara i usluga, kreiranje novih poslova i podsticanje poslovnih aktivnosti, prevazilaženje socijalne ili geografske izolacije, unapređenje socijalnih odnosa i jačanje zajedništva lokalne zajednice. Ovi efekti su međusobno povezani, a neki i međusobno podstičući.

**(2) Unapređenja modela planiranja i upravljanja ruralnim razvojem.** Aktuelni top-down, linearan model kreiranja razvojnih politika u Srbiji je nedovoljno dobar za sve kompleksniji, dinamičniji i nesigurniji razvojni kontekst. Takav način ne daje više dovoljno dobre ili bar ne dovoljno brzo dobre rezultate. Sa druge strane društvene mreže na nov način osvetljavaju dešavanja u društvu i nude dopunu tradicionalnog modela delanja u tom svetu. Dinamične su prirode, omogućavaju sagledavanje problema iz različitih perspektiva i na interaktivan način tragaju za njegovim razumevanjem i delovanjem. Uključuju one kojih se tiče i one koji žele da deluju. Predstavljaju distribuiranu mrežu znanja u kojem su relacije između elemenata bitnije od svakog pojedinačnog elementa ponaosob. Deluju i menjaju se u realnom vremenu. Promene se dešavaju i evidentiraju sa malim vremenskim pomakom. Sistem je kontinuirano izložen proveri i preispitivanju. Takvi sistemi imaju veliku sposobnost adaptacije i evolucije. Stoga se sistem planiranja mora učiniti (između ostalog): (1) Osetljivim i prijemčivim za postojeće lokalne inicijative i lokalne specifičnosti, ali i (2) Podsticajnim za stvaranje novih inicijativa koje imaju visok stepen samoorganizacije i adaptivnosti i razvijen sistem međusobnog učenja. Podršku društvenim mrežama smatramo adekvatnom i potencijalno veoma efektivnom naročito kada su u pitanju sela, jer se radi o uglavnom nepristupačnim područjima, sa lošom infrastrukturom, malim brojem stanovnika, udaljenim domaćinstvima, sa malo socijalnih događaja i prilika za razmenu ideja, iskustava i problema.

#### LITERATURA

- [1] „Strategija prostornog razvoja Republike Srbije 2009-2013-2020“, Republika Srbija, Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Republička agencija za prostorno planiranje, Beograd, 2009

- [2] „Nacionalni program ruralnog razvoja od 2011. do 2013. godine“, Vlada RS, „Službeni glasnik RS“, Beograd, 2011
- [3] A. Alibašić: „Društveni kapital i održivi razvoj“, Zbornik radova Fakulteta islamskih nauka u Sarajevu, br.10, 2005, str. 297-313
- [4] R. D. Putnam: „Bowling alone: America’s Declining Social Capital“, *Journal of Democracy*, 1995a, 6:65-78
- [5] R. D. Putnam: „Tuning In, Tuning Out: The Strange Disappearance of Social Capital in America“, *Political Science and Politics*, 1995b, pp.664-683
- [6] F. Fukuyama: „Social capital, civil society and development“, *Third World Quarterly*, 2001, Vol 22, No 1, pp.7–20
- [7] R. Bolton: „Habermas’s Theory Of Communicative Action And The Theory Of Social Capital“, Meeting of Association of American Geographers, Denver, Colorado, 2005
- [8] R. D. Putnam: „Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern Italy“, Princeton, NJ: Princeton University Press, 1993
- [9] D. Milovanović Rodić, K. Lalović, A. Nenadović: „Virtual social networks as a booster for reaching livable villages: examining Serbian cases“, 47th ISOCARP Congress, Wuhan-China, October 2011
- [10] B. Wellman et al.: „Computer Networks as Social Networks: Collaborative Work, Telework, and Virtual Community“, *Annual Review of Sociology*, 1996, 22(1), pp.213-238
- [11] B. Daniel, R. Schwier, G. McCalla: „Social capital in virtual learning communities and distributed communities of practice“, *Canadian Journal of Learning and Technology*, 2003, 29(3), pp.113-139
- [12] A. Blanchard, T. Horan: „Virtual Communities and Social Capital“, *Social Science Computer Review*, 1998, Volume 16, Issue 3
- [13] L. M. Harasim: „Networlds: Networks as Social Space“, *Global Networks: Computers and International Communication*, Cambridge, MA: MIT Press, 1993
- [14] McLaughlin, L. Margaret, K. K. Osborne, C. B. Smith: „Standards of conduct on Usenet“, *Cybersociety: Computer Mediated Communication and Community*, Thousand Oaks, 1995, pp. 90-111
- [15] „The use of ICT in the Republic of Serbia in 2010: households, individuals, enterprises“, Statistical Office of Serbia, Belgrade, 2011

Napomena:

Rad je rađen u okviru projekta iz Programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period 2011-2014, pod nazivom: Prostorni, ekološki, energetska i društveni aspekti razvoja naselja i klimatske promene – Međusobni uticaji; PPI: Promena klime kao činilac prostornog razvoja naselja, prirodnog predela i pejzaža. Broj projekta TP36035. Projekat finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.



*Danilo Grahovac<sup>1</sup>, Srboľjub Ilić<sup>2</sup>, Miloš Savić<sup>3</sup>*

## **ANALIZA ENERGETSKE SANACIJE POSTOJEĆIH OBJEKATA NA PRIMERU STAMBENOG SOLITERA U BEOGRADU**

### **Rezime**

Ovaj rad se bavi ispitivanjem mogućnosti unapređenja energetskih karakteristika postojećeg stambenog objekta u ulici Vojvode Stepe 120. Objekat je izabran za istraživanje zbog svojih karakteristika – stambeni soliter spratnosti P+21, visine 75 m od nivoa ulice Vojvode Stepe. Unapređenje će se ispitivati u 3 moguća nivoa- zamenom termoizolacije, prozora, kao i upotrebom obnovljivih izvora energije.

### **Ključne reči**

Energija, unapređenje, obnova zgrada, visoki objekti, BIM metodologija projektovanja.

## **EXISTING FACILITIES ENERGY REFURBISHMENT ANALYSIS OF HOUSING SKYSCRAPER IN BELGRADE**

### **Summary**

Ovaj rad se bavi ispitivanjem mogućnosti unapređenja energetskih karakteristika postojećeg stambenog objekta u ulici Vojvode Stepe 120. Objekat je izabran za istraživanje zbog svojih karakteristika – stambeni soliter spratnosti P+21, visine 75 m od nivoa ulice Vojvode Stepe. Unapređenje će se ispitivati u 3 moguća nivoa- zamenom termoizolacije, prozora, kao i upotrebom obnovljivih izvora energije.

### **Key words**

Energy, improvement, housing refurbishment, tall housing, BIM design methodology.

---

*1 Dipl.ing.arh. – M.arch, student doktorskih studija na Arhitektonskom fakultetu, Univerzitet u Beogradu, Bulevar Kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija, danilo.grahovac@arh.bg.ac.rs*

*2 Dipl.ing.arh. – M.arch, student doktorskih studija na Arhitektonskom fakultetu, Univerzitet u Beogradu, Bulevar Kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija, doktornaut@gmail.com*

*3 Dipl.ing.arh. – M.arch, student doktorskih studija na Arhitektonskom fakultetu, Univerzitet u Beogradu, Bulevar Kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija, milosm83@yahoo.com*

## 1. UVOD

Objekat, koji se obrađuje u tekstu je pozicioniran u Beogradu, na Voždovcu, između dve ulice - Vojvode Stepe i Jove Ilića. Objekat, je atipičan za svoju sredinu (stambeni soliter P+21) i odvojen je od ulice Vojvode Stepe pojasom zelenila u širini od 50m, koji čini zasebnu ambijentalnu celinu i takođe štiti stambene jedinice od buke i zagađenja. Na objektu su izraženi istočni i zapadni fasadni frontovi, a na severnoj i južnoj fasadi se nalaze potpuno zatvoreni kalkanski zidovi. Na taj način dobija se dovoljna dnevna insolacija, čiji se potencijal istražuje u daljem radu. Sa obzirom na neiskorišćenost južne fasade u kontekstu stambenog komfora, ona daje mogućnost za korišćenje aktivnih sistema pogodnih za uštedu energije. (ukupna površina južno orjentisane fasade iznosi 600 m<sup>2</sup> i osunčana je tokom cele godine, nudi mogućnost primene solarnih panela). Takođe se kao potencijal u samoj fizičkoj strukturi nameće slobodna krovna površina kao i površine terasa u drugoj zoni objekta koje su pogodne za sisteme aktivne uštede energije. Sa obzirom na samu konstituciju objekta (75m), izbegava se negativan uticaj suseda (zasenčenje, refleksija fasada susednih objekata itd.).

### 1.1. METODOLOGIJA

Metodološki, pažnju treba posvetiti delu energetske analize performansi objekta koje su rađene delom empirijski, izvođenjem formula matematičko-fizičkim putem, delom kroz specijalizovane kompjuterske softvere. Korišćeni su programski paketi „Autodesk“ (AutoDesk), tačnije „BIM“ (BIM) princip projektovanja kao i komercijalni softver kompanije „URSA“ (URSA).

Za potrebe ovog istraživanja korišćeni su, kod BIM simulacije, tri programska paketa iz Autodesk-ove ponude: „AutoCAD 2010“, „Autodesk Revit Architecture 2010“ i „Autodesk Ecotect Analysis 2010“. Za sva tri softvera upotrebljena je studentska licenca koju je Autodesk omogućio autorima kao studentima Beogradskog Univerziteta. Za preliminirane analize korišćena je „privremena“ licenca Autodesk-ovog internet portala „Green Building Studio“ (gbs.autodesk.com), s obzirom da se ovaj portal ne može koristiti pod studentskom licencom.

Za potrebe proračuna termičkih karakteristika omotača, kako površinskih, tako i linijskih, kao i za proračun difuzije vodene pare i toplotne stabilnosti korišćen je program kompanije „URSA“, „Ursa građevinska fizika JUS“, verzija 2.6-0.12.

### 1.2. OPIS, POLOŽAJ I NAMENA OBJEKTA

Namena objekta je stanovanje, plasirano duž grebena ulice Vojvode Stepe u zoni jake gravitacije i velike frekvencije - zoni reonskog centra. Ovaj sadržaj likovno je interpretiran u vidu vertikalno akcentovanih pločastih punktova, koji prate ulicu Vojvode Stepe, a u konkavnoj konfiguraciji - sa horizontalnim i vertikalnim omekšanjima. Na taj način je ostvarena prostorna scena adekvatna značenju tog prostora i događanjima u njemu.

Zbog dobijenog odnosa između visokih objekata i neposrednog zaleđa – bočne padine i porodične izgradnje, visoki objekti su dobili kaskadne anekse koji im daju stabilnost, poduhvataju ih i povezuju sa postojećim zaledem. Po pitanju aneksa pomenuti konkavni delovi objekta mogu se jedino uspešno ostvariti (obzirom na povećanu dubinu i



raspored poprečnih ukrućenja) primenom dupleksa, pristupačnog sa galerija. Aneks je zapravo prihvatio galeriju, zaštitio je i pojačao njenu upotrebljivost- opravdanost.

Visoki objekti zajedno sa meandriranim četveroetažnim objektima čine celinu. Pored razlika u tehnologiji građenja i primeni materijala koji moraju biti prisutne u fizičkom deformisanju ovog ansambla učinjen je napor da se nađu osnove za ostvarenje jedinstvenog izraza.

Saobraćajni pristup je planiran preko saobraćajnice manjeg intenziteta ulice Jove Ilića, koja je povezana sa ulicom Vojvode Stepe i Bulevarom Oslobođenja. Parkiranje je predviđeno na otvorenom parkingu kao i u garažama koje se nalaze u suterenu. Pešački prilazi su predviđeni sa obe strane, iz ulica Jove Ilića i Vojvode Stepe.

Gledajući obim korišćenja objekta u sadašnjem režimu, gde je pretežna namena stanovanje mogu se izvući zaključci o trenutnoj potrošnji energije. Tačnije, objekat koristi energiju za grejanje koju dobija daljinski iz toplane i električnu energiju iz gradske mreže „EDB“-a. Važno je napomenuti da tačnost podataka uzetih kao merodavne iz postojećeg stanja značajno doprinosi tačnosti celokupnih analiza te su tome pristupilo sa najvećom mogućom pažnjom.

## **2. MODELI UNAPREĐENJA KROZ OPTIMIZACIJU I ZAMENU ELEMENATA OMOTAČA**

Za dalju energetska simulaciju kreirani su modeli unapređenja koji predviđaju mere ili skup mera i intervencija kojima bi se moglo postići izvesno smanjenje potrošnje energije za grejanje i hlađenje[1-3]. Ovi modeli baziraju se građevinskim intervencijama kroz kontrolisano ispitivanje unapređenja faktora prolaza toplote (k) kroz pojedine elemente omotača i konstrukcije.

Preloženi modeli su:

Postojeće stanje – detaljnije opisano u prethodnom poglavlju

Termo 5 – dodavanje 5cm termoizolacije na postojeće fasadne zidove

Termo 10 - dodavanje 10cm termoizolacije na postojeće fasadne zidove

Termo 15 - dodavanje 15cm termoizolacije na postojeće fasadne zidove

PVC – zamena postojećih prozora, PVC prozorima sa šestokomornim profilima i dvostrukim termopan staklom 4+12+4mm.

GENEO - zamena postojećih prozora, REHAU GENEIO prozorom sa trostrukim zastakljenjem 4+12+4+12+4mm.

Termo 10 + PVC – dodavanje 10cm izolacije na fasadne zidove i zamena prozora PVC prozorom sa dvostrukim zastakljenjem (zbir modela 3 i 5).

### **2.1. PREGLED OSTVARENIIH „K“ KOEFICIJENATA KROZ MODELE UNAPREĐENJA**

Poznato je da su koeficijenti toplotne provodljivosti „k“ ključ za proračun potrošnje energije svakog pojedinačnog građevinskog elementa [4].

U tabeli 1.1. dat je pregled koeficijenata prolaza toplote kroz elemente konstrukcije koji su obuhvaćeni energetska analizom.

*Tabela 1.1. Pregled koeficijenata prolaza toplote za modele intervencija na objektu Vojvode Stepe br.120, u Beogradu.*

koeficijent prolaza toplote (W/m <sup>2</sup> K )						
	postojeće stanje	termo 5	termo 10	termo 15	PVC	GENEO
<b>zid - fasadni</b>	1.80	1.05	0.74	0.57		
<b>fasadna stolarija</b>	2.90				1.95	0.90

## **2.2. REZULTATI ANALIZE ENERGIJE POTREBNE ZA GREJANJE I HLAĐENJE**

Analize koje slede rezultat su kompjuterske simulacije kroz pakete koji su objašnjeni u prvoj tački ovog poglavlja. Preciznost, odnosno greške ovog metoda, prema autorima i objavljiivačima simulatora su u opsegu 5-10%.

Prva analiza je pregled potrebe za energijom za grejanje i hlađenje objekta za najhladniji i najtopliji dan u godini, prema klimatskim podacima opisanim u poglavlju 1.2.1. za ispitivani objekat u okviru postojećeg stanja. Kompletna analiza je rađena za svaki sat u okviru najtoplijeg i nahladnijeg dana.

Rezultati simulacije pokazuju da je na nižim spratovima razlika dobitaka u letnjem periodu i gubitaka u zimskom u plusu, tj.povoljna imajući u vidu da je moguće akumulirati više energije leti nego što je potrebno zimi, dok je na višim etažama taj odnos izuzetno nepovoljan i potrebna je dodatna energija za postizanje optimalnog stanja. Ovakav rezultat se može objasniti većom izloženošću objekta atmosferskim uticajima (pre svega vetru) na višim etažama, za šta je jedan od razloga i nepovoljna orijentacija objekta prema stranama sveta.

Ovakav rezultat dodatno učvršćuje tezu da su za naše područje energetske potrebe objekata sa većom visinom (iznad 10 spratova) uočljivo veće, kao i da je potrebno pažljivije planiranje orijentacije objekta u fazi projektovanja.

Ostale analize i njihovi rezultati bazirani su na simulacijama već pominjanih modela intervencija i ušteda energije koje je tom prilikom moguće ostvariti.

Rezultati pokazuju da se u okviru postojećeg stanja troši u proseku 182kW energije po metru kvadratnom stana na godišnjem nivou. Evidentno je da je ta potrošnja veća na višim etažama i do 20% nego na prvom spratu. Primena mera intervencija kroz simulirane varijante moguće je ostvariti uštede veće i od 45% kao što se i vidi u modelu 4 i 7. Ipak, primenu nekog od ovih modela treba proveriti i kroz finansijsku analizu, i to pre svega kroz periode otplate inicijalnih troškova samih intervencija.

Ipak rezultat koji je i najvažniji za ovo istraživanje jeste pregled ušteda energije za grejanje i hlađenje po etažama tj.na referentnim nivoima prvog, desetog i dvadesetog sprata. Ti podaci dati su tabeli 2.1.

Tabela 1.6. Pregled ušteda energije za grejanje i hlađenje po stanovima (sever/jug) i etažama (prvi, deseti i dvadeseti sprat)

			<b>I sprat</b>					
			Stan jug	ušteda	%uštede	Stan sever	ušteda	%uštede
simulirane varijante	postojeće stanje	(Wh/m2/god.)	170499	/	/	176654	/	/
	termo 5cm	(Wh/m2/god.)	119914	50585	29.67%	122672	53982	30.56%
	termo 10cm	(Wh/m2/god.)	82161	88338	51.81%	105264	71390	40.41%
	termo 15cm	(Wh/m2/god.)	77739	92760	54.41%	98940	77714	43.99%
	PVC	(Wh/m2/god.)	130103	40396	23.69%	159373	17281	9.78%
	GENEO termo 10 + PVC	(Wh/m2/god.)	128687	41812	24.52%	146009	30645	17.35%
		(Wh/m2/god.)	77739	92760	54.41%	98940	77714	43.99%
			<b>X sprat</b>					
			Stan jug	ušteda	% uštede	Stan sever	ušteda	% uštede
simulirane varijante	postojeće stanje	(Wh/m2/god.)	169828	/	/	176260	/	/
	termo 5cm	(Wh/m2/god.)	119431	50397	29.68%	122106	53982	30.63%
	termo 10cm	(Wh/m2/god.)	103550	66278	39.03%	104652	71390	40.50%
	termo 15cm	(Wh/m2/god.)	97729	72099	42.45%	98391	77869	44.18%
	PVC	(Wh/m2/god.)	151474	18354	10.81%	158771	17489	9.92%
	GENEO termo 10 + PVC	(Wh/m2/god.)	137900	31928	18.80%	145468	30792	17.47%
		(Wh/m2/god.)	97729	72099	42.45%	98391	77869	44.18%
			<b>XX sprat</b>					
			Stan jug	ušteda	% uštede	Stan sever	ušteda	% uštede
simulirane varijante	postojeće stanje	(Wh/m2/god.)	198089	/	/	205853	/	/
	termo 5cm	(Wh/m2/god.)	115692	82397	41.60%	145207	53982	26.22%
	termo 10cm	(Wh/m2/god.)	100601	97488	49.21%	128484	71390	34.68%
	termo 15cm	(Wh/m2/god.)	95111	102978	51.99%	121955	83898	40.76%
	PVC	(Wh/m2/god.)	159571	38518	19.44%	185401	20452	9.94%
	GENEO termo 10 + PVC	(Wh/m2/god.)	158618	39471	19.93%	173667	32186	15.64%
		(Wh/m2/god.)	95111	102978	51.99%	121955	83898	40.76%

Jasno je da su rezultati raznoliki i sa aspekta visinskih razlika i sa aspekta orijentacije stanova prema položaju sveta.

Što se tiče spratnosti, stanovi na prvom i desetom spratu ostvaruu približno iste uštede za iste tipove intervencija (razlike od 1-2%). Najveće uštede su u primeni modela 7. mada model 4. ostvaruje za svega nekoliko procenata manju uštedu energije potrebne za grejanje i hlađenje. Pitanje je da li period isplativosti investicije daje dovoljno fleksibilan rok otplate intervencije u modelu 7. trenutno je od velike važnosti za nastavak ovog istraživanja. Mala razlika između izolacije fasadnih zidova i izolacije sa zamenom prozora objašnjiva je činjenicom da se na fasadama objekta gde su najveći dobici i gubici energije ne pojavljuju fasadni otvori čime se pitanje zamene fasadne stolarije relativizuje na nivo od nekih 20% uštede energije na čitavom objektu, iako ti podaci izrazito variraju s obzirom na spratnost.

Uštede na dvadesetom spratu idu i do 5% razlike u odnosu na niže etaže što je već komentarisno kod pregleda potrebne energije za grejanje i hlađenje za njahladniji, odnosno najtopliji dan.

Što se tiče orijentacije, rezultati su takođe raznoliki. Severni stanovi ostvaruju manje uštede pre svega zbog nedostatka direktnih solarnih zraka sa južne strane. Ipak, razlika se i dalje povećava s porastom visine pa su razlike između južnih i severnih stanova na poslednjem spratu i do 15%.

### 2.3. FINANSIJSKA ANALIZA

Cilj poslednjeg koraka ovog dela rada je da otkrije konkretne mogućnosti i potencijalne benefite predloženih intervencija. U tom smislu, finansijsko-ekonomski aspekt održivosti ili energetske efikasnosti ne sme biti zapostavljen. Ukupna cena intervencija igra važnu ulogu pri samom odlučivanju o mogućim postupcima kod obnove postojećeg stambenog fonda.

Predložen model za proračun finansijske isplativosti bazira se na komercijalnim cenama materijala i radova koji bi trebalo da budu izvedeni, a te cene su proverene i kroz upite komercijalnim izvođačima radova i isporučiocima opreme. Treba imati u vidu da se kod ovakvih intervencija može i treba računati na subvencionisane kredite i razne modele finansijske pomoći lokalnih vlasti, udruženja ili resornih ministarstava.

Ovaj model izračunavanja vremena otplate izvedenih radova i instalirane opreme predviđa minimale kamatne stope od 5% godišnje na dvadesetogodišnji kredit, cenu energije više od sadašnjih, ali cenu koja je prosek u okruženju i donji minimum u većini evropskih država i minimalni mogući životni vek instalirane opreme i ugrađenih materijala.

Rezultati su dati u tabeli 1.7.

*Tabela 2.2. Cena modela unapređenja i periodi otplate sa preglednom drugih finansijskih parametara*

	termo 5	termo 10	termo 15	PVC	GEN EO	termo 10 + PVC	
površina elementa (m2) zidovi	2280	2280	2280			2280	
površina elementa (m2) prozori				2800	2800		2800

cena intervencije na elementu (€/ m2)	15.0	35.0	50.0	80.0	200.0	35.0	80.0
ukupa cena intervencije (€)	34200	79800	114000	224000	560000	798000	224000
minimalni životni vek intervencije (godina)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
godišnja cena intervencije u životnom veku (€)	1710.0	3990.0	5700.0	11200.0	28000.0	3990.0	11200.0
						52.3	147.0
godišnja cena po stanu sa 5% kamate (€)	22.4	52.3	74.8	147.0	367.5	199.3	
<b>ukupna cena po stanu (€)</b>	<b>448.8</b>	<b>1047</b>	<b>1496</b>	<b>2940</b>	<b>7350</b>	<b>3987</b>	
ostvarena prosečna ušteda energije po m2 godišnje (kWh)	62.00	78.00	84.00	25.00	34.00	85.00	85.00
ostvarena ukupna ušteda energije godišnje (kWh)	434000.00	546000.00	588000.00	175000.00	238000.00	595000.00	595000.00
prosečna očekivana cena kWh	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
godišnja ušteda (€)	43400.00	54600.00	58800.00	17500.00	23800.00	59500.00	59500.00
<b>godišnja ušteda po stanu (€)</b>	<b>542.50</b>	<b>682.50</b>	<b>735.00</b>	<b>218.75</b>	<b>297.50</b>	<b>743.75</b>	
<b>period otplate (godina)</b>	<b>0.80</b>	<b>1.53</b>	<b>2.03</b>	<b>13.04</b>	<b>24.70</b>	<b>5.36</b>	

### 3. ANALIZA I REZULTATI SOLARNE ANALIZE I MOGUĆE PRIMENE PV MODULA

#### 3.1. METODOLOGIJA

Kao i kod termalnih analiza, suština pristupa istraživanju potencijala instaliranja fotonaponskih modula za proizvodnju električne energije bazira se na simulaciji pomoću specijalizovanih kompjuterskih programa. U ovom slučaju korišćen je program softverske kuće „Velasolaris“, pod nazivom „PolySun“, verzija 5.6. Licencu za rad proizvođač je omogućio autorima kao istraživačima i studentima doktorskih studija beogradskog univerziteta.

Za ovo istraživanje bilo je pre svega, potrebno definisati položaj i površinu za primenu fotonaponskih modula. Za položaj modula izabrana je cela južna fasada objekta, kao najpovoljnija za postavljanje zbog svoje orijentacije i zbog činjenice da na celoj površini te strane nema fasadnih otvora.

Odlučeno je, da se pored simulacije čistih benefita od instliranja jednog ovakvog sistema, proveriti iskorišćenost i učinak u odnosu na ugao postavljanja panela. Za taj segment izabrani su položaji panela sa modulima od 0, 45 i 90 stepeni. Grafičkom studijom usvojena je maksimalna moguća površina „solarnog polja“ od 498 m<sup>2</sup>.

Za ovu simulaciju korišćeni su paneli, moduli i druga oprema koja je dostupna na tržištu. Tako je za panele izabran „SCHUCO“ S175 SP3 panel, površine 1.30m<sup>2</sup> sa ukupno 360 fotonaponskih modula. Transformator je proizvođača Xantrex GT30 E, proizvođača „Schneider Electric Industries“.

Drugi važni podaci za ovu analizu su geografska širina (44.778°) i dužina (20.474°), kao i meteorološki podaci vezani za prosečnu godišnju temperaturu (12.7°C), ukupno direktno solarno zračenje (1,338.5 kWh/m<sup>2</sup>), kao i ukupno difuzno solarno zračenje (613.6 kWh/m<sup>2</sup>).

### 3.2. REZULTATI

Pre svega, sledi analiza dobitaka od solarne energije na mesečnom nivou za različite položaje panela na južnoj fasadi. Rezultati su dati tabelarno, grafički kao i kao pregled finalne distribucije enerije nakon prolaska kroz panel i transformator.

U ukupnom pregledu rezultati izgledaju ovako:

*Tabela 3.1. Ukupan pregled za sva tri varijantna položaja panela*

	0 stepeni nagib panela	45 stepeni nagip panela	90 stepeni nagib panela
ukupna površina panela sa PV modulima (m <sup>2</sup> )	498.00	498.00	498.00
ukupna nominalna snaga (kWh)	63.00	63.00	63.00
Proizvedena energija jednosmerne struje od modula Q <sub>pvf</sub> (kWh)	70326.00	80971.00	57097.00
Proizvedena energija naizmenečne struje nakon prolaska kroz transformator Q <sub>inv</sub> (kWh)	<b>66574.00</b>	<b>76389.00</b>	<b>53825.00</b>
Gubici energije u transformatoru (kWh / %)	3752 kWh / 5.33%	4582 kWh / 5.65%	3272 kWh / 5.73%
procenat efikasnosti sistema (%)	79.00	78.80	79.90
predviđeni godišnji prinos (kWh/kWp/a)	1056.70	1212.50	854.40
smanjenje emisije CO <sub>2</sub> (kg)	<b>35710.10</b>	<b>40975.10</b>	<b>28871.70</b>

Evidentno je da je položaj sa nagibom panela od 45 stepeni najefikasniji. Razlog tome je i najpribližniji upadni ugao sunčevih zraka koji je za predmetnu lokaciju jednak geografskoj širini.

Gubici energije u prolasku kroz transformator, u procesu konverzije iz jednosmerne u naizmjeničnu struju su u sva tri slučaja oko 5%, a približno je jednak i procenat efikasnosti sistema. Ono što pored ostvarenih neto dobitaka od 75000kWh privlači pažnju je i moguće smanjenje emisije ugljen dioksida više od 40T na godišnjem nivou.

### 3.3. FINANSIJSKA ANALIZA

Konkretno mogućnosti i potencijalne benefite instaliranja aktivnog solarnog sistema prikazani su u ovom delu rada. Ukupna cena instalacije igra važnu ulogu pri samom odlučivanju o mogućim postupcima u procesu odlučivanja o samoj implementaciji sistema.

Predložen model za proračun finansijske isplativosti bazira na povišenim cenama koje važe u većini evropskih zemalja kod ovakvih intervencija. Takođe, moguće je računati na subvencionisane kredite i razne modele finansijske pomoći lokalnih vlasti, udruženja ili resornih ministarstava.

Rezultati su dati u tabeli 3.3.

Tabela 3.3. Analiza perioda otplate

	položaj panela na fasadi		
	0 stepeni	45 stepeni	90 stepeni
cena sistema(€) *	45000.00	45000.00	45000.00
projektovano vreme rada sistema (godina)	20	20	20
projektovana inflacija (%)	2.00	2.00	2.00
kamate (%)	3.00	3.00	3.00
uračunato povećanje cene energije za period rada sistema (%)	5.00	5.00	5.00
projektovana cena energije (€ / kWh) **	0.10	0.10	0.10
godišnja ušteda energije (€)	<b>6,657.36</b>	<b>7,638.90</b>	<b>5,382.50</b>
cena energije iz solarnog sistema (€ / kWh)	0.14	0.12	0.17
vreme otplate (godina)	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>11</b>

\* Cena sistema po povlašćenim cenama

\*\* Očekivana komercijalna cena električne energije

Prosečna ušteda za čitav objekat procenjena je na oko 7.000,00 evra godišnje prema očekivanim komercijalnim cenama. Period otplate najkraći je za položaj od 45 stepeni, što je i očekivano i iznosi oko 7godina. Naravno, osnovna cena sistema bez subvencija mogla bi

biti veća za čak i do nekoliko puta, ali se sa ovakvim intervencijama treba računati sa mogućnostima povoljnijeg finansiranja.

#### 4. ZAKLJUČAK

Same fizičke karakteristike objekta (široki i otvoreni fasadni frontovi, mogućnost adaptacije postojećih terasa u funkciju staklenika, a bez narušavanja likovnog izraza objekta, zbog urbanističkog i geografskog položaja – maksimalna osunčanost, itd....) pružaju niz različitih intervencija u cilju uštede energije. Usled obima takvog istraživanja i trenutne ekonomske situacije, rad se fokusirao na deo energetske sanacije koje po našem mišljenju najrealnije sprovesti na ovakvoj lokaciji.

Ovo istraživanje testira i pokazuje najisplativiji model energetske sanacije ovakvog objekta. Iz rezultata istraživanja može se zaključiti da je najisplativiji model sanacije gde se koristi termoizolacija debljine 10cm i PVC prozori. Razlog za takav zaključak je to što je vrednost početne investicije takvog modela, po stanu je **3987.38 EUR**, a rok otplate **5.36 godine**.

Takođe, upotrebom PV modula, termičke izolacije i PVC prozora, dobija se kombinacija koja bi u budućnosti mogla da bude najinteresantnija, radi uštede električne energije, ali u ovom trenutku, zbog cene struje na našim prostorima, takva računica ne može da se potvrdi.

Korišćena cena struje nije adekvatna tržišnoj vrednosti struje u Srbiji. Da je korišćena realna cena, testiranje bi pokazalo veoma dugačak period otplate, i samim tim investicija ne bi bila isplativa. Iz tog razloga cena je uvećana za 50% i kao takva, ne odgovara prosečnoj ceni struje u EU, ali pokazuje pozitivne rezultate u smislu roka otplate investicije.

#### LITERATURA

- [1] M. Jovanović-Popović, D. Ignjatović, „Koncept metodologije struktuiranja građevinskog fonda sa aspekta energetske optimizacije“ u Energetska optimizacija zgrada u kontekstu održive arhitekture – faza 1 – Analiza strukture građevinskog fonda, Arhitektonski fakultet, Beograd, 2003. str. 1-24.
- [2] A. Krstić, A. Bogdanov, „Formiranje baze podataka o građevinskom fondu u Beogradu i Srbiji“ u Energetska optimizacija zgrada u kontekstu održive arhitekture – faza 1 – Analiza strukture građevinskog fonda, Arhitektonski fakultet, Beograd, 2003. str. 59-76.
- [3] A. Radivojević, „Iskustva i pravci razvoja standarda iz oblasti termičke zaštite kod nas i u svetu“ u Energetska optimizacija zgrada u kontekstu održive arhitekture – faza 1 – Analiza strukture građevinskog fonda, Arhitektonski fakultet, Beograd, 2003. str. 99-125.
- [4] Smeits, „Pravila proračuna toplote potrebne za grejanje zgrada“, U Posebno izdanje časopisa „KGH“, Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije, Beograd, 1995.
- [5] M. Gorgolewski, Energy Efficient Renovation of High – Rise Buildings, Applied Energy 53, 1996, Elsevier Science Limited, UK. 1996. Pp 365-382.



*Dragana Jeremić<sup>1</sup>, Aleksandra Kostić<sup>2</sup>, Lidija Đokić<sup>3</sup>*

## **TEHNO-EKONOMSKI EFEKTI UPOTREBE FLUO CEVI POSLEDNJE GENERACIJE**

### **Rezime**

U osvetljenju unutrašnjih prostora često se koriste svetiljke sa fluo cevima. Efekti primene novih tehnologija u oblasti proizvodnje fluo cevi i predspojnih uređaja analizirani su u okviru studije slučaja koja je obuhvatila prostorije različitih veličina i namene, i to: kancelariju, supermarket, učionicu i industrijsku halu. Iz sprovedene tehnno-ekonomske analize može da se zaključi da za prostorije manjih dimenzija najekonomičnije rešenje predstavljaju svetiljke sa T5 fluo cevima koje rade sa elektronskim balastima. Kod prostorija većih dimenzija neophodna je detaljna tehnno-ekonomska analiza da bi se izvršio izbor između T5 fluo cevi i T8 fluo cevi sa elektronskim balastom.

### **Ključne reči**

Fluo cevi, elektronski balast, tehnno-ekonomski efekti, ušteda električne energije.

## **THE TECHNO-ECONOMIC EFFECTS OF THE APPLICATION OF FLUORESCENT LAMPS OF THE LATEST GENERATION**

### **Summary**

Luminaires with fluorescent lamps are frequently used for interior lighting. The effects of the use of new technologies in manufacturing fluorescent lamps and ballasts are analyzed through a case study which included the following four indoor spaces: an office, a supermarket, a classroom and an industrial space. The techno-economic analysis showed that for small spaces the best effects can be achieved with T5 fluorescent lamps accompanied by electronic ballasts. For large spaces it is necessary to go through a detailed techno-economic analysis in order to choose between T5 fluorescent lamps and T8 fluorescent lamps with electronic ballast.

### **Key words**

Fluorescent lamps, electronic ballast, techno-economic effects, electricity savings.

---

*1 Dipl. inž. el. - Master, Danteova 56, Beograd, galle@verat.net*

*2 Dipl. inž. arh. - Master, istraživač-pripravnik, Arhitektonski fakultet u Beogradu, Bul. kralja Aleksandra 73, aleksandrakostic-aki@hotmail.com*

*3 Dr, dipl. inž. arh, vanredni profesor, Arhitektonski fakultet u Beogradu, Bul. kralja Aleksandra 73, lidija@arh.bg.ac.rs*

## **1. UVOD**

Oblast osvetljenja, a pogotovo oblast unutrašnjeg osvetljenja, pruža mogućnosti za najveće uštede električne energije. Upotreba kompakt-fluo i LED izvora svetlosti, korišćenje dnevne svetlosti, upotreba dimera, primena senzora za detekciju prisustva osoba u prostoriji, projektovanje režima dežurnog osvetljenja, pravilan izbor nivoa osvetljenosti i kombinacija opšteg i lokalnog osvetljenja omogućavaju uštede električne energije koje prevazilaze čak 80%. [1-2]

U osvetljenju unutrašnjih prostora često se koriste svetiljke sa fluo cevima. Efekti primene novih tehnologija u oblasti proizvodnje fluo cevi i predspojnih uređaja analizirani su u okviru studije slučaja koja je obuhvatila prostorije različitih veličina i namene.

## **2. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE FLUO CEVI POSLEDNJE GENERACIJE**

Primenom najnovijih tehnologija, razvijene su fluo cevi prečnika 16mm, koje nose oznaku T5. One predstavljaju poslednju generaciju fluo cevi sa trikomponentnim prahom. Trenutno imaju najveću svetlosnu iskoristivost od svih fluorescentnih izvora svetlosti. Uz to, rade sa elektronskim balastima, tako da svetiljke sa T5 fluo cevima karakteriše najveća energetska efikasnost u unutrašnjem osvetljenju. [3]

### **2.1. ELEKTRONSKI PREDSPOJNI UREĐAJI (BALASTI)**

Neke od prednosti elektronskih balasta u odnosu na elektromagnetne su:

- nepostojanje buke i treperenja svetlosti,
- skoro trenutno startovanje fluo cevi bez treperenja,
- mogućnost regulacije svetlosnog fluksa (u specijalnoj izvedbi),
- visoka svetlosna iskoristivost sistema fluo cev – balast, itd.

### **2.2. EKONOMSKI ASPEKTI PROJEKTOVANJA INSTALACIJE OSVETLJENJA**

Troškovi instalacije osvetljenja dele se na početne (investicione) i troškove eksploatacije. Početni troškovi obuhvataju troškove nabavke i instaliranja opreme, dok troškovi eksploatacije obuhvataju troškove za utrošenu električnu energiju i troškove održavanja (pranja svetiljki i zamene izvora svetlosti, odnosno elemenata predspojnih uređaja). Pošto navedeni troškovi nastaju u različitim vremenskim periodima, moraju se svesti na isti vremenski trenutak (obično je to kraj perioda eksploatacije). To se vrši primenom tzv. metode aktuelizacije troškova, koja preračunava troškove nastale u jednom vremenskom trenutku (periodu) na drugi vremenski trenutak (period). [1]

### 2.3. TEHNO-EKONOMSKA KOMPARACIJA VARIJANTNIH REŠENJA OSVETLJENJA SA FLUO CEVIMA

U cilju tehno-ekonomske analize, pomoću koje se mogu pokazati efekti upotrebe fluorescentnih cevi poslednje generacije, urađena je komparacija varijantnih rešenja, dobijenih kako primenom T5 fluo cevi, tako i upotrebom T8 fluo cevi u varijantama sa oba tipa predspojnih uređaja. Poređenje je urađeno na primerima osvetljenja četiri različite prostorije: kancelarije, školske učionice, industrijskog prostora i supermarketa.

Pre samog proračuna osvetljenja, bilo je potrebno definisati relevantne parametre prostorije, kao što su dimenzije, visina radne ravni, faktori refleksije, faktor održavanja i namena, koja određuje nivo osvetljenosti. Nivo osvetljenosti predstavlja bitan podatak pri proračunu osvetljenja, koji za svaku od razmatranih prostorija mora imati približno istu vrednost pri proračunima sa različitim tipovima fluo cevi i balasta. Dimenzije i parametri potrebni za analizu dati su u tabeli 1.

Tabela 1. Vrednosti relevantnih parametara za sve četiri prostorije

Tip prostorije	Kancelarija	Supermarket	Učionica	Industrijski prostor								
Dimenzije	6x4x3 m	50x40x4,5 m	12x8x4 m	40x20x5 m								
Visina radne ravni	0,85 m	0,85 m	0,85 m	0,85 m								
Koeficijent održavanja	0,8	0,8	0,8	0,72								
Nivo osvetljenosti	500 lx	750 lx	500 lx	300 lx								
Faktori refleksije: tavanica/zidovi/pod	0,7	0,7	0,1	0,7	0,5	0,1	0,7	0,5	0,1	0,3	0,3	0,1

Prilikom proračuna osvetljenja posmatranih prostorija korišćene su svetiljke savremenog dizajna sa opalnim kapama ili rasterima. [4]

#### 2.3.1. Tehno-ekonomski pokazatelji osvetljenja analiziranih prostorija

Rešenja osvetljenja dobijena primenom programskog paketa DIALux prikazana su u tabeli 2, u kojoj su:

- Esr - pogonski nivo osvetljenosti dobijen proračunom,
- P - snaga svetiljke, koja uključuje i snagu balasta, i
- Puk - ukupna instalisana snaga osvetljenja u prostoriji.

Tabela 2. Zbirni podaci o osvetljenju posmatranih prostorija

	Tip svetiljke	Izvor svetlosti	Svetlosni fluks (lm)	EEl klasa balasta	Broj svetiljki	Esr (lx)	P (W)	Puk (W)
Kancelarija	ORIEN 4x18	Lumilux T8 18W/840	1350	B2	2x2=4	545	26	416
	ORIEN 4x18	Lumilux T8 18W/840	1300	A2	2x2=4	524	19	304
	ORIEN 4x14	Lumilux T5 14W/840	1200	A2	2x2=4	545	17	272
Školska učionica	ORIEN 2x36	Lumilux T8 36W/840	3350	B2	3x4=12	513	43	1032
	ORIEN 2x36	Lumilux T8 36W/840	3200	A2	3x4=12	490	36	864
	ORIEN 2x28	Lumilux T5 28W/840	2600	A2	3x5=15	527	32	960
	ORIEN 2x35	Lumilux T5 35W/840	3300	A2	3x4=12	537	39	936
Supermarket	ARCO 4x18	Lumilux T8 18W/840	1350	B2	21x22=462	765	26	48048
	ARCO 4x18	Lumilux T8 18W/840	1300	A2	21x22=462	737	19	35112
	ARCO 4x14	Lumilux T5 14W/840	1200	A2	21x23=483	767	17	32844
	ARCO 4x21	Lumilux T5 21W/840	1900	A2	18x16=288	726	24	27648
	ARCO 4x24	Lumilux T5 24W/840	1750	A2	17x19=323	750	26	33592
Industrijski prostor	TITAN 2x58	Lumilux T8 58W/840	5200	B2	6x8=48	333	67	6432
	TITAN 2x58	Lumilux T8 58W/840	5000	A2	6x8=48	320	55	6160
	TITAN 2x49	Lumilux T5 49W/840	4300	A2	7x8=56	321	55	6160
	TITAN 2x54	Lumilux T5 54W/840	4450	A2	7x8=56	331	60	6720
	TITAN 2x80	Lumilux T5 80W/840	6150	A2	5x8=40	328	88	7040

Tehno-ekonomski pokazatelji razmatranih instalacija osvetljenja, određeni za uobičajeni period eksploatacije od 20 godina, stopu aktuelizacije od 6% i cenu električne energije od 0.05 (\*), 0.10 (\*\*) i 0.15 (\*\*\*) €/kWh, predstavljeni su tabelarno. Zbog nedostatka prostora, ovde je jedino priložena tabela 3, koja se odnosi na osvetljenje kancelarije. Ona sadrži podatke o ukupnoj utrošenoj električnoj energiji u periodu od 20 godina, kao i o početnim i ukupnim troškovima svđenim na kraj perioda eksploatacije. Tabela 4 sadrži procentualne uštede postignute upotrebom T5 fluo cevi i elektronskih balasta.

Tabela 3. Ekonomski pokazatelji instalacije osvetljenja kancelarije

KANCELARIJA	T8 – CCG	T8 - ECG	T5 - ECG
	4x18 W	4x18 W	4x14 W
pn - stopa aktuelizacije	0,06	0,06	0,06
Tv - period eksploatacije	20	20	20
ni-ukupan broj svih izvora u prostori	16	16	16
n1-broj izvora po svetiljci	4	4	4
I-cena investicionog materijala (€)	15	15	15
S-cena jedne svetiljke (€)	46	55	84
R-godišnji troškovi čišćenja po svetiljci (€)	6	6	6
L-cena jednog izvora(€)	1,3	1,3	2,7
W-troškovi zamene jednog izvora (€)	10	10	10
tG-godišnji period korišćenja instalacije osvetljenja(€)	2500	2500	2500
tL-vek trajanja izvora (h)	5000	10000	16000
P - snaga svetiljke (kW)	0,026	0,019	0,017
a - cena električne energije (€/kWh) *	0,05	0,05	0,05
a - cena električne energije (€/kWh) **	0,1	0,1	0,1
a - cena električne energije (€/kWh) ***	0,15	0,15	0,15
<b>Ukupna utrošena električna energija za vreme perioda eksploatacije (kWh)</b>	<b>20800</b>	<b>15200</b>	<b>13600</b>
<b>Početni troškovi instalacije osvetljenja svedeni na kraj perioda eksploatacije (€)</b>	<b>783</b>	<b>898</b>	<b>1270</b>
<b>Ukupni troškovi instalacije osvetljenja svedeni na kraj perioda eksploatacije (€) *</b>	<b>6910</b>	<b>4844</b>	<b>4572</b>
<b>Ukupni troškovi instalacije osvetljenja svedeni na kraj perioda eksploatacije (€) **</b>	<b>8822</b>	<b>6242</b>	<b>5822</b>
<b>Ukupni troškovi instalacije osvetljenja svedeni na kraj perioda eksploatacije (€) ***</b>	<b>10735</b>	<b>7640</b>	<b>7073</b>

Tabela 4. Procentualna ušteda ostvarena primenom T5 fluo cevi i elektronskih balasta na primeru kancelarije

UŠTEDA U PROCENTIMA(%)	T5 14W ECG / T8 18W CCG	T5 14W ECG / T8 18W ECG
<i>Ukupna utrošena električna energija</i>	34,62	10,53
<i>Početni troškovi instalacije osvetljenja</i>	-62,30	-41,43
<i>Ukupni troškovi instalacije osvetljenja *</i>	33,84	5,63
<i>Ukupni troškovi instalacije osvetljenja **</i>	34,01	6,73
<i>Ukupni troškovi instalacije osvetljenja ***</i>	34,11	7,42

### 3. ZAKLJUČCI

Na primeru kancelarije može da se zaključi da po pitanju utrošene električne energije najbolje rezultate pokazuju T5 fluo cevi. Ušteda iznosi čak 35% ako se poređenje izvrši sa rešenjem osvetljenja realizovanim pomoću T8 fluo cevi i elektromagnetnih balasta. Zatim, može da se vidi da su investicioni troškovi najveći u slučaju primene fluo cevi nove generacije, koji su oko 62% veći u odnosu na one koji karakterišu primenu T8 fluo cevi sa elektromagnetnim balastima. Međutim, zbog manje potrošnje elektronskog balasta i veće svetlosne iskoristivosti fluo cevi T5-14W, tokom eksploatacionog veka ukupni troškovi instalacije osvetljenja kancelarije manji su u slučaju primene T5 fluo cevi (u poređenju sa T8 fluo cevima sa elektromagnetnim balastom ušteda iznosi oko 34%).

Iz ove analize može da se zaključi da fluo cevi poslednje generacije predstavljaju energetski efikasne izvore svetlosti i najbolje rešenje za osvetljenje kancelarija i njima sličnih manjih prostorija.

Na primeru učionice može da se zaključi da u poređenju sa standardnim T8 fluo cevima sa elektronskim balastima T5 fluo cevi ne nude nikakve prednosti. Iako je ukupna snaga izvora sa balastom manja u slučaju primene fluo cevi T5 (28 W) nego ako se primene fluo cevi T8 (36 W), zbog većeg broja svetiljki veća je potrošnja, a i investicioni i ukupni troškovi. Dakle, može da se zaključi da najekonomičnije rešenje za osvetljenje učionica i njima sličnih prostorija predstavljaju T8 fluo cevi sa elektronskim balastom.

I u analiziranom primeru industrijskog prostora najekonomičnije rešenje predstavljaju T8 fluo cevi sa elektronskim balastom. Pošto su investicioni troškovi za rešenja sa T5 fluo cevima i do 180% veći u odnosu na rešenja sa standardnim fluo cevima, fluo cevi poslednje generacije ne predstavljaju ekonomično rešenje za osvetljenje industrijskih prostora visine do 7m, malih faktora refleksije, manjih faktora održavanja, itd.

Na primeru supermarketa, zbog velikih dimenzija prostorije, bolje mogu da se sagledaju pozitivni efekti upotrebe T5 fluo cevi nego u slučaju kancelarijskih prostorija. Za proračun osvetljenja su upotrebljene fluo cevi T5-HE od 14W i 21W, kao i fluo cevi T5-HO od 24W. Upotrebu fluo cevi od 21W i 24W karakteriše dosta manji broj svetiljki od broja svetiljki sa T8 fluo cevima snage 18W, zbog čega se može ostvariti ušteda čak i u investicionim troškovima. I ušteda električne energije je velika (iznosi do 42%). Zbog

navedenih razloga, u slučaju upotrebe T8 fluo cevi značajno su veći i ukupni troškovi instalacije osvetljenja (do 59%).

Analiza svih primera pokazuje da različite cene električne energije nemaju veliki uticaj na procentualnu uštedu ukupnih troškova.

Iz sprovedene tehno-ekonomske analize može da se zaključi da za kancelarije i ostale prostorije manjih dimenzija najekonomičnije rešenje predstavljaju svetiljke sa T5 fluo cevima koje rade sa elektronskim balastima. Kod prostorija većih dimenzija neophodna je detaljna tehno-ekonomska analiza da bi se izvršio izbor između T5 fluo cevi i T8 fluo cevi sa elektronskim balastom, koje su uvek ekonomičnije od onih sa elektromagnetnim balastom.

## LITERATURA

- [1] M. Kostić: " Vodič kroz svet tehnike osvetljenja ", Minel-Schreder, Beograd, 2000.
- [2] L. Đokić: " Osvetljenje u arhitekturi – zahtevi i smernice za projektovanje ", Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2007.
- [3] Indoor and Outdoor Lighting, katalog kompanije OSRAM, 2008/2009.
- [4] Katalog svetiljki firme BUCK, Beograd, 2008.

Napomena: U radu je predstavljen deo rezultata istraživanja realizovanih u okviru projekta TR36038: Razvoj metode izrade projektne i izvodačke dokumentacije instalacionih mreža u zgradama, kompatibilne sa BIM procesom i relevantnim standardima, koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke, RS.





*Filip Kanački<sup>1</sup>*

### **UDEO I ZNAČAJ INSTALACIONIH RAZVODA U PROJEKTOVANJU PASIVNIH I NISKOENERGESTKIH ZGRADA**

#### ***Rezime***

U uvodnom delu referat definiše osnovne terminološke konvencije sa prikazom kako principi energetske efikasnosti utiču na modifikovanje konvencionalnih metoda u procesu projektovanja, te uvećavaju značaj instalacija. Glavni deo referata se fokusira na uloge i značaj pojedinačnih instalacionih razvoda (KGH, vodovod...), način i primenu alternativnih izvora energije (solarna, termalna...) i analitični prikaz zastupljenosti i značaja svakog pojedinačnog razvoda. U završnom delu je prikazana njihova komparativna analiza kako bi se došlo do zaključka koji instalacioni razvodi igraju bitnu, a koji manje bitnu ulogu po pitanju energetske efikasnosti u zgradarstvu.

#### ***Ključne reči***

Energetska efikasnost, alternativni izvori energije, razvodi instalacija.

### **INSTALLATION DISTRIBUTION SHARE AND IMPORTANCE WITHIN PASSIVE AND LOW-ENERGY BUILDINGS DESIGN**

#### ***Summary***

Introduction defines basic terminology and shows energy efficiency principles influence in modification of existing design methods and installation importance increase. The body is focused on contribution and importance of particular installation distribution systems (HVAC, plumbing...), alternative energy resources application (solar, thermal...) and analytic review of each particular system. Conclusion brings their comparative analysis resulting in estimation of which particular installation distribution systems are more and which are less important regarding building energy efficiency.

#### ***Key words***

Energy efficiency, alternative energy resources, installation distribution.

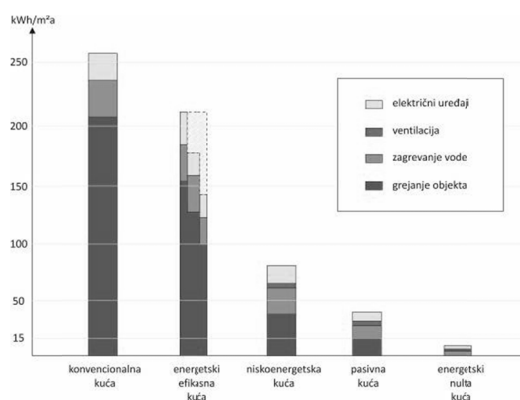
---

*1 M.Arch, Bratstva jedinstva 115, 11211 Beograd, Srbija, [filip@pasivnakuca.rs](mailto:filip@pasivnakuca.rs)*

## 1. ENERGETSKA EFIKASNOST – TERMINOLOŠKE ODREDNICE

Rapidno uvećanje značaja energetike u sektoru zgradarstva najčešće rezultira tvrdnjama da je dobra termoizolacija i adekvatno zastakljenje nužan preduslov da bi se energetska efikasnost realizovala. Premda je to tačno, često se zaboravlja ili se stavlja u drugi plan da to zavisi i od klimata i da je takođe neophodno sprovesti i kompleksan sistem instalacija koji će takvu efikasnost podići na viši i realno proračunljiv nivo. U vezi sa tim neophodno je naglasiti da je termin *energetske efikasnosti* izuzetno neprecizan i da se često poistovećuje sa terminima *zelene, bioklimatske ili održive arhitekture* premda etimološki ali i društveno oni predstavljaju ipak različite kategorije.

Kada se govori o energetske efikasnosti zgrada fokus je na tehničkom rešenju i niskoj potrošnji energije potrebne za eksploataciju zgrade dok zelena arhitektura pretpostavlja društvenu reakciju na povećanu emisiju gasova staklene bašte proisteklog iz građevinskog fonda [1]. Bioklimatska arhitektura počiva na osnovnim principima i faktorima koji se tiču odnosa između živih organizama i klimata, što se u praksi najčešće ispoljava kroz oblik i materijalizaciju zgrade i najčešće je vezana za toplije klimate [2] dok se za termin održivosti, prema definiciji Bruntlanške komisije iz 1987. godine, navodi zadovoljavanje trenutnih potreba bez ugrožavanja potreba u budućnosti i to je u uskoj i isprepletoj vezi sa energijom, ekologijom i ekonomijom [3]. Dok zelena, bioklimatska i održiva arhitektura počivaju na kombinacijama različitih neuniformnih kriterijuma i disciplina, te ih je teško valorizovati i još teže upoređivati, energetska efikasnost se lako može valorizovati preko potrebne energije izražene u jedinici snage po definisanom prostoru i vremenu za koje je ona potrebna (kod zgrada najčešće kWh/m<sup>2</sup>a – kilovat-sat po metru kvadratnom godišnje i odnosi se na potrebe za grejanja, ukoliko nije drugačije naglašeno). Iako sličnih karakteristika, sve navedene kategorije se suštinski razlikuju prema osnovnom cilju koji treba da ostvare.



Slika 1. Klasifikacija energetske efikasnosti kuća (izvor: autor)

U vezi sa tim postoji i nekoliko termina koji nazivima determinišu nivo efikasnosti zgrada – *niskoenergetske*, potrošnje do 30kWh/m<sup>2</sup>a, *pasivne*, potrošnje do 15kWh/m<sup>2</sup>a i *energetski nulte zgrade*, bez potrošnje energije odnosno kojima nije potrebna druga energija do one koju same proizvedu kako bi bile upotrebljive. Za zgrade većih potrošnji se može reći da su *energetski efikasne* ali se lako može ući u špekulaciju jer je potrošnja od

75kWh/m<sup>2</sup>a efikasna u odnosu na potrošnju od 150kWh/m<sup>2</sup>a koja je efikasna u odnosu na regionalni prosek iako troši 10 puta više od pasivne kuće. Zbog toga je neophodno definisati kriterijume i egzaktne podatke (u ovom slučaju potrošnju u kWh/m<sup>2</sup>a) kako bi se izbegla mogućnost obmane nestručne javnosti.

## **2. INSTALACIJE U PASIVNIM I NISKOENERGETSKIM ZGRADAMA**

Pošto termini pasivne i niskoenergetske kuće dolaze iz centralnoevropskog klimata primarni aspekt energetske efikasnosti je vezan za potrebe grejanja zgrade. Uloga instalacionih razvoda je da obezbedi racionalnu i efikasnu distribuciju toplotne energije unutar objekta, bez ugrožavanja higijenskih uslova ili komfora. Zahvaljujući dobroj toplotnoj izolaciji i akumulaciji jedanput zagrejan objekat zadržava povoljne karakteristike komfora tokom dalje upotrebe [4]. Esencijalno za efikasnost predstavlja to da razvodi toplotne energije treba da se nalaze unutar termičkog omotača objekta (TOO) što rezultira utroškom unutrašnjeg prostora (volumena) i što može zakomplikovati proces projektovanja prevashodno kada su u pitanju dimenzionalna analiza i estetski aspekti enterijera. Delove instalacionih razvoda koji se nalaze van TOO treba svesti na minimum i propisno izolovati.

## **3. POJEDINAČNI INSTALACIONI RAZVODI**

U sklopu KGH sistema kod pasivnih i niskoenergetskih zgrada mogu se izdvojiti dva bitna razvoda instalacija – za ventilaciju sa rekuperacijom (vazduh kao radni fluid) i za grejanje/hlađenje (tečna supstanca kao radni fluid). Učešće mehaničke ventilacije sa povraćajem toplote najčešće je neophodno radi postizanja pasivnog standarda ali treba imati na umu da je gotovo nemoguće samo na taj način rešiti problem grejanja u objektu a zadržati povoljna energetska svojstva. Učešće obnovljivih izvora energije (OIE) u mehaničkoj ventilaciji je marginalizovano ali i opravdano usled niske potrošnje.

### **3.1. MEHANIČKA VENTILACIJA**

Kada se koristi rekuperator ili kompaktna jedinica, za uređaj je potrebno nameniti oko 1m<sup>3</sup> prostora sa adekvatnim pristupom radi montaže odnosno održavanja, kao i srazmerno dimenzionisane razvode kroz objekat. U zavisnosti od proračuna moguće je koristiti i rekuperatore manjih dimenzija koje je moguće ugraditi u spušteni plafon. S obzirom da je kod niskoenergetskih i pasivnih kuća preporuka dimenzionisati čistu visinu na 2,5m ventilacioni razvodi se u tim slučajevima izvode putem maskiranih kanala koji poprimaju izgled greda sa ventilacionim klapnama.

Takođe je moguće koristiti ventilacione kanale položene u zemlju čija svrha je predgrevanje vazduha dovedenog do rekuperatora. Oni se nalaze van objekta i, ukoliko se ventilaciona jedinica nalazi unutar TOO, potrebno je predvideti optimalnu dužinu unutar njega kako bi se postigao viši stepen efektivnog povraćaja toplote. U tom slučaju je potrebno nameniti deo unutrašnjeg volumena objekta razvodu, u skladu sa proračunom.

U vezi sa ventilacijom je izuzetno bitan aspekt zaptivenosti objekta jer u suprotnom sistem mehaničke ventilacije neće biti efikasan. On se sprovodi putem *blower-door* testa koristeći indikatorski gas ali za taj proces se koriste privremene instalacije te one ne igraju

značajnu ulogu u projektovanju i izvođenju. Takođe, pri upotrebi mehaničke ventilacije ne treba zanemariti i problem radona jer se on može nepovoljno odraziti na zdravstvene uslove prostora koji se koristi [5]. Prirodna ventilacija koja se vrši preko otvaranja prozora mora uvek postojati kao mogućnost ali će se njenom suvišnom upotrebom, a zanemarivanjem mehaničkog sistema, javiti povećana potrošnja energenata. Budući da potrošnja objekta zavisi i od ponašanja korisnika naivno je očekivati da se može garantovati niska potrošnja uz nerazumno ponašanje tokom upotrebe.



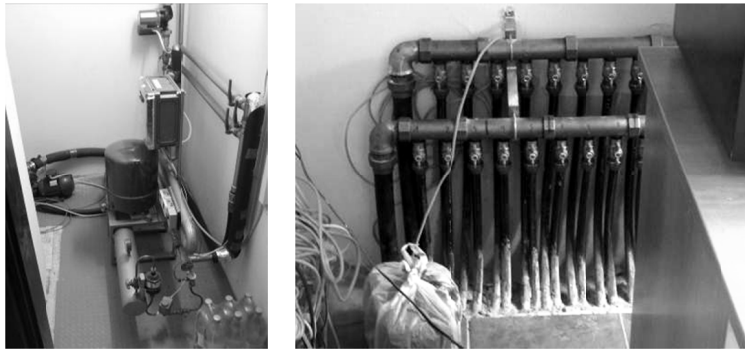
*Slike 2 i 3. Kompaktna jedinica i razvod ventilacije u stambenoj kući u Beču (izvor: autor)*

### **3.2. GEOTERMALNA TOPLOTNA PUMPA**

Sistem grejanja odnosno hlađenja putem geotermalnih toplotnih pumpi (GTP) počiva na kolektorima (horizontalnim ili vertikalnim) položenim u zemljište pri objektu i ispunjenim radnim fluidom koji sakupljenu toplotu zemljišta transportuje do jedinice toplotne pumpe koja je dalje sprovodi na unutrašnji razvod grejanja/hlađenja. Izbor kolektora počiva na prostornim i finansijskim mogućnostima i u tesnoj je vezi sa geološkim uslovima lokacije objekta – dok horizontalni zahtevaju veliku površinu, vertikalni kolektori su po pravilu skuplji zbog troškova bušotina čija dubina varira od 30 do 300m [6]. Kada je u pitanju upotreba OIE, sistem GTP predstavlja rešenje jednako popularno kao i solarni sistemi za pripremu tople vode (PTV), ostvarujući velike energetske uštede.

Za jedinicu toplotne pumpe je potrebno izdvojiti otprilike isto prostora koliko i za jedinicu mehaničke ventilacije – oko  $1\text{m}^3$  (u zavisnosti od primenjenog rešenja). Poželjno je da se jedinica nalazi unutar TOO i da ima što kraće instalacione razvode. Zbog efikasnosti koeficijenta performansi jedinice toplotne pumpe, najčešće se primenjuje niskotemperaturno grejanje što znači da temperatura radnog fluida u unutrašnjim razvodima iznosi najčešće oko  $30^{\circ}\text{C}$ . Kao najpodobniji izbor rešenja grejanja u ovakvom sistemu pokazalo se površinsko (najčešće podno). Radi postizanja efikasnijih rezultata ono se može kombinovati i sa radijatorskim, ali je takvo rešenje podobnije ukoliko postoji priključak na mrežu daljinskog grejanja, i ukoliko postoje izdašna finansijska sredstva. Površinsko rešenje poput zidnog grejanja zahteva postavljanje grejnih registara u unutrašnje završne slojeve zidova što ne zauzima značajan prostor ali iziskuje pažnju tokom korišćenja prostorija kako ne bi došlo do oštećenja. Takav razvod nalikuje električnim instalacijama i bušenje zida bez prethodne provere tačne pozicije razvoda može bespotrebno zakomplikovati sitnu intervenciju u enterijeru (npr. prilikom postavljanja polica ili kačenja slike). Sa druge strane, zidno grejanje se ispostavlja kao dobro rešenje ukoliko se koriste

ekološka rešenja koja pretpostavljaju korišćenje blatnih maltera pa se razvodi lako mogu montirati prilikom nanošenja završnih unutrašnjih slojeva. Treba napomenuti da površinski sistemi grejanja ne podrazumevaju da su svi zidovi obloženi grejnim registrima već samo pojedini zidovi ili pojedini delovi zidova, u skladu sa termotehničkim proračunom.



*Slike 4 i 5. Jedinica toplotne pumpe i razvod podnog grejanja sopstvene proizvodnje i montaže – stambena kuća u Šimanovcima (izvor: autor)*

### **3.3. PRIPREMA TOPLE VODE (PTV)**

Najčešći i najpraktičniji vid upotrebe OIE za PTV se sastoji od solarnih vakuumskih kolektora koji prikupljaju toplotnu energiju čiji je izvor sunce te je putem internih razvoda dopremaju i skladište u bojleru. Ovakav sistem se takođe popularno naziva i *solarni bojler*. Kolektorski paneli se montiraju na osunčanu površinu, tipično na krovu južne orijentacije i nagiba približnog geografskoj širini na kojoj se zgrada nalazi. Razvod do skladištenja toplotne energije treba da je u što manjoj meri van TOO i da je propisno izolovan. Dimenzije razvoda su slične vodovodnim tako da ih je relativno lako izvesti a ne zauzimaju značajan prostor. Ovakvi sistemi se često koriste potpuno autonomno i najčešće zadovoljavaju potrebe, čak i u klimatima koji nemaju visoku učestalost osunčanja tokom zimskih meseci. Pored toga, pojedini proizvođači nude opcije sa električnim grejačima tako da je isporuka tople vode zagarantovana bez obzira na uslove, ali uz povećanu potrošnju energije. Rešenje koje je pogodnije sa aspekta energetske efikasnosti i upotrebe OIE je povezivanje ovakvog sistema na GTP sistem koji mu može isporučiti dopunsku energiju kada on nije u stanju da je prikupi, naročito tokom noći kada su potrebe za grejanjem prostorija manje, a povećane za jutarnje potrebe tople vode.

### **3.4. HLADNA VODA I KANALIZACIJA**

U pasivnim i niskoenergetskim kućama razvodi hladne vode se tretiraju kao izvor gubitka toplotne energije zato što je akumuliraju i zato što je ponekad potrebno zagrejati hladnu vodu na 10°C radi optimalne upotrebe. Pored toga, radi preciznosti proračuna energetske bilansa zgrade, takođe se proračunava i broj vodokotlića kao i pretpostavljeni broj dnevnih ispiranja [7]. Osim toga, svi postojeći principi su ostali isti.

Kanalizacioni odvodi takođe su zadržali svoja prethodna rešenja te nema promena ili dodataka koji bi uticali na drugačiji pristup projektovanju ili izvođenju. Toplotna energija koja se odvodi preko njih se zanemaruje u proračunu zato što se već u odvodima koji se

nalaze unutar TOO ili u neposrednom okruženju objekta vrši dovoljna emisija koja kompenzuje moguće energetske gubitke.

### 3.5. ELEKTROINSTALACIJE

Električne instalacije ne zauzimaju značajan prostor, osim ukoliko ne postoje sistemi za njihovu proizvodnju (agregati) ili skladištenje (akumulatori). Pasivne i niskoenergetske kuće najčešće pretpostavljaju isporuku el. energije putem distributivne mreže svedenu na minimum. Međutim, ukoliko se koriste mikro-kogeneracione stanice onda je potrebno nameniti im adekvatan prostor koji se, po pravilu, nalazi van TOO.

Prilikom upotrebe solarnih fotonaponskih panela treba se držati principa proizvodnje el. energije potrebne za funkcionisanje uređaja koji ne moraju biti priključeni na daljinsku mrežu – tipičan primer je proizvodnja el. energije potrebne za cirkulacionu pumpu u GTP sistemu ili sisteme mehaničke ventilacije. Takođe treba izbegavati konverziju električne u toplotnu energiju zbog razlike u gubicima koji se javljaju prilikom tog procesa.

Druga rešenja koja uključuju elektroinstalacije se često zasnivaju na *bus sistemima* koji ne zauzimaju bitan prostor. Međutim, premda su korisnički paneli za njih sitni detalji u enterijeru, njihova pozicija je bitna jer mora biti lako dostupna. Na taj način korisnici mogu da utiču na rad svih ostalih sistema u zgradi ukoliko nisu zadovoljni sistemskim podešavanjima (povećanje/smanjenje temperature i ventilacije i sl.).

## 4. ZAKLJUČAK

Ako se za ventilacione razvode može reći da zauzimaju najviše volumena unutar zgrade, onda se za GTP sistem može reći da igra značajnu ulogu kada je u pitanju upotreba OIE. Upotrebom ostalih sistema i/ili kombinovanjem sa daljinskim sistemima količina instalacionih razvoda u zgradi se najmanje udvostručuje. Zauzimanje prostora i mogući uticaj na organizaciju komplikuju projektovanje ali se korist može ogledati u povećanom komforu i povratu investicije – naročito u eri energetske krize. Projektantske dovitljivosti na nivou oblika i orijentacije zgrade mogu uticati na nivo energetske efikasnosti, ali precizan proračun energetskog bilansa zgrade nužno zahteva detaljne podatke o svim razvodima instalacija, naročito onim koji se tiču distribucije toplotne energije. Uz aspekte građevinske fizike tek tada je moguće izvesti i projekat potrošnje zgrade i valorizovati njenu energetska efikasnost.

## LITERATURA

- [5] J.Yudelson: " Green Building A to Z ", New Society Publishers, Canada, 2007, pages: 219
- [6] R.Hyde: " Bioclimatic Housing: Inovative Design for Warmer Climates ", Earthscan Publications, UK and USA, 2008, pages: 400
- [7] R.Hastings, M.Wall: " Sustainable Solar Housing ", Earthscan, UK and USA, 2007, pages: 292
- [8] N.Barker, K.Steemers: " Energy and Environment in Architecture ", Taylor & Francis Group, USA and Canada, 2005, pages: 168
- [9] R.Edwards: " Handbook of Domestic Ventilation ", Elsevier Ltd, 2005, Great Britain, pages: 257
- [10] M.Bauer, P.Mösle, M.Schwarz: " Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture ", Springer-Verlag, Heidelberg, 2010, pages: 208
- [11] W.Feist, R.Pflugger, B.Kaufmann, J.Schnieders, O.Kah: " Projektovanje pasivnih kuća: PHPP 2007 SRB ", Centar Pasivna Kuća, Novi Sad, 2011, strana: 19

*Goran Ćirović<sup>1</sup>, Marina Nikolić Toaplović<sup>2</sup>, Snežana Mitrović<sup>3</sup>*

### **SANITARNE PROSTORIJE SA ASPEKTA EVROPSKOG KONCEPTA PRISTUPAČNOSTI**

#### ***Rezime***

Evropski koncept pristupačnosti objekata i opreme je novi pristup u organizovanju prostora. Dizajn i prostor koji zadovoljava potrebe svih korisnika a ne samo dela populacije. Ovo načelo traži da se standardi i dimenzije prostora i opreme reviduju i učine prihvatljivim odnosno održivim. U tom smislu su sanitarne prostorije kao prostor prisutan u svim objektima bitne a njihove dimenzije i oprema su od ključnog značaja za razmatranje jeste li objekat održiv ili ne, odnosno jeste li objekat prihvatljiv za sve korisnike prostora.

#### ***Ključne riječi***

Univerzalni dizajn, sanitarne prostorije, pristupačnost, održivost.

### **SANITARY FACILITIES FROM THE ASPECT OF EUROPEAN ACCESSIBILITY CONCEPT**

#### ***Summary***

The European concept of accessibility of facilities and equipment is a new approach to organizing space. The design and space should meet the needs of all users not only of a part of the population. This principle requires that the standards and dimensions of space and equipment are revised and made acceptable i.e. sustainable. In this sense, sanitary facilities as spaces are present in all major venues and their dimensions and equipment are essential for the consideration whether the venue is sustainable or not, namely whether the facility is acceptable to all space users.

#### ***Keywords***

Universal design, sanitary facilities, accessibility, sustainability.

---

*1 Dr, profesor, Visoka građevinsko-geodetska škola, Hajduk Stanka 2, Beograd, Srbija, cirovic@sezampro.rs*

*2 Mr, viši predavač, Visoka građevinsko-geodetska škola, Hajduk Stanka, 2, Beograd, Srbija, marinatopnik@gmail.com*

*3 Dr, profesor, Visoka građevinsko-geodetska škola, Hajduk Stanka 2, Beograd, Srbija, szmitroz@sezampro.rs*

## 1. PRISTUPAČNOST OBJEKATA OSOBAMA SA POSEBNIM POTREBAMA

Na osnovu procene EUROSTATATA oko 10% populacije se može svrstati u kategoriju osoba sa invaliditetom. Procena je da u Srbiji živi oko 800.00 osoba sa invaliditetom. Prema Zakonu o sprečavanju diskriminacije koji je u Srbiji usvojen 2006 godine, osobe sa invaliditetom su osobe sa urođenom ili stečenom fizičkom, senzornom intelektualnom ili emocionalnom onesposobljenošću koje usled društvenih ili drugih prepreka nemaju mogućnosti ili imaju ograničenje da se uključe u aktivnosti društva na istom nivou sa drugima, bez obzira na to da li mogu da ostvaruju pomenutu aktivnost uz upotrebu tehničkih pomagala ili službi podrške.<sup>4</sup> Pod terminom „diskriminacija” se podrazumeva svako pravljenje razlike ili nejednako postupanje.

Osim osoba sa invaliditetom u kategoriji osoba sa posebnim potrebama svrstane su i osobe starosti preko 65 godina što je prema proceni EUROSTATATA oko 32% ukupne populacije. U kategoriji starih osoba kao mlađe stari, srednje stari i stari stari u zavisnosti od zdravstvenog stanja, stila života i navika takođe imamo različiti nivo sprečenosti u obavljanju aktivnosti. U kategoriju osoba sa posebnim potrebama se mogu svrstati i trudnice, zatim roditelji sa bebi kolicima kao i deca.

Stoga se može postaviti pitanje: ”Koliki je procenat onih kojima je uskraćeno korišćenje izgrađenog prostora”? Na slici 1 su prikazane različite kategorije osoba sa posebnim potrebama.



Slika 1. Osobe sa posebnim potrebama<sup>5</sup>

## 2. EVROPSKI KONCEPT PRISTUPAČNOSTI

Evropski koncept pristupačnosti (EKP) polazi od principa održivosti, odnosno izgrađeno okruženje treba da omogući svim pojedincima da se razvijaju kao ličnosti. Pri projektovanju i izgradnji prostora treba uzeti u obzir raznolikost stanovništva. Stoga izgrađeno okruženje sa svim svojim elementima i komponentama, treba da bude tako osmišljeno da svima omogući pristup različitim sadržajima.<sup>6</sup> Sa Evropskim konceptom pristupačnosti se otpočelo 1985 godine, na zahtev Evropskog biroa za rad u korist osoba sa invaliditetom, sa namerom da se izrade kriterijumi za standarde pristupačnosti. Formiranje pravilnika se pokazalo kao izuzetno složen posao u čijem je radu učestvovao veliki broj

<sup>4</sup> Sl glasnik RS 33/2006

<sup>5</sup> F.Aragall, i EuCAN.: " Evropski koncept pristupačnosti-2003 ",(18)

<sup>6</sup> Evropski koncept pristupačnosti -2003. st.18



stručnjaka za ovu problematiku pa je prva verzija priručnika objavljena 1990 godine a 1996 izmenjen je i objavljen kao Evropski koncept pristupačnosti. Revidirani EKP je usvojen 2003 godine pod nazivom Evropski koncept pristupačnosti - EKP 2003, a načelo održivosti i univerzalni dizajn su postavljeni kao okosnica u projektovanju i opremanju izgrađenog prostora. Na evropskom Komitetu je usvojen izveštaj ekspertske grupe Evropske komisije: 2010 godine Evropa pristupačna za sve.7 Danas seu mnogim zemljama Evrope nastoji da se izgrađeni prostor učini održivim odnosno dostupnim svima.

Pristupačnost objekata, usluga i informacija propisana je Konvencijom Ujedinjenih Nacija o pravima osoba sa invaliditetom. Protokol je usvojen 13.novembra 2006 godine. Konvencija je stupila na snagu 3. maja 2008 godine. Srbija je jedna od 54 zemlje koje su tu konvenciju potpisale.

### **3. ZAKONODAVSTVO U SRBIJI**

Pristupačnost objekata u legislativi Republike Srbije propisana je:

1. Zakonom o sprečavanju diskriminacije osoba sa invaliditetom (Sl. Glasnik RS 33/2006), od 25.04.2006 godine.
2. Zakonom o planiranju i izgradnji (Sl. Glasnik RS 72/2009,81/2009
3. Pravilnikom o uslovima projektovanja i planiranja vezanim za nesmetano kretanje dece, starih, invalidnih i hendikepiranih lica (Sl glasnik RS 18/97). Ovim pravilnikom su propisane potrebne dimenzije prostora, oprema i instalacije u smislu projektovanja objekata koje mogu koristiti i stari, deca i osobe sa invaliditetom.

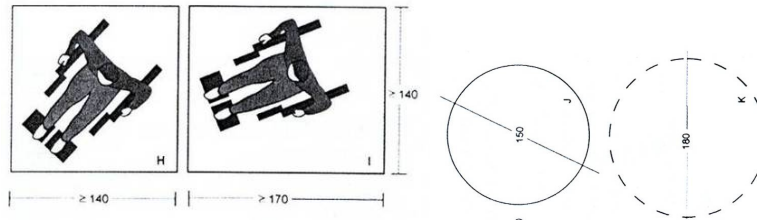
Srbija je potpisnica konvencije UN-a o pravima osoba sa invaliditetom.

### **4. POTREBNE DIMENZIJE PROSTORA**

Kada kažemo za neki objekat da je dostupan osobama sa invaliditetom ili osobama sa posebnim potrebama, pod tim terminom podrazumeva se da se ta osoba sama može kretati kroz objekat bez pomoći neke druge osobe. Samostalnost u kretanju kroz prostor je bitna odrednica za vrednovanje stepena pristupačnosti objekta osobama sa posebnim potrebama. Pristupačnost objekata i njegovih sadržaja u direktnoj je vezi sa prostorom koji treba obezbediti za okretanje invalidskih kolica.

Za obavljanje aktivnosti u okviru otvorenog i zatvorenog prostora potrebno je voditi računa o minimalnim dimenzijama prostora u kome je moguće okrenuti invalidska kolica. Prostor manjih dimenzija neće biti prihvatljiv sa aspekta osobe sa posebnim potrebama. Na slici 2. su prikazane potrebne dimenzije prostora u zavisnosti pod kojim uglom nastavljamo kretanje:

- H – prostor potreban za kretanje pod uglom od 900,
- I - prostor potreban za skretanje pod uglom od 1800,
- J - prostor potreban za skretanje od 900, 1800 i 3600,
- K- prostor potreban za lako skretanje elektromotornim i drugim invalidskim kolicima 1800 i 3600,



Slika 2. Minimalne dimenzije prostora za okretanje invalidskih kolica

Prilikom kretanja kroz prostor osoba treba da bude u mogućnosti da nađe svoje mesto i da na vreme bude upozorena na bilo kakvu prepreku. Sa tog aspekta su slepe i slabovide osobe naj ugroženija kategorija korisnika prostora. Kod slepih i slabovidih osoba se ta komunikacija ostvaruje preko taktilnih staza ili kontrastnih linija u podu (za kategoriju slabovidih) uz pomoć opreme kojom se zvučnim signalima osobe usmeravaju i informišu. Jedan od načina na koji slepe i slabovide osobe primaju informacije o prostoru u kome se nalaze može biti i poruka ispisana Brajevom azbukom na rukohvatu. Na slici 3 su date dimenzije prostora potrebne za slepa i slabovida lica.

Sredstva za informisanje i upozorenje:

S-prostor koji treba da bude obeležen kako bi se upozorilo na predmete koji se nalaze na stazi kretanja.

R- uočljivi znakovi/simboli koji definišu pešačku stazu



Slika 3. Minimalne dimenzije prostora za potrebe slepih i slabovidih lica<sup>2</sup>

Na slici 4 su date visine koje su prihvatljive kao vertikalna prepreka u prostoru kroz koji se ostvaruje komunikacija:

- L- najniži dozvoljeni prostor za glavu,
- M- najniži dozvoljeni prostor u vratima,
- N- prečnik otvora na površinama pešačkih tokova, kao što su mreže ili rešetke,
- P- glatkoća nagazne površine,
- Q- prihvatljiva razlika u nivou poda bez potrebe za posebnim rešenjima

## 5. OPREMA SANITARNIH PROSTORIJA

Razlike u fizičkim sposobnostima i ograničenja kod ljudi treba uzeti u obzir u najvećoj mogućoj meri kako bi se svim korisnicima prostora omogućilo da samostalno





*Slika 7. Oprema sanitarnih prostorija*

## 6. REŠAVANJE TUŠEVA I KADA

Kod postavljanja tuš kabine, zbog razlike u nivou poda i nemogućnosti da se ta vertikalna barijera smostalno pređe poželjno je sam nivo poda u kupatilu rešavati kao jedinstveni prostor u padu ka odvodu slivne rešetke, a u sklopu tuš kabine projektovati banak za sedenje ispod tuša. Osim dimenzija prostora veoma je bitan i odabir opreme. Slika 8.



*Slika 8. Tuš kabine bez vertikalnih barijera<sup>8</sup>*

## LITERATURA

- [1] SI glasnik RS 33/2006,
- [2] F.Aragall, i EuCAN.: "Evropski koncept pristupačnosti-2003", Izdavači koncepta na srpskom jeziku, Novosadsko udruženje studenata sa invaliditetom i Centar "Živeti uspravno", Novi Sad, Godina izdanja 2007, 111
- [3] [www.euco.lu](http://www.euco.lu)
- [4] [www.aco.rs](http://www.aco.rs)

---

<sup>8</sup> [www.aco.rs](http://www.aco.rs)

*Ivan Kostić<sup>1</sup>, Milan Tanić<sup>2</sup>, Slaviša Kondić<sup>3</sup>*

## **MOGUĆNOSTI PRIMENE SISTEMA ZA KORIŠĆENJE SOLARNE ENERGIJE KOD PREDŠKOLSKIH USTANOVA**

### **Rezime**

Principi održivog razvoja ističu značaj korišćenja obnovljivih izvora energije kod arhitektonskih objekata. Aplikacija aktivnih i pasivnih sistema za korišćenje solarne energije postaje značajan princip u arhitektonskom projektovanju i potencijalno dobija sve veći značaj u budućnosti. Rad se bavi specifičnim aspektima primene ovih sistema kod objekata predškolskih ustanova. Sprovedena je analiza mogućnosti i opravdanosti aplikacije sistema za korišćenje solarne energije pri izgradnji novih i rekonstrukciji postojećih objekata, kao i specifičnih arhitektonskih karakteristika predškolskih ustanova koje su značajne za primenu ovih sistema.

### **Ključne reči**

Predškolske ustanove, sistemi za korišćenje solarne energije, arhitektonski objekti.

## **POSSIBILITY OF APPLICATION OF SOLAR ENERGY SYSTEMS IN PRESCHOOL FACILITIES**

### **Summary**

The principles of sustainable development emphasize the importance of using renewable energy sources in architectural structures. Application of active and passive solar energy systems is becoming an important principle in architectural design and is potentially gaining more importance in the future. The paper deals with specific aspects of implementation of these systems in preschool facilities. An analysis of the possibilities and feasibility of application of these systems in the construction of new and reconstruction of existing buildings, as well as specific architectural characteristics of preschool facilities that are relevant to the application of such systems.

### **Key words**

Preschool facilities, solar energy systems, architectural structures.

---

*1 Asistent, dipl.inž.arh., Građevinsko-arhitektonski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš, Srbija, ikostic77@yahoo.com*

*2 Mr, asistent, dipl.inž.arh., Građevinsko-arhitektonski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš, Srbija, tanicmilan@yahoo.com*

*3 Asistent, dipl.inž.arh., Građevinsko-arhitektonski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš, Srbija, skondic555@yahoo.com*

## 1. UVOD

Jedan od najbitnijih aspekata savremenog arhitektonskog projektovanja, a potencijalno i apsolutni imperativ u budućnosti je projektovanje energetske efikasne objekata. Pri tome se ovaj aspekt može razvijati kroz smanjenje gubitaka energije ili kroz korišćenje alternativnih izvora energije, lokalno, u okviru samog objekta ili kompleksa. Kroz adekvatan tretman omotača objekta i povećanje njegove izolacione moći, moguće je uticati na smanjenje gubitaka energije, pa samim tim i na smanjenje potrošnje energije. Sa druge strane, lokalno korišćenje obnovljivih i održivih izvora energije sve više dobija na značaju, naročito u kontekstu održivog razvoja i smanjenja negativnih uticaja na životnu sredinu. Na ovaj način moguće je, bez prevelikih ulaganja, zadovoljiti značajan deo energetske potrebe arhitektonskih objekata, pri čemu je tendencija da se u budućnosti ostvari i njihova potpuna energetska autonomija. „Cilj je da energija bude proizvedena održivim metodama (koje ne zagađuju životnu sredinu) i da energetska potrošnja zgrade bude što manja, odnosno bliža količini energije koju ona proizvede“ [1].

Primena ovih principa pri projektovanju novih ili rekonstrukciji postojećih objekata predškolskih ustanova u potpunosti je u skladu sa savremenim tendencijama i principima održivosti. Pri tome je najpre nužno analizirati arhitektonske karakteristike ovih objekata i identifikovati specifičnosti koje su značajne za implementaciju ovih principa, pre svega za aplikaciju sistema za korišćenje solarne energije. Sa druge strane, neophodno je izdvojiti specifičnosti navedenih sistema koje utiču na mogućnost i opravdanost njihove implementacije kod predškolskih ustanova.

## 2. KLASIFIKACIJA SISTEMA ZA KORIŠĆENJE SOLARNE ENERGIJE I NJIHOVA PRIMENLJIVOST KOD PREDŠKOLSKIH USTANOVA

Opšte je prihvaćena generalna podela sistema za korišćenje solarne energije na pasivne i aktivne.

„Pasivno korišćenje solarne radijacije funkcioniše bez potrebe za tehničkim sistemima. Sama zgrada direktno koristi solarnu energiju koristeći svoju poziciju, geometriju, komponente i materijale“ [4]. Pasivno korišćenje solarne energije može se postići na više načina od kojih su neki: pravilna orijentacija objekta, korišćenje nadstrešnica, brisoleja, pravilno postavljanje otvora, korišćenje Trombovog zida, vodenog zida, staklenih bašti, vazdušnih kolektora, podnih skladišta toplote...

Primena pasivnih sistema kod novoprotjektovanih objekata je svakako moguća, a često u rudimentarnom obliku i primenjivana u praksi zahvaljujući postojećoj normativnoj materiji koja tretira problem orijentacije objekta sa aspekta i u korist optimalnog korišćenja solarne energije. Međutim, kod postojećih objekata kod kojih ta problematika nije tretirana na odgovarajući način mogućnost naknadne implementacije ili unapređenja ovakvih sistema je minimalna. Ovo je posledica uske povezanosti pasivnih sistema sa arhitektonskim rešenjem objekta čija bi izmena zahtevala veći obim rekonstrukcije i velike investicije. Naravno, uvek postoji mogućnost manjih intervencija koje bi omogućile bolje pasivno iskorišćenje solarne energije. Mogući primeri ovakvih rešenja su formiranje novih nadstrešnica ili brisoleja koji bi omogućavali upad sunčevih zraka i zagrevanje prostorija kada je to potrebno, ili ih blokirali i sprečavali pregrevanje prostorija u letnjim mesecima.

„Aktivno korišćenje solarne energije u zgradama danas primarno doprinosi zadovoljavanju potreba za električnom energijom pomoću fotonaponskih ćelija i za toplom vodom pomoću solarnih termalnih kolektora“ [5].

Mogućnost primene aktivnih sistema je veoma velika, i kod novoprojektovanih ali i kod rekonstrukcije postojećih objekata. Fleksibilnost i mogućnost njihove široke primene čine ih veoma pogodnim za korišćenje kod predškolskih ustanova. Pri tome je, zbog relativno velikih potreba za sanitarnom toplom vodom, i njihove relativno niske cene i kratkog perioda isplativosti sistema, primena solarnih kolektora u potpunosti opravdana i poželjna. Sa druge strane, primena fotonaponskih ćelija je, zbog njihove relativno visoke cene i dugog perioda isplativosti investicije još uvek diskutabilna ali se u budućnosti očekuje pojeftinjenje i šira primena ove tehnologije.

### **3. ARHITEKTONSKE PREDISPOZICIJE PREDŠKOLSKIH USTANOVA SA ASPEKTA KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE**

Mogućnosti primene sistema za korišćenje solarne energije kod svakog arhitektonskog objekta, a posebno kod predškolskih ustanova, obuhvataju pre svega pitanja njihove ukupne kompozicije, odnosno pozicije i forme njenih pojedinih delova i s tim u vezi građevinskih karakteristika i završne materijalizacije omotača objekta koji je definiše.

Imajući u vidu specifičnosti funkcionalne organizacije objekata predškolskih ustanova, veoma bitni faktori za postizanje optimalnog zahvata sunčeve energije su:

- pozicija arhitektonskog sklopa,
- razvijenost arhitektonskog plana,
- arhitektonska forma i materijalizacija.

Kako bi se u odgovarajućoj meri iskoristili raspoloživi prirodni resursi i izvori energije, neophodno je sprovesti njihovu analizu još u ranoj fazi planiranja i projektovanja zgrade.

#### **3.1. POZICIJA ARHITEKTONSKOG SKLOPA**

U zavisnosti od godišnjeg doba i vremena u toku dana položaj sunca je različit, pa je zato važno da objekat predškolske ustanove bude lociran i orijentisan na način da zauzme najpovoljniju poziciju u odnosu na putanju kretanja sunca.

Prostorije za boravak dece, kao dominantna funkcionalna celina, u predškolskim objektima, kako svojim načinom grupisanja, tako i pozicijom u odnosu na strane sveta, najdirektnije utiču na formiranje i poziciju celokupnog arhitektonskog sklopa.

U našim geografskim uslovima, najpovoljnija je južna orijentacija prostorija za boravak dece, jer pored odgovarajućeg osunčavanja obezbeđuje povoljan temperaturni režim tokom leta i zime. Pored južne, u obzir eventualno mogu doći jugoistočna i istočna orijentacija. Prednost južne orijentacije ogleda se u činjenici da omogućava veliki interval dnevnog osunčavanja, što je vrlo značajno u zimskom periodu, dok je tokom leta, usled visokog položaja sunca, osunčavanje, a samim tim i zagrevanje prostorija, neuporedivo manje u odnosu na istočnu i zapadnu orijentaciju.

Dakle, pitanje usmeravanje zgrade ili njenih pojedinih delova prema odgovarajućoj strani sveta predstavlja bitan faktor na koji se u procesu projektovanja može uticati.

### **3.2. RAZVIJENOST ARHITEKTONSKOG PLANA**

Na razvijanje i formiranje arhitektonskog plana objekata predškolskih ustanova može uticati čitav niz različitih faktora. Brojni faktori iz domena urbanističkih uslova, u delu programskih zahteva ili karakteristika uže sredine u kojoj se objekat gradi mogu, posredno ili neposredno, odrediti stepen razvijenosti objekta u planu. Međutim, faktor koji najdirektnije utiče na razvijenost objekta u planu jeste njegova spratnost, na čije određivanje u velikoj meri utiče potrebna ili raspoloživa veličina zemljišta u procesu izbora i planiranja lokacije.

U pogledu spratnosti objekata predškolskih ustanova, prema usvojenim higijenskim normama kod nas i u svetu predviđa se najviše prizemlje i sprat (P+1), odnosno prizemlje i dva sprata (P+2) u slučaju prenamene i adaptacije drugih objekata u objekte predškolskih ustanova. Međutim, važi opšta preporuka za izgradnju prizemnih objekata predškolskih ustanova kako iz razloga sigurnosti dece, tako i zbog neposredne veze sa sadržajima na otvorenom prostoru.

Primena prizemnih zgrada doprinosi većoj razvijenoj građevinskoj površini predškolskog objekta, a samim tim i većoj potrebnoj površini lokacije. U tom slučaju, dominantan horizontalni volumen zgrade obezbeđuje znatne kapacitete na nivou krovne površine za smeštaj instalacija i aplikaciju uređaja za prihvatanje sunčevog zračenja. Poželjan je multifunkcionalni tretman krova. „On postaje multifunkcionalna struktura koja, osim što štiti od atmosferskih uticaja, snabdeva toplotnom i električnom energijom, doprinosi prirodnoj ventilaciji i hlađenju zgrade, omogućava prirodno osvetljavanje prostora i zaštitu od sunčevih zraka, snabdeva tehničkom vodom” [1].

pozicioniranje solarnih termalnih kolektora na krovne površine pokazalo se kao optimalno sa aspekta zahvata i iskorišćenja solarne energije [2]. Relativno velika površina krova u odnosu na bruto površinu objekta, kao i stalna potreba za sanitarnom toplom vodom, čine primenu termalnih kolektora apliciranih na krovne površine kod predškolskih ustanova potencijalno veoma isplativom.

Sa druge strane, sa očekivanim povećanjem cene električne energije, koja je u našoj zemlji još uvek veoma niska, kao i sa očekivanim smanjenjem cene fotonaponskih ćelija, očekuje se i masivnija upotreba ovih sistema u budućnosti. Primena fotonaponskih panela, a naročito fotonaponskih folija koje istovremeno imaju funkciju krovnog pokrivača i sistema za proizvodnju električne energije, mogu se u budućnosti pokazati veoma isplativim, čak i sa manjim koeficijentom korisnog dejstva, zahvaljujući velikoj razvijenoj krovnoj površini.

### **3.3. ARHITEKTONSKA FORMA I MATERIJALIZACIJA**

Arhitektonska forma predškolskih ustanova kao njihov zaštitni znak predstavlja jedan od bitnih faktora u projektovanju ove vrste objekata. Poznati su stavovi da bi spoljašnji izgled preškolskih objekata, njihova forma, materijalizacija i primenjeni kolorit, trebalo da odgovara prirodi dečje ličnosti. „Mogućnosti i karakteristike ukupne predškolske sredine koje formulišu razvojne potrebe dece, kao definicija kvaliteta u predškolskom vaspitanju, jednim delom odnose se na kvalitet arhitektonskog projektovanja, odnosno na



kvalitet organizacije i materijalizaciju projektovane fizičke sredine predškolskih prostora.“[3] U slučaju predškolskih objekata, osećanje „toplote“ forme umesto njene institucionalnosti, predstavlja polaznu poziciju u kreiranju okruženja u kome će se deca ovog uzrasta razvijati.

Imajući u vidu namenu preškolskih ustanova, i u tom smislu nivo i karakter ambijentalnih vrednosti koje treba postići, dinamika arhitektonskog izraza podrazumeva „razigranost“ i autentičnost forme, njenu višeslojnu čitljivost ali i vizuelnu harmoničnost, uključivanje različitih tipova materijala i njihovo kombinovanje, svedenu raznolikost i toplinu primenjenog kolorita, kroz asocijaciju na teme sa kojima dete može emotivno da se poveže.

Dakle, zbog pozitivnog uticaja na percepciju dece i njihovog ukupnog doživljaja o objektu u kome će provesti vreme izuzetno bitno za njihov razvoj, trebalo bi posebnu pažnju posvetiti oblikovanju i materijalizaciji prostora za boravak dece. Pored presudnog uticaja na dinamiku arhitektonske forme, prilagođavanje pozicije odgovarajućeg tipa fasadnog omotača po vertikali kod predškolskih ustanova može biti izuzetno korisno i sa aspekta zauzimanja najpovoljnijeg ugla za prihvatanje solarne energije.

#### 4. ZAKLJUČAK

Arhitektonske predispozicije predškolskih ustanova predstavljaju jedan od polaznih uticajnih faktora na koncepciju primene sistema za korišćenje solarne energije. Izdvojene specifičnosti navedenih sistema u odnosu sa osnovnim karakteristikama funkcionalne organizacije objekata predškolskih ustanova definišu poziciju arhitektonskog sklopa, razvijenost arhitektonskog plana i arhitektonsku formu i materijalizaciju kao osnovne faktore koji mogu neposredno uticati na postizanje optimalnog zahvata sunčeve energije.

Mogućnost dominantnog usmeravanja arhitektonskog sklopa predškolskog objekta prema južnoj strani sveta predstavlja faktor koji u sadejstvu sa navedenim sistemima za prihvatanje sunčevog zračenja može značajno uticati na pozitivan energetska bilans zgrade.

Optimalnom zahvatu solarne energije doprinosi specifičnost predškolskih objekata koja se ogleda u šire razvijenom arhitektonskom planu. U smislu odnosa površina za prijem i eksploataciju sunčeve energije, na značaju, dakle, dobija izražen horizontalni volumen objekta, odnosno relativno velika površina krova u odnosu na bruto površinu objekta. Time su omogućeni znatni kapaciteti u nivou krovne površine za smeštaj instalacija i aplikaciju uređaja za prihvatanje sunčevog zračenja. Imajući u vidu potrebe predškolskih ustanova za sanitarnom toplom vodom, primena termalnih kolektora može obezbediti značajnu uštedu električne energije. Takođe, zahvaljujući velikoj razvijenoj krovnoj površini, primena fotonaponskih folija koje istovremeno imaju funkciju krovnog pokrivača i sistema za proizvodnju električne energije, može se u budućnosti pokazati veoma isplativom, čak i sa manjim koeficijentom korisnog dejstva.

Poželjna primena koncepta dinamične arhitektonske forme i materijalizacije u procesu projektovanja predškolskih ustanova pruža značajne mogućnosti za potpuniju aplikaciju sistema za korišćenje solarne energije. Inklinacijom pojedinih partija duž fasadnih ravni stvaraju se uslovi za efikasnu primenu fotonaponskih panela.

Na osnovu definisanih arhitektonskih predispozicija predškolskih ustanova, moguće je težiti konceptu primene sistema za korišćenje solarne energije sa tendencijom da se obezbedi potpuna energetska autonomija.

## LITERATURA

- [1] A. Krstić: " Multifunkcionalne krovne strukture energetski efikasnih zgrada ", Arhitektura i urbanizam, br. 18-19, 2006., str. 34-47
- [2] A. Krstić-Furundžić, V. Kosorić: " Improvement of energy performances of existing buildings by application of solar thermal systems ", Spatium, br. 20, 2009., str. 19-22
- [3] D. Stanković: "Svojstva prostora za boravak u funkciji psihološkog razvoja dece", Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta No.22, Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, 2007, str. 175-180.
- [4] M. Hegger: " From Passive Utilization to Smart Solar Architecture ", in DETAIL Solar Architecture, Strategies, Visions, Concepts, Christian Schittich (Ed.) , Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, München and Birkhäuser – Publishers for Architecture, Basel, 2003., str.13-25.
- [5] U. Eicker: "Solar Technologies for Buildings", John Wiley & Sons Ltd, Chicester, 2003, str. 9

**Napomena:** Rad je realizovan u okviru prve faze nacionalnog naučno-istraživačkog projekta Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu, finansiranog od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije u periodu od 2011-2014.: *Revitalizacija predškolskih objekata u Srbiji – program i metode unapređenja ambijentalnih, funkcionalnih i energetskih kvaliteta (ev.br.036045-rukovodilac naučno-istraživačkog projekta Doc. dr Danica Stanković)*

*Ivana Lukić<sup>1</sup>, Đorđe Nenadović<sup>2</sup>, Vladimir Kovač<sup>3</sup>*

## **VIZUELNI ASPEKT NOĆNIH MAKRO URBANIH SLIKA**

### **Rezime**

U radu se ispituje vizuelni aspekt noćnih makro urbanih slika koji doprinosi poboljšanju celokupnog vizuelnog identiteta grada. Tematika pripada prvenstveno vizuelnom diskursu oblasti urbanog dizajna, tačnije dizajnu urbanog osvetljenja. Za potpuni vizuelni doživljaj grada, pored dnevnih, potrebno je dizajnirati kvalitetne noćne slike koje pružaju mogućnosti drugačijeg i interesantnijeg utiska. Cilj istraživanja je sumirati principe koji tome doprinose. Preporučuje se primena master planova urbanog osvetljenja koji omogućavaju sveobuhvatni pristup i harmoničnu kombinaciju osnovnih principa dizajna urbanog osvetljenja.

### **Ključne reči**

Noćna makro urbana slika, vizuelni aspekt, master plan urbanog osvetljenja.

## **VISUAL ASPECT OF NIGHT MACRO URBAN IMAGES**

### **Summary**

This study analyzes visual aspect of night macro urban images which contribute to improvement of entire visual identity of the city. Theme primarily belongs to area of urban design, precisely to urban lighting design. For complete visual experience of the city, beside daily images, it is necessary to design quality night images which provide possibilities for different and interesting impression. The aim of the study is to summarize the principles that contribute to that. It is recommended to use urban lighting master plans which enable comprehensive access and harmonious combination of basic principles to urban lighting design.

### **Key words**

Night macro urban image, visual aspect, urban lighting master plan.

---

*1 Mr, dipl. inž. arh., asistent, Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd, Srbija, sandil@eunet.rs*

*2 Dipl.inž.arh., asistent, Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd, Srbija, djuk@sezampro.rs*

*3 Master inženjer arhitekture, asistent, Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd, Srbija, kovachshach@yahoo.com*

## **1. UVOD**

Danas, u periodu jake konkurencije među gradovima i njihove želje da prate globalne tokove i promene, kao i velike pokretljivosti ljudi i raznolikih mogućnosti putovanja, postavlja se pitanje kako ostvariti gradski profil koji će omogućiti gradu da ostane u takmičarskim vodama sa drugim gradovima. Obzirom na procvat oblasti vizuelnih komunikacija i sve viših vizuelnih kriterijuma i potreba korisnika urbanih prostora, gradovi koji pretenduju da postanu turistički i poslovni centri i privuku turiste, kupce i ulagače kapitala, sve više vode računa o svojim makro urbanim slikama, tj. panoramama i urbanim siluetama grada ili, u prostornom smislu, većih gradskih celina. Jedna od opcija za prikazivanje grada u 'dobrom svetlu' je planiranje i dizajniranje njegovih noćnih slika [1]. One u velikoj meri utiču na celokupan vizuelni identitet grada.

Tema pripada prvenstveno vizuelnom diskursu oblasti urbanog dizajna, tačnije dizajnu urbanog osvetljenja – disciplini koja postoji sa ciljem da unapredi estetsko-vizuelni kvalitet urbanog prostora [2]. Veza veštačkog osvetljenja i noćnih urbanih slika u vizuelnom smislu otvara i veliki broj tema i pitanja vezanih za oblasti vizuelnih komunikacija, urbane psihologije i urbane estetike. Neke od njihovih postavki će se koristiti u ovom radu ali sveobuhvatni pristup zahteva detaljnija buduća istraživanja.

## **2. ULOGA NOĆNOG OSVETLJENJA GRADA**

Za potpuni vizuelni doživljaj grada važna je mogućnost dvadesetčetvoročasovne vidljivosti grada. Danju je sve vidljivo i sve što je oko nas možemo opisati po obliku, veličini, vrsti materijala, boji, prostornim odnosima. U sumrak, dok još specifični svetlosni izvori nisu uključeni, urbana silueta je najpribližnija njenom tradicionalnom poimanju, tamnoj (skoro crnoj) formi na svetlijem nebu. "Noć bez mesečine čini nas 'slepim' za sve te doživljaje. Postajemo uskraćeni za radost doživljaja boje. Mesečina će pojasniti vidljivost predmetnog sveta oko nas, nesposobna da nam priušti punoću kolorističkog doživljaja našeg okruženja" [3]. "Urbana estetika se ne može zadovoljiti dnevnim pejzažem koji nestaje u sumraku...Potencijali lepote grada u veštačkoj svetlosti su veliki" [4].

Ulično osvetljenje i druge forme urbane rasvete regularno se koriste u gradovima noću kako bi se obezbedili osnovni zahtevi stanovnika i posetilaca: adekvatni nivo osvetljenja koji olakšava orijentaciju i omogućava bezbednost. Ali veštačko osvetljenje se može iskoristiti i za stvaranje osobene atmosfere. Noćna silueta u odnosu na njenu dnevnu sliku, pruža mogućnosti drugačijeg, interesantnijeg i efektnijeg utiska. Kvalitetno noćno osvetljenje makro urbanih celina doprinosi urbanističkim vrednostima grada.

## **3. VIZUELNE PREFERENCE KORISNIKA**

Vizuelne preference makro urbanih slika predstavljaju individualno ili grupno sviđanje ili nesviđanje njihovog vizuelnog izgleda. One su najvažniji 'ocenjivač' estetsko-vizuelnog kvaliteta. Na vizuelne preference utiču fizičke varijable, u ovom slučaju oblik i boje sastavnih komponenti, njihovi prostorni odnosi itd [5].

Empirijsko istraživanje koje je ispitivalo preference korisnika grada na prizore prirode, noćne i dnevne urbane siluete, pokazalo je da su noćne siluete najbolje kotirane, tj. da su najpoželjnije [6]. Od tri istraživanja u tom radu, u prvom, ocenjujući prijatnost, noćne siluete i scene prirode su ocenjene kao prijatnije od dnevnih silueta. One imaju sličnu ocenu prijatnosti. U drugom istraživanju, noćna silueta se pokazala kao ona koju bi ispitanici najradije držali uramljenom u svom stanu ili kancelariji. Najčešće se kao razlog izbora navodi atraktivnost i uzbudljivost. U trećem je vršena procena određenih formalnih elemenata svake scene. Dnevne i noćne siluete su poredene u odnosu na jednostavnost-složenost i kaos-red. Noćne siluete su više kompleksne od dnevnih i u njima je manje reda. Preference teže da rastu sa redom ali su nivoi složenosti i reda kod noćne siluete srednji pa manje reda nije umanjilo preference ispitanika ka njima.

Pored toga što je korisnicima urbanih prostora bitan vizuelni aspekt, oni takođe "preferiraju dizajn osvetljenja koji upotpunjuje i povezuje njegove vizuelne, istorijske i funkcionalne karakteristike" [2].

#### **4. PRINCIPI DIZAJNIRANJA VIZUELNO KVALITETNIH NOĆNIH MAKRO URBANIH SLIKA**

Principi su korisni kako za planere, urbane dizajnere, dizajnere osvetljenja, envajronmentalne dizajnere, arhitekta, elektro inženjere i naučnike, tako i za javnost, jer se pomoću njih ostvaruje estetski, odnosno vizuelni kvalitet noćnih makro urbanih slika koji predstavlja dobrobit za pojedinca i društvo. Ovaj kvalitet se odnosi na sposobnost slika da izmame pozitivne reakcije, osećanja mentalne satisfakcije ili svidanja, što je bazirano na percepciji njihovih osobina.

● *Najvažniji princip je da bilo koji koncept dizajniranja noćnih urbanih slika treba da obuhvati ceo grad ili veću gradsku celinu.* Javno osvetljenje, spoljno dekorativno osvetljenje objekata i drugih struktura i 'negativno osvetljenje' (osvetljenje unutrašnjosti objekata koje je vidljivo spolja zahvaljujući otvorima na fasadama kao i transparentnim fasadama, zid zavesama) stvaraju noćnu urbanu kompoziciju. Ako je osvetljenje dobro, može se reći da je grad oblikovan svetlošću.

Master plan osvetljenja Singapura koji je 2010. godine dobio nagradu "President design award 2010 – Design of the year" baziran je na holističkom pristupu. Svakoj zoni master plana dat je jedinstven tretman osvetljenja čime su pojedinačni distrikti dobili veću individualnost i karakter ali su ipak objedinjeni sveobuhvatnim pristupom [7]. Niz superiornih noćnih slika Marine Bej (Marina Bay), novog poslovnog i finansijskog središta, postale su dominantne makro slike Singapura (Slika 1.). Prefinjeni vizuelni spektakl ili kako ga nazivaju "nacionalni spektakl", nastao je strategijom koncentracije koja je bila fokusirana na intenzivno čulno iskustvo, visoko emotivno i zaslepljujuće [8].

● *Vrednosti osvetljenja pojedinačnih elemenata slike treba da podržavaju koncepciju celine.* Dizajneri osvetljenja ciljaju ka isticanju elemenata gradske slike čiju je kategorizaciju dao Linč (Lynch) – putanje, ivice (rubovi), distrikti, čvorišta i reperi [1]. Oni spadaju u primarne elemente slike. Svetlo može biti korišćeno i kao medijum javne i komercijalne razmene u urbanom okruženju – npr. osvetljeni logo znaci koji često čine jedan od nezaobilaznih elemenata noćnih urbanih silueta ili digitalne reklame na fasadama objekata. Oni čine sekundarne elemente noćne slike. Njihovo prisustvo u velikom broju doprinosi haotičnosti slike pa je potrebno uspostaviti kontrolu nad odobravanjem

postavljanja, nad njihovim lociranjem i veličinom kao i porukama koje šalju u javnost sa gradske noćne siluete.

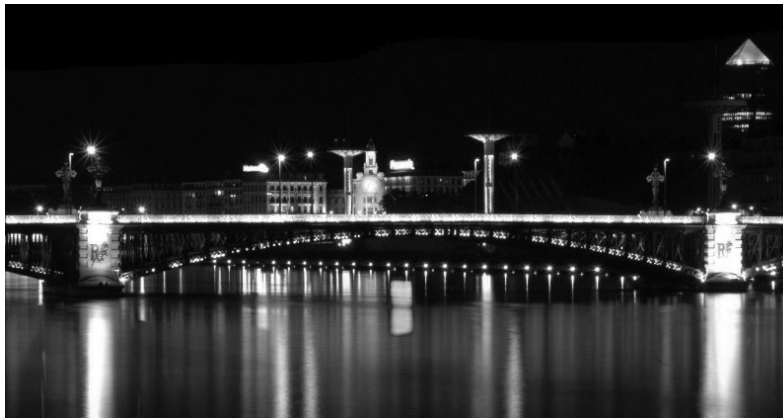


*Slika 1. Marina Bej (Marina Bay), Singapur*

( a) izvor: [www.panoramio.com](http://www.panoramio.com)      b) izvor: [www.en.wikipedia.org](http://www.en.wikipedia.org) )

● *Ostvariti hijerarhiju* (objekata, većih celina i informacija) *u okviru slike*. "Kreiranje vizuelnog identiteta ipak se ne svodi samo na stvaranje "upečatljivih i nezaboravnih noćnih gradskih prizora". Sam pojam vizuelni identitet usko je vezan za oblast vizuelnih komunikacija obzirom da se pod njim podrazumeva i prenošenje određenih informacija. Te informacije se odnose na hijerarhiju gradskih građevina i prostora" [9].

Implementacijom master plana Liona u Francuskoj stvoreni su uspešni rezultati - umetnički noćni pejzaž grada, sveža i inspirativna slika na kojoj je uočljiva hijerarhija elemenata. Most, kao najvažniji element, sa centralno postavljenim objektom iza, stavlja ostale u drugi plan (Slika 2.).



*Slika 2. Noćna silueta Liona, Francuska*

( izvor: [www.pbase.com](http://www.pbase.com) )

● *Dinamičnost izraza* noćne makro slike je moguće postići "efektima koji se ne mogu dobiti pri dnevnoj svetlosti (npr. dinamične promene nivoa osvetljenosti i boje)" [10]. Takođe, šetajući izvori svetlosti iz pokretnih reflektora koji stvaraju osmišljenu 'igru svetlosti' u pojedinim zonama makro slike, treperenje svetlosti kao i svetla automobila u pokretu (na koja ne možemo da utičemo) doprinose dinamici.

● *Boja je značajna varijabla osvetljenja.* Obojena svetlost stvara specijalna vizuelna iskustva, unosi raznolikost, vedrinu i živahnost u urbano okruženje. Treba poznavati karakteristike boja i njihove efekte na različitim bojama pozadina kako usled neadekvatnog korišćenja ne bi došlo do neželjenih efekata. Nekada loš efekat može nastati i usled loše reprodukcije boja. Boja svetlosti ima psihološki efekat na korisnike urbanih prostora. Ona izaziva određene emocionalne i estetske reakcije, sviđanje i nesviđanje, prijatne i neprijatne asocijacije. Iako upotreba obojenog osvetljenja nosi sa sobom određeni rizik, izbegavanje njegove upotrebe je još veći rizik imajući u vidu njegov veliki značaj za vizuelni aspekt noćnih urbanih celina, ukoliko se smisleno i znalački koristi [2].

● *Smatra se da je kontrast u osvetljenju veoma značajan u vrednovanju osvetljenja urbanih celina.* Važan je i jer poboljšava percepciju trodimenzionalnih oblika. "Istraživanja pokazuju da je visok nivo kontrasta problematičniji od nedostatka kontrasta" [2].

● *Promenljivost na određenom nivou je poželjna.* Varijacije, koje je ne narušavaju trajnu sliku, već doprinose manjem nivou promenljivosti, daje već pomenuto 'negativno' osvetljenje. Svaki objekat organizuje svoju matricu svetala a varijacije nastaju uključenošću ili isključenošću svetla, dajući ukupnoj matrici određenu kompleksnost unutar reda.

Specijalni događaji i projekti osvetljenja, svetlosne instalacije, su popularna sredstva modernog gradskog marketinga koja pretenduju da na najbolji način predstave grad. Oni, između ostalog, periodično vizuelno obogaćuju i osvežavaju postojeće makro urbane slike, ne menjajući njihovu glavnu vizuelnu ideju.

● *Potrebno je zaštititi i zone tame na noćnim slikama.* Bez kontrastiranja i mistifikovanja efekta tame, stvaranje vizuelno prijatnih noćnih urbanih kompozicija ne bi bilo moguće. Treba naglasiti da se ovde ne misli na nerazgovetnu tamu, već na tamu sa prirodnim osvetljenjem - mesečinom [2]. Ne samo vizuelno, već i sadržinski, neatraktivne zone se pretvaraju u tamu.

● *Izbegavati stvaranje preterano homogenih i monotonih urbanih celina,* nečitljivog izraza.

● *Bitno je eliminisati nepoželjne efekte* – npr. bljesak ili elemente koji nepotrebno odvlače pažnju [10].

● *Treba težiti komponovanju fleksibilne urbane slike* koja dozvoljava lakša kasnija upotpunjavanja novim elementima.

## 5. ZAKLJUČAK

Do 1980.-ih godina osvetljenje grada je realizovano kroz projekte osvetljenja, različite koncept planove i lokalne master planove, koji su bili fokusirani pre na delove grada nego na celinu. Od tada pa na dalje, urbano osvetljenje je dizajnirano pod sveobuhvatnim pristupom master planova urbanog osvetljenja [2]. Skorijih godina, sa većim intenzitetom razvoja gradova, postala je rastuća uobičajena praksa da noćne makro urbane celine budu realizovane na osnovu ovih planova za ceo grad ili velike distrikte, i taj trend treba nastaviti.

Master planovi daju jedinstvenu viziju grada u budućnosti. Omogućavaju harmoničnu kombinaciju osnovnih principa dizajna osvetljenja sa ciljem da se ostvare vizuelno koherentne noćne strukture, atraktivne teme kao i sigurno urbano okruženje. Integrišu urbane distrikte sa različitim arhitektonskim profilima u vizuelno dopadljivu

celinu. Uspostavljaju vezu između već pomenutih individualnih elemenata slike grada, u skladu sa teorijom Kevina Linča (Kevin Lynch), i postižu stvaranje sofisticirane hijerarhije i varijeteta svetlosnih izvora.

Ovim planovima se može postići izuzetna kontrola ishoda. Kako često gradske vlasti nemaju finansijskih izvora da obnove svo osvetljenje u gradu odjednom, master plan kao dugoročni instrument omogućava postizanje ciljeva kroz period od nekoliko godina. Ne treba ih se odreći zbog budžetskih konstrukcija – dokazani uspeh daju javno-privatna partnerstva[1].

Značajna je i uloga festivala osvetljenja i radionica u unapređenju dizajna urbanog osvetljenja. Dobijajući ideje na ovaj način, planeri, arhitekta, dizajneri osvetljenja i gradske vođe mogu preispitati noćne slike svojih gradova kao i ulogu osvetljenja u njihovoj percepciji i doživljaju [11].

## LITERATURA

- [1] "Urban Image Lighting", FGL - Fördergemeinschaft Gutes Licht, Frankfurt, 2002., 37 strana
- [2] A. Ünver: "People's experience of urban lighting in public space" (master teza), The graduate school of natural and applied sciences of Middle East Technical University, Ankara, 2009., 199 strana, <http://www.etd.lib.metu.edu.tr/upload/12610450/index.pdf>, (dostupno 01.08.2011.)
- [3] D. Ljubojević: "Boja i njena primena", Arhitektonski fakultet (Poslediplomske studije, kurs: Stanovanje 1981-1983., Materijali sveska 65), Beograd, 1982., 60 strana
- [4] J. E. Burchard: "The Urban Aesthetic", Annals of the American Academy of Political and Social Science Vol. 314, Sage Publications, Inc., Thousand Oaks, 1957., pp.112-122.
- [5] S.B. Im: "Visual Preferences in Enclosed Urban Spaces: An Exploration of a Scientific Approach to Environmental Design", Environment and Behavior, Vol.16, No.2, Sage Publications, Inc., Thousand Oaks, 1984., pp.235-262.
- [6] J. L. Nasar, K. Terzano: "The desirability of views of the city skyline after dark", Journal of Environmental Psychology, Vol.30, No.2, Elsevier Ltd., 2010., pp.215-225.
- [7] Lighting Masterplan for Singapore City Center, [http://www.designsingapore.org/pda\\_public/gallery.aspx?sid=772](http://www.designsingapore.org/pda_public/gallery.aspx?sid=772)
- [8] J. Phua, "Visual and Sensorial Innovations in Urban Governance: The Singapore Landscape Spectacle", [http://www.irmgard-coninx-stiftung.de/fileadmin/user\\_upload/pdf/urbanplanet/collective\\_identities/Phua\\_Essay.pdf](http://www.irmgard-coninx-stiftung.de/fileadmin/user_upload/pdf/urbanplanet/collective_identities/Phua_Essay.pdf), (dostupno 10.06.2011.)
- [9] N. Radivojević: "Spoljno osvetljenje objekata kao vid vizuelne komunikacije", Savetovanje DOS, 2007., [http://www.dos-osvetljenje.org.rs/2007/Spoljno%20osvetljenje%20kao%20vid%20vizuelne%20komunikacije%20-%20N\\_Radivo.pdf](http://www.dos-osvetljenje.org.rs/2007/Spoljno%20osvetljenje%20kao%20vid%20vizuelne%20komunikacije%20-%20N_Radivo.pdf), (dostupno 10.08.2011.)
- [10] L. Đokić: "Osvetljenje u urbanom kontekstu", Arhitektura i urbanizam, No.18/19, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, 2006., pp.54-61.
- [11] M. M. Petty: "Light and the Urban Nightscape" (ARCHITECTURAL LIGHTING Magazine, Washington, 2007), <http://www.archlighting.com/industry-news.asp?articleID=446304&sectionID=0>, (dostupno 10.08.2011.)



*Ivica Kušević<sup>1</sup>, Goran Šinko<sup>2</sup>*

**UTJECAJ VERTIKALNIH RASPORA NA U VRIJEDNOST  
RAVNOG KROVA KOD JEDNOSLOJNOG POLAGANJA KAMENE  
VUNE DVOSLOJNE GUSTOĆE**

**Rezime**

S ciljem smanjivanja radova i troškova, jednoslojno polaganje kamene vune dvoslojne gustoće sve se češće koristi za izolaciju ravnih krovova. Eventualni zračni raspori između spojeva ploča mogu nastati zbog dozvoljenih dimenzijskih tolerancija ploča i/ili nesavršenog polaganja. Računalnim modeliranjem izračunali smo raspodjelu temperatura unutar konstrukcije i koeficijente prolaska topline U ovisno o širini zračnog raspora. Rezultati pokazuju da širina vertikalnog zračnog raspora do 7 mm ima zanemariv utjecaj na U vrijednosti konstrukcije ravnog krova ukoliko je korištena kamena vuna dvoslojne gustoće u jednom sloju, i to bez obzira na njen položaj u odnosu na profilaciju čeličnog lima.

**Ključne riječi**

Kamena vuna dvoslojne gustoće, jednoslojno polaganje, ravni krov.

**IMPACT OF VERTICAL GAPS ON FLAT ROOF U VALUE IN  
SINGLE-PLY INSULATION WITH DUAL DENSITY STONE WOOL**

**Summary**

In order to reduce amount of work and costs, single-ply insulation with dual density stone wool has been increasingly used for insulation of flat roofs. Possible air gaps between slabs might occur due to allowable dimensional tolerances of slabs and/or imperfect installation. We used computer modeling to calculate the temperature distribution inside the structure and heat transfer coefficient U depending on the width of the air gaps. The results show that the width of the vertical air gap up to 7 mm has a insignificant impact on the U value of the construction of flat roof if dual density stone wool is installed in a single layer, regardless of its position in relation to the molding steel.

**Key words**

Dual density stone wool, single-ply insulation, flat roof.

---

*1 Dr.sc., dipl.ing. fizike, Institut IGH d.d., Janka Rakuše 1, Zagreb, Hrvatska, ivica.kusevic@igh.hr.  
2 Ing., Rockwool Adriatic d.o.o., Radnička 80, Zagreb, Hrvatska, goran.sinko@rockwool.com.*

## 1. UVOD

Tvornički proizvedene izolacijske ploče kamene vune dvoslojne gustoće sastoje se od gornjeg sloja veće gustoće i donjeg sloja manje gustoće. Upravo zbog dva sloja različitih gustoća ploče je moguće postavljati jednoslojno, jer u presjeku predstavljaju pravilan raspored izolacije od kamene vune na ravnom krovu; iznad donjeg sloja manje gustoće koji osigurava bolja toplinsko izolacijska svojstva nalazi se gornji sloj veće gustoće koji osigurava veću otpornost na mehaničko opterećenje. Upotrebom navedenih ploča jednoslojnim polaganjem moguće je ostvariti uštede u vremenu, cijeni i opsegu radova prilikom izolacije ravnih krovova. Uočeno je da zbog dozvoljenih tolerancija dimenzija ploča i/ili nesavršenog načina polaganja može doći do pojave zračnih raspora između ploča kamene vune. S ciljem utvrđivanja utjecaja navedenih zračnih raspora i maksimalne dozvoljene širine raspora koji neće imati negativni utjecaj na toplinsko izolacijske karakteristike krovne konstrukcije, izvršili smo računalno modeliranje krovne konstrukcije i koeficijenta prolaska topline U ravnog krova sastavljenog od sljedećih elemenata (odozgo prema dolje):

- sintetska krovna folija debljine 1,5 mm;
- kamena vuna Monrock MAX E dvoslojne gustoće, proizvođača Rockwool Adriatic d.o.o., debljine 150 mm;
- parna brana debljine 0,15 mm;
- visoko-profilirani (trapezni) nosivi čelični lim debljine 1,2 mm.

U proračunu smo u obzir uzeli zračni raspor od 0 do 15 mm između ploča kamene vune.

## 2. ULAZNI PODACI

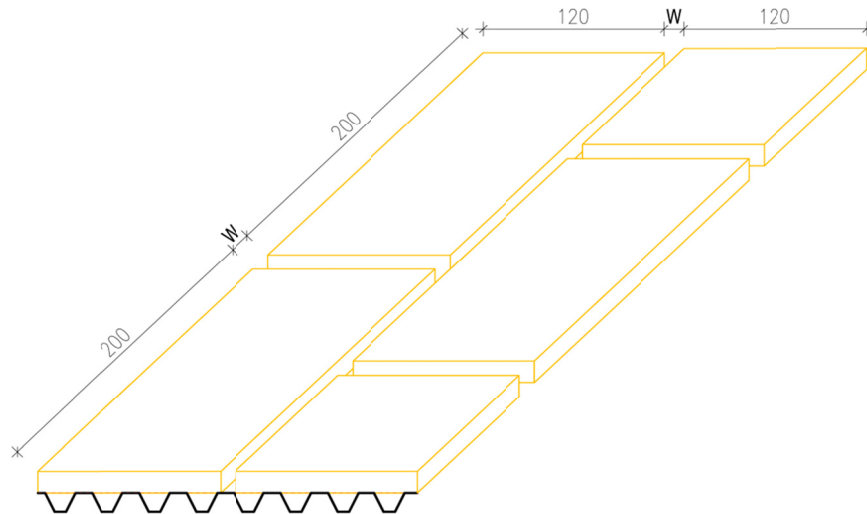
Podaci koje smo koristili kod proračuna U vrednosti ravnog krova dati su u tablici 1.

*Tablica 1: podaci o debljinama i koeficijentima toplinske provodljivosti sastavnih dijelova ravnog krova.*

sloj (odozgo prema dolje)	debljina	toplinska provodljivost (W/(mK))
krovna folija	1,5 mm	0,25
kamena vuna Monrock MAX E	150 mm	0,038
parna brana	0,15 mm	0,25
visoko-profilirani čelični lim	1,2 mm	50

Kao toplinski izolator koristi se kamena vuna dvoslojne gustoće Monrock MAX E ukupne debljine 150 mm, duljine 2000 mm i širine 1200 mm, proizvedene prema zahtjevima norme proizvođača HRN EN 131621. Dodatno, iako norma proizvođača dozvoljava tolerancije u duljini  $\pm 2\%$  i u širini  $\pm 1,5\%$  (što bi na konkretnim dimenzijama ploča iznosilo 40 i 18 mm), proizvođač u procesu proizvodnje dozvoljava tolerancije u duljini i širini od  $\pm 2$  mm. Kamena vuna Monrock MAX E je dvoslojne gustoće, postavljena na način da je sloj veće gustoće ( $210 \text{ kg/m}^3$ ) okrenut prema gore, a sloj manje gustoće ( $120 \text{ kg/m}^3$ ) prema dolje. Toplinska provodljivost vune deklarirana je na  $0,038 \text{ W/(mK)}$  na

punoj debljini vune od 150 mm. Vuna se na trapezni lim polaže s pomakom od pola duljine ploče (1000 mm), što je prikazano na Slici 1.



Slika 1: Način polaganja ploča kamene vune Monrock MAX E (mjere u cm). Razmak između ploča označen je s  $w$ .

Čelični trapezni lim je visoko-profiliran, visine vala 130 mm, širine gornjeg vala (brijega) 112 mm i donjeg vala (dola) 74 mm, presvučen PE slojem debljine 15  $\mu$ m. Vertikalni presjek kroz sustav ravnog krova prikazan je na slici 2 za dva slučaja: a) kada je zračni raspor širine  $w$  na sredini gornjeg vala trapeznog lima i b) kada je zračni raspor na sredini donjeg vala trapeznog lima.

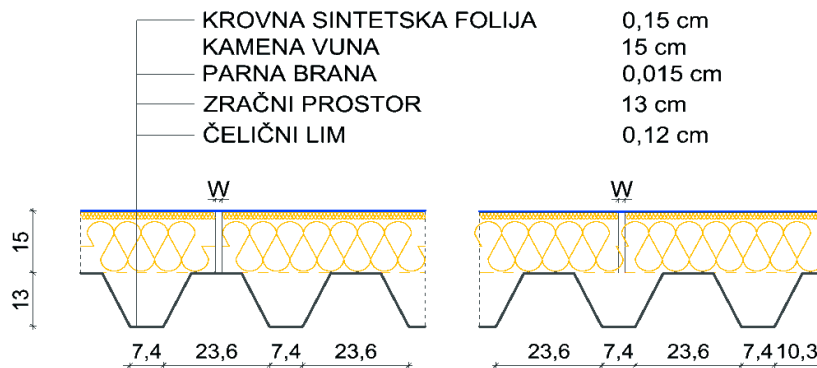
### 3. PRORAČUN

Proračun U vrijednosti ravnog krova sproveden je računalnim programom BISCO proizvođača Physibel korištenjem podataka navedenih u Tablici 1 za način polaganja ploča dimenzija 2000 mm x 1200 mm prikazan na Slici 1 (dulja stranica ploča paralelna s uzdužnom profilacijom trapeznog lima), i to za širinu zračnog raspora od  $w = 0, 3, 5, 7, 10, 12$  i 15 mm.

Kako kod polaganja ploča kamene vune točan položaj duljinskog spoja ploča (a time i zračnog raspora), koji je paralelan s duljom stranicom ploče, može doći na različite položaje profilacije trapeznog lima, za proračun su odabrana dva granična položaja duljinskog spoja: sredina zračnog raspora na sredini brijega trapeznog lima (slučaj a) i sredina zračnog raspora na sredini dola trapeznog lima (slučaj b). Sam proračun je izvršen na način da se, uz danu geometriju duljinskog spoja i profila trapeznog lima, za širinu zone u kojoj je vršen proračun uzeto po pola širine ploče kamene vune sa svake strane zračnog raspora tj. po 600 mm od svake strane raspora. Tako dobiveni rezultati energijskog toka korišteni su da se dobiju normalizirane vrijednosti energijskog toka po jedinici ploštine,

koji odgovara U vrijednosti cijelog sustava kada se on podijeli s razlikom temperatura korištenom u proračunu.

Za model korišten u proračunu uzete su temperature vanjskog zraka od  $\Theta_e = 0^\circ\text{C}$ , unutarnjeg zraka  $\Theta_i = 20^\circ\text{C}$ , korištene vrijednosti koeficijenta emisivnosti od  $\varepsilon = 0,85$ , a vrijednosti 3 prijelaznih plošnih otpora bile su  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  (vanjski) i  $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$  (unutarnji).



Slika 2: Vertikalni presjek kroz sustav ravnog krova s opisom sastavnih dijelova (mjere u cm), za dva slučaja položaja zračnog raspora između ploča kamene vune u odnosu na gornji val trapeznog lima: a) zračni raspor na sredini gornjeg vala (lijevo) i b) zračni raspor na sredini donjeg vala. Sa  $w$  je označena širina zračnog raspora.

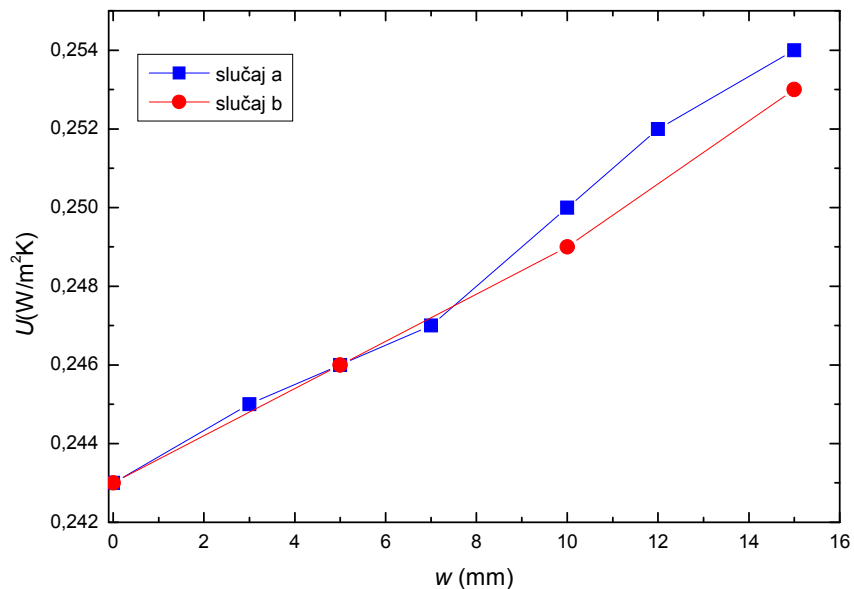
#### 4. REZULTATI PRORAČUNA

Rezultati proračuna U vrijednosti za oba ispitana slučaja u ovisnosti o širini zračnog raspora  $w$  dani su u Tablici 2.

Tablica 2: Rezultati proračuna U vrijednosti za slučajeve a (zračni raspor na sredini brijega trapeznog lima) i b (zračni raspor na sredini dola trapeznog lima) u ovisnosti o širini zračnog raspora  $w$ .  $\Delta U$  je povećanje U vrijednosti u odnosu na U vrijednost za raspor  $w = 0$  ( $\Delta U = (U(w) - U(w = 0)) / U(w = 0)$ ).

w (mm)	slučaj a		slučaj b	
	U (W/(m <sup>2</sup> K))	$\Delta U$ (%)	U (W/(m <sup>2</sup> K))	$\Delta U$ (%)
0	0,243	0	0,243	0
3	0,245	0,82		
5	0,246	1,23	0,246	1,23
7	0,247	1,65		
10	0,250	2,88	0,249	2,47
12	0,252	3,70		
15	0,254	4,53	0,253	4,12

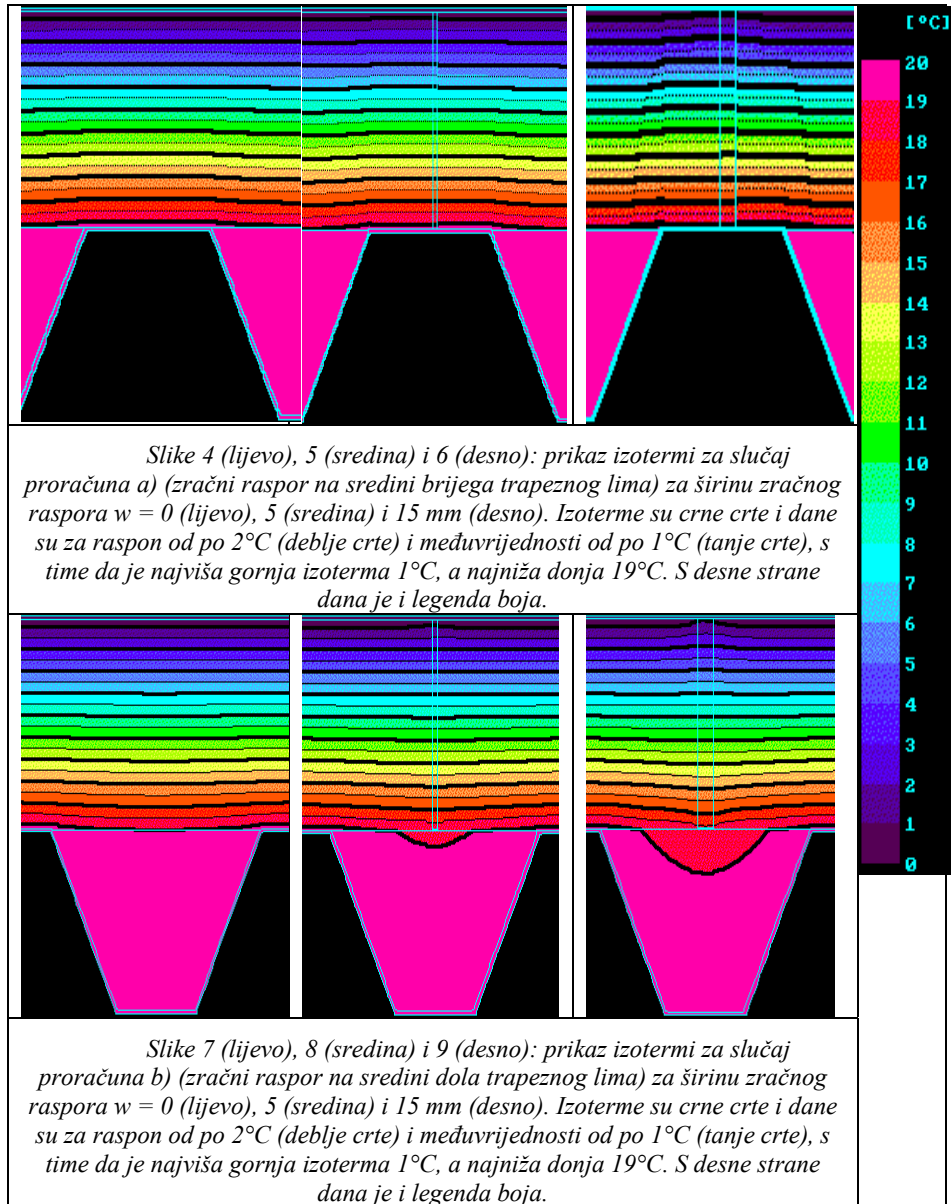
Rezultati proračuna dani u Tablici 2 prikazani su i grafički na Slici 3, dok su na Slikama 4 - 9 rezultati proračuna prikazani pomoću izotermi, a područja između izotermi obojana su različitim bojama.



Slika 3: Grafički prikaz proračuna  $U$  vrijednosti za slučajeve a (zračni raspor na sredini brijega trapeznog lima) i b (zračni raspor na sredini dola trapeznog lima) u ovisnosti o širini zračnog raspora  $w$ .

## 5. ANALIZA REZULTATA

Iz dobivenih rezultata proračuna  $U$  vrijednost za oba ispitana slučaja a) i b) vidljivo je da do 7 mm širine raspora nema bitnije razlike u oba slučaja i da se  $U$  vrijednost za  $w = 7$  mm povećala 1,65% u odnosu na  $U$  vrijednost kada nema raspora tj. ploče kamene vune su tijesno priljubljene. Značajnije odstupanje  $U$  vrijednosti za slučaj a) u odnosu na slučaj b) nastupa od raspora većih od 7 mm. U tom slučaju konvekcijski doprinos prolasku topline postaje izraženiji u odnosu na ostala dva načina vođenja topline (kondukcijski i radijacijski), s obzirom da se proširenjem raspora stvaraju pogodniji uvjeti za brže strujanje zraka u prostoru raspora omeđenog bočnim stranicama kamene vune i krovne folije s gornje strane, a parne brane s donje strane.



## 6. ZAKLJUČAK

Temeljem dobivenih rezultata, zaključuje se da se U vrijednost modeliranog ravnog krova linearno povećava s  $0,243 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  za širine zračnog raspora od 0 mm na  $0,247 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  za raspor od 7 mm, što je povećanje od 1,65% i ne ovisi o položaju zračnog

raspora između ploča kamene vune u odnosu na profilaciju čeličnog lima. S obzirom da su proračuni sprovedeni za dva granična slučaja, U vrijednosti u svim mogućim načinima polaganja kamene vune do širine raspora od 7 mm ne ovise o načinu polaganja ploča kamene vune i stoga kod izračuna U vrijednosti konkretnog ravnog krova ne treba voditi računa o njihovom položaju. S obzirom na proizvođačevu dozvoljenu toleranciju u duljini i širini ploče od  $\pm 2$  mm i uz uvjet da su ploče kamene vune pravokutne, uz savjesno polaganje ploča najveći zračni raspor između uzdužno složenih redova ploča može biti najviše 4 mm. To bi korištenjem linearne ovisnosti U vrijednosti o širini raspora u području širine raspora od 0 do 7 mm (Slika 3) značilo maksimalnu gornju granicu povećanja U vrijednosti za 1,03 % u odnosu na U vrijednost ploča postavljenih bez zračnog raspora, i to bez obzira na položaj zračnog raspora u odnosu na profilaciju modelnog trapeznog lima. Dodatno, norma HRN EN ISO 69462 propisuje da se u slučaju korekcija manjih od 3% korekcije U vrijednosti ne moraju primijeniti u proračunu, a utjecaj zračnih raspora se može zanemariti, što u našem slučaju pokriva zračne raspore do čak 10 mm u oba granična slučaja.

Način polaganja tj. položaj zračnog raspora u odnosu na profilaciju modelnog trapeznog lima počinje bitnije utjecati na U vrijednost ravnog krova pri širinama raspora većim od 7 mm i manjim od 15 mm. No, i u slučaju raspora od 15 mm U vrijednost kod nepovoljnijeg slučaja a) je samo za oko 0,4% veća od one za povoljniji slučaj b).

## LITERATURA

- [1] HRN EN 13162:2008 Toplinsko-izolacijski proizvodi za zgrade - Tvornički izrađeni proizvodi od mineralne vune (MW) - Specifikacija (EN 13162:2008)
- [2] Podaci o gustoćama preuzeti iz Tehničkog lista za Monrock Max E, proizvođača Rockwool Adriatic d.o.o.
- [3] HRN EN ISO 6946:2008: Građevni dijelovi i građevni dijelovi zgrade - Toplinski otpor i koeficijent prolaska topline - Metoda proračuna (ISO 6946:2007; EN ISO 6946:2007)





*Jasna Čikić-Tovarović<sup>1</sup>*

## **MEHANIČKE I ELEKTRONSKE MEDIJA FASADE**

### **Rezime**

Razvoj novih tehnologija, koje objedinjuju informatička, elektronska i audio-vizuelna sredstva i novih građevinskih materijala dovodi do novog oblika arhitekture-medijaarhitekture. Napredne tehnologije veoma mnogo su uticale na oblast medija fasada i predmet su ovog rada. Zapaža se velika raznovrsnost raspoloživih sistema kao i mogućnost fleksibilnog prilagođavanja i kvalitetnog integrisanja prema potrebama pojedinačnih projekata. Podela fasada je zasnovana na tehničkoj klasifikaciji i podrazumeva postojanje dve osnovne grupe: mehaničke i elektronske medija fasade.

### **Ključne riječi**

Medija fasade, medijaarhitektura, LED osvetljenje, tehnologija, integracija.

## **MECHANICAL AND ELECTRONIC MEDIA FACADES**

### **Summary**

Development of new technologies, encompassing computer, electronic and audio-visual resources as well as new building materials, are leading toward new forms of architecture – media architecture. Advanced technologies have had a very strong effect on the field of media façade and they are the subject of this paper. Great variety of available systems and the possibility of flexible adaptation and quality of integration according to the needs of individual projects have been observed. The categorization of the façades is based on a technical classification and implies the existence of two main groups: mechanical and electronic media façade.

### **Key words**

Media facade, mediaarchitecture, LED lighting, technologies, integration.

---

*<sup>1</sup> Mr, asistent, dipl.inž.arh., Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd, Srbija,  
cikic.tovarovic@gmail.com*

## 1. UVOD

Razvoj arhitekture prate promene u projektovanju i konstruisanju fasada arhitektonskih objekata. Jedna od važnih promena u arhitekturi XX veka je „dematerijalizacija” i transformacija omotača kuće. Omotač kuće, ili Mis van der Roova „koža”<sup>2</sup> se transformiše u inteligentni multisenzorski sistem medija fasada, koji se može prilagođavati, menjati shodno primljenim informacijama iz spoljašnjeg ili unutrašnjeg prostora.

Ubrzani razvoj tehnologija rezultirao je značajnim napretkom kako raspoloživih sistema u oblasti medija fasada, tako i mogućnostima da arhitekta sami unose „inovacije” i predlažu jedinstvene sisteme i posebno projektovane unikatne tehnologije za konkretne objekte. Na ovaj način, moguće je izbeći rešenja koja su uniformna i ponavljajuća. Zapaža se postojanje veoma velikog broja sistema medija fasada.

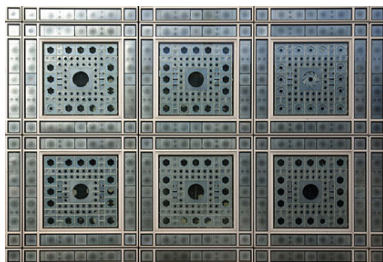
Medija fasade su fasade koje podrazumevaju primenu hidrauličnih, pneumatskih ili elektronskih kompjuterski kontrolisanih sistema za ostvarivanje promenljivog izgleda fasade. Medija fasade obuhvataju dve velike grupe fasada:

1. mehaničke medija fasade
2. elektronske medija fasade

## 2. MEHANIČKE MEDIJA FASADE

Mehaničke medija fasade su medija fasade sa ili bez aktivnog izvora svetlosti, koje za promenljiv izgled i pokretanje elemenata fasade koriste kompjuterski kontrolisane hidraulične i pneumatske sisteme (vazduh, elektromotori, vetar). Jan Nuvelova fasada na Arapskom institutu u Parizu (1987), spoj visokih tehnologija i arapske tradicije je u tehnološkom smislu jedna od preteča mehaničkih medija fasada čije je pokretanje bilo uslovljeno delovanjem sunčeve svetlosti (sl.1).

Ono što se kao najupečatljivija karakteristika mehaničkih medija fasada uočava je fenomen koji nije ranije bio proučavan u arhitekturi -promena statusa omotača, odnosno promenljiva forma objekta tokom vremena (sl.2).<sup>3</sup>



Slika 1. Fasada na Arapskom institutu u Parizu, arh. Žan Nuvel, 1987. ([www.architectonic.com](http://www.architectonic.com))

Slika 2. FLARE, Staab Architects, netransparentna mehanička medija fasada  
([www.blog.kineticarchitecture.net](http://www.blog.kineticarchitecture.net))

---

<sup>2</sup> Eng. skin

<sup>3</sup> Kinetička arhitektura je pojam koji definiše novo polje arhitekture

### 3. ELEKTRONSKE MEDIJA FASADE

Elektronske medija fasade su medija fasade sa aktivnim izvorom veštačkog osvetljenja, koje za stvarnje promenljivog izgleda fasade koriste kompjuterski kontrolisane elektronske uređaje (projektore, svetiljke i sl).

Dinamične transformacije fasade mogu se uspešno realizovati, bez fizičkog pokretanje elemenata fasada, već samo instaliranjem različitih tipova svetiljki koje dinamičnim promenama u osvetljenju stvaraju utisak živog organizma, postizuci efekte slične kao kod mehaničkih fasada. Svaka svetiljka se može tretirati kao piksel, koji se može individualno kompjuterski kontrolisati.

Tehnologija osvetljavanja određenim tipom svetiljki predstavlja jednu od najčešće primenjivanih tehnologija kod medija fasada. Tehnologija medija fasade određuje izbor tipa svetiljke(i). Dobro osvetljenje u medijaarhitekturi mora da zadovolji tri osnovna kriterijuma: funkcionalni, estetski i kriterijum energetske efikasnosti. Shodno tome, kod medija fasada dominantnu ulogu u primeni imaju LED i nešto manje fluo svetiljke.

Prema geometriji osvetljavanja, osvetljenje kod medija fasada može biti<sup>4</sup>:

- tačkasto (eng. dots of light),
- linijsko (eng. lines of light),
- površinsko (eng. surface of light).

Tačkasto osvetljenje se postiže primenom malih izvora svetlosti raspoređenih pojedinačno na određenom pravilnom ili nepravilnom rastojanju. Linijsko osvetljenje se postiže primenom svetiljki u obliku cevi postavljenih pojedinačno ili u nizu, ili grupisanjem pojedinačnih tačkastih izvora u linijskom poretku, dok se površinsko osvetljenje postiže ravnomernim, gustim postavljanjem više fluo ili LED tačkastih ili linijskih izvora tako da formiraju ravnu ili zakrivljenu površinu.

Osnovna prednost primene tačkastih izvora svetlosti je mogućnost postizanja visoke rezolucije, budući da je jedan svetlosni izvor jedan piksel (sl. 3. KPN toranj, Rotterdam). Sa druge strane, ova geometrija osvetljavanja zahteva primenu velikog broja izvora, što je čini ekonomski najneisplativijim rešenjem. Linijska tehnika osvetljavanja (sl. 4. Laboratorija za aktivno učenje, Univerzitet u Liverpulu) se primenjuje tamo gde nije neophodno da površina fasade bude u potpunosti ravnomerno osvetljena. Postignuta rezolucija nije na visokom nivou. Osnovna prednost površinskog osvetljavanja (sl. 5. Deksia, Brisel) je dobra efikasnost u osvetljavanju. Rezolucija kod površinskog osvetljavanja je niska, zato što je jedna boja vezana za jednu veću površinu fasade, odnosno fasadno polje.

Prilikom projektovanja medija fasada treba uzeti u obzir sledeće:<sup>5</sup>

1. odabir najprikladnije geometrije osvetljavanja podrazumeva razmatranje: konstruktivnog sklopa fasade, raspored fasadnih elemenata, veličine objekta, okruženja objekta, raspoložive cene, efikasnosti i utiska koji treba da bude postignut,
2. medijalizovana površina objekta treba da je uniformna, bez arhitektonskih detalja koji narušavaju koncept osvetljavanja.

---

<sup>4</sup> preuzeto od Đokić, L, *Osvetljenje u arhitekturi*, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd (2007), st.32.

<sup>5</sup> Videti <http://staff.ui.ac.id/internal/131668156/publikasi/OIR-FTUI-Des-2007.pdf#page=139>



Slika 3. Tačkasti LED izvori, primer: KPN toranj, Rotterdam, arh. Renco Piano, 2000  
Svetiljke postavljene spolja, monohromatsko zeleno osvetljenje ([www.pixelsex.org/pixelsex.html](http://www.pixelsex.org/pixelsex.html))

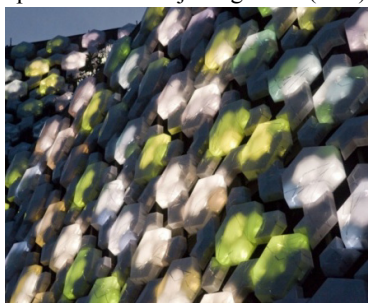
Slika 4. Linijske LED svetiljke, primer: Laboratorija za aktivno učenje, Univerzitet u Liverpulu, arh. Šepard Robson (Shepard Robson) ([www.arup.com/lighting](http://www.arup.com/lighting))

Slika 5. Površinsko osvetljavanje, primer: Kula Deksia, Brisel, arh. Filip Semyn (Philip Samyn), 2006. , ([www.ledlightray.com](http://www.ledlightray.com))

Najčešće, ali ne obavezno ovaj tip medija fasada se projektuje kao dupla staklena fasada između čije dve fasade se smeštaju posebno konstruisane svetiljke-svetleća tela određenog oblika (prstenaste i/ili linijske i sl.). Mogu se primenjivati tamo gde uslovi svetlosnog komfora omogućavaju, odnosno tamo gde se funkcionisanjem rasvete ne remeti funkcija unutar objekta. Moguće je ostvariti potpunu integrisanost svetlosnih elemenata i objekta (sl.6).

Osnovna prednost ovih fasada je težnja da svetiljka kao element medija fasade, postane u oblikovnom i estetskom smislu integralni deo arhitekture. Problemi koji prete projektovanje ovih fasada se odnose na poteškoće vezene za adekvatnu zaštitu fasadnog omotača od požara, posebno dvostrukih fasada.

Rezolucija ovih fasada je niska. Niska rezolucija ima ograničenja vezana za sužen izbor oblika prezentacije medija sadržaja, a sa druge strane onemogućava da ogromne dimenzije instalacije ugroze arhitektonski objekat. Moguće je prezentovati uglavnom apstraktne sadržaje ili grafike (sl. 7).



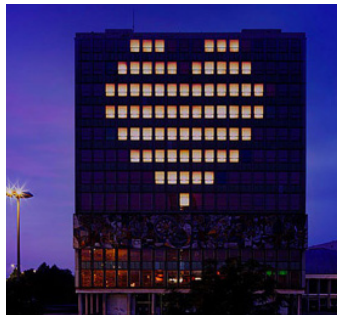
Slika 6. Cristal Mesh u Singapuru, WOHA Architectc, 2009. ([www.realites-united.de](http://www.realites-united.de))

Slika 7. BIX fasada<sup>6</sup> je matrica 930 fluorescentnih svetiljki u obliku prstena prečnika 40 cm integrisanih u transparentnu duplu fasadu objekta ([www.bix.at](http://www.bix.at))

<sup>6</sup> BIX od engleskih reči big pixel (veliki piksel)

Tehnologija animacije u rasteru fasadne podele je tehnološki jednostavan sistem medija fasada koji karakteriše ujednačena mreža piksela prilikom generisanja slika, za koju staklene građevine imaju podlogu u vidu geometrijski pravilne fasadne podele. Najjednostavnije rešenje je ono kod koga unutrašnje osvetljenje u prostoriji, čija je veličina definisana fasadnom podelom i koje se nalazi iza fasade, predstavlja jedan piksel. Primenjuje se kod transparentnih ili polutransparentnih jednostrukih ili dvostrukih fasada, uz potpunu integraciju sa objektom (sl. 8).

Osnovna prednost ovih fasada je mogućnost da se postojeća staklena fasada može veoma lako pretvoriti u medija fasadu. Ono što može biti poteškoća u funkcionisanju ovih fasada je problem vezan za ugrožen kvalitet osvetljenja u različitim prostorijama u unutrašnjosti usled upotrebe boje ili dinamične promene osvetljenja.



*Slika 8. Projekat Bilkenlights, 2001-2002. Interaktivna medija fasada  
([www.bilkenlights.de](http://www.bilkenlights.de))*

Veoma brzo tokom primene, uočen je problem funkcionisanja medija fasada tokom dana, usled nezadovoljavajućeg intenziteta svetlosti. Integrisano LED osvetljenje u okviru čelične mreže je jedno od zadovoljavajućih rešenja, jer omogućava dobar vizuelni kvalitet projekcija, odnosno dobru rezoluciju, dovoljan intenzitet, zahvaljujući refleksivnosti mreže a u isto vreme je prilagodljiva različitim oblicima fasade. Pogled iznutra-spolja i obratno je nesmetan, zahvaljujući transparentnosti fasade koja može biti 70-90 %.

Osnovne prednosti ovih fasada su dobra otpornost mreže na sve spoljašnje faktore, pre svih na koroziju, požar, lako održavanje i mogućnost reciklaže. Pored svoje osnovne funkcije, mreža ima dopunske funkcije u okviru fasade: zaštita od sunca, vetra, nepoželjnih vremenskih uslova, obezbeđivanje privatnosti, preusmeravanje svetlosti i obezbeđivanje bezbednosti. Kada nema projekcija, metalna mreža takođe ima određen estetski potencijal. Zahvaljujući svojim brojnim prednostima, ovaj tip medija fasada se u praksi najčešće primenjuje.

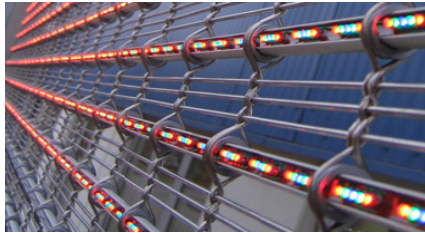
Medija fasade sa čeličnim mrežama čine dva osnovna tipa:

- Medija fasada sa direktnim osvetljenjem. Fasada koja se sastoji od čelične mreže i u istoj ravni integrisane serije horizontalno postavljenih transparentnih plastičnih profila sa RGB LED osvetljenjem, povezana sa sistemima napajanja električnom energijom i sistemom za upravljanje koji emituje određeni sadržaj na samu mrežu (Sl.9); 7

---

7 Videti Mediamesh® na <http://www.ag4.de>

- Medija fasada sa reflektovanim osvetljenjem. Fasada se sastoji od čelične mreže i specijalno fiksiranih, linijskih postavljenih profila sa RGB LED osvetljenjem ispred mreže, povezana sa sistemima napajanja električnom energijom i sistemom za upravljanje koji emituje određeni sadržaj na samu mrežu (Sl.10). Funkcionisanje fasade je zasnovano na refleksiji veštačkog LED osvetljenja na čeličnoj mreži.



Slika 9. Medija fasada sa direktnim osvetljenjem ([www.ag4.de](http://www.ag4.de))

Slika 10. Medija fasada sa reflektovanim osvetljenjem ([www.ag4.de](http://www.ag4.de))

Pored gore najčešće primenjivanih sistema medija fasada, treba spomenuti medija fasade sa integrisanim LED osvetljenjem u formi LED modula ili LED osvetljenje integrisano u ploče od stakla, kamena ili kompozitnih aluminijumskih panela i sl. LED moduli su netransparentni paneli modularnih dimenzija, sastavljeni od određenog broja pravilno raspoređenih LED svetiljki<sup>8</sup>. Bez rama su i mogu sastavljeni su od određenog broja pravilno raspoređenih LED svetiljki. Karakteriše ih visoka rezolucija i mogućnost prezentovanja svih sadržaja bez obzira na rezoluciju. Osnovne prednosti ovih fasada je primena materijala koji se već dugo primenjuju u praksi, jednostavno projektovanje otvora u fasadi, dobar intenzitet sjajnosti fasade i mogućnost sagledavanje iz velikih uglova. Izuzev fasada sa LED osvetljenjem integrisanim u okviru višeslojnog ili termo stakla ovi sistemi se primenjuju na netransparentnim delovima fasada (sl.11).



Slika 11. LED moduli ([www.insta.de](http://www.insta.de))

Slika 12. Fasada sa LED osvetljenjem integrisanim u kompozitne aluminijumske panele ([www.3l.lv](http://www.3l.lv))

---

<sup>8</sup> videti Instalight 2020®

## LITERATURA

- [1] Kronenburg, D. Flexible: Architecture That Responds to Change, Laurence King Publishing, London (2007).
- [2] Schoch, O: My Building is my Display, Conference proceedings, Volos, Greece, pp.610-616.(2006)
- [3] AG4, Media facade, daab, Cologne (2006)
- [4] Husler, H. Media facade, Avedition, Ludwigsburg (2009)
- [5] <http://www.lab-au.com/medias-01-04-2009-media-facades/textsdescription>
- [6] Verlag, Die G. Bright: Architectural Illumination and Light Installations, Frame, Amsterdam (2008)





*Jelena Dinić<sup>1</sup>*

## **NOVI TAŠMAJDAN-INSTALACIJA OSVETLJENJA**

### **Rezime**

Prvobitno osvetljenje parka: izbor opeme, način održavanja.

Novoprojektovano rešenje : prilagođavanje infrastrukturi, koncept jedinstvenog urbanog osvetljenja, izbor opreme za funkcionalno osvetljenje pešačkih i trim staza, igrališta, paviljona, trotoara; izbor opreme za dekorativno osvetljenje retkih biljnih kultura, novopostavljenih i starih spomenika, fasade Seizmološkog zavoda, fontane; multifunkcionalnost prostora sa naglaskom na bezbednosti i mogućnosti video nadzora, kreiranje audio-vizuelnog spektakla.

Realizacija projekta: rok izvođenja, uslovi rada, međusobna saradnja više od 10 izvođačkih preduzeća; reakcije beogradske populacije.

### **Ključne reči**

Rekonstrukcija instalacije javnog i dekorativnog osvetljenja Tašmajdanskog parka

## **NOVI TAŠMAJDAN-INSTALACIJA OSVETLJENJA**

### **Summary**

The original lighting of the park: opeme choice, the way of maintenance.

The newly solution: adjusting infrastructure, the concept of a single urban lighting, selection of equipment for functional lighting of pedestrian and jogging trails, playgrounds, pavilions, sidewalks, selection of equipment for decorative lighting rarecrops, newly and old monuments, facades Seismological Bureau, fountains, multifunctional space with emphasis on security and surveillance capabilities, creating audio-visual spectacle.

Project implementation: execution time, working conditions, mutual cooperation more than 10 performing companies, the reaction of Belgrade population.

### **Key words**

Reconstruction of the installation of public and decorative lighting of Tasmjdanski park

---

*<sup>1</sup> Dipl.el.inž. rukovodilac Službe za projektovanje i razvoj u JKP „Javno osvetljenje“ Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73a, Beograd, Srbija, jelena@bg-osvetljenje.rs*

## 1. PRVOBITNO OSVETLJENJE PARKA



*Slika 1. Tašmajdanski park pre rekonstrukcije*

Prethodni projekat instalacije javnog osvetljenja u parku je realizovan još sedamdesetih godina prošlog veka. Uprkos nastojanjima preduzeća JKP "Javno osvetljenje" da zastarelost opreme ne utiče na ambijent u parku, neke poteškoće u održavanju kao korodirani stubovi, razbijene i okrnjene svetiljke, su bile nepremostive.

Neposredno pred rekonstrukciju parka krajem 2010, u Tašmajdanu je bilo oko 200 osmougaonih stubova, visine 4 metra, sa svetilkama sferičnog oblika i živinim izvorima svetlosti, snage 125 W. Zastareli, i sada već neprimereni izvori, iziskivali su česte zamene, poseban oprez i niz preventivnih mera prilikom održavanja i skladištenja. Sanacija stubova se samo delimično mogla izvršiti farbanjem.



*Slika 2. Tašmajdanski park pre rekonstrukcije*

Sve navedeno, uticalo je na odluku grada da se u okviru kompletne rekonstrukcije parka uradi i sanacija javnog osvetljenja. Finansijska sredstva za realizaciju ovog velikog projekta su obezbedili vlada Azerbejdžana i grad Beograd.

## 2. NOVOPROJEKTOVANO REŠENJE

Ideja vodilja rekonstrukcije osvetljenja Tašmajdanskog parka je bila nenametljivost u prostoru. Prema rečima autora projekta, prof.dr Lidije Đokić, iz tog razloga se pribeglo formi koja je atipična za ove prostore, a to je integrisani sistem - stub sa svetiljkom. Svedena forma, koja ne pretenduje ni na koji način da bude dominantna, a ujedno je svrsishodna, predstavlja novi koncept u projektovanju javnog osvetljenja. Posledica ovakvog rešenja je i modularnost, kao jedan od preduslova multifunkcionalnosti. Naime, krajnje jednostavnom valjkastom formom, obuhvaćeni su stub sa svetiljkom (ili na pojedinim mestima više njih), kamera, zvučnik (ne nužno, već samo na mestima gde su predviđeni).



*Slika 3. Izgled stuba sa svetiljkom*

Karakteristika ovakvog sistema je i mogućnost horizontalne rotacije modula od 360°. Neupadljivost i neutralnost su postignuti izborom boje sistema osvetljenja (stub sa svetiljkom) koja je primenjena i na sav mobilijar u parku (klupe, kante za otpatke i sl.).

Novim rešenjem osvetljenja Tašmajdanskog parka, kao jedne od najvažnijih zelenih površina u gradu, postignuto je isticanje ambijentalne vrednosti u noćnim uslovima i praćenje hijerarhijske vrednosti parkovskih elemenata. Ograničenje blještanja u vidnom polju je obezbeđeno odgovarajućim izborom i pozicioniranjem reflektora, čija je svetlost koncentrisana na površine kojima je namenjena. Instalacija osvetljenja broji 163 stubna mesta sa svetiljkama i metal-halogenim izvorima svetlosti sa keramičkim gorionikom, odlične reprodukcije boja, snage 70W. Isticanje centralne aleje, postignuto je upotrebom stubova visine 5m, dok su sporedne staze osvetljene sa stubova visine 4 i 4.5m. Stubovi su sa anker-pločom, toplocinkovani, zatim farbbani, sa revizionim otvorima, opremljeni antivandal zavrtanjima.



*Slika 4. Centralna aleja*



*Slika 5. Dekorativno osvetljavanje biljaka*

Glavnu promenu u parku karakteriše intenzivnije osvetljenje i veća ravnomernost u odnosu na ostale staze. Kompoziciju osvetljenja staza prati niz klupa, pa se tako u parku može izabrati osvetljeno mesto za sedenje ili u senci. Gradacija osvetljenja je postignuta i naglašavanjem raskošnih, koloritnih biljnih kultura koje su pozicionirane u delovima parka u kojima nije prisutan visok nivo osvetljenosti, pa je na taj način dat doprinos kvalitetu noćnog ambijenta. Za osvetljenje biljaka su korišćeni ukopavajući reflektori, čime je minimiziranjem njihovog prisustva u prostoru postignut veći nivo bezbednosti prolaznika, a svedenošću je izbegnuto estetsko narušavanje sagledavanja pejzaža.



*Slika 6. Dečje igralište*



*Slika 7. Teren za sportske aktivnosti*

Dečje igralište, kao i teren za sportske aktivnosti, osvetljeni su sa stubova koji imaju po dva modula - dve svetiljke. Svetiljke su tako usmerene da postoji međusobni otklon od  $60^\circ$  u horizontalnoj ravni, pa je postignuta veća pokrivenost svetlošću površine kojoj je namenjena.

Posebnu draž noćnoj opservaciji parka doprinosi i dinamičko osvetljenje fontane, koje u kombinaciji sa ozvučenjem čini svojevrstan audio-vizuelni spektakl. Neke od mnogobrojnih skulptura su osvetljene, i to reflektorima različite snage, radi boljeg sagledavanja.





*Slika 8. Spomenik Desanki Maksimović*



*Slika 9. „Din Kihot“*

Dekoratívno osvetljenje je dobila i zgrada Seizmološkog zavoda. Još jedna od novina je i postojanje instalacije video-nadzora, prisustvo 32 kamere, čime je u parku postignut visok nivo bezbednosti. Centralni deo sistema video-nadzora nalazi se u „paviljonu za penzionere“. Iako namenjen starijoj populaciji, paviljon za penzionere, popularno nazvan „šahovski“, dobio je mnogo veći broj korisnika, pre svega studenata, koji nalaze utočište i mesto za rad (noću) u jednom ovakvom prostoru.

Deo parka uz ulicu Bugar kralja Aleksandra, dobio je takođe novo osvetljenje, u skladu sa izborom postojećih svetiljki na samom bulevaru. Iste su, radi održanja kompozicione celine, postavljene i u delu parka namenjenom kućnim ljubimcima (ugao Resavske i Bulevara).



*Slika 10. „šahovski paviljon“*

Važno je napomenuti, da s obzirom na veliku investicionu vrednost projekta, investitor nije nametao nikakva ograničenja kada je u pitanju sistem osvetljenja, niti je imao posebne zahteve.

### **3. REALIZACIJA PROJEKTA**

Izvođač radova rekonstrukcije instalacije osvetljenja i video nadzora je bilo JKP „Javno osvetljenje“ Beograd. Pripremni radovi rekonstrukcije osvetljenja parka su počeli u decembru 2010, kada je urađena demontaža stare instalacije i opreme. Grubi građevinski radovi su usledili u prvim mesecima tekuće godine, a potom i elektromontažni i fini završni radovi na uregulisanju svetiljki. Instalacija opšteg osvetljenja je završena tokom aprila, da bi u finalnoj fazi radova bilo izvedeno i osvetljenje paviljona za penzionere (popularno nazvan „šahovski“ ) i dva manja paviljona, namenjena turističkoj promociji.

Na dinamiku svih izvedenih radova su uticale pre svega vremenske prilike. Ledeni dani u januaru i februaru su osujetili nameru izvođača da završi sa građevinskim radovima iskopa zemljišta , kao i polaganju kablova, ali su ispoštovane sve primedbe nadzornih organa o pridržavanju tehničkih normativa vezanih za ovu vrstu poslova. Imajući u vidu da izbor godišnjeg doba za realizaciju projekta nije bio naklonjen izvođačima, ne čudi odlaganje termina za svečano otvaranje parka. Činjenica je da je na gradilištu bilo prisutno više od deset preduzeća koje su angažovani na poslovima uređenja zemljišta, pešačkih i trim staza, igrališta, izgradnji i osvetljenju fontane, instalacije celokupnog funkcionalnog i dekorativnog osvetljenja i video nadzora, paviljona, sanaciji javnog vc-a, vodovodne i kanalizacione mreže.

Prema podacima sa lica mesta oko 200 radnika je u svakom trenutku u vreme rada gradilišta bilo prisutno u parku. Sinhronizacija svih radova, ma koliko oni bili raznorodni, morala je da se održava u kontinuitetu i bez posledica po bilo kog od izvođača.



*Slika 11. Izvođenje radova*

Nedugo po početku izvođenja radova, srušena je prvo delimično, a potom i u celini, zaštitna ograda na gradilištu, čime su se pojedini Beograđani oglasili o zabranu kretanja po parku, i time ugrozili sopstvenu bezbednost. Na taj način je prolaznicima i njihovim kućnim ljubimcima omogućeno slobodno kretanje, kao i zloupotreba prisustva deponovanog materijala i njegovo nelegalno odnošenje. Materijalna šteta koja je nanescena krađom bakarnog užeta za izradu prstenova za oblikovanje potencijala 55 stubnih mesta je minorna u odnosu na poremećenu dinamiku rada i tehnologiju procesa, kao posledice ovakvog (ne)dela. Ovakvim stanjem na licu mesta, izvođačima prečutno povereno da se staraju za sveopštu sigurnost, u netipičnim uslovima.

Još jedan test snalažljivosti koji su uspešno položili radnici JKP „Javno osvetljenje“ Beograd odnosio se na segment pozicioniranja stubova. Naime, nakon geodetskog obeležavanja lokacija stubova, ispostavilo se da je nepoznanica visinska kota temelja stubova, i da će se utvrditi nakon izrade staza, koje su, ispostavilo se, osnovni reperi. Time je još jednom potvrđeno koliko je važnu ulogu odigrala saradnja i kolegijalnost radnika više izvođačkih firmi, čijim je zajedničkim naporima prevaziđena i ova prepreka, pa je tako za svaki pojedinačni stub rađena nivelacija i to tek po popločavanju staza, montiranju svetiljki, tj. kamera (modula), iako su stubovi postavljeni pre staza.

U novijoj istoriji graditeljstva u Beogradu, nijedan projekat nije toliko privukao pažnju medija, kao projekat rekonstrukcije parka Tašmajdan. Kontroverzan, pre svega po doživljaju u javnosti izvora finansiranja (dalekog Azerbejdana) i insinucijama na račun ustupaka koje smo morali da učinimo, ne bi li realizivali projekat.

Danas, nekoliko meseci po otvaranju (i smirivanju strasti), možemo reći da Beograđani krajnje afirmativno govore o novom Tašmajdanu. Sproveli smo anketu među posetiocima, različite starosne dobi: svi se slažu da rekonstrukcija parka nije narušila opštu atmosferu, već je povećala utisak bezbednosti i dobrodošlice, čemu najveći doprinos ima upravo novo osvetljenje. Primećen je i veći broj posetilaca, koji su usmereni ka različitim sadržajima u parku, bilo da su to dečja igrališta, teretana na otvorenom, prostor za slobodno kretanje kućnih ljubimaca, ili šahovski meč. Treba napomenuti da se sve aktivnosti u parku mogu nesputano odvijati i u noćnim satima, upravo zahvaljujući osvetljenju. Kao još jedna od pohvala koje su naveli ispitanici je i da je drastično smanjen broj poseta narkomana.





*Slika 12. Glavna promenada u parku*

Činjenica je da je Tašmajdanski park ovom rekonstrukcijom dobio nov vizuelni identitet, koji se umnogome razlikuje od starog, koji će mnogi pamtiti na poseban, sentimentalni način. Nadamo se, i verujemo da će i nov zauzeti važno mesto u emotivnoj memoriji svojih posetilaca, i da će i buduće generacije govoriti o njemu sa istim nadahnućem kao i njihovi prethodnici.



*Slika 13. Glavna promenada u parku(noć)*



*Jelena Ivanović Šekularac<sup>1</sup>, Nenad Šekularac<sup>2</sup>*

## **PRIMENA KAMENA KAO KROVNOG POKRIVAČA PRI REKONSTRUKCIJI I IZGRADNJI OBJEKATA**

### **Rezime**

U arhitekturi, u prošlosti, različiti materijali koristili su se za pokrivanje objekata toga doba. Odabir vrste krovnog pokrivača zavisio je od namene i veličine objekta, tako da su sve crkve, upravne zgrade i važni srednjevekovni objekti prvobitno bili pokriveni kamenim ili olovnim pločama kao finalnim krovnim pokrivačem.

Tendencija povratka kamena kao autentičnog krovnog pokrivača pri rekonstrukciji srednjevekovnih zdanja i crkava, kao i uvođenje kamena kao krovnog pokrivača na novim objektima u istorijski zaštićenim jezgrima, moguća je samo uz ispunjenje savremenih principa i zahteva građevinske fizike.

### **Ključne reči**

Kamene ploče kao finalni krovni pokrivač, savremeni principi dvostrukog vetrenja krovova, rekonstrukcija srednjevekovnih objekata, uklapanje u ambijentalnu celinu.

## **APPLICATION OF STONE AS A ROOFING IN THE RECONSTRUCTION AND CONSTRUCTION**

### **Summary**

In architecture, in the past, different materials were used for covering the buildings. The selection of the type of roofing depended on the purpose and size of the building; thus all the churches, administrative buildings and important medieval buildings were originally covered with stone or lead slabs as the final roofing material.

The tendency of return of stone as an authentic roofing in the reconstruction of medieval buildings and churches, as well as the introduction of stone as a roofing on the new buildings in protected historic cores, is possible only if fulfilled modern principles and requirements of the physics of construction.

### **Keywords**

Stone slabs as the final roof covering, modern principles of double ventilation of roofs, reconstruction of medieval buildings, fitting into the ambience.

---

<sup>1</sup> *Dr, docent, dipl.inž.arh., Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd, Srbija  
jelenais@sezampro.rs*

<sup>2</sup> *Dr, docent, dip.linž.arh., Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd, Srbija  
nsekai@sezampro.rs*

## **1. MATERIJALI PRIMENJENI ZA POKRIVANJE SREDNJEVEKOVNIH OBJEKATA**

Geostrategijski položaj Balkanskog poluostrva uticao je na razvoj Balkanskih zemalja, smeštenih na raskršću Zapada i Istoka između Evrope i Male Azije. Na ovom prostoru ukrštali su se interesi raznih kultura i tekovina, dolazilo je do razmene znanja i ideja kao i naučnih dostignuća i iskustava toga vremena što je nesumnjivo uticalo i na arhitekturu i na graditeljstvo toga doba. Veština građenja u srednjovekovnoj Srbiji bila je na vrlo visokom nivou o čemu svedoče i danas sačuvane mnogobrojne građevine iz toga doba. Sama graditeljska tehnika toga vremena bila je na vrlo visokom stepenu razvoja kao i sveukupna srednjevekovna kultura i nauka celog Balkanskog poluostrva.

Dokaz o primeni različitih materijala za pokrivanje krovova na objektima toga doba nalazimo na brojnim freskama sačuvanim u crkvama i manastirima tada podignutim, koje prikazuju ktitore (ljude koji finansiraju gradnju pomenutih građevina) kako drže maketu građevine koju oni podižu. Nepoznati slikari su primenom različitih boja pokušali crtežom da sačuvaju autentični izgled ovih objekata pa otuda krov naslikan crvenom bojom predstavlja krov pokriven proizvodima od pečene zemlje (crepom i ćeramidom), golubije plavom bojom predstavljan je krov pokriven olovom, braon bojom predstavljan je krov pokriven drvetom i sivom bojom kameni krovni pokrivač.

Odabir vrste pokrivača zavisio je od namene i veličine objekta tako da su crkve, upravne zgrade i svi važni objekti bili pokriveni kamenim ili olovnim pločama. Pored ovih materijala kao krovni pokrivač koristili su se drvo i proizvodi od pečene zemlje (crep i ćeramida).

### **1.1. PRIMENA KAMENA KAO KROVNOG POKRIVAČA**

Manje crkve i druge građevine unutar manastirskih kompleksa često su pokrивane kamenim pločama. Predpostavlja se da su najstarije srednjovekovne građevine, u najvećem broju slučajeva, prvobitno bile pokrивene kamenim pločama kao finalnim pokrivačem. U Srbiji u srednjem veku objekti pokriveni ovim kamenim škrljcem su pokriveni pločama u neobrađenom stanju i u debljini od 5 cm. Primena ovih ploča na reprezentativnim objektima toga doba zahtevala je i njihovu veću obradu pa otuda i debljina ovih obrađenih ploča ne prelazi 3 cm.

Primeri pokrivanja krovova kamenim pločama sačuvali su se i do danas na Svetoj gori, na Atosu, u Grčkoj, u okviru manastira Hilandar.

Na Svetoj Gori, na Hilandaru, kamenom kao krovnim pokrivačem pokriveni su mnogi objekti unutar manastirskog kompleksa: konaci, kule (pirgovi), paraklisi (crkve). Svi konaci bili su pokriveni kamenim pločama, prirodno cepanim, skoro neobrađenim i dosta debelim (slika 1.). Način pokrivanja kamenim pločama sačuvarao se i danas na nekim objektima. Razlog velike primene kamena kao pokrivača ogledao se u tome što je kamena bilo dovoljno i nije zahtevao veći tehnološki proces (poput olova) već je on bio prirodni materijal koga je trebalo samo malo doraditi i primeniti na objektu. Primena kamena u izgradnji objekata toga doba bila je veoma velika i on se koristio u gradnji temelja, zidova, svodova, a pojedine vrste kamena primenjivale su se i za izradu dekorativne plastike i ornamenata kako na fasadi tako i u enterijeru ovih objekata ali i kao podna obloga.



*Slika 1. Manastir Hilandar –  
kamen kao krovni pokrivač*



*Slika 2. Crkva Sv. Arhandela, kamenom  
prepokriven krov i kupola*

Pokriivanje krovova kamenim pločama vršeno je na taj način što su kamene ploče manjih dimenzija, veoma malo pritesane postavljane vrlo gusto, u blatu ili na suvo preko svodova. Ploče su polagane skoro horizontalno sa veoma malim nagibom ka spolja, da bi se omogućilo oticanje vode. Svaka ploča gornjeg reda pokrivala je spojnicu ploče nižeg reda. Ovo stepenasto povlačenje blago nagnutih ploča sprečavalo je mogućnost prodora vode kroz konstrukciju. Sam kamen koji se koristio u ove svrhe morao je biti kompaktn, zgusnut, lak za obradu (pogodan za klesanje i cepanje) naročito u ploče debljine 3 do 5 cm. Ova vrsta kamena zove se škrljac, veoma je pogodan za ovu namenu i sive je boje. Veliku primenu kao krovni pokrivač imao je baš iz razloga njegovih dobrih osobina i mogućnosti lakog i dobrog cepanja u ploče pa odatle i njegovo masovno korišćenje ne samo kao pokrivač ravnih već i za pokrivanje krivih površina: svodova i kalota na kubetima.

Manje crkve i druge građevine često su pokrivanne kamenim pločama, a o tome svedoče i ostaci kamenog pokrivača na izvesnom broju crkava iz tog vremena. Pokriivanje kamenim pločama svodnih površina izvodi se pločama manjih dimenzija koje su se postavljale gusto direktno preko svoda u suvo ili se koristilo blato za ispunjavanje spojnica. Umesto blata kao veziva za ispunjavanje spojnica između kamenih ploča koristio se i krečni malter ili krečni malter sa santorinijskom zemljom (prirodni poculan). Ploče su postavljane skoro horizontalno sa veoma malim nagibom naniže ka spolja, radi odvođenja vode sa površine krova. Kamene ploče su nepravilnog oblika, malo pritesane i debljine 2 do 3 cm. Ovakvim načinom pokrivanja kupole i svodovi nisu menjali naročito svoj oblik, jer su dobijali samo omotač od kamena ali su primali znatno opterećenje jer je kamen vrlo težak. Primeri ovakvog načina pokrivanja su crkva Sv. Arhandela (slika 2.), Sv. Trifuna, skit Sv. Trojice, paraklis Sv. Save i druge u okviru manastira Hilandar na Svetoj Gori. Danas još uvek veliki broj konaka, kelija (monaških stanova) i skitova (vrsta manastira) na Svetoj Gori pokriveni su kamenim pločama.

Kamene ploče su osim direktno preko svodova polagane i preko daščane oplata od kestenovog drveta postavljane preko drvene krovne konstrukcije. Ova krovna konstrukcija morala je da bude vrlo jaka jer je bila naročito opterećena ovim teškim krovnim pokrivačem težine između 300 do 500 kg/m<sup>2</sup>.

S obzirom da je bilo gotovo nemoguće potpuno sprečiti prodor vode kroz pokrivač pod uticajem jakog vetra koji u zimskim mesecima duva s mora bilo je potrebno preduzeti dodatne mere da bi se sprečilo eventualno prokišnjavanje i prodor vlage sa krova u prostor koji se koristio. U vreme kada su podizani ovi objekti tavanski prostori se nisu koristili pa

se preko drvene tavanične konstrukcije, a u okviru tavana izvodio karatavan tj. sloj blata koji je mogao da upije vodu usled prokišnjanja.

Kako se manastir Hilandar nalazi na poluostrvu Atos u Egejskom moru, snažni vetrovi koji duvaju sa mora i vlaga koju sobom nose prodirala je duboko kroz zidove i svodove ovih objekata i ugrožavala živopise oslikane na svodovima i zidovima ovih građevina. Celokupna površina zidova, svodova, kupola crkava bila je živopisana, oslikana "al fresco" tehnikom, tj. oslikana zemljanim bojama na svežem malteru, tako da se boja sušila zajedno sa malterom i postala postojana i nepromenljiva.

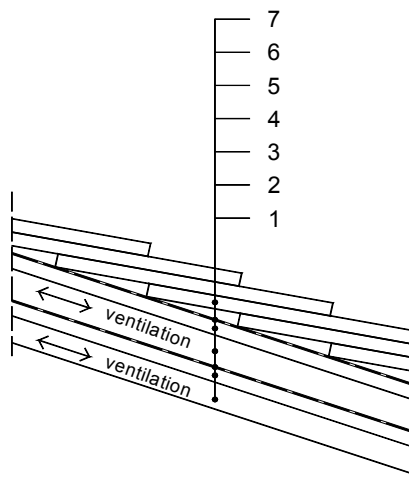
Kamene ploče kao pokrivač u velikom broju slučajeva nisu mogle da spreče prokišnjanje i prodor vlage kroz svodove i kupole crkava, tako da su freske naslikane u unutrašnjosti ovih objekata bile direktno ugrožene. Uočavanjem ovog oštećenja neprocenjivog bogatstva živopisa u crkvama i ostalim objektima, pristupilo se zameni prvobitno postavljenog kamenog pokrivača i prepokrivanju svodova i krovova olovnim pločama i olovnom limom, kao najboljem ali i najskupljem rešenju, još u srednjem veku. Iz tog razloga pojedini objekti su promenili svoju prvobitnu materijalizaciju i izgled.

## **2. PRIMENA SAVREMENIH PRINCIPA DVOSTRUKO VETRENIH KROVOVA SA KAMENOM KAO KROVNIM POKRIVAČEM**

Tendencija zadržavanja kamenog pokrivača na nekim objektima, kao i povratka kamena, kao autentičnog krovnog pokrivača, i izgleda ovih spomenika kulture moguća je isključivo uz primenu savremenih principa dvostrukog vetrenja krova. Na ovaj način je omogućeno zadržavanje autentičnog pokrivača ili zamena postojećeg pokrivača prvobitnim uz ispunjenje neophodnih zahteva i principa savremene građevinske fizike, a to su: vetrenje odmah iznad svoda što omogućava postojeće masivne svodne konstrukcije najčešće oslikane viševekovnim starim freskama neprocenjive vrednosti, vetrenje finalnog krovnog pokrivača tj ostvarenje mogućnosti konstantnog strujanja vazduha u sloju iznad hidroizolacije a ispod pokrivača i mogućnost isušavanja eventualno nastale vlage (kondenza) i prokišnjanja.

Predlog rekonstrukcije ovog pokrivača a prema zahtevima savremene građevinske fizike izvodi se na sledeći način i sa sledećim slojevima krova (slika 3.):

- letve 5/5cm - postavljaju se upravno na strehu tj u pravcu oticanja vode, a preko postojeće konstrukcije svoda (1),
- daščana podloga 2.4 cm preko letvi (2),
- rezervna hidroizolacija – položena preko daščane podloge (3),
- letve 5/5 cm - postavljaju se upravno na strehu tj u pravcu oticanja vode, a preko daščane pologe prekrivene rezervnom hidroizolacijom (4),
- daščana podloga 2.4 cm preko letvi (5),
- hidroizolacija – posuta finom kamenom sitneži, izvodi se preko daščane podloge (6),
- kamene ploče u malteru – polažu se preko daščane podloge i hidroizolacije (7).



*Slika 3. Detalj slojeva krova pri pokrivanju kamena*

Na ovaj način omogućeno je vetrenje samog svoda ispod koga se nalaze freske, i vetrenje (iznad sloja hidroizolacije) kamenog pokrivača tj isušenje kondenza koji se javlja sa donje strane kamenih ploča u ranim jutarnjim satima, kao i isušenje vlage nastalo prokišnjavanjem između kamenih ploča (slika 4.). Primena savremenih principa dvostrukih vetrenih krovova sa kamenom kao krovnim pokrivačem izvedena na ovaj način omogućila bi očuvanje fresaka starih i više vekova i uspešnu rekonstrukciju srednjevekovnih objekata neprocenljive vrednosti, kao doprinos ukupnoj svetskoj kulturnoj baštini.

Kako se pokrivanje krovova kamenom završava na strehi tako što su kamene ploče pritesane i naravno bez postojanja posebnih horizontalnih kanala za odvod vode (oluka), na ovaj način omogućen je nesmetan ulaz vazduha kod strehe i nesmetano strujanje vazduha između drvenih letvi postavljenih upravno na strehu uz obavezno postavljanje ozračnika pri slemenu. Na taj način omogućeno je neometano strujanje vazduha od strehe ka slemenu.



*Slika 4. Postavljanje kamenog krovnog pokrivača*



*Slika 5. Novoizgrađeni objekat pokriven kamenom, Volos , Grčka*





Ovaj princip pokrivanja kamenim pločama sa dvostruko vetrenim krovnim pokrivačem po prvi put je primenjen u maju 2005. godine prilikom rekonstrukcije i revitalizacije postojećeg objekta "Senara", u neposrednoj blizini zidina kompleksa manastira Hilandar.

### 3. ZAKLJUČAK

Zamena dotrajalih i oštećenih kamenih ploča na krovovima koji su još uvek pokriveni kamenom kao i ponovno prepokrivanje krovova čiji je prvobitni kameni krovni pokrivač u međuvremenu zamenjen nekim drugim pokrivačem (ćeramidom, crepom ili olovnim pločama) a uz primenu navedenih savremenih principa dvostruko vetrenih krovova, omogućiće vraćanje prvobitnog autentičnog izgleda starim konacima, skitovima i ostalim viševekovno starim objektima. Na ovaj način daje se doprinos očuvanju i unapređenju svetske kulturne baštine.

Pored navedenih primera sanacije i rekonstrukcije srednjevekovnih objekata, ovi savremeni principi pokrivanja krovova kamenom primenjeni na novoizgrađenim objektima (slika 5.) doprineće njihovom uklapanju u ambijentalnu celinu u cilju njenog očuvanja i unapređenja.

#### LITERATURA:

- [1] S. Nenadović: Building technology in Medievel Serbia, Belgrade, Prosveta, (2003), 444
- [2] R. Findrik: Raška baština 2, Zavod za zaštitu spomenika kulture Kraljevo, Kraljevo (1980), 223-225
- [3] V. Korać, M. Kovačević: Hilandar monastery, Palaces and Fortifications, Serbian Institute for protection of Cultural Monuments, Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade (2004),
- [4] P. Fasio, H.Ge, J. Rao: Research in Building Physic and Building Engineering, Taylor & Francis (2006), 489-493

*Kristina Zubović<sup>1</sup>*

## **SOCIO-EKONOMSKA OPRAVDANOST PRIMENE KONVERTOVANE SUNČEVE ENERGIJE**

### **Rezime**

Osnovni cilj ovog rada je da pokaže da je solarna toplotna energija najisplativiji i najpraktičniji izvor grejanja, jer ima potencijal da pokrije 50% od ukupne tražene toplote. Za postizanje ovog cilja potrebno je da se usavrše postojeće i da se razviju nove tehnologije za nove sektore kao što su stambene zgrade i industrijski sektor. Pre svega se misli na potrebu razvijanja kompaktnih baterija za sezonsko skladištenje sunčeve energije, industrijskih aplikacija i solarnog hlađenja. U ovom radu će biti istaknut socio-ekonomski aspekt kao jedan od ključnih aspekata za postizanje tog razvoja, kao i zašto se u Srbiji ne koristi dovoljno konvertovana sunčeva energija, iako za to postoje potencijalni uslovi.

### **Ključne reči**

konvertovana sunčeva energija, socio-ekonomski aspekt, solarno grejanje i hlađenje

## **SOCIO-ECONOMIC JUSTIFICATION OF THE USE OF CONVERTED SOLAR ENERGY**

### **Summary**

Basic goal of this paper is to show that the solar thermal energy is the most cost-effective and most practical source of heating, because it has the potential to cover 50% of the total required heat. To achieve this goal it is necessary to improve the existing and to develop new technologies for new sectors such as residential buildings and industrial sector. It primarily refers to the need of developing compact batteries for seasonal storage of solar energy, industrial applications, and solar cooling. In this paper will be highlighted the socio-economic aspect as one of the key aspects in achieving this development, as well as why in Serbia the converted solar energy is not used enough, although there are potential conditions.

### **Key words**

converted solar energy, socio-economic aspect, solar heating and cooling

---

*<sup>1</sup> Alexander College of Arts, Business & Management, Belgrade, Serbia, student doktorskih studija  
Arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, [christine@verat.net](mailto:christine@verat.net) zubovic.k@orion.rs*

## 1. UVOD

Skoro 50% od ukupne energije (koja se trenutno troši u Evropi) se koristi za proizvodnju toplotne energije bilo u domaće ili industrijske svrhe. S obzirom da se većina te energije proizvodi kroz sagorevanje fosilnih goriva (kao što su nafta, gas i ugalj), njena proizvodnja ima štetne uticaje na životnu sredinu koji proizilaze prvenstveno iz povezanih emisija gasova staklene bašte, kao i iz procesa ekstrakcije resursa. Proces hlađenja se, takođe, uglavnom postiže pomoću upotrebe električne energije.

Da bi drastično promenile situaciju, države Evropske Unije su sebi postavile za cilj da značajno povećaju kapacitet korišćenja obnovljivih izvora energije u sektoru grejanja. EU očekuje da će se do 2020. godine, kapacitet korišćenja obnovljivih izvora energije u sektoru grejanja povećati za 20%. A usled dešavanja u svetu, Srbija se trudi da prati tendencije EU, formiranjem Strategije za razvoj energetike Republike Srbije.

## 2. BITNE KARAKTERISTIKE SUNČEVOG ZRAČENJA

U toku čitavog razvoja čovečanstva, čovek je sve do pre nekoliko stotina godina koristio isključivo energiju sunčevog zračenja za podmirivanje svojih potreba.

Potrebno je napraviti odgovarajući prijemnik sunčeve energije odnosno kolektor, kako bi omogućili da se dobijena energija Sunca iskoristi za određene namene. Apsorbovana toplotna energija sunčevog zračenja se akumulira u baterijama, ali je, takođe, potrebno da se razvije i napravi odgovarajuća tehnologija pomoću koje bi se skladištila toplotna energije (tokom letnjih meseci ili danju), kako bi mogla da bude iskorišćena u trenutku smanjene osunčanosti (tj. u zimskom periodu ili noću).

## 3. NAČINI PRIMENE TERMALNE KONVERZIJE

U praksi se termalna konverzija sunčeve energije koristi za: zagrevanje sanitarne vode u stambenim objektima (kućama i stanovima) i (raznim) javnim objektima (kao što su hoteli (slika 1), hosteli, obdaništa, škole, bolnice, restorani, domovi za studente, domovi za stara lica, sportsko-rekreativni objekti, itd.); zagrevanje vode u bazenima kako u kućama, tako i u sportsko-rekreativnim centrima (najnoviji primer takve primene u Srbiji, je postavljanje solarnih panela na krov plivališta SRC Tašmajdan, koji omogućava maksimalnu uštedu energije, posebno tokom letnjih meseci); destilaciju i zagrevanje vode ili drugih fluida koji se koriste u industriji; sušenje poljoprivrednih proizvoda i zagrevanje staklenika i plastenika u poljoprivrednoj proizvodnji (slika 2); zagrevanje prostora (kao dopunsko sredstvo električnoj energiji, kada postoje uslovi za to-u vidu postojanja dovoljne osunčanosti); i za hlađenje (stambenog, javnog ili industrijskog) prostora.

*Slika 1. Hotel Aneto u Španiji*



*Slika 2. Plantaža u Kirchbichl-u u Austriji*

#### **4. TOPLOTNI SOLARNI KOLEKTORI**

Da bi se energija Sunca (koja je prisutna na celoj površini planete Zemlje) iskoristila za određene potrebe, potrebno je napraviti odgovarajući prijemnik sunčeve energije odnosno kolektor.

Kolektori su površine koje, primajući Sunčevo zračenje, apsorbuju toplotu, koju zatim prenose do skladišta toplote ili do mesta gde će biti korišćena (i gde će biti izvršena konverzija toplotne sunčeve energije u električnu energiju). Najčešće korišćeni prijemnici toplote su bojleri za zagrevanje sanitarne vode (slika 3).



*Slika 3. Toplotni solarni kolektor za zagrevanje sanitarne vode*

Postoje ravni pločasti solarni kolektori i (ređe korišćeni) fasadni solarni kolektori (slika 4). Češće korišćene, ravne pločaste solarne kolektore, sa najčešćom površinom od oko 2 m<sup>2</sup> (koja može da primi oko 1800kWh toplotne energije u toku jedne godine), odlikuju visok koeficijent apsorpcije sunčeve energije. Zahvaljujući korišćenju različitih materijala (sa mogućnošću apsorbovanja i do 98% dospele energije) kao što su bakar, aluminijum ili nerđajući čelik, koji se primenjuju sa različitim tehnologijama zavarivanja, postiže se visoko efikasan proces razmene toplote u kolektoru. Za postizanje što veće energetske efikasnosti, pored materijala od kog je kolektor, od izuzetne važnosti je i površina, mesto postavljanja (orijentacija i nagib) kolektora. Oni mogu biti instalirani na ravan krov, mogu biti integrisani u krov ili mogu biti postavljeni kao samostojeća instalacija (na krovu ili na terenu), kao što je to prikazano na slici 5. U letnjem periodu se u solarnim kolektorima, usled stagnacije, tj. mirovanja kolektora, postižu veoma visoke temperature i do 210°C.



*Slika 4. Transparentan solarni toplotni kolektor integrisan u fasadu*



*Slika 5. Zgrada Parlamenta EU u Brisel-u, u Belgiji*

Bolja termička izolovanost vakuumskih (metalnih) cevi, čini vakuumske toplotne kolektore energetski efikasnijim u odnosu na druge toplotne solarne kolektore, čija efikasnost najviše dolazi do izražaja u hladnijim periodima u toku godine. S obzirom da je njihova cena 50% veća od cene običnih kolektora, oni se najčešće postavljaju u objektima u kojima postoji stalna potreba za velikom količinom tople vode (kao što su na primer sportsko-rekreativni objekti ili hoteli).

## **5. DEŠAVANJA U OVOJ OBLASTI I MOGUĆA REŠENJA PROBLEMA U PRIMENI SUNČEVE ENERGIJE**

Zahvaljujući naučniku i istraživaču, Branku Laloviću, u periodu od 1975. do 1990. godine, u Srbiji odnosno Jugoslaviji se počelo sa istraživanjima, razvojem i primenom solarne energije (kada su, po prvi put, instalirani mnogi veliki sistemi za zagrevanje sanitarnih voda, i to najviše u hotelima i turističkim centrima na Jadranskom primorju).

Strategija EU predviđa da se do 2020. godine, kapacitet korišćenja obnovljivih izvora energije u sektoru grejanja poveća za 20%, do 2025. godine za 40%, a do 2050. godine za 50%. Što dovodi do pretpostavke, da će do 2030. godine, tehnološki napredak dovesti do smanjenja (ekonomskih) troškova za oko 60%.

Ukoliko se i dalje budu koristila fosilna goriva odnosno električna energija kao glavni resurs za grejanje i hlađenje zgrada, kao rezultat iscrpljivanja prirodnih resursa s

ekonomskog aspekta, život će za većinu ljudi postati previše skup. Što može, sa sociološkog aspekta da dovede do još većeg pogoršanja životnog standarda, odnosno još većeg siromaštva većine stanovnika u čitavom svetu, što se odnosi i na Srbiju.

U odnosu na ostale zemlje u svom okruženju, Srbija u mnogo manjoj meri koristi obnovljive izvore energije, prevashodno konvertovanu sunčevu energiju, iako za nju ima mnogo veći potencijal. Razlog takvih drastično različitih tehnoloških barijera (koje postoje u većini zemalja), stvaraju i politički okvirni uslovi, kada ne postoje politički mehanizmi podrške od strane države.

Najčešći mogući razlozi za nedovoljnu primenu obnovljivih izvora energije kako u Srbiji, tako i u većini zemalja, su nizak životni standard stanovništva, nizak stepen energetske efikasnosti u svim oblastima potrošnje energije, „male cene električne energije“ (bar ne toliko velike da bi ljude navele da sami razmišljaju o alternativnim izvorima energije), kao i nedostatak znanja i političkih odluka koje bi obučile i podigle svest stanovništva o značaju primene OIE.

Jačina i delovanje sunčevog zračenja su promenljivi u odnosu na deo dana i na deo godine, s obzirom da je zimi delovanje sunčevog zračenja manje nego leti, pa bi iz tog razloga trebalo razviti novu generaciju solarnih termalnih tehnologija. A u prelaznim periodima u toku godine bi trebalo, kao podršku uz sunčevu energiju, koristiti i neki od energetski efikasnih sistema grejanja kao što su podno-zidni sistemi grejanja, odnosno niskotemperaturni sistemi grejanja, čime bi se ostvarila ušteda od oko 45% električne energije za grejanje i od oko 75% električne energije za zagrevanje sanitarne vode.

Potrebno je unaprediti novu tehnologiju za skladištenje akumulirane toplotne energije koja podrazumeva dva tipa akumulatorskih baterija, tj. tehnologiju za kratkotrajno skladištenje (od 1-7 dana) i tehnologiju za sezonsko skladištenje energije (skladištenje energije akumulirane tokom leta za zimu).

U cilju postizanja tih rezultata, osmišljena je Strategija za razvoj energetike Republike Srbije koja ima za cilj da do 2015. godine, selektivnim korišćenjem novih i obnovljivih izvora energije, uspori rast uvoza energenata, smanji negativan uticaj na životnu okolinu, otvori jednu dodatnu aktivnost za domaću industriju, zaposli lokalno stanovništvo i prilagodi domaću praksu u oblasti energetike sa praksom i regulativom EU.

Čime bi se: smanjila *energetska zavisnost*; *povećala zaposlenost stanovništva* – naučnog i stručnog kadra u oblasti istraživanja, razvoja, proizvodnje, održavanja, servisiranja, marketinga i eventualnog izvoza novih proizvedenih solarnih tehnologija; smanjili troškovi kućnog budžeta po domaćinstvu za kupovinu energenata, što bi, sa sociološkog aspekta, doprinelo *smanjenju siromaštva*; i *smanjilo zagađenje životne sredine*.

Ispunjavanjem zadatih ciljeva Srbija će se približiti i ostvarenju zahteva EU da sunce ima najveći udeo u primeni OIE, kao i racionalnom korišćenju energenata, imajuću u vidu da je, sa tehničkog i ekonomskog aspekta, Srbija već iskoristila veći deo sopstvenih resursa.

Potrebno je podsticati implementaciju solarne tehnologije u postojeće stambene, javne i industrijske objekte i gradnju novih solarnih aktivnih (energetski efikasnih) zgrada, kroz subvencionisanje kupovine solarnih sistema za zagrevanje sanitarne vode, davanje beskatmatnih kredita ili oslobađanje od PDV-a nabavku opreme (čime bi se skrenula pažnja na solarnu tehnologiju i kako bi se povećala prodaja opreme). Takođe je potrebno pomoći proizvođačima da uspostave kvalitetnu proizvodnju i prodaju, uz subvencionisanje proizvodnje solarne opreme putem davanja kredita ili bezpovratnih sredstava od strane države.

## 6. ZAKLJUČAK

Zbog sve većih socijalnih, ekoloških i ekonomskih troškova zbog klimatskih promena, sve Evropske države sa svojim nadležnim institucijama, uključujući i Srbiju, su primorane da ubrzaju proces ka većoj primeni i podsticanju korišćenja ekonomične održive energije zasnovane na obnovljivim izvorima energije. Povećanom upotrebom OIE je moguće smanjiti emisiju gasova staklene bašte, smanjiti zavisnost od uvoza fosilnih goriva i usporiti trošenje sve više oskudnih resursa oslobađajući ih za korišćenje za neke druge namene u kojima su teže zamenljivi.

Uz pomoć ekonomske podrške države, moguće je usavršiti postojeće, razviti nove i podstići proizvodnju i veću primenu solarne tehnologije (i ostalih vidova OIE). Zapošljavanjem stanovnika u ovom sektoru, moguće je smanjiti nezaposlenost stanovništva, čime bi se smanjilo i siromaštvo.

## LITERATURA

- [1] B. Lalović: "Nasušno Sunce", Nolit, Beograd, 1982.
- [2] Strategija razvoja energetike Republike Srbije, do 2015. godine
- [3] Solar Heating and Cooling for a Sustainable Energy Future in Europe Vision Potential, Deployment Roadmap, Strategic Research Agenda, from: [http://www.rhc-platform.org/cms/fileadmin/user\\_upload/Structure/Solar\\_Thermal/Download/ESTTP\\_SRA\\_RevisedVersion.pdf](http://www.rhc-platform.org/cms/fileadmin/user_upload/Structure/Solar_Thermal/Download/ESTTP_SRA_RevisedVersion.pdf)
- [4] <http://www.ekapija.com/website/sr/page/389901>
- [5] [http://esttp.org/cms/front\\_content.php](http://esttp.org/cms/front_content.php)
- [6] <http://www.jeffersoninst.org/>
- [7] <http://www.mastersolar.rs/>
- [8] <http://www.planeta.org.rs/41/16%20energija.htm>
- [9] [www.smartfacade.nl](http://www.smartfacade.nl)





*Kristina Zubović<sup>1</sup>*

## **FAKTORI KOJI UTIČU NA ENERGETSKU EFIKASNOST I NJEN ZNAČAJ U VERTIKALNOM TRANSPORTU**

### **Rezime**

Ovaj rad pokazuje da su lift odnosno eskalator ili pokretne stepenice nužno sastavni deo jednog energetski efikasnog objekta. Osnovni elementi potrebni za projektovanje lifta ili pokretnih stepenica će biti prikazani kroz šeme. Prikazane šeme pokazuju elemente koji mogu da budu faktori koji utiču na energetsku efikasnost u pogledu uštede energije, efikasnijeg transporta putnika, ali i korišćenih resursa i materijala potrebnih za rad lifta.

### **Ključne reči**

energetska efikasnost, lift, pokretne stepenice, vertikalni transport, efikasan transport

## **FACTORS AFFECTING ENERGY EFFICIENCY AND ITS IMPORTANCE IN VERTICAL TRANSPORT**

### **Summary**

This paper shows that the elevator or escalator i.e. moving stairs are inevitably a part of an energy-efficient building. The basic elements needed to design an elevator or escalator will be displayed through the schemes. Shown schemes present elements which may be factors that affect energy efficiency in terms of energy saving, efficient transport of passengers, and used resources and materials needed to operate the elevator.

### **Key words**

energy efficiency, elevator, escalator, vertical transport, efficient transport

---

*<sup>1</sup> Alexander College of Arts, Business & Management, Belgrade, Serbia, student doktorskih studija Arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, [christine@verat.net](mailto:christine@verat.net) zubovic.k@orion.rs.*

## **1. UVOD**

Liftovi i pokretne stepenice čine 2-10% energetske potrošnje objekta, dok zgrade potroše više od 40% od ukupne potrošnje energije u svetu. Kako urbane sredine rastu, tako i troškovi energije rastu, a s obzirom da više od polovine svetskog stanovništva živi u gradovima, od velikog je značaja pitanje energetske efikasnosti liftova i pokretnih stepenica (eskalatora), odnosno faktora koji utiču na poboljšanje njihove energetske efikasnosti.

Energetski efikasan vertikalni i kosi transportni sistem treba da zadovolje nekoliko kriterijuma, kao što su: udobnost (kroz "glatku", vožnju liftom i kvalitetan dizajn same kabine lifta), efikasnost (štednjom energije uz upotrebu najsavremenijih disk tehnologija za kontrolu energetske potrošnje liftova ili pokretnih stepenica), bezbednost (u toku ulaska i izlaska iz lifta, kao i u toku svih vanrednih situacija) i ekologija (upotrebom ekoloških materijala, koji ne zagađuju životnu sredinu i za koje je poželjno da mogu da se recikliraju).

## **2. ELEMENTI KOJIMA SE POSTIŽE UŠTEDA ENERGIJE**

Korišćenjem naprednih tehnologija postizemo veću energetska efikasnost vertikalnih transportnih sistema, u pogledu veće uštede energije, jer je pomoću energetska efikasni i ekoloških komponenta, liftovima omogućeno da koriste manje energije, dok su za izradu komponenta za lift i pokretne stepenice korišćeni ekološki materijali koji imaju smanjen negativan uticaj na životnu sredinu. Ključni elementi pomoću kojih se postiže ušteda energije su: (regenerativan) konvertor, (nikl-vodonična) baterija za punjenje, (PM) motor sa svojim magnet vratima, LED osvetljenje, (automatski uključena) ventilacija (prilikom poziva lifta), (smart) kontrolna tehnologija, automatski senzori i kontrolori.

## **3. PREDNOSTI ENERGETSKI EFIKASNIH LIFTOVA**

Prednosti energetska efikasni vertikalni sistema su: ušteda energije, poboljšana efikasnost saobraćaja, minimalno rasipanje delova, bezbednost i pouzdanost u radu. Energetski efikasni vertikalni transportni sistemi imaju efikasniju potrošnju energije, u pogledu potrošnje energije tokom rada i stand-by režima, ventilacije, ali i osvetljenja kabine lifta ili pokretnih stepenica. Najzad, i pored uštede energije moguće je postići brži transport.

Liftovi opremljeni energetska efikasnim diskovima za dizanje mašine su 50-70% efikasniji od klasičnih liftova koji koriste konvencionalnu 2-brzinsku vuču ili hidrauličnu tehnologiju. Za razliku od hidrauličnih liftova, ovi diskovi ne zahtevaju ulje ili otvaranje rupe bušenjem, pa je značajno smanjen negativan uticaj na životnu sredinu, kao i rizik od požara. A zahvaljujući analizama karakteristika materijala i načina na koji su napravljene komponente, značajno su smanjene i veličine i težine vrata, kabine, okvira kabine, šina i ostalih komponenta lifta i komponenta pokretnih stepenica.

Stand-by rešenja omogućavaju napajanje opreme i kada lift nije u upotrebi, što je naročito značajno u niskim zgradama sa intervalima između perioda korišćenja lifta. Regenerativna rešenja mogu da obezbede 20-35% uštede energije, jer se u takvim sistemima energija stvara i kada se lift ne koristi. Zahvaljujući sistemu kontrole destinacija, koji optimizuje saobraćaj lifta, moguće je smanjiti veličinu i broj liftova koji su potrebni u zgradi. U ovakvim energetska efikasnim sistemima koriste se isključivo LED i ekološko

efikasno fluorescentno osvetljenje, jer ono može da smanji potrošnju energije i do 80% u odnosu na konvencionalne tehnologije osvetljenja, čime se smanjuje emisija štetnih gasova. Rešenje energetske efikasne kliznih vrata reguliše širinu otvora i vrata, i otvara vrata lifta na osnovu spoljašnje temperature, što može da dovede do uštede i do 4000 kWh godišnje u pogledu troškova za grejanje i hlađenje.

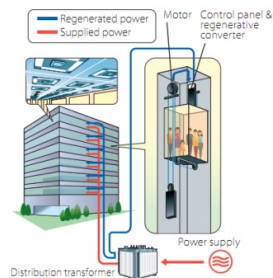
Energetski efikasne pokretne stepenice imaju energetske efikasne operacije, kao što su usporavanje ili zaustavljanje pokretnih stepenica kada nisu u upotrebi, čime može da se uštedi i do 50% energije. A regenerativnim rešenjima je smanjena potrošnja energije i do 60% energije, jer se energija prikuplja i kada se ne koriste pokretne stepenice.

S obzirom da najveći uticaj na životnu sredinu potiče od električne energije koja se upotrebljava za korišćenje lifta ili pokretnih stepenica, energetske efikasni liftovi i pokretne stepenice imaju za cilj da (sistematski) što više smanje potrošnju energiju. Modernizacija energetske efikasne vertikalnih sistema omogućava da lift ili pokretne stepenice budu obnovljeni zamenom nekih njihovih komponenti, što omogućava zadržavanje upotrebljivih komponenta.

Ove sisteme odlikuju i: kratko vreme i smanjena potrebna energija za instalaciju opreme, zahvaljujući komponentama koje su napravljene tako da budu manje i lakše, kao i povećana efikasnost i performanse klime i uređaja za ventilaciju, osvetljenja i druge komunalne opreme. Oni (uopšteno) imaju manji uticaj na životnu sredinu jer, zahvaljujući svojim karakteristikama, imaju smanjenu emisiju štetnih gasova, kako tokom njihove proizvodnje, tako i tokom same instalacije, a na kraju, i posle navršenog veka trajanja, mogu i da se recikliraju. Svi energetske efikasni liftovi i pokretne stepenice se uglavnom sastoje od metala, što znači da oko 90% materijala od lifta i oko 80% materijala od kojeg su napravljene pokretne stepenice može da se reciklira.

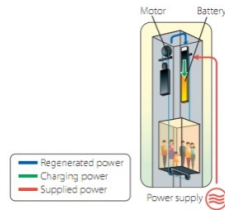
#### 4. (REGENERATIVAN) KONVERTOR, BATERIJA I PM MOTOR

Na slici 1 je prikazan regenerativan konvertor pomoću kojeg se prenosi snaga obnovljena vučenjem mašine, preko trafo-distributivne mreže na električnu mrežu u zgradi. Primenom ovog konvertora se postiže 35% uštede energije.



Slika 1. Regenerativan konvertor

Moguće je projektovanje sistema za liftove koji mogu da skladište električnu energiju i tokom redovnog korišćenja lift operacija. Slika 2 prikazuje skladištenje električne energije koje se postiže upotrebom niki-vodoničnih punjivih baterija, kao pomoćnog napajanja za pokretanje lifta, čime je moguće obezbediti i do 20% uštede energije.



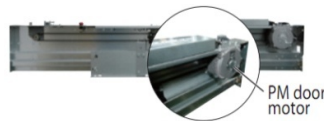
*Slika 2. Skladištenje električne energije pomoću baterije*

Na slici 3 je prikazan (PM) motor koji vuče mašinu, a zahvaljujući njegovom gvozdenom jezgrom koje je podjeljeno tako da izgleda kao šarke, omogućeno je da namotaji oko jezgra budu gušći, što doprinosi većoj kompaktnosti i efikasnosti motora.



*Slika 3. PM motor sa gvozdenim jezgrom koje ima izgled šarki*

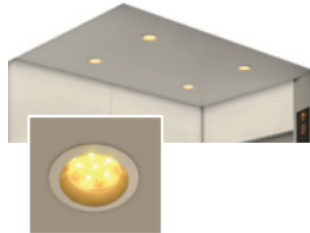
Na slici 4 je prikazan magnet vrata motora, koji omogućava da direktan pogon vrata (PM) motora i invertor VVVF ostvaruju efikasnije otvaranje i zatvaranje vrata lifta. Implementacijom ovih elemenata u projekat lifta ostvaruje se ušteda od oko 20% energije.



*Slika 4. Magnet vrata PM motora*

## **5. LED OSVETLJENJE I VENTILACIJA**

Od izuzetnog značaja je postavljanje automatskog uključenja odnosno isključenja ventilacije i osvetljenja. Za ventilaciju se uglavnom koristi ventilator koji se automatski uključuje prilikom poziva lifta, dok je za osvetljenje korišćeno energetske efikasno i dugotrajno LED osvetljenje sa startom paljenja od 1s. Na slici 5 je prikazan uobičajan način za postavljanje LED dioda u liftovima, čijim korišćenjem se postiže i do 88% uštede energije u odnosu na (običnu) halogenu rasvetu, dok slika 6 prikazuje postavljeno LED osvetljenje ispod rukohvata, kao najefikasnijeg načina primene (auto) osvetljenja na pokretnim stepenicama, čime se dobija 50% uštede energije u odnosu na halogenu rasvetu.



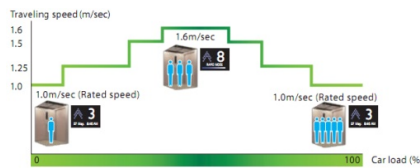
Slika 5. Primer postavljanja LED osvetljenja u liftu



Slika 6. Primer postavljanja LED osvetljenja na pokretnim stepenicama

## 6. ELEMENTI ZA POSTIZANJE EFIKASNIJEG TRANSPORTA

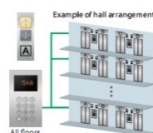
Implementacijom prethodno navedenih elemenata moguće je poboljšanje saobraćaja i preko 15% (bez povećanja kapaciteta napajanja), a uz sistem promenljive brzine lifta. Ovaj sistem omogućava da liftovi putuju brže od procenjene brzine, u zavisnosti od broja putnika u kabini, čime se povećava efikasnost transporta (slika 7).



Slika 7. Prikazana promenljiva brzina lifta u zavisnosti od broja putnika u kabini

Moguće je i poboljšanje saobraćaja za 20% i bez povećanja potrošnje električne energije. Korišćenjem smart kontrolne tehnologije, postiže se efektivna kontrola više liftova istovremeno (ukoliko je na jednom mestu postavljeno više od jednog lifta). Potrošnja energije se smanjuje tako što prema lokaciji kabine svakog lifta i putničkog opterećenja, (grupni) kontrolni sistem “dodeljuje“ poziv liftu koji najbolje balansira između operativne efikasnosti i potrošnje energije. Kada putnik koji se još uvek nalazi u hodniku (pre ulaska u lift) pritisne dugme za željenu destinaciju, odnosno sprat ili nivo u objektu, upravljački panel (slika 8) označi kabinu lifta koji će prvi stići na sprat na koji je lift pozvan.

S druge strane, za pokretne stepenice je najefikasnija implementacija automatskog senzora i kontrolora koji omogućava jedinstven način za kontrolisanje (promenljive) brzine.



Slika 8. Primer rasporeda liftova u hodniku i upravljački panel za pozivanje lifta

## 7. ZAKLJUČAK

Zbog sve većih klimatskih promena i smanjenih klasičnih izvora energije, sve više proizvođača se bavi energetsom efikasnošću vertikalnih transportnih sistema. Usled masovnog naseljavanja gradova, sve je potrebnije konstantno razvijati nova rešenja za komponente liftova i pokretnih stepenica, pomoću kojih su sistemi za vertikalni transport ekološki efikasniji i obezbeđuju nesmetan svakodnevni protok ljudi (u stambenim i poslovnim zgradama, u tržnim centrima i na ostalim javnim i drugim mestima).

Za povećanje energetske efikasnosti, od ključnog značaja je izbor odgovarajućih komponenta kao što su konvertor, baterija za akumuliranje i skladištenje energije, motor, izbor odgovarajućeg (LED) osvetljenja i automatskog uređaja za ventilaciju, ali i ostalih tehnologija, kao što su razni senzori i kontrolori.

Raznovrsna ponuda ključnih komponenta za postizanje veće energetske efikasnosti vertikalnih transportnih sistema ima za cilj da poveća uštedu energije (prilikom korišćenja lifta i pokretnih stepenica), da poveća brzinu transporta putnika, ali i da smanji negativan uticaj na životnu sredinu, tako što se za njihovu izradu koriste (ekološki) materijali sa mogućnošću recikliranja i mogućnošću njihove ponovne upotrebe.

## LITERATURA

- [1] Katalozi firme Mitsubishi i Kone
- [2] [http://constructionreviewonline.com/sep\\_supplement1\\_10.html](http://constructionreviewonline.com/sep_supplement1_10.html)
- [3] <http://www.arh.bg.ac.rs/upload/dokumenta/predmeti/Instalacije/Predavanje-LIFTOVI.pdf>
- [4] [http://www.archsd.gov.hk/english/publications/publication\\_pdf/e48.pdf](http://www.archsd.gov.hk/english/publications/publication_pdf/e48.pdf)
- [5] <http://www.buildings.com/EventDetails/tabid/3329/ItemID/296/Default.aspx>
- [6] <http://www.e4project.eu/documenti/wp6/E4-WP6-Brochure.pdf>
- [7] <http://www.nrs.eskom.co.za/nrs/Specifications/IEC%20SMB-SG1%20recommendations.pdf>
- [8] <http://www.kone.com/corporate/en/solutions/eco-efficiency/Flash/Pages/eco-efficient-solutions.aspx>
- [9] [http://www.mitsubishi-elevator.com/en/green\\_technologies/images/green\\_brochure.pdf](http://www.mitsubishi-elevator.com/en/green_technologies/images/green_brochure.pdf)

*Milan Radojević<sup>1</sup>, Gordana Ćosić<sup>2</sup>, Jovana Miholčić<sup>3</sup>*

## **FACILITY MANAGEMENT – INSTALACIJE I UPUTSTVA ZA ODRŽAVANJE**

### **Rezime**

U radu je dat kratak prikaz koncepcije održavanja izgrađenog okruženja sa posebnim osvrtom na održavanje i upravljanje instalacionim sistemima koji značajno utiču na funkcionalnost arhitektonskih objekata. Uloga i značaj instalacija posmatra se sa aspekta održavanja samih sistema, kao i uticaja na prostor u kome egzistiraju u zavisnosti da li su procesi održavanja kontrolisani, pravovremeni i ekonomski opravdani.

U radu se ukazuje na potrebu da se proces održavanja razmotri još u početnoj fazi projektovanja kroz projekat održavanja koji bi sadržao osnovna uputstva, procedure, kriterijume, kao i sistem kontrole sprovedenih aktivnosti u fazi korišćenja objekta i instalacionih sistema.

### **Ključne reči**

Fasiliti menadžment, instalacije, uputstva za održavanja, projektovanje.

## **FACILITY MANAGEMENT – BUILDING SERVICES AND MAINTENANCE MANUALS**

### **Summary**

This paper gives a brief overview of an approach to the maintenance of the built environment, with a particular emphasis on the management and maintenance of building services (installation systems) that significantly influence the functionality of architectural objects. The role and the importance of building services is regarded from the viewpoint of maintenance, as well as the impacts on the space in which they exist, depending on whether the systems are controlled, timely and feasible.

This research stresses a need for the maintenance processes to be considered in conceptual stages of architectural design, through maintenance studies including instructions, procedures, criteria, as well as the checking systems, predicted for the entire life-cycle of architectural objects and their installations.

### **Keywords**

Facility management, building services, maintenance manuals, design.

---

*1 Mr, asistent, dipl.inž.arh., Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija, fm.grupa@gmail.com*

*2 Dr, v.prof., dipl.inž.arh., Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija, goca@arh.bg.ac.rs*

*3 Mr, asistent, dipl.inž.arh., Građevinski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija, jovana@grf.rs*

## 1. UVOD

Najčešći zahtevi koji se postavljaju arhitektima je da projektuju i grade za budućnost, a ne za sadašnji trenutak, kao i da što uspješnije uklope objekat u postojeći kontekst. Objekat mora biti projektovan za unapred određenu i poznatu lokaciju kako u fazi gradnje ne bi došlo do većih prolongiranja predviđenih rokova i troškova. To znači da se jednom projektovan i izgrađen objekat ne može jednostavno kopirati i očekivati da će funkcionisati bez problema na nekoj drugoj lokaciji.

Prema tome svaki izgrađeni objekat ima svoje specifičnosti i različite uticaje koji moraju biti sagledani i uzeti u obzir prilikom izrade projekta održavanja. Projekat održavanja bi trebalo da sadrži sve neophodne grafičke i numeričke podatke o zgradi kako bi se što preciznije odredile procedure, uputstava i preporuke za održavanje, kao i tip održavanja i učestalost procesa.

Proces održavanja ne treba izjednačiti s procesom upravljanja objektom (zgradom) ali treba istaći da je održavanje jedan od značajnih procesa u fazi eksploatacije koji se mora sprovesti kontrolisano. U zavisnosti od definisanja projekta održavanja tokom faze planiranja i projektovanja, njegovog sprovođenja, pa preko periodičnog proveravanja i usklađivanja tokom faze eksploatacije objekta, može se proceniti način i efikasnost upravljanja.

Isto tako je pogrešno da se održavanje (maintenance) izjednači i/ili uporedi sa čišćenjem tj. održavanjem osnovne higijene (cleaning), jer su aktivnosti na čišćenju objekta samo jedan segment aktivnosti u nizu koje spadaju u održavanje objekata.

## 2. KONCEPCIJA ODRŽAVANJA IZGRAĐENOG OKRUŽENJA

Održavanje objekata u Srbiji je regulisano Zakonom o održavanju stambenih zgrada u kome se pod održavanjem podrazumevaju preduzete aktivnosti na tekućem i investicionom održavanju koje su razgraničene prema prirodi i dinamici izvođenja. Aktivnosti preduzete u tom smislu podrazumevaju izvođenje radova na zaštiti objekta i svih njegovih pripadajućih delova, instalacionih mreža, uređaja, prateće opreme, popravku i/ili zamenu oštećenih i dotrajalih delova koji su neophodni za ispravno i dobro funkcionisanje. Pored navedenih radova Zakon predviđa aktivnosti kojima se otklanja neposredna opasnost po okolinu, život i zdravlje ljudi a označene su kao hitne intervencije [1]. Međutim, Zakon koji se trenutno primenjuje nije jasno definisao koji radovi i aktivnosti se svrstavaju u tekuće odnosno investiciono održavanje. Na primer, pre nekoliko meseci se vodila velika polemika u javnosti da li zamena prozora koja doprinosi uštedi enrgije u objektima spada pod tekuće ili investiciono održavanje. Neodlučnost vlasti u potsticanju građana, jasne mere olakšica i obimna potrebna dokumentacija dovode do toga da se održavanju i unapređivanju performansi objekata poklanja manje pažnje u celini.

### 2.1. TEKUĆE ODRŽAVANJE

Teuće održavanje predstavlja skup osmišljenih, dobro planiranih i sprovedenih aktivnosti koje se obavljaju svakodnevno na elementima čije stanje se suštinski menja tokom eksploatacije (upotrebe) objekta, instalacionih mreža, uređaja, opreme i sadržaja oko objekta. Vizuelni pregled sa praćenjem i procenom stanja predstavlja osnovno polazište za



aktivnosti tekućeg održavanja kako bi se očuvala bitna svojstva objekta [2]. Ovim svakodnevnim vizuelnim pregledima uz adekvatno praćenje, beleženje i analiziranje prethodnih popravki, pozitivno se utiče na aktivnosti preventivnog karaktera tj. u većini situacija mogu se predvideti određena delovanja na zamenu pojedinih elemenata, kako ne bi došlo do većih kvarova ili zastoja u korišćenju prostora i opreme sa namerom da se očuvaju performanse, osnovna svojstva i funkcionalnost.

Kod održavanja i opsluživanja tehničkih sistema prepoznajemo preventivno i korektivno održavanje [3]. Uz određeno prilagođavanje ova koncepcija može biti primenjena i za održavanje zgrade i svih njenih komponenti, kao i prostora oko nje.

Preventivno održavanje je skup aktivnosti sa unapred određenim intervalima i definisanim kriterijumima u cilju smanjenja verovatnoće pojave otkaza (kvara) ili degradacije pojedinih ili svih komponenti objekta, kako ne bi došlo do opadanja nivoa funkcionalnosti.

Prednosti su:

- Kontrolisano i planirano održavanje.
- Niži stepen rizika od pojave nekontrolisanih i težih otkaza.

Nedostaci su:

- Sprovođenje procesa održavanja pre nego što dođe do otkaza, zahteva planiranje resursa i budžeta.
- Mogući neplanirani otkazi i pored sprovedenog procesa održavanja.

Korektivno održavanje se preduzima kada se ustanovi otkaz (kvar) koji je nastao za vreme eksploatacije objekta s ciljem da se vrati zahtevana funkcionalnost. Ovo održavanje može biti vremenski odloženo (kada posledice od otkaza ne utiču na opštu funkcionalnost objekta, bezbednost korisnika i okolinu) ili neodloženo. Prema tome za korektivno održavanje se može reći da predstavlja skup uobičajenih aktivnosti na zamenu komponenti na instalacijama, uređajima i opremi ili popravkama na samom objektu.

Prednosti su:

- Nema troškova za praćenje stanja (monitoring).
- Ne postoji mogućnost da se održavanje sprovedi u većem obimu nego što je potrebno.

Nedostaci su:

- Visok stepen rizika od pojave nekog drugog otkaza nastalog kao posledica prethodnog.
- Veći troškovi usled prekovremenog rada.

## **2.2. INVESTICIONO ODRŽAVANJE**

Životni ciklus ili upotrebni vek objekta se određuje unapred na osnovu predviđanja ponašanja svih važnijih konstruktivnih elemenata, instalacionih mreža i sistema, uređaja, prateće opreme, ugrađenih materijala i drugih karakterističnih i neophodnih komponenti što omogućava definisanje strategije održavanja. U okviru strategije održavanja planiraju se po obimu investicije i karakteru veće i tehnički složenije intervencije koje se sprovedu u okviru investicionog održavanja.

Na efikasnost i organizaciju održavanja, posebno investicionog, a u okviru unapred osmišljene strategije održavanja utiče nekoliko faktora:

- Formiranje tima - Sagledavanja kadrovskog potencijala po pitanju stručnosti, sposobnosti i motivisanosti za ovu vrstu posla, izbor lidera sa svim potrebnim personalnim osobinama i jasnim ingerencijama, kao i sagledavanje potrebe, odnosno mogućnosti za angažovanje spoljnih saradnika i konsultanata.
- Snimanje objekta - Prikupljanje kompletne grafičke dokumentacije (situacija sa granicama i brojem parcele, osnove, preseci, izgledi, detalji,...), numeričkih podataka, fotodokumentacije i drugih specifičnih podataka u zavisnosti od složenosti ili funkcije objekta. Ako dokumentacija o objektu i prostoru koji je predmet aktivnosti postoji treba je uporediti sa stvarnim stanjem i sve eventualne promene ažurirati. Redovno ažuriranje podataka je od velikog značaja u procesu upravljanja održavanjem.
- Baza podataka – Izbor softverskog sistema i formiranje baze podataka (i baze znanja u smislu dostupnosti informacija o prethodnom održavanju – istorija održavanja) u funkciji povezivanja i čuvanja grafičkih i numeričkih podataka radi stvaranja jedinstvenog informacionog sistema za željeni objekat [4].
- Projekat održavanja – Trebalo bi da sadrži zahteve, kriterijume, procedure i učestalost operacija kao neke od preduslova za početak održavanja pri otpočinjanju eksploatacije objekta. Takođe, predviđa kontrolu procesa održavanja (kontrolni listovi i izveštaji) i utvrđuje odgovornosti.
- Formiranje budžeta – Jedan od ključnih momenata u procesu planiranja i sprovođenja procesa održavanja je obezbeđivanje novčanih sredstava. "Koliko treba predvideti novca za održavanje?" je najčešće pitanje na koje nije lako dati jednostavan i brz odgovor jer postoji dosta unutrašnjih i spoljašnjih faktora koji se moraju predvideti, analizirati i uzeti u obzir. Ako je sagledavanje i predviđanje mogućih scenarija ponašanja objekta i njegovih komponenti u toku eksploatacije poželjno prilikom određivanja strategije održavanja onda je za budžet poželjno obezbediti njegovu fleksibilnost kako bi što efikasnije odgovorio na neke nepredviđene događaje. Okvirna suma koju treba obezbediti za održavanje, a koja se mora proveravati od slučaja do slučaja je od 1-5% od investicione vrednosti objekta na godišnjem nivou.
- Zakonska regulativa – Jasno definisani zakoni, usklađeni i preporučeni standardi u ovoj oblasti moraju postati obavezujući, a eventualno ne sprovođenje sankcionisano unapred određenom kaznenom politikom [5].

### **3. INSTALACIJE - PROJEKTOVANJE I ODRŽAVANJE**

Održavanje treba uzeti u obzir u svim fazama projektovanja kao integralni deo projektovanja, a najbolje je još za vreme formiranja projektog zadatka.

Kako projektovanje instalacionih mreža podrazumeva saradnju ne samo sa arhitektom, nego sinhronizovani rad više projektanata instalacija različitih struka, važno je

unapred odrediti i uskladiti potrebe i zahteve u pogledu neophodnih uređaja i instalacionih sistema kako bi se postigla željena funkcionalnost objekta. Saradnja i koordinacija svih projekatanta je osnovni preduslov da svi učesnici u procesu projektovanja, realizacije i kasnije eksploatacije ostvare svoje interese na zadovoljstvo vlasnika i korisnika izgrađenog prostora.

U većini slučajeva projektom je predviđeno da instalacione mreže budu skrivene u kanalima, spuštenim plafonima, lažnim podovima i na drugim mestima što za posledicu u fazi eksploatacije može da ima otežano pronalaženje i otklanjanje kvara i/ili sam pristup radi redovnog održavanja mreže i uređaja. Zato je neophodno pre nego otpočne korišćenje objekta posebno pripremiti crteže svih cevni i kablovskih razvoda koji prikazuju izvedeno stanje vodovoda i kanalizacije, mašinskih, elektro, kao i drugih instalacija koje su neophodne za postizanje zahtevane funkcionalnosti.

Takođe, treba ažurirati crteže instalacionih kanala, obeležiti pozicije kontrolnih tabli i drugih elektro sistema, kao i instalirane opreme sa svim podacima za identifikaciju po proizvođaču, serijskim brojevima, tipu, kataloškom broju, trajnosti i kvalitetu.

Pored ovih informacija treba definisati pozicije i dostupnost svih spoljašnjih priključaka, kao i podatke kao što su: napon struje i maksimalna potrošnja, pritisci i maksimalni kapaciteti dotoka vode i gasa, maksimalni kapacitet kanalizacije, predviđena potrošnja vode, struje i drugih energenata, projektovane radne temperature za sve cevne i vazdušne sisteme, detalje predviđenog veka trajanja opreme, detalje predviđenog načina upravljanja, savete za podešavanje instalacionih sistema i prateće opreme radi poboljšanja njihove energetske efikasnosti itd.

Ako se radi o postojećim zgradama situacija je identična kao i kod novih. Uputstva, crteži i svi drugi neophodni podaci moraju biti ažurirani, odgovarajući i kompletni kako bi moglo da se sprovodi kontrolisano održavanje. U slučajevima kada su objekti adaptirani ili dograđeni postojeće instalacije su proširene i modifikovane te je potrebno detaljno snimiti i formirati odgovarajuću i jedinstvenu dokumentaciju („as is“ studija) [6].

Svi ovi i još mnogi drugi podaci kao na primer upozorenja, predostrožnosti i bezbednosne mere su neophodni da se nađu u projektu održavanja ili priručniku o eksploataciji i održavanju kako bi svakodnevni poslovi na održavanju zgrada bili efikasni i ekonomični.

#### **4. UPUTSTVA ZA ODRŽAVANJE INSTALACIONIH MREŽA**

U svakoj zgradi je instalirano više različitih instalacionih sistema sa pratećim uređajima i opremom kako bi nesmetano mogle da se odvijaju predviđene aktivnosti u zavisnosti od njene namene. Što su objekti veći i složeniji u pogledu prostorne funkcionalnosti to je veća potreba za ranim sagledavanjem važnih pitanja koja se tiču formiranja uputstva za održavanje, a sastavni su deo projekta održavanja. Najbolje je da ova pitanja počnu da se definišu još u fazi formiranja projektnog zadatka u trenutku kada investitor mora jasno i precizno da definiše svoje zahteve, kao i potrebe u pogledu instalacionih sistema.

Pošto se radi o vrlo složenim uređajima i razvodima instalacionih mreža, kao i njihovog stalnog napretka i usavršavanja, osnovna uputstva za održavanje se dobijaju od proizvođača i/ili onoga ko je ugradio uređaje i opremu. Instalacioni sistemi i ugrađena oprema u objektima su sve složeniji i zahtevniji u pogledu održavanja te je jedno od

mogućih i racionalnih rešenja da se održavanje i upravljanje prepusti (outsourcing) specijalizovanim organizacijama.

#### **4.1. VODOVOD**

Vodovodna mreža nije suviše komplikovana za održavanje ali treba obratiti pažnju na karakteristične elemente koji mogu dovesti do otkaza. Pored povremene provere i zamene slavina i ventila može doći do pucanja i procurivanja cevi usled nedovoljne zaštite od temperaturnih uticaja ili stvaranja korozije. Povećana tvrdoća vode može dovesti do stvaranja i postepenog nagomilavanja kamenca u cevima što može dovesti do smanjenog učinka bojlera za toplu vodu. Povremeno može doći do zamućenja vode čiji uzrok može biti u uličnoj mreži ali vrlo često uzrok se nalazi u vodovodnoj mreži objekta. Uzrok je stvaranje korozije u cevima ili mikroorganizama u rezervoarima za vodu i bojlerima. Redovna provera (analiza vode), čišćenje i postavljanje dodatnih filtera može biti dobra prevencija i zaštita od zagađenja vode. Praćenje potrošnje vode, posebno kada se radi o velikim i kompleksnim objektima je obavezno i mora biti svakodnevno.

#### **4.2. KANALIZACIJA**

Odvodni sistem u objektu se sastoji iz odvoda atmosferskih i fekalnih voda koji se završavaju atmosferskim odnosno fekalnim kolektorom. Ako ne postoji fekalni kolektor može se koristiti adekvatno projektovana ili prefabrikovana septička jama ali samo za fekalni sadržaj. Površinske vode nastale od kiše ne smeju se izliti u septičku jamu.

S obzirom da je odvodni sistem po svojoj strukturi dosta jednostavan nije suviše zahtevan za održavanje, ali se mora predvideti i sprovesti povremena kontrola. Stvaranje taloga od masti, blata, nekog čvrstog materijala i eventualno nafte i benzina može dovesti do zapušavanja sistema i stvaranja dodatnih problema u funkcionisanju. Neophodno je sprovesti čišćenje sistema na svim tačkama (revizioni otvori, silazi, sifoni,...) na kojima je to predviđeno u intervalima u zavisnosti od stepena korišćenja. Čišćenje opalog lišća i taloga u sistemu za odvođenje atmosferskih voda je sezonski posao koji se mora predvideti i sprovesti. Takođe, ako postoje dodatni uređaji kao što su pumpe za prepumpavanje sadržaja kanalizacije neophodna je svakodnevna kontrola i servisiranje u preporučenim intervalima.

#### **4.3. ELEKTRO INSTALACIJE**

Održavanje elektro instalacija zahteva posebna uputstva za zaštitu osoblja, kao i uređaja i opreme od strujnog udara, zaštitu od pojave požara i zaštitu od pojave povreda od nestručnog korišćenja električnih uređaja i opreme.

#### **4.4. GREJANJE**

U većini objekata sistem za grejanje je najveći potrošač energije u zimskom periodu. Eventualni kvar na mreži i uređajima podrazumeva brzu i vremenski ograničenu intervenciju. Održavanje kvaliteta vode u toplovodu je važno da ne bi došlo do stvaranja taloga u cevima i pojave korozije što za posledicu može da ima snižavanje izlazne temperature do zapušavanja sistema i pojave većih kvarova.

#### **4.5. VENTILACIJA**

Održavanje sistema ventilacije u objektu mora da zadovolji osnovne zdravstvene zahteve i zahteve vazdušnog komfora u prostorijama. U zavisnosti od funkcije prostora odnosno aktivnosti koje se dešavaju postoje preporuke o broju izmena vazduha u toku jednog časa što zavisi od toga kako se sprovodi održavanje. Naravno, ako je sistem mehaničke ventilacije loše projektovan a komponente sa lošim performansama nikakvo održavanje i dodatno podešavanje sistema neće proces ventilacije učiniti efikasnim.

#### **4.6. KLIMATIZACIJA**

Sistem klimatizacije je nešto složeniji od sistema grejanja i ventilacije ali isto tako mora da zadovolji osnovne zdravstvene zahteve i zahteve u pogledu vazdušnog komfora u zatvorenom prostoru. Održavanje sistema klimatizacije podrazumeva rutinske kontrole, čišćenje komponenti (kanala za vazduh), zamenu istrošenih i dotrajalih komponenti (filteri), kao i generalne opravke i poboljšanja posle određenog vremena eksploatacije.

Jedan od faktora koji mogu uticati na projektovanu i očekivanu funkcionalnost sistema klimatizacije u toku eksploatacije su promene koje mogu nastati u prostornoj koncepciji objekta usled manjih adaptacija i promena u nameni prostora. Kada se radi o poslovnim objektima, česta pojava je pregrađivanje kancelarija ili povećavanje broja ljudi u kancelariji, kao i dodavanje uređaja (kompjuter, štampač, dodatno osvetljenje,...) može da stvori toplotne viškove pri čemu sistem klimatizacije neće dati zadovoljavajuće rezultate ako nije projektovan da odgovori na takve zahteve.

### **5. ZAKLJUČAK**

Razvoj i stalno unapređivanje performansi instalacionih i drugih tehničkih sistema, kao i opreme uticali su na funkcionalno, odnosno konstruktivno usložnjavanje objekata što je dovelo do potrebe za povećanjem i usložnjavanjem zahteva za održavanjem.

Sem toga neophodno je definisanje i primena novih metoda upravljanja izgrađenim okruženjem (facility management) sa ciljem usporavanja procesa starenja, produžavanje perioda eksploatacije i pružanje većeg komfora korisnicima uz jednovremeno smanjenje troškova za održavanja i upravljanje.

Razvoj novih teorija i metoda održavanja neminovno dovodi do potrebe za novim profesijama, školovanjem specifičnih kadrova (stručnjaci za održavanje) koji bi zajedno sa projektantima, inženjerima različitih specijalnosti i izvođačima radova učestvovali u procesu stvaranja i očuvanja objekta.

## LITERATURA

- [1] Zakon o održavanju stambenih zgrada, "Službeni glasnik RS" 44/95, 46/98, 1/01.
- [2] Folić, R.: Održavanje i životni vek zgrada, Simpozijum Procedure i problematika izgradnje objekata, Zbornik radova, Vrnjačka banja, 2006, str. 402-411.
- [3] Vasić, B.: Menadžment i inženjering u održavanju, Institut za istraživanja i projektovanja u privredi, Beograd, 2004.
- [4] Devetaković, M.; Radojević, M.: Facility Management as a Paradigm for Expanding the Scope of Architectural Practice, IJAR - The International Journal of Architectural Research, Massachusetts Institute of Technology (MIT), USA, Nov 2007, [www.archnet-ijar.org](http://www.archnet-ijar.org)
- [5] Radojević, M.; Devetaković, M.; Kosić, T.: Facility Management - Pojmovi i definicije prema CEN/TC 348 standardu, Prvi Simpozijum Instalacije & Arhitektura, Zbornik radova, Beograd, 2010, str. 155-162.
- [6] Radojević, M.; Devetaković, M.; Kosić, T.: Facility Management – Teorijski okviri i primena u praksi, Naučno-stručni časopis "Istraživanja i projektovanja za privredu", broj 18, godina V, Beograd 2007, str. 29-36

*Milan Ristanović<sup>1</sup>, Dragan Lazić<sup>2</sup>*

## **KNX – OTVORENI STANDARD ZA UPRAVLJANJE U KUĆAMA I ZGRADAMA**

### **Rezime**

Nadzor i automatsko upravljanje tehničkih sistema u zgradama je od krucijalne važnosti kako bi se u eksploataciji postigli projektovani uslovi. Brz razvoj elektronike, računarske tehnike i informacione tehnologije dovodi do spajanja individualnih sistema u totalno integrisane celine. U prethodne dve decenije došlo je do pojave više različitih tehnologija za upravljanje u objektima. Zbog svojih prednosti, KNX kao jedini otvoreni svetski standard za upravljanje u kućama i zgradama se nametnuo kao vodeća tehnologija na evropskom tlu.

### **Ključne riječi**

KNX, standard, tehnologija, senzori, aktuatori, medijumi.

## **KNX – OPEN STANDARD FOR HOME AND BUILDING CONTROL**

### **Summary**

Monitoring and automatic control of technical systems in buildings is of crucial importance in order to achieve the designed in service conditions. The rapid development of electronics, computer science and information technology leads to the merging of individual systems in a totally integrated whole. In the past two decades there has been the emergence of a number of different technologies to manage the facilities. Given its advantages, KNX the only worldwide open standard for the homes and buildings has emerged as the leading technology of the European soil.

### **Key words**

KNX, standard, technology, sensors, actuators, mediums.

---

*1 Dr, docent, Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Kraljice Marije 16, 11120 Beograd, Srbija, mristanovic@mas.bg.ac.rs*

*2 Dr, profesor, Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Kraljice Marije 16, 11120 Beograd, Srbija, dlazic@mas.bg.ac.rs*

## 1. KNX/EIB – ISTORIJSKI RAZVOJ

Acocijacija EIBA – European Installation Bus Association je nastala 1990. godine na inicijativu 15 velikih evropskih proizvođača elektroinstalacionog materijala i opreme za upravljanje u objektima sa ciljem širenja, unapređenja i standardizacije sistema za upravljanje instalacija zvanim EIB. Na osnovu dogovora osnivačkih firmi razvijene su sistemske hardverske komponente, kao i sistemski softver.

EIB sistem je razvijen u Siemens-u u Nemačkoj. Sistem je najpre zaživeo u Nemačkoj i zemljama u okruženju (Austrija, Švajcarska, ...), a zatim i širom Evrope, zahvaljujući čemu je napravljen veliki prodor u sektor komercijalnih zgrada. Od svog osnivanja pa do 1999. godine, EIBA organizacija je objedinila preko 100 firmi proizviđača opreme, a realizovani su projekti u preko 50 zemalja.

U ovom periodu se pokazala kao neophodna šira integracija na evropskom i internacionalnom planu, tako da je došlo do integracije EIB sistema sa EHS (Electronic Home System) i BCI (Bati Bus), do tada delimično rasprostranjenim bas sistemima.

Kao posledica spajanja ove tri organizacije, sredinom 1999. godine biva osnovana Konnex asocijacija sa središtem u Briselu i sa ciljem promovisanja jedinstvenog KNX standarda, koji je proizvod tehničke ekspertize iz predhodna tri sistema.

Konačno, proces integracije svih vrsta električnih instalacija i implementacije savremenih tehnologija u objektima je kulminiralo 1. januara 2006. godine kroz osnivanje KNX asocijacije. KNX asocijacija u sebi sadrži kompletno nasleđe EIB tehnike, unapređene sa svim pozitivnim aspektima preuzetim od BCI i EHS sistema, a oslobođene od grupacijskih težnji unutar Konnex asocijacije.

Danas KNX okuplja proizvođače, sistem integratore, naučne ustanove i korisnike ovog standarda širom sveta. Danas 248 svetskih firmi u 29 zemalja proizvodi uređaje i opremu kompatibilnu sa KNX standardom, obezbeđujući ogroman asortiman proizvoda, čime se pružaju velike mogućnosti projektantima, investitorima i sistem-integratorima u definisanju optimalnih rešenja sa stanovišta funkcionalnosti i cene koštanja sistema. Preko 27000 sertifikovanih KNX partnera iz 112 zemalja se bavi projektovanje, izvođenjem i puštanjem sistema u rad. Obuka i sertifikacija partnera se obavlja u 188 centra u 35 zemalja. Istraživanje i unapređivanje oblasti se izvodi kroz 73 registrovane naučne ustanove iz 21 zemlje.

## 2. KNX – AKTIVNOSTI NA STANDARDIZACIJI

Decembra 2003. godine Konnex je promovisan kao *prvi otvoreni standard za automatizaciju u kućama i zgradama* (“The KNX Standard; the world’s first open, royalty-free and technology platform independent, standard for home & building control”), priznat kao:

International Standard (ISO/IEC14543-3)

European Standard (CENELEC EN50090 , CEN EN 13321-1, 13321-2)

Chinese Standard (GB/Z 20965)

ANSI/ASHRAE Standard (ANSI/ASHRAE 135)

Standard garantuje:

1. Članice KNX-a su oslobođene od dodatnih članarina.



2. Potpuna tehnološka nezavisnost od bilo koje specifične softversko/hardverske platforme.
3. Potpuna sertifikacija proizvoda koja garantuje više proizvođača opreme.
4. Jedinstven softverski alat za projektovanje, razvoj softvera i puštanje sistema u rad (ETS - Engineering Tool Software).

### 3. ARGUMENTI ZA PRIMENU KNX TEHNOLOGIJE

Glavni argument za primenu tehnologije kompatibilne sa KNX standardom je da se samo jedan sistem za upravljanje, regulisanje i komunikaciju koristi za sve funkcije. Ovim se energija vodi direktno do potrošača, čime se omogućava direktna kontrola, kao preduslov za uštedu energije. Osim toga, postupak instalacije je daleko jednostavniji, dopuštajući kasnije proširenje ili modifikovanje sistema. U slučaju promene namene ili preraspodele nekog prostora, instalacija se prilagođava softverskim parametrisanjem, bez potrebe polaganja novih vodova. Instalacija se jednostavno proširuje sa sistemima centralnog nadzora i daljinskog upravljanja putem lokalne računarske mreže, interneta ili mobilnog telefona.

Podešavanjem parametara rada sistema, što je moguće učiniti bilo kada, svaki uređaj u sistemu se može individualno konfigurirati. Ovo čini KNX sistem ekstremno fleksibilnim, omogućujući podešavanje i prilagođavanje svakodnevnim rastućim zahtevima. Nije neophodno postojanje centralne upravljačke jedinice jer svaki od bas uređaja ima sopstvenu inteligenciju, tzv. multi master system, pa se zbog toga KNX podjednako koristi kako u malim projektima (privatni stanovi) tako i u velikim (hoteli, poslovni objekti, ...).

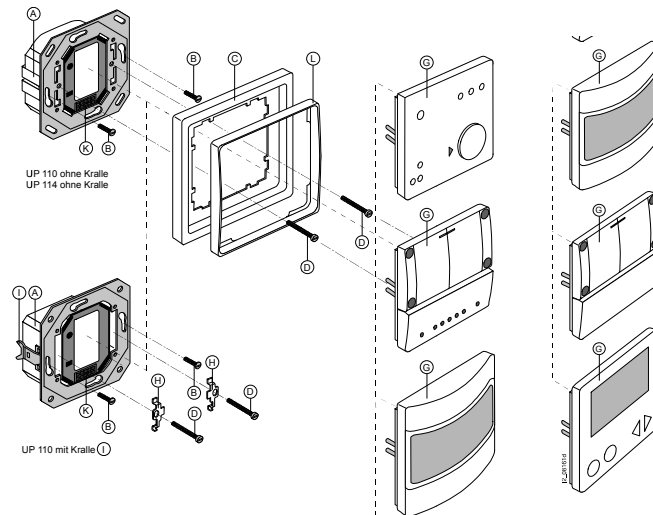
Konačno, KNX koristi jedinstveni softverski alat za parametrisanje, podešavanje i puštanje u rad - ETS (Engineering Tool Software).

### 4. MEDIJUMI ZA PRENOS INFORMACIJA

Tabela 1 prikazuje raspoložive medijume za prenos informacija i područje njihove primene.

*Tabela 1. Područja primene medijuma za prenos signala*

Medijum	Prenos signala	Primena
Twisted pair (KNX.TP)	Poseban upravljački kabl	Nove instalacije ili znatno renoviranje – najveći nivo pouzdanosti prenosa podataka
Powerline (KNX.PL)	Postojeća električna mreža	Na mestima gde nema potrebe za polaganjem dodatnog upravljačkog kabla a kabl 230V je raspoloživ
Radio Frequency (KNX.RF)	Radio veza	Na mestima gde nije moguće ili se ne želi polaganje kablova.
KNXnet/IP	Ethernet	Integracija KNX sistema u TCP/IP mrežu automatizacije u objektu



Slika 1. Povezivanje uređaja sa spajanje na bas i aplikacionih modula

Najčešće korišćeni medijum je parični kabl (TP), posebno u novim objektima, ali i zbog niske cene. Sa druge strane, polaganje signalnog kabla generalno ne predstavlja problem u novim zgradama. Signalni kabl koji se koristi je J-Y(St)Y 2x2x0,8 mm. Kabl može da se polaže paralelno sa 230V naponskim kablovima. U slučaju polaganja paričnog kabla, ukupno kabliranje u poređenju sa klasičnom instalacionom tehnologijom se smanjuje (do 60%), broj raspoloživih funkcija sistema se uvećava i poboljšava se transparentnost instalacija. Paričnim kablom se signalno povezuju senzori i aktuatori i u najvećem broju slučajeva napajaju energijom uređaji na basu.

Ako poseban signalni kabl nije moguće položiti, npr. u slučaju završenih instalacija u objektu, KNX.PL omogućava da se postojeća instalacija jake struje koristi za prenos podataka. Signali se utiskuju u sinusni naposki signal električne mreže.



Slika 2. Različite vrste aktuatora

KNX.RF koristi radio signale za prenos podataka, čime ne se zahteva postojanje bilo kakvih kablova. Osim toga, prenos podataka ne zahteva optičku vidljivost između uređaja, a

domet je diktiran vrstom i materijalom od koje je prepreka načinjena. Maksimalni domet prenosa signala putem radio veze je oko 200m.

Za povezivanje i integraciju KNX sistema u centralni sistem nadzora i upravljanja u zgradi se koristi KNXnet/IP protokol. Kao resurs može da se koristi postojeća stukturna mreža u objektu. Osim toga, putem KNXnet/IP protokola moguće je integrisati fizički odvojene zgrade korišćenjem internet tehnologije.

## 5. BUS UREĐAJI

KNX proizvodi se mogu grupisati u četiri glavne kategorije:

Sistemske komponente (izvori napajanja, bus coupler-i, line coupler-i, interface-i i gateway-i)

Senzori (taseri, prekidači, detektori pokreta i prisustva, senzori fizičkih veličina)

Aktuatori (prekidački uređaji, dimeri, aktuatori roletni, venecijanera i skrinova)

Svi ostali uređaji kao što su logičke komponente i upravljački paneli

Svaki uređaj, bilo da je senzor ili aktuator, ima uređaj za spajanja na bus – BCU (bus coupling unit), koji je definisan na nivou KNX standarda.

Kod senzora, za razliku od aktuatora, na BCU se preko 10-pinskog konektora povezuje aplikacioni modul, poznat i kao physical external interface (PEI). U zavisnosti od konkretne potrebe, moguće je zakačiti prekidač, detektor pokreta, temperaturski kontroler i sl. (Slika 1). Praktično, različiti proizvođači opreme imaju slobodu da na standardni BCU razviju aplikacione module prema svom shvatanju tržišne utakmice.

Aktuatori se na tržištu pojavljuju u više izvedbi: za montažu na DIN šinu, za montažu u UP doznu ili za montažu u sam uređaj (Slika 2.).

## 6. ZAKLJUČAK

Ključni argument za primenu KNX tehnologije za upravljanje u kućama i zgradama je postizanje praktično neograničene funkcionalnosti sistema. Za upešnu primenu ne samo KNX-a, već bilo koje druge tehnologije, neophodno je da vlasnici i projektantni kuća i zgrada dobro razumeju kakvu vrstu objekta žele i da razumeju rastuće zahteve korisnika. Očigledno je da savremena zgrada ne može da postoji bez tehnoloških sistema, posebno ne bez informacionih tehnologija, međutim ti sistemi moraju da budu dobro projektovani, propisno konfigurisani i pušteni u rad, ali i međusobno integrisani. Ukoliko instalirani sistemi ne rade kako treba, umesto povećanja funkcionalnosti i ugodnosti, doneće glavobolju i probleme kako korisnicima tako i osoblju koje opslužuje te sisteme.

## LITERATURA

- [1] [www.knx.org](http://www.knx.org)
- [2] [www.buildingtechnologies.siemens.com](http://www.buildingtechnologies.siemens.com)
- [3] Shengwei Wang, Intelligent Buildings and Building Automation, Spon Press, New York, 2010
- [4] H. Merz, T. Hansemann, C. Huebner, Building Automation, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2009



*Milena Petrova<sup>1</sup>, Dimitrov D<sup>2</sup>, Terziev S<sup>3</sup>*

## **SOME GENERAL ENERGY EFFICIENCY TRENDS IN BUILDING LIGHTING**

### **Abstract**

This survey presents some general trends in energy efficiency indicators for lighting, taking into account technical energy parameters of light sources, luminaires and lighting installations. Regardless of individual energy efficiency indicators for lighting, the tendency is it to be represented by the energy balance, through which qualitative and quantitative indicators for lighting are provided. Along with that, energy efficiency indicators are correlated with the ergonomic lighting indicators and with individual classes of automated lighting control.

### **Key words**

Energy efficiency, ergonomic indicators

## **NEKI OPŠTI TRENDOVI U ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI OSVETLJENJA U ZGRADAMA**

### **Rezime**

Ovo istraživanje predstavlja neke opšte trendove pokazatelja energetske efikasnosti za osvetljenje, uzimajući u obzir tehničke energetske parametre izvora svetlosti, svetiljki i svetlosnih instalacija. Bez obzira na individualne pokazatelje energetske efikasnosti za osvetljenje, tendencija je da budu predstavljeni kao energetske bilansi, preko kojih se prikazuju kvalitativni i kvantitativni pokazatelji za osvetljenje. Pored toga, pokazatelji energetske efikasnosti su ispitani u korelaciji sa ergonomskim pokazateljima osvetljenja i sa pojedinačnim klasama automatske kontrole osvetljenja.

### **Ključne reči**

Energetska efikasnost, ergonomski pokazatelji

---

*1 Ph.D. Eng., VFU „Chernorizets Hrabar” – Varna, Postal address: Chayka Resort, 9007 Varna, Bulgaria,*

*Phone +359 52 359 587 e-mail: as@vfu.bg*

*2 Prof. D. Sc. Eng., Technical University – Varna, Postal address: “Studentska”, 9010 Varna, Bulgaria, e-mail:*

*prof\_dimitrov@abv.bg*

*3 Prof. Dr. Eng., VFU „Chernorizets Hrabar” – Varna, Postal address: Chayka Resort, 9007 Varna, Bulgaria,*

*Phone +359 52 359 587 e-mail: as@vfu.bg*

## 1. GENERAL

Lighting energy for a building is part of the total building energy, characterizing and evaluating its energy state, which quantitative indicators define the building's energy passport, its energy efficiency class and category.

Energy efficiency (EE) indicators of indoor lighting reflect the energy consumption forming quantitative and qualitative lighting indicators, at that, in the various aspects in which they occur. Yet, they can refer both to individual aspects of a lighting installation and to these aspects combined integrated involvement.

Individual energy efficiency indicators can be those that are separately connected to light sources, luminaires, condition of illuminated room, lighting installation mode of operation, etc. In the integrated combined approach, energy efficiency assessment includes:

- LENI  $\left[ \frac{kwh}{m^2} \right]$  (Lighting Energy Numeric Indicator);
- ELI (Ergonomic Lighting Indicator);
- Automated lighting control factors.

The objective of this survey is to identify and analyze some general energy efficiency trends in building lighting.

## 2. CORE

The indicators specified below can be used as assessment of individual EE indicators in indoor lighting.

Quantities for light sources and luminaires: light output ratio  $\frac{\Phi}{P}$ , color rendering index  $\kappa_{CB}$ , flicker factor  $\kappa_{fl}$ , acoustic noise, etc.

Individual indicators, assessing building lighting EE have the following values: from 1 January 1995 according to Ashrac / 1Es90.1-90R[USA] for 1m<sup>2</sup> with E=500 lx is accepted (1,4÷20,4) W. In a coefficient of utilization of the luminous flux of 0,7 in a room, a luminaire with efficacy of 35,7 lm/W is to be used. The color rendering index should be  $\kappa_{CB} > 0,8$ , and the flicker factor -  $\kappa_{fl} < 0,1$ , without acoustic noise in (20Hz÷20kHz).

The requirements to luminaire and light source EE are determined by the fact that a mirror reflector lamp directs to an illuminated object 80% of the luminous flux, emitted from the light source. This may be considered a criterion for luminaire efficiency. This means that the light source should have an efficacy of not less than 44,6 lm/W.

The energy efficiency of electromagnetic control gear is 0,75. Having this value in mind, the source of light should have an efficacy of not less than 59,5 lm/W.

Light yield of a luminaire reduces in the course of its operation. It can be assumed that the efficacy of the light source reaches 0,8 of its initial value.

To ensure energy consumption for lighting of 12 W/m<sup>2</sup> at E=300 lx it is necessary the efficacy of the light source to be 74,4 lm/W and that of the luminaire – not less than 80%. This requirement is satisfied by standard fluorescent lamps (FL) with  $P \geq 36$  W and modified phosphor.

Therefore, the consumption of electricity for lighting requires incandescent light bulbs not to be used as well as electromagnetic control gears and the use of electronic control gears to be expanded.

Foregoing indicates that to achieve lighting EE it is needed luminaires to be with light reflecting ability of polished AC with a reflection coefficient of  $> 0,9$  and protective components with pellucidity of  $> 0,9$ , FL to be with phosphor of 75 lm/W at color rendering index of  $> 80\%$  and to have electromagnetic control gears.

Notwithstanding the above individual indicators for EE of lighting in assuring the required lighting requirements [1], comprehensive and quick method of assessment of energy situation is presented by: lighting energy numeric indicators LENI [2], ergonomic lighting indicators ELI and electricity efficiency factors for Classes A, B, C and D in automated lighting control [3].

LENI is introduced to estimate annual energy usage  $\left[ \frac{kWh}{m^2} \right]$  needed for the operation of the lighting system in accordance with the specificity of the building. It should comply with the recommended standards set out in EN 12464, where lighting quality, estimated with ELI, is essential to human being. Through it, multilateral aspects of the lighting quality are assessed.

The above indices, indicators and classes have a single methodological determination approach.

$$LENI = \frac{w_L + w_p}{A} \left[ \frac{kWh}{m^2} \right] \quad (1)$$

$$w_L = \sum \{ (P_N F_C) [t_D F_O F_D + t_N F_O] \} \quad (2)$$

$$w_p = \sum \{ P_{PC} (t_\gamma - (t_D + t_N)) + (P_{EM} t_{EM}) \} \quad (3)$$

Quantities involved: PN – total installed lighting power; FC – factor relating to the usage of the installed power; tD - daylight operating hours; FO – occupancy dependency factor; FD – daylight dependency factor; tN – non-daylight operating hours; PPC – total installed parasitic power of the controls; PEM – total installed charging power of all emergency lighting luminaires; t $\gamma$  – 8760h.; tEM – emergency lighting charge time.

ELI quantifies perception of environment on the bases of criteria for visual performance, vista, visual comfort, vitality and empowerment as each of them is scored by a 5 point system.

Lighting control methods and lighting energy consumption are categorized into classes A, B, C and D.

The analysis of the quantities involved in (1), (2) and (3) is as follows:

a) FC – factor relating to the usage of the installed power;

$$F_C = (1 + Mf) / 2 \quad (4)$$

Mf is the maintenance factor as  $Mf = \Phi_{нач} / \Phi_{уст}$ , where  $\Phi = f(t)$  – fig 1. To achieve  $\Phi = const.$  in the operation it is required:

To increase power consumption;

To increase operating costs.

The equivalence between consumed energy when  $\Phi = \text{const}$ , requiring power  $F_{CPH}$ , is the energy at  $\Phi = f(t)$ , which according to the linear law is with consumed energy of  $(PH + PYCT) \cdot \text{текс} / 2$ . When  $\Phi_{уст} = 0,8 \Phi_{нач}$ , then  $FC = 0,9$ .

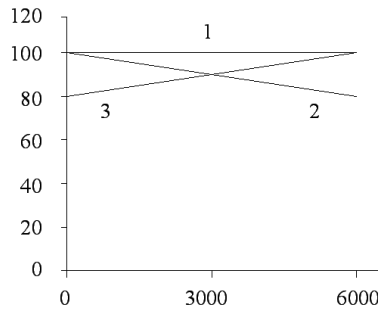


Figure 1. Change in luminous flux  $\Phi$  during the period of operation

1 -  $\Phi = \text{const}$ ; 2 -  $\Phi(t)$ ; 3 -  $P(t)$

**b) The factor  $F_O$  in equation (2) depends on the control mode (off and on):**

$F_O = 1$  in central control or general control of lighting for area of  $> 30\text{m}^2$ .  $F_O \leq 1$  in section or general control of lighting for area of  $< 30\text{m}^2$ , at  $F_O \leq 1$ :

$$F_O = f(F_A, F_{OC}) \quad (5)$$

**c)  $F_A$  in equation (5) is a factor relating to the absence of occupants:**

$F_{OC}$  is a factor relating to control. In manual control  $F_A = 0,2$  – for rooms in office, school and industrial buildings;

$F_A = 0$  for hospitals, hotels and trade buildings.

$F_A$  values in programmed control are presented in Tables 1a,b.

Table 1a. Type of rooms in offices

	Office per 1 person	Office per (2÷6) persons	Office for $S > 10\text{m}^2$	Corridor	Showroom	Conference room
$F_A$	0,4	0,3	0,2	0,4	0,6	0,5

Table 1b. Type of rooms in school buildings

	Class room	Corridor	Lecture hall	gym	canteen	library
$F_A$	0,25	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2

**d) the factor  $F_{OC}$  in equation (5) reflects different cases of control:**



Table 1b.

“presence” control		“no presence” control			
No automatic control		With automatic control			
Manual on/off switch	Manual on/off switch+ total switch off	Automatic switch on + dimming	Automatic switch on + automatic switch off	Manual switch on + dimming	Manual switch on + automatic switch off
$F_{OC}$	1	0,95	0,9	0,9	0,8

Equation (5) is graphically presented in figure 2.

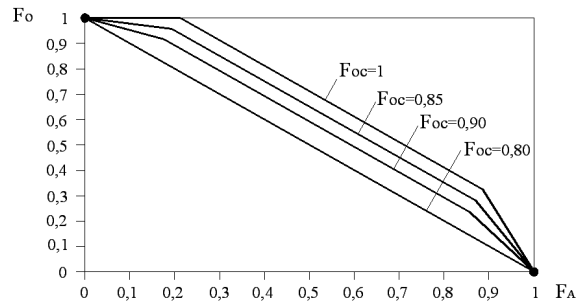


Figure 2. Dependence  $F_O = (F_A)$  when  $F_{OC} = \text{const}$

e)  $F_D$  – factor relating to daylight use:

$F_D$  takes into account the possibility of using natural lighting, which depends on geographical and climatic conditions of buildings and the functional purpose of the rooms therein, considering the above  $F_D$  is defined as follows:

$$F_D = 1 - [F_{D,S} + F_{D,y}] \quad (6)$$

$F_{D,S}$  is a factor taking into account availability of daylight in the illuminated room, as the achievement of certain illuminance depends on its value.

$F_{D,y}$  is a factor relating to the control of daylight, participating in the general lighting of the building.

Recommended values for  $F_{D,S}$  and  $F_{D,y}$  are given in table 3.

Table 3.

Daylight used [%]	Illuminance [lx]	$F_{D,s}$	$F_{D,y}$	
			Control gears	No control gears
> 3 Strong penetration	300	0,83	0,85	0,4
	500	0,75		
	750	0,65		
(2÷3) Medium penetration	300	0,75	0,77	0,3
	500	0,63		
	750	0,5		
(1÷2) Weak penetration	300	0,63	0,75	0,2
	500	0,45		
	750	0,32		
< 1	-	0	0	

f)  $t_D$ ,  $t_N$  and  $t_O$  are operating hours in the “light” and “dark” part of the day and the total operating time as well as their values depending on illuminated premises and their functional purpose.

Their values are identified in table 4.

Table 4.

	$t_D$ [hours]	$t_N$ [hours]	$t_O$ [hours]
offices	2250	250	2500
classrooms	1800	200	2000

### 3. CONCLUSION

The following conclusion can be drawn from the foregoing analysis: There are presented some general trends in quantitative indicators of the technical means, providing energy efficiency and the major indicators of the power balance, influencing energy efficiency of lighting, with the impact on which its management is achieved.

### REFERENCES

- [1] EN 15193 "Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting"
- [2] EN 15232 "Energy performance of buildings –Impact of Building Automation, Controls and Building Management "
- [3] EN 12464 " Lighting of workplaces"
- [4] Jan de Boer, European projects P91/23.10.2008 EPBD Buildings platform.
- [5] P. Dehoff, Management of Lighting Efficiency and human Need, Biannual Newsletter 2/2006

*Milena Petrova<sup>1</sup>, Dimitrov D<sup>2</sup>, Terziev S<sup>3</sup>*

## **ANALYSIS OF INDICATORS AFFECTING ENERGY EFFICIENCY OF INDOOR LIGHTING**

### **Abstract**

An analysis of energy efficiency indicators for lighting in the combined participation of energy lighting and ergonomic lighting indicators as well as factors of automated lighting control is conducted. An algorithm of energy lighting indicators for consecutive experimental and computational procedures is proposed with the purpose of their specified determination. Examples are presented for determination of quick, combined assessment of energy efficiency of indoor lighting in buildings.

### **Key words**

Energy efficiency, automated lighting control

## **ANALIZA INDIKATORA KOJI UTIČU NA ENERGETSKU EFIKASNOST UNUTRAŠNJEG OSVETLJENJA**

### **Rezime**

Sprovedena je analiza kombinovanog veštačkog i prirodnog osvetljenja, uz automatsku kontrolu, pomoću indikatora energetske efikasnosti osvetljenja. Predložen je algoritam za prateće eksperimentalne i kompjuterske procedure indikatora energetske osvetljenja u cilju preciznijeg određivanja. Predstavljeni primeri omogućavaju brzo utvrđivanje i procenu energetske efikasnosti unutrašnjeg osvetljenja u zgradama.

### **Ključne reči**

Energetska efikasnost, automatska kontrola osvetljenja

---

*1* Ph.D. Eng., VFU „Chernorizets Hrabar” – Varna, Postal address: Chayka Resort, 9007 Varna, Bulgaria, Phone +359 52 359 587 e-mail: as@vfu.bg

*2* Prof. D. Sc. Eng., Technical University – Varna, Postal address: “Studentska”, 9010 Varna, Bulgaria, e-mail: prof\_dimitrov@abv.bg

*3* Prof. Dr. Eng., VFU „Chernorizets Hrabar” – Varna, Postal address: Chayka Resort, 9007 Varna, Bulgaria, Phone +359 52 359 587 e-mail: as@vfu.bg

## 1. GENERAL

Indoor lighting energy efficiency is a numerical indicator of dimensions  $\left[ \frac{kwh}{m^2} \right]$ ,

which value satisfies quantitative and qualitative indicators of lighting in a building. Its value is directly related to the functional purpose of the building, its mode of operation, the way it affects human being, technical means for realization of lighting.

Energy balance plays crucial part in the various aspects of assessing energy efficiency of lighting. Its value complies with the recommended standards set out in EN 124641, and to some specific ergonomic lighting requirements.

The above shows that indoor lighting energy efficiency is an integrated, combining indicator which value depends on parameters of different nature. The latter are defined both by light sources and the conditions of operation and management of lighting installations.

The objective of this survey is to analyze the interrelated parameters affecting energy efficiency of lighting.

## 2. CORE

Numerical values characterizing energy efficiency of lighting can be derived form:

- Energy lighting indicators ELI (Ergonomic Lighting Indicator);
- Factors of automated lighting control.

The analysis of individual indicators gives ground for the following findings:

- Energy for lighting has various aspects of manifestation: lighting load is part of the installed load, the use of lighting and its management are in different parts of the day and in the transition between them, during operation of lighting, the rooms should be constantly illuminated, illuminance should be in standby mode and its management to be performed according to a given algorithm.
- These instances for illumination of premises with corresponding greater  $F_A$ , and smaller  $F_{OC}$ , are grounds for smaller energy consumption.
- The presented graphical and tabulated results are empirical dependencies of the factor, depending on the presence of occupants  $F_O$ , on the various instances of illumination of the premises, designated for different categories of people as well as the types of management (control).
- Energy efficient lighting can be achieved through minimization:
  - a) reduced operating hours;
  - b) not more than (15÷19) and for 500 lx, using energy efficient sources with high lm/W; electronic control gears and luminaires with high quality optical systems;
  - c) reduced losses for maintenance of lighting installations.

LENI parameters can be obtained from the algorithm shown in Fig 1.



Figure 1.

Quantities involved in the presented algorithm are:

- $P_N, P_{PC}, P_{EM}$  – installed lighting power, respectively loss of power and installed power for evacuation and emergency lighting;
- $t_{EM}, t_D, t_N, t_O, t_{еф}$  – emergency lighting operating time, respectively daylight and non-daylight operating hours, the total of the day and the effective duration of operation of the installed lighting power;
- $F_a, F_o$  – factors taking into account absence of occupants, respectively presence of occupants in the building;
- $F_{DS}, F_{DV}$  – factors taking into account availability of daylight in the illumination of the building, respectively, daylight control factor;
- $M_f, F_c$  – maintenance factors relating to change in luminous flux of the lighting source and the luminaire during operation;
- $F_{oc}$  – factor reflecting instances of lighting control;
- $w_L, w_D$  – energy required for lighting in nominal operating and emergency mode, respectively;
- $A$  – total useful floor area of the building.

The algorithm presented in fig 1 allows determining lighting indicators in accordance with energy balance for lighting.

It allows the performance of simple, detailed and control audit of energy efficiency of a building's indoor lighting as well as the assessment of LENI after the implementation of energy saving measures.

In the calculation of LENI, the following findings are made:

- a) parameters  $F_a, F_o, F_{oc}$  [2,3] can be used as preliminary and specified after conducted tests – fig.1. Significant correction is to be made to  $F_{DS}, F_{DV}$  parameters, given that daylight penetrates the interior under specific conditions: depending on exterior

building accessories (sills, roofs, external reflecting surfaces); slope of light rays; different impact on illuminated interior surfaces, etc.

b) for energy assessment of available daylight and control system in indications of “displacement”, applying to indoor lighting control, it is necessary to determine their duration. This is made with  $t_{E\Phi}$  – fig.2, corresponding to the installed lighting power  $P_N$ .

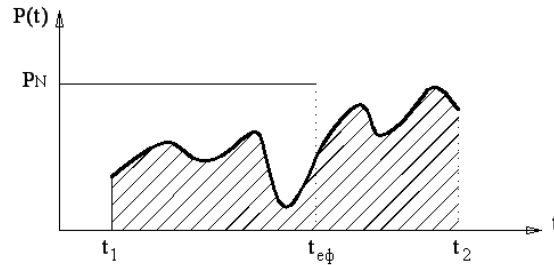


Figure 2

$$t_{e\phi} = \frac{1}{P_N} \int_{t_1}^{t_2} p(t) dt \quad (1)$$

The results of the calculation of LENI by the algorithm in fig 1 are compared to those specified in [2], which are summarized as follows:

- In manual lighting control: for offices  $(38,7 \div 67,1) \frac{kWh}{m^2}$ , for educational institutions  $(31,9 \div 54,9) \frac{kWh}{m^2}$ ;
- In automated lighting control: for offices  $(32,2 \div 55,8) \frac{kWh}{m^2}$ , for educational institutions  $(24,8 \div 41,8) \frac{kWh}{m^2}$ .

LENI wide range for each of the instances is a result of the wide variety of illumination in rooms of different functions and the diversity in its management.

With regard to energy efficiency audit of buildings, many multilateral LENI analysis for various instances of lighting have been conducted, achieving:

1. Harmonized lighting, controlled in daylight as well.
2. Combined direct and indirect lighting with manual adjustment of the controller.
3. Harmonized lighting with manual switching.
4. Combined direct and indirect lighting with manual switching.
5. Fluorescent strip lighting with electronic control gear and manual switching.
6. Fluorescent strip lighting with electromagnetic control gear and manual switching

From the above presented instances, instance 1 has minimum LENI, and instance 4 has maximum LENI, as for achieving  $E=500 \text{ lx}$ ,  $UGR \leq 19$ ;  $L65 \leq 1000 \text{ cd/m}^2$ , LENI increases 3,2 times.

Environmental perception through lighting is qualified by ELI (Ergonomic Lighting Indicator) on 5 criteria [5]:

- a) visual performance, individuality;
- b) vista (type of “scene”), spatiality;
- c) visual comfort;
- d) vitality (performance, productivity);
- e) empowerment.

Each one is scored on a scale from 1 (poorly) to 5 points (excellently). To conduct a reliable and reproducible analysis, additional subcriteria (about 38) are applied.

In some of the instances of lighting one or other indicators may be highlighted – e.g. fig.3a – strip lighting, fig 3b – harmonized lighting with daylight participation. Undoubtedly, the instance showed in fig. 3b assures higher EE.

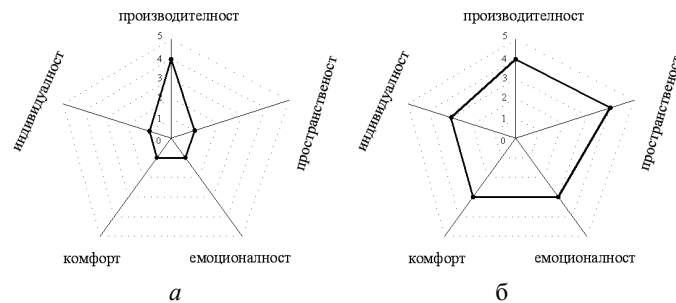


Figure 3

Ergonomic indicators can be achieved for these instances (1÷6) of lighting in LENI analysis, as follows:

- a) provision of required illuminance, brightness control, low illuminance in specific areas;
- b) provision of spatiality and balanced natural color temperature;
- c) absence of obscured parts of objects, their shadows are balanced, the objects are with sufficient cylindrical illumination;
- d) provision of suitable light distribution, giving priority to individual objects, architectural lighting if surfaces;
- e) forming of own light, individual lighting.

ELI are determined for the analyzed instances of building lighting. For the strip lighting instances (inst. 5 and inst. 6) ELI has the smallest value, and in inst. 2 – maximum value, increasing more than 3,1 times.

LENI and ELI joint assessment is appropriate to be presented numerically by LENI: ELI, where the instances with minimum (LENI: ELI) are characterized as the most energy

efficient [4, 5] in accordance with the above, for the sequentially presented instances 1, 2...6 LENI: ELI increases 4 times.

Lighting control refers to:

- Smooth start: gradual luminance increase until reaching the required level;
- Dimming: smooth change of brightness;
- Lighting of transitional zones: automatic activation of lights by a motion sensor;
- Tracking lighting: switching individual luminaires;
- Lighting scenario;
- Combined coordinated control of light and other loads;
- Management with landscape lighting;
- Imitation of presence;
- Remote control.

Energy consumption in lighting control, depending on whether it is automated or not and with respect of its range – Table 1: daylight, displacement of objects, dimming, etc. and what is achieved, are categorized into A, B, C and D classes. These classes have specially assigned energy efficiency coefficients, which are assessed individually for office, school and hospital buildings as follows: - class “C” is a basic (accepted as 1) and according to it, energy consumption is evaluated, specifically for: class A and B – less than 1 and class D – greater than 1.

Table 1.

N <sup>o</sup>	Type of automatic control / Class	A	B	C	D
1	Automatic control in daylight participation	x			
	Automated indication of displacement +				
2	- Manual and automatic control	x	x		
3	- Manual control and dimming	x	x		
4	- Automatic control	x	x		
5	- Automatic control and dimming	x	x		
6	Manual control in daylight participation		x	x	x
7	Manual on/off switch and additional total on/off switch			x	x
8	Manual on/off switch			x	x

### 3. CONCLUSION

According to a given algorithm involving the results of a systematized experiment, parameters in energy consumption for lighting are specified. Energy efficiency of lighting is presented as a combined assessment with the involvement of energy lighting indicators, ergonomic indicators and automated lighting control factors. Specific values of indicators in estimated energy efficiency of lighting for individual instances are presented.



## REFERENCES

- [1] EN 15193 "Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting"
- [2] EN 15232 "Energy performance of buildings –Impact of Building Automation, Controls and Building Management "
- [3] EN 12464 " Lighting of workplaces"
- [4] Jan de Boer, European projects P91/23.10.2008 EPBD Buildings platform.
- [5] P. Dehoff, Management of Lighting Efficiency and human Need, Biannual Newsletter 2/2006



*Milica Pejanović<sup>1</sup>, Igor Svetel<sup>2</sup>, Danilo Grahovac<sup>3</sup>*

## **BIM – NOVI PRINCIPI MODELOVANJA PROJEKTNIH PROCESA SA ASPEKTA INSTALACIONIH MREŽA**

### **Rezime**

Povezivanje pojedinačnih informacionih modela građevine (arhitektonski, konstruktivni, instalacioni) zahteva definisanje projektnih protokola za razmenu informacija kao i sva ograničenja vezana za unos i izmenu podataka. Modelovanje procesa se zasniva na životnom veku građevine i potrebi za utvrđivanjem odnosa pojedinačnih instalacionih mreža (termo-tehničkih, elektro-energetskih i hidrotehničkih) u tom procesu..

### **Ključne riječi**

BIM, Instalacione mreže, projektni procesi.

## **BIM – MODELING PROJECT PROCESSES AND EXCHANGE REQUIREMENTS FOR MEP SERVICES**

### **Summary**

Integrated individual building information models (architectural, structural, MEP) requires the definition of project protocols for information sharing as well as all restrictions for exchange requirements in protocols. Process modeling is based on the building life cycle and necessity for establishing relationships of individual MEP services (Mechanical, Electrical and Plumbing) in whole process.

### **Key words**

BIM, MEP systems, MEP project processes.

---

*1 Asistent, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar Kralja Aleksandra 73/II, Beograd, Srbija,  
pmlica@arh.bg.ac.rs*

*2 Naučni saradnik, Inovacioni centar Mašinskog fakulteta d.o.o, Kraljice Marije 16, Beograd, Srbija,  
isvetel@mas.bg.ac.rs*

*3 Student doktorskih studija, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar Kralja Aleksandra 73/II,  
Beograd, Srbija, danilo.grahovac@arh.bg.ac.rs*

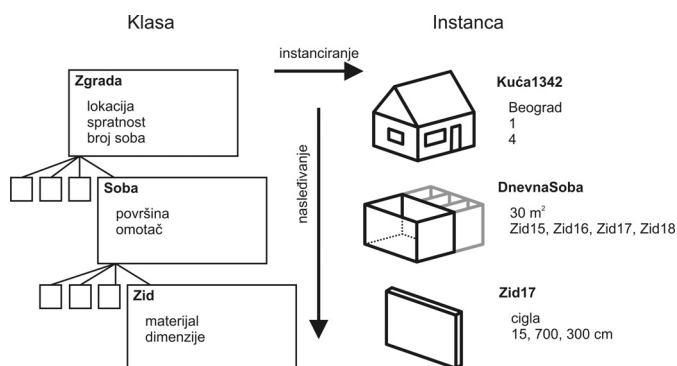
## 1. UVOD

Virtuelno modelovanje građevinskih objekta poslednjih decenija je prošlo kroz više razvojnih faza od dvodimenzionalnih CAD modela, preko 3D modela, koji su predstavljali samo trodimenzionalnu sliku zgrade, pa sve do objektno orijentisanih BIM 3D modela. Building Information Modeling (BIM) je i stvaranje seta digitalnih modela za projektovane ili izgrađene zgrade, kao i proces zajedničkog rada ovih modela u toku životnih ciklusa građevinskog objekta. BIM obično sadrži skup 3D modela i informacije o relevantnim komponentama sistema i attribute, koji ih opisuju. Trenutno, BIM se uglavnom koristi tokom faze projektovanja - dizajniranja investicionih projekta, ali se postepeno upotreba integrisanog modela koristi u prvenstveno u fazi građenja a u manjoj meri u fazi eksploatacije i održavanja izgrađene zgrade. Primena u kompletnom životnom ciklusu građevine još ne postoji – fazi renoviranja i rušenja još nije obuhvaćen primenom modela.

Ovaj izveštaj sumira alate i tehnologije koji se odnose na tri važne karakteristike BIM procesa: modelovanje, interoperabilnost i saradnju.

### 1.1. PREDNOSTI BIM-A

Glavne prednosti BIM su još u razvoju na tržištu i trebalo bi da temeljno promene način na koji se objekti projektuju i grade. Promene u procesu se dešavaju, pre svega u poju izgradnje, dok projektanti tek polako prihvataju novi izazov. Fokus je u prebacivanju sa



**Slika 1. - Ilustracija osnovnih pojmova objektno orijentisanog modelovanja**

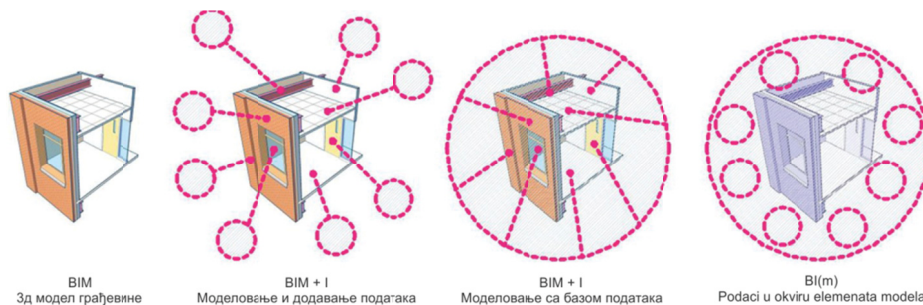
tradicionalne 2D apstrakcije na 4D<sup>4</sup> simulaciju performansi korišćenja i cene objekta. U doba informacionih modela moguće je imati sve projektne elemente u jedinstvenu informacionu bazu podataka. Arhitektura, instalacije, mašinstvo, infrastruktura, su povezani na nov i jedinstven način. Modeli se sada mogu slati putem globalne informatičke mreže direktno u fabričke pogone, preskačući dugotrajne procese izrade radioničkih detalja. Energetske analize se mogu raditi još za vreme projektovanja. Kalkulacije troškova građenja moguće je raditi u ranim fazama izrade modela, čak i kada svi parametri pojedinih

*4 4D je trodimenzionalna aplikacija za modelovanje, animaciju i prikazivanje slika razvijena od strane MAXON korporacije iz Nemačke. Ova aplikacija je mogućnosti da proizvodi proceduralne i poligonalne modele, animacije, osvetljenja, teksture, slike i druge atribute koji se koriste u ostalim trodimenzionalnim aplikacijama sa prezentovanjem pojava vreme kao četvrte dimenzije – u realnom vremenu (REAL TIME).*

elemenata modela nisu do kraja definisani. Sve to ima za cilj prilagođavanje konačnog objekta planiranoj investicionoj vrednosti i dobrenom budžetu.

BIM je promenio način kako projektanti i graditelji gledaju na čitav proces gradnje, od preliminarnih ideja preko tehničke dokumentacije do stvarne izgradnje, čak i u procesima vezanim za eksploataciju i korišćenje objekta.

Sa BIM aplikacijom, parametarski 3D model se koristi da generiše tradicionalne apstraktne planove kao što su osnove, preseci, detalji, dinamički planovi itd. Crteži proizvedeni kroz BIM tehnologiju nisu samo zbir ručno kordinisanih linija već interaktivna reprezentacija modela. Sa prednostima BIM-a projektanti i graditelji imaju bolji način kreiranja kontrole i prikazivanja informacija.



*Slika 2. –faze kod projektnih procesa u okviru BIM metodologije*

Glavne prednosti BIM-a su:

Trodimenzionalna vizuelizacija unapređuje razumevanje objekta i njegovih prostora, daje mogućnost prikaza različitih dizajnerskih rešenja i projektantu i klijentu.

Integrisana projekta dokumentacija minimalizuje mogućnost greške u opisima i drugim detaljima.

Interferentna kontrola dozvoljava lak uvid u eventualno preklapanje arhitekture, instalacija i drugih pod sistema.

Količine materijala su brzo dostupne radi lakšeg i preciznijeg planiranja troškova.

Održive strategije je lakše primeniti u cilju unapređenja kvaliteta životne sredine i bržeg postizanja traženih normativa.

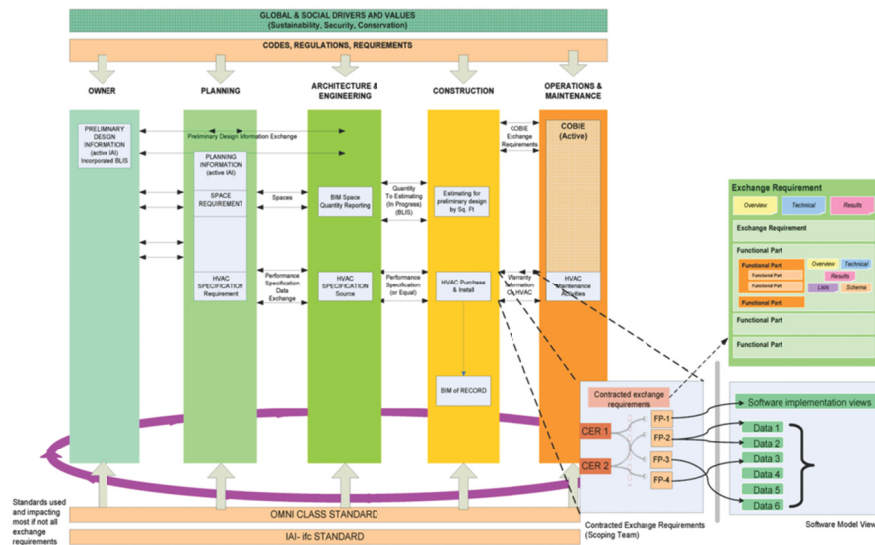
### **1.1.1. Razlika između BIM i CAD**

Ključna razlika između BIM i CAD<sup>5</sup> je u tome što tradicionalni CAD sistem koristi više različitih dokumenata da objasni zgradu zbog toga što su ti dokumenti kreirani posebno, postoje mala ili nikakva korelacija ili pametna veza među njima. Na primer, zid u osnovi prikazan sa dve paralelne linije nema mogućnosti razumevanja da te iste dve linije

<sup>5</sup> *Computer-aided design (CAD), takođe poznat i kao computer-aided design and drafting (CADD) je upotreba kompjuterske tehnologije u procesu projektovanja i pripreme tehničke dokumentacije. (www.wikipedia.org, 17.07.2011.)*

predstavljaju isti taj zid u preseku. Mogućnost nekoordinisanih podataka je veoma velika. BIM zastupa potpuno suprotan pristup; on prikuplja sve informacije na jedno mesto i povezuje te podatke sa objektima na koje se odnose. BIM model je, u stvari, centralizovani model sa bazom podataka.

Svi dokumenti unutar BIM modela su međusobno zavisni. CAD crtež ima svoje prednosti nad papirom i olovkom, ali je u suštini samo digitalna simulacija akta crtanja. Ovo je način na koji arhitekta i drugi projektanti rade već vekovima. Suštinski, u ovome je ključna razlika i prednost BIM u odnosu na CAD.



Slika 3. – šema organizovanja projektnih procesa<sup>6</sup>

## 2. PLATFROME ZA RAZVOJ SARADNJE NA PROJEKTIMA

Kao i kod drugih vidova izrade tehničke dokumentacije, tako i kod projektovanja i implementacije instalacionih sistema kod novih i postojećih objekata, platforma za primenu BIM metodologije se sastoji od usaglašavanja četiri ključna aspekta planiranja:

Grafički Standardi – Kako bi dokumentacija trebalo da izgleda

Crtački Standardi – Metode organizovanja podataka

Proceduralne smernice – Upotreba specifičnih alata u svrhu primene grafičkih i crtačkih standarda

Smernice za razmenu podataka – razmena podataka među akterima

<sup>6</sup> Izvor: National Institute of Building Sciences, Vašington, SAD

Svaki od ovih aspekata potrebno je detaljnije objasniti u svrhu preciznijeg razumevanja suštine načina rada BIM modela.

## **2.1. GRAFIČKI I CRTAČKI STANDARDI**

Većina arhitekata i inženjera prevashodno brinu o kvalitetu svojih proizvoda – tehničke dokumentacije. U mnogim slučajevima, pogotovo u inostranstvu, već postoje definisani CAD standardi na nacionalnom ili regionalnom nivou, koji obuhvataju sve aspekte grafike od lejera koji se koriste, fontova, debljina linija itd.

Dalje prečišćavanje grafičkih standarda obuhvata metodologiju svake posebne discipline u aplikaciju takvog standarda i, samim tim, postaje “crtički standard”. Ove metode uključuju, iako nisu ograničene samo na to i:

- Uobičajne informacije o crtežima
- Način ili metod dimenzionisanja
- Način pregleda referenci

## **2.2. PROCEDURALNE SMERNICE**

Proceduralne informacije mogu varirati za svaku softversku platformu koji se koristi kod izrade projekata iz oblasti instalacionih sistema, u svrhu primene grafičkih standarda. Neki od primera obuhvataju i :

- AutoCAD – standardi za lejere, iksrefovi, nazivi fajlova, standardi plotovanja, tipovi linija, itd.
- Revit – standardni izgled radnog okruženja, tipovi linija, podkategorije objekata, deljivi parametri, pregled šablonskih listova i drugo
- Microstation – standardi nivoa, nazivi fajlova, biblioteke ćelija itd.

## **2.3. SMERNICE ZA RAZMENU PODATAKA**

Napori koje su preuzele na sebe agencije poput FIATECH, NIBS i IAI obeleženi su kao standardi, ali se oni razlikuju u svojoj primeni prema definicijama. Uglavnom se bave prevođenjem podataka između softverskih platformi baziranim na zahtevima krajnjih korisnika. Kod SOM-a ovakvi standardi nazvani su „smernicama za razmenu podataka“ (Data Exchange Guidelines). Trenutno, oni se sastoje od jednostavnije verzije postojećeg CAD standarda kao bi omogućili razumevanje podataka razmenjivanih između projekatata posebnih tipova instalacionih sistema, arhitekata, inženjera, projekt menadžera i neretko samog investitora.

## **3. ZAKLJUČAK**

Tehnologije i tehnološki procesi su temelj svake organizovane proizvodnje, pa tako i projektovanja instalacionih sistema arhitektonskih objekata. Tehnologija proizvodnje arhitektonsko građevinskih projekata je interdisciplinarna aktivnost koja ju čini složenom i za čiji je proces potreban veliki broj aktera iz mnogih oblasti pre svega inženjerskih poslova. Proizvodnja projekata bazira se na tehnološkom procesu koje je tačan i unapred

utvrđen postupak proizvodnje nekog proizvoda, poluproizvoda ili delova proizvoda. Naravno, posmatrati arhitektonski projekat kao proizvod nije dobro, iako se ovde ne govori o delu procesa koji podrazumeva kreativno mišljenje, istraživački i pripremni rad u umetničkom smislu. Ovde je tema pre svega izrada tzv. tehničke dokumentacije u delu instalacionih sistema neophodne za pripremu i izgradnju svakog građevinskog objekta.

Pored navedenog važno je utvrditi da je neophodnost formiranja jedinstvenog sistema, standarda, algoritma za razmenu podataka između različitih softverskih platformi od ključne važnosti za uspeh i konačnu primenu BIM metodologije projektovanja, ne samo instalacionih sistema već i arhitekture uopšte.

Smernice za dalje istraživanje u okviru ovog projekta trebale bi biti preciznije i detaljnije istraživanje na temu modelovanje projektnih procesa i sistema razmene podataka, a u okviru izrade tehničke dokumentacije instalacionih sistema. U tom smislu, potrebno je kroz primere i eventualnu studiju slučaja proveriti teorijske postavke, uočiti mane i nedostatke, kao i pojasniti način i sistem rada BIM modelovanja i sistema razmene podataka kroz IFC, IFD i druge standarde, a sve u cilju postizanja uniformnosti načina proizvodnje, upotrebe i arhiviranja podataka u okviru mreže izmenjivosti podataka.

## ZAHVALNOSTI

Ovaj rad je finansiran od strane Ministarstva za prosvetu i nauku Republike Srbije po ugovoru TR -36038. On predstavlja deo projekta 'Razvoj metode izrade projektne i izvodačke dokumentacije instalacionih mreža u zgradama kompatibilne sa BIM procesom i relevantnim standardima', Rukovodilac projekta je dr Igor Svetel.

## LITERATURA

- [1] Eastman, Ch. Teicholz, P. Sacks, R.: " BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors", John Willey and Sons, New Jersey, 2008.
- [2] Svetel I., Pejanović M.: Open Standards-Based Building Information Modeling as the Foundation for Knowledge Management in the AEC industry, Pohl J., (ed.): Preconference Proceedings: Knowledge Management Systems, 2009, str. 29-37
- [3] Yi-Jao Chen, Chung-Wei Feng:"Streamlining the data transformation process for construction projects via building information modeling", The 25th International Symposium on Automation and Robotic in Consturction ISARC 2008, Vilnius, Litvania, 2008. p.549-558
- [4] BIM – Implications for Government, Editor Kerry Brown, Construction Industry Business Environment (CIBE), 2008, <http://eprints.qut.edu.au/26997/1/26997.pdf>
- [5] Hartman, T. and M. Fischer (2008). Applications of BIM and Hurdles for Widespread Adoption of BIM – 2007, AISC-ACCL eConstruction Roundtable Event Report. CIFE Working Paper #WP105. Stanford, Stanford University: 1-18



*Milica Vujošević<sup>1</sup>*

**PRIMENA INFORMACIONO-KOMUNIKACIONIH  
TEHNOLOGIJA U PROJEKTOVANJU I GRAĐENJU  
ENERGETSKI EFIKASNIH OBJEKATA**

**Rezime**

Čovek vekovima razvija bolje načine za gradnju zgrada. Kako se zahtevi sve više povećavaju, tako se i tehnologija gradnje vremenom usložnjava. Danas živimo u dobu kada se ni gradnja porodične kuće ne može zamisliti bez upotrebe računara u nekom svom segmentu, a o velikim arhitektonskim poduhvatima sa svim sistemima instalacija i da ne govorimo. Nekada su ljudi gradili energetske efikasne objekte jednostavno povećavanjem debljine zidova i pravilnim orijentisanjem prostorija, dok se danas taj aspekt gradnje razvio do te mere da se samo uz pomoć računara mogu sračunati razni elementi energetske efikasnosti objekata, a sve u cilju smanjenja troškova.

**Ključne riječi**

IKT, energetska efikasnost, projektovanje, građenje.

**APPLICATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION  
TECHNOLOGIES IN DESIGNING AND CONSTRUCTION OF  
ENERGY EFFICIENT BUILDINGS**

**Summary**

Man has developed a better ways to construct a building for centuries. As the demands are increasing, construction and technology are getting more complex in time. Today we live in an age when even raising of a family home can not be imagined without the use of computers in some segments, and not to mention large architectural undertakings with all installation systems. People used to build energy efficient buildings simply by increasing the wall thickness and by proper orientation of the rooms, while today that aspect of construction has developed to such an extent that only a computer can calculate various elements of energy efficiency, and all that is done in order to reduce costs.

**Key words**

ICT, energy efficiency, design, construction.

---

<sup>1</sup> Mast.inž.arh., student doktorskih studija na Arhitektonskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Srbija, [milica.vujosevic@arh.bg.ac.rs](mailto:milica.vujosevic@arh.bg.ac.rs)

## 1. UVOD

Razvoj tehnologije je tokom cele istorije vodio ka stvaranju boljih i efikasnijih načina za zadovoljenje čovekovih potreba. Danas, savremene tehnologije imaju veliki uticaj kako na globalnom nivou – npr. na razvoj velikih ekonomija, tako i na nivou svakog pojedinca – na upotrebu neophodnih uređaja i na načine komunikacije. Iako moderan način života nameće korišćenje sve većeg broja elektronskih aparata, napredak u nauci i tehnici njihovog konstruisanja im omogućava da troše manje dragocene energije od starijih modela.

U oblasti arhitekture, upotreba svremenih tehnologija je našla svoju primenu u još jednom bitnom segmentu koji se tiče ostvarenja komfora uz smanjenje potrošnje energije. Naime, imajući u vidu da je jedan od problema u procesu projektovanja arhitektonskih objekata ostvarenje što veće energetske efikasnosti i što manje emisije štetnih gasova, savremene tehnologije su omogućile kreiranje raznih softvera za lakše i brže rešavanje zadataka u svakom segmentu životnog ciklusa objekta, od projektovanja, izgradnje i eksploatacije do održavanja.

O svemu gore navedenom biće reči u ovom radu. U prvom delu teksta dat je kratak osvrt kako na pojam tehnologije u širem smislu, tako na savremene tehnologije i mogućnosti njihove primene u arhitekturi. U drugom delu će se pojam savremenih tehnologija posmatrati sa aspekta informaciono-komunikacionih tehnologija i njihovim prednostima prilikom projektovanja i građenja arhitektonskih objekata.

## 2. POJAM TEHNOLOGIJE. SAVREMENE TEHNOLOGIJE U ARHITEKTURI

### 2.1. TEHNOLOGIJA

*Tehnologija - nauka o veštinama i zanatima; naučno prikazivanje ljudske delatnosti kojoj je svrha prerada prirodnih proizvoda (sirovina) za ljudsku upotrebu [1].*

Pojam tehnologije ima veoma široko i ranovrsno značenje. Da bismo ga objasnili moramo rasčlaniti osnovni pojam. Reč tehnologija potiče od grčke reči *τεχνολογία* – „τέχνη“ (zanat, veština) i „λογία“ (nauka), dakle „nauka o veštinama“. Može se odnositi na materijalne objekte: primenu alata, mašina i materijala, ali se može odnositi i na šire teme kao što su procesi, sistemi, metode organizacije i tehnike.

Tehnologija je znanje o načinima, alatima, veštinama, zanatima, sistemima ili metodama koje se primenjuju za rešavanje ljudskih potreba. Možemo je najšire definisati kao jedinstvo materijalnog i nematerijalnog, stvoreno psihičkim i fizičkim trudom radi dostizanja neke vrednosti. To je širok pojam koji uključuje kako jednostavne alate, kao što su pajser ili drvena varjača, tako i složene mašine kao što su svemirska stanica ili akcelerator čestica. Takođe, alati i mašine ne moraju biti materijalni: virtuelne tehnologije, kao što su kompjuterski softver ili poslovne metode, takođe spadaju pod ovu definiciju tehnologije [2].

Tehnologija se može posmatrati kao aktivnost koja formira i menja kulturu [3]. Pored toga, tehnologija je primena matematike, nauke i umetnosti za dobrobit života. Savremeni primer je porast komunikacione tehnologije koji je smanjio prepreke ljudskoj interakciji, što je rezultovalo nastankom novih podkultura – kompjutera i internet [4].

Generalno gledajući, „tehnologija“ je odnos koji društvo ima prema svojim raspoloživim alatima i veštinama, i pokazatelj do koje mere društvo može menjati svoju okolinu. Tehnologija je uticala na društvo na mnoge načine, i pozitivno i negativno. U mnogim društvima, tehnologija je uticala na razvoj naprednijih ekonomija. Međutim, mnogi tehnološki procesi proizvode neželjene nusprodukte koji uzrokuju zagađenje životne sredine, prekomerno iskorišćavanje prirodnih resursa, kao i poremećaj prirodnih procesa na Zemlji. Takođe, ne služe sve tehnologije u pozitivne svrhe; razvoj oružja sa sve većom destruktivnom moći tekao je kroz istoriju sve do pronalaska nuklearnog naoružanja. Kao kulturološka aktivnost, tehnologija prethodi razvoju nauke i inženjerstva, od kojih oba ozvaničavaju neki aspekt tehnološkog poduhvata.

Termin „tehnologija“ se može primenjivati generalno ili na specifične oblasti, kao što su informaciona tehnologija, medicinska tehnologija, proizvodna tehnologija, tehnologija projektovanja ili tehnologija građenja.

## **2.2. PRIMENA SAVREMENIH TEHNOLOGIJA U PROJEKTOVANJU I GRAĐENJU**

Arhitektura i građevinarstvo su stari koliko i sama ljudska civilizacija. Od početka svog nastanka čovek teži usavršavanju tehnologije gradnje objekata. Kroz istoriju se tehnologija gradnje menjala i napredovala nekada brže, nekada sporije, u zavisnosti od trenutnog tehnološkog dostignuća određene epohe i civilizacije. Posle industrijske revolucije taj razvoj je tekao još brže, uvođenjem mehanizacije u građevinsku proizvodnju. Međutim, u drugoj polovini dvadesetog veka brz razvoj kompjuterskih tehnologija dovodi do sve veće upotrebe kompjuterizovanih mašina u oblasti građevinarstva. Time je znatno olakšan rad na izgradnji objekata i pružene su veće mogućnosti za ostvarivanje željenih rezultata. U sledećim redovima će biti prikazana područja primene savremenih tehnologija u arhitekturi, s naglaskom na informacionim tehnologijama.

Tokom životnog ciklusa arhitektonskog objekta, savremene tehnologije nalaze primenu u svakom njegovom segmentu:

- savremene tehnologije projektovanja arhitektonskih objekata,
- savremene tehnologije realizacije arhitektonskih objekata,
- savremene tehnologije eksploatacije arhitektonskih objekata,
- savremene tehnologije održavanja arhitektonskih objekata.

Savremene tehnologije projektovanja arhitektonskih objekata podrazumevaju nove načine projektovanja koji se uglavnom baziraju na upotrebi kompjuterskih softvera u svim segmentima rada. Prikupljanje podataka, njihova analiza i predviđanje budućeg stanja danas je u mnogome olakšano upotrebom odgovarajućih kompjuterskih programa. Bez pomoći savremenih softverskih paketa nezamislivo je i upravljanje projektom, koje podrazumeva upravljanje integracijom, obimom, vremenom, troškovima, kvalitetom, ljudskim resursima, komunikacijama, rizikom i nabavkama, pogotovo kod velikih i složenih projekata.

Savremene tehnologije realizacije arhitektonskih objekata podrazumevaju primenu novih materijala u arhitektonskim objektima i nove tehnologije gradnje. Osim osnovnih prirodnih materijala koje je čovek upotrebljavao vekovima za izgradnju (zemlja, kamen, drvo i metal), danas se razvijaju veštački materijali sa mnogo boljim fizičkim i mehaničkim svojstvima (razni polimeri, polistireni, mineralne vune,...). Materijali sa različitim svojstvima se kombinuju u kompozitne, ali i kombinovanje različitih tehnologija daje materijale sa neverovatnim karakteristikama (npr. ploče koje svetle – primena OLED tehnologije).

Razvoj novih tehnologija gradnje upotrebom novih alata, mašina ali i tehnika, omogućava gradnju u skoro svim uslovima (u vodi, vazduhu, pod zemljom, ledom, ...) i realizaciju najizvanrednijih arhitektonskih ideja. Time se postiže ostvarivanje doskora nemogućih ciljeva u oblasti građevinarstva u pogledu visina, raspona, rokova izgradnje, ekonomičnosti i efikasnosti.

Savremeni način eksploatacije arhitektonskih objekata podrazumeva korišćenje objekata u skladu sa ekološkim principima održivog razvoja. Racionalna upotreba prirodnih resursa, efikasan način zadovoljenja potreba za toplotnim komforom i minimiziranje količine otpada su oblasti u kojima savremene tehnologije mogu da daju najbolji doprinos očuvanju životne sredine. Modernizacija opreme i sistema za preradu obnovljivih izvora energije, kao i onih za smanjenje zagađenja od izduvnih gasova i otpadnih voda, samo su neki od primera.

Dalje, kako se količina opreme i ugrađenih instalacija svakim danom povećava, teži se uprošćavanju načina njihovog korišćenja. To se postiže ugradnjom pametnih instalacija, odnosno centralizovanog načina upravljanja svim potrebnim instalacijama pomoću kompjutera. I ovde su kompjuteri našli svoju neizostavnu primenu u arhitektonskim objektima.

Prilikom održavanja objekta, upotreba savremenih tehnologija je prisutna kako u tekućem, preventivnom odražavanju, tako i u remontnom ili investicionom održavanju objekta, kao i u savremenim načinima za održavanje okolnog zemljišta i okoline. Prilikom obezbeđivanja ispravnog funkcionisanja svih ugrađenih instalacija i sistema (vodovod, kanalizacija, klimatizacija i vetrenje, protiv-požarne instalacije, liftovi, sistemi zaštite, alarmi, instalacije jake i slabe struje itd.), glavnu ulogu imaju savremene informacione tehnologije, budući da su mnogi od pomenutih sistema automatizovani i kompjuterizovani. Na taj način se eventualna nepravilnost u radu sistema ili podsećanje na redovne aktivnosti u održavanju lako očitavaju na računaru.

### **3. OBLASTI PRIMENE INFORMACIONO-KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA U ARHITEKTURI**

Informaciono-komunikacione tehnologije imaju veliki uticaj na današnje društvo. Njihova primena u oblasti arhitekture i građevinarstva olakšala je i omogućila neke procese, a naročito one koji se tiču proračuna, predviđanja, radnji koje se ponavljaju i drugih radnji koje čovekov um ne bi bio u mogućnosti da obavi. Danas je nezamisliv rad bez pomoći savremenih informaciono-komunikacionih tehnologija u svakom segmentu životnog ciklusa objekta, odnosno u projektovanju, realizaciji, tokom čitavog veka eksploatacije i prilikom održavanja objekata.

U fazi nastanka arhitektonskog objekta, informaciono-komunikacione tehnologije su prisutne od samog početka, još u fazi planiranja grada, preko projektovanja do konkretnog rešenja za realizaciju, odnosno nalaze primenu u sledećim oblastima:

- na državnom i lokalnom nivou: za praćenje stanja u prostoru – monitoring, za vođenje dokumentacione osnove o prostoru, za vođenje informacionog sistema, za analize tržišta, finansijske analize i slično;
- na nivou pojedinačnog plana ili projekta: za izradu planske dokumentacije - planovi svih nivoa, za izradu tehničke dokumentacije - projekti svih faza, u izradi predmera i predračuna radova, za izradu ostalih proračuna i analiza – studija opravdanosti, isplativosti, energetske efikasnosti i za rešavanje mnogih drugih zadataka.

Tokom procesa projektovanja objekta, kompjuterski softveri se koriste između ostalog za projektovanje i vizuelizaciju objekata, za konstruktivne i ostale tehničke proračune, za formiranje informacionih modela arhitektonskih objekata, za proračun energetskih performansi zgrada, za ostale procese u analize troškova, i dr. Neki od najsavremenijih programa omogućavaju generičko istraživanje i parametarsko modelovanje upotrebom savremenih principa matematičkog projektovanja, koje koriste samo veliki svetski projektantski biro (poput Zahe Hadid i Žana Nuvela), što zbog specifičnog pristupa radu, to i zbog dostupnih znanja i mogućnosti.

Primena informaciono-komunikacionih tehnologija u realizaciji, odnosno izgradnji objekata omogućava savremeni način izvođenja građevinskih i građevinsko-zanatskih radova, ugradnju instalacija, postrojenja i opreme. U fazi realizacije arhitektonskog objekta, informacioni sistemi se upotrebljavaju u svim tehnološkim procesima, koji se prema stepenu uloženog rada mogu razvrstati na proizvodnju i načine ugradnje sirovina, poluproizvoda, delova i sklopova proizvoda.

Za izvođenje građevinskih radova koristi se razna mehanizacija, upotrebljavaju se velike količine različitih vrsta materijala, instalacija, nameštaja i druge opreme. Stoga građevinarstvo podstiče razvoj drugih privrednih grana: industrije građevinskih materijala, industrije mašina, proizvodnje opreme i instalacija itd. Potrebe za bržom i ekonomičnijom proizvodnjom dovele su do primene polumontažnog, montažnog i industrijskog sistema gradnje. Ove sisteme gradnje karakteriše smanjeno učešće čovekovog rada i povećano korišćenje mašina.

Cilj savremenog načina realizacije je izgradnja objekata u što kraćem roku uz ostvarenje što većeg kvaliteta radova i ugrađenih materijala i opreme. Time se smanjuju i troškovi i ukupna cena objekta.

Upotreba informacionih tehnologija pri eksploataciji objekata ogleda se u savremenim načinima za smanjenje potrošnje energije i korišćenju pametnih instalacija. U prvu grupu spadaju sistemi za automatizovanu kontrolu sistema grejanja i hlađenja na osnovu zadate zahtevane temperature u objektu, upotreba senzora za regulisanje osvetljenja u prostoriji i ostali sistemi koji kontrolišu potrošnju energije i nivo zagađenja životne sredine.

U pametnim kućama se informacione tehnologije koriste za upravljanje sistemima instalacija koje se žele kontrolisati preko centralnog kompjutera (svetlo, zasenčenja, audio i video uređaji, alarmi i ostalo). S obzirom na količinu savremenih instalacija koje se ugrađuju u pametne kuće, uprošćavanje njihovog korišćenja predstavlja veliko olakšanje za korisnika, čemu se kod ovakvih objekata i teži.

U fazi održavanja arhitektonskog objekta, savremene informacione tehnologije se koriste za obezbeđivanje ispravnog funkcionisanja svih ugrađenih instalacija i sistema. Moguć je razvoj automatskih rutina sposobnih da na osnovu specifikacija proizvođača signaliziraju rokove za kontrolu svih ugrađenih komponenti. Takođe je moguće praćenje svih sanacija građevine bilo kroz beleženje ostvarenih izmena u geometriji zgrade, ili kroz praćenje svih rokova garancija i rokova kontrola novougrađenih komponenti [5]. Proces prikupljanja podataka sa mernih uređaja kao što je na pr. primena ispitivanja bez razaranja u procesu održavanja mostova, ili prikupljanje podataka iz senzora ugrađenih u inteligentnu građevinu [5], takođe su značajne oblasti potencijalne primene informacionih tehnologija.

#### 4. ZAKLJUČAK

Ubrzani razvoj informatičkog društva u potpunosti je uslovljen razvojem tehnologije. Arhitektura, odnosno umetnost i način stvaranja zgrada, takođe nije pošteđena od novih tehnoloških dostignuća. Upotreba računara danas je neizostavna u bilo kom segmentu ljudskog života, pa tako i tokom celog životnog ciklusa arhitektonskih objekata. Savremene informaciono-komunikacione tehnologije koriste se prilikom projektovanja, gradnje objekata, održavanja i eksploatacije. U jednu ruku može se učiniti da tolika njihova upotreba otežava život, umesto da ga olakšava, ali moraju se uzeti u obzir današnji zahtevi koje objekti moraju ispuniti, a koji se vremenom samo povećavaju. Primena informaciono-komunikacionih tehnologija u bilo kom procesu je preduslov kako za ostvarenje određenog kvaliteta proizvoda i usluga, tako i za smanjenje utorška vremena i materijalnih i ljudskih resursa.

#### LITERATURA

- [1] M. Vujaklija „Leksikon stranih reči i izraza“, Prosveta, Beograd, 1974.
- [2] "Industry, Technology and the Global Marketplace: International Patenting Trends in Two New Technology Areas". Science and Engineering Indicators, National Science Foundation, 2002, <http://www.nsf.gov/statistics/seind02/c6/c6s5.htm>. Korišćeno 2007-05-07.
- [3] A. Borgmann, "Technology as a Cultural Force: For Alena and Griffin". The Canadian Journal of Sociology 31 (3), 2006, 351–360.
- [4] J. Macek, "Defining Cyberculture", [http://macek.czechian.net/defining\\_cyberculture.htm](http://macek.czechian.net/defining_cyberculture.htm). Korišćeno 2007-05-25
- [5] I. Svetel, „Informaciono tehnološki standardi i vek konstrukcije u građevinarstvu“, Integritet i vek konstrukcija, 7(3), 2007, 167-176.

*Milovan Vidaković<sup>1</sup>*

## **UPRAVLJANJE RIZIKOM POŽARA**

### ***Rezime***

Ima već više godina da inženjeri, koji rade na riziku požara, pokušavaju da pronađu matematički model određivanja veličine rizika. Metodologija za ocenu rizika je postavljena, ne samo da bi odredila veličinu rizika pre nego što bi rizik bio u funkciji, već bi se pomoću ovog sistema odredio nivo preventive za budući rizik. Metoda se može primeniti najpre na industrijske i komercijalne objekte, a zatim i na stambene i administrativne zgrade.

### ***Ključne riječi***

Požarni rizik, mere zaštite, požarna otpornost, metod procene požarnog rizika.

## **FIRE RISK MANAGEMENT**

### ***Summary***

The engineers specialising in fire risk management have been trying for years to identify mathematical model for determination of risk methodology for risk rate assessment is set up, not only to determine risk rate, before prior to putting risk into function, but also to establish level of prevention for potential risk. The method can be applied primarily on industrial and commercial facilities, and on residential and administrative buildings as well.

### ***Key words (Style Summary Title)***

Fire risk, protection measures, fire resistance, fire risk assessment method.

---

*<sup>1</sup> prof. dr, dipl.inž, Predsednik DTUR-a, Osmana Đikića 11, Beograd Srbija, vidakovic.m@sbb.rs*

## 1. UVOD

Početak takvih istraživanja pripadaju jednom švajcarskom inženjeru *E. Geillingeru* još davne 1950 godine. Njegova preokupacija se u prvom trenutku odnosila na industrijske objekte metalne konstrukcije.

Nastavak istraživanja preuzima nemački inženjer *W. Halpaap*. Njegova preokupacija je bila objedinjavanje i ostalih građevinskih konstrukcija u već predloženu metodologiju. Prednost u istraživanjima predstavljala je i njegova pozicija koju je tada zauzimao - komandir vatrogasnih brigada. Radovi su doveli do pojave prvih standarda 1964 godine u *Nemačkoj (DIN 18230)*, koji su tokom godina inovirani, te su sve do današnjih dana u upotrebi.

Evropski komitet osiguranja *CEA*, na predlog švajcarskog inženjera *M. Gretenera*, doneo je propise iz te oblasti 1961 god. Pionirski rad *Gretenera* doveo je do primene ove ideje, pre svega, u *Švajcarskoj*. Ne treba se zavaravati da ova ideja ocene rizika može sve uraditi, pa i da spreči pojavu požara, ali predstavlja dobar put za stvaranje predstave o riziku.

U nas su određene problematike zaštite od požara već obrađene kroz *SRPS (JUS)* standarde (požarne otpornosti, zapaljivost, požarna vrata i drugo), koji predstavljaju zakon za izgradnju objekata.

Sa druge strane, kod nas se javlja još jedna grupa standarda, koji su doneseni od strane osiguravajućih kuća Srbije a odnose se na rizik požara. Ovi standardi su bazirani na statističkim podacima požarnih katastrofa i obuhvataju neke delove koje *SRPS (JUS)* standardi ne mogu da obuhvate.

I jedni i drugi standardi se stvaraju na istom mestu, u *Parizu*, od strane *Evropskog Komiteta osiguranja*, skraćeno *CEA*. Stvoreni standardi u *CEA*, šalju se na doradu u *CEN (Evropski Komitet normativa)*, da bi se na kraju usaglasili kao međunarodni standardi *ISO*. Nivo zahteva kod standarda za zaštitu od požara se koriguje tokom tog puta usaglašavanja, tako da su zahtevi u komitetu *CEA* daleko jači, od usaglašenih minimalnih zahteva na međunarodnom nivou, *ISO* standarda. Danas svaka država na bazi minimalnih međunarodnih zahteva *ISO* stvara svoje standarde, koji ponovo dobijaju na oštini zahteva u saglasnosti sa: iskustvima, tehnikom i kulturno-ekonomskim nivoom te države. Tako dolazi do razlike između državnih standarda i internih standarda osiguranja.

Do danas se pojavilo nekoliko metoda određivanja veličine rizika za jedan objekat. Prema sadašnjim sagledavanjima, metoda koja je razvijena u *Švajcarskoj*, dobila je najviše pristalica. Ne može se reći da je ova metoda savršena, jer je bazirana na empirijskim podacima. Pored svih mana, metoda ipak daje jednostavan postupak bazne analize, mogućih mernih vrednosti, nastanka, razvoja kao i efekte razornog dejstva požara.

Globalna opasnost od požara (*B*) je metoda pre svega primenljiva na industrijsko komercijalne objekte, ali se ona može primeniti i na stambeno poslovne objekte. Metoda u sebi objedinjuje dovoljna odstojanja između objekta (jedinstveni rizik), zaštitu ljudi i tehnička rešenja zaštite objekata. Metoda je u svom razvoju tražila odgovore na dva osnovna pitanja i to:

### 1. Metoda kod rešavanja problema preventive

- određivanje minimalne zadovoljavajuće zaštite u kojoj globalna opasnost od požara neće biti veća od fiksiranih konvencionalnih limita
- određivanje mernih vrednosti dozvoljenih granica u kojima se sme kretati ta zaštita

### 2. Metoda kod rešavanja problema osiguranja rizika požara:

Problem se svodi na definisanje:



- potencijalnog rizika od požara
- mere zaštite rizika od požara.

## 2. PREZENTIRANJE METODE

Potencijalni rizik od požara se definiše na sledeći način

$$B + a + p = \frac{P}{M} \quad (1)$$

gde je:

$B$  – globalna opasnost od požara

$a$  - opasnost pojave požara (aktiviranja) od nekog od izvora

$p$  - pojava požara u objektu u zavisnosti od ponašanja osoblja

$P$  – potencijalna opasnost od požara predstavlja mogućnost razvoja i širenja požara

$M$  – mere permanentne zaštite od požara, koje direktno utiču na smanjenje potencijalne opasnosti od požara i opasnosti po život osoblja.

Normalno, u upotrebi, vrednosti ( $a$ ) i ( $p$ ) su sa negativnim predznakom.

### 1. *Određivanje faktora potencijalne opasnosti (P)*

Osnovni principi određivanje faktora (P) su:

$$P = P_i \cdot c \cdot e \cdot f \cdot k \cdot g \cdot (v) \quad (2)$$

gde je:

$P_i$  - požarno opterećenje, u kJ/m<sup>2</sup>

$c$  - zapaljivost ( $A_{12}$ ;  $B_{123}$ ), u zavisnosti od toplotnog izvora

$f$  - količina dima (Nm<sup>3</sup>/h) koja utiče na efikasnost evakuacije i gašenje požara (Razvijena temperatura u požaru sa ograničenom količinom vazduha).

$$4,9 (330 \text{ h}^{1/2} A_f + R_2) \quad [\text{Nm}^3/\text{h}]$$

$k$  - rizik korozije od dima na materijale u prostoru pod požarom

$(v)$  - valorizovanje rizika požara od osiguranja

$g$  - geometrijske dimenzije prostorije i otvora, u funkciji količine ušlog vazduha, odimljavanja i brzine sagorevanja ( $R_1$ )

$e$  - visina prostorije i broj spratova, sa mogućnošću prenosa požara po visini

Faktor ( $P$ ) se koristi kao baza za obračun premije kod osiguranja.

### 2. *Procenjivanje faktora opasnosti pojave požara - (a)*

Čim počne da se gradi objekat dolazi do potencijalne opasnosti pojave požara.

Osnovna opasnost je takozvani "faktor čovek", a pored njega može da bude proces u industriji ili tehnička instalacija. Praktično, opasnost od pojave požara, kako u izgradnji tako i u eksploataciji, ne može biti nikada jednaka nuli.

### 3. *Faktor procena opasnosti pruzrokovane osobljem - (p)*

Požarna preventiva mora računati sa rizikom koji može nastati nestručnim ili

namernim delovanjem osoblja. Važno je oceniti rizik i dati mu mernu vrednost. U osiguranju ovaj rizik često nije obuhvaćen, jer se u premiji osiguranja više pažnje posvećuje samom objektu. Istina, pri izradi elaborata osiguranja za jedan objekat, kroz neke sporedne elemente i danas se može oceniti ovaj rizik, kao što su čistoća, urednost, obučenosn osoblja na zaštiti od požara i tradicija.

#### 4. Faktor procene nivoa preventivne zaštite od požara - (M)

Opasnost od požara može se smanjiti adekvatnom preventivnom zaštitom. Postoje tri osnovna pravca preventivne zaštite od požara, a to su:

$$M = N S F \quad (3)$$

##### Normalna mera zaštite - (N)

Normalna zaštita predstavlja osnovnu zaštitu od požara, koja je većinom propisana, a u vezi je sa eksploatacijom jednog objekta.

U oblasti ovih zaštita biće naglašene one najznačajnije za ovu fazu proračuna:

$n_a$  - broj i tip prenosivih aparata za gašenje požara u tom objektu

$n_b$  - unutrašnji hidranti sa priključnim elementima i njihov raspored

$n_c$  - obezbeđenje vode i pritiska za tu lokaciju, korišćenjem gradske mreže ili rezervoara vode

$n_d$  - obezbeđenje dovoljne garantovane količine vode za gašenje

$n_e$  - obezbeđenje dinamičkog i statičkog pritiska vode

$n_f$  - rastojanje od spoljnog hidranta do objekta treba da bude što kraće

$n_g$  - broj ljudi u objektu obučenih za gašenje požara, za intervenciju u prvim trenucima pojave požara

$n_h$  - odstojanje vatrogasne jedinice od objekta.

Sumirajući sve ove nabrojane faktore i ostale propisane pravnom regulativom, dolazimo do zbirne jednačine:

$$N = n_a \times n_b \times n_c \times n_d \times n_e \times n_f \times n_g \times n_h$$

##### Specijalne mere zaštite od požara - (S)

Specijalne mere su one koje mogu brže i efikasnije da ugase požar od normalnih mera zaštite od požara. Često te mere nisu pravnom regulativom predviđene kao obavezne.

U specijalne mere zaštite od požara možemo ubrojati:

$s_a$  - detekciju požara javljačima ili nadgledanjem osoblja

$s_b$  - alarmiranje pojave požara automatski ili ručno

$s_c$  - gašenje požara, koje može biti:

- sopstvenom vatrogasnom jedinicom, pripremlenom 24 časa ili

- automatskim sistemom gašenja (šprinkleri,  $CO_2$  i dr.)

$s_d$  - obaveštavanje telefonom opštinske vatrogasne jedinice u direktnom kontaktu

$$S = s_a \cdot s_b \cdot s_c \cdot s_d$$

Tako dolazimo do dileme - ko treba da zahteva specijalne mere, ako nisu kao u nekim slučajevima propisane? Često su specijalne mere prihvaćene od samog vlasnika objekta, koji svesno želi da smanji veličinu rizika od požara. Vlasnik je premijom osiguranja i bonusima

stimulisan, od osiguravajućih kuća, za primenu specijalnih mera. Može se desiti i takav slučaj direktne ekonomske prinude od strane osiguranja, da bi se uopšte i potpisao ugovor osiguranja, ako ekspertni tim osiguranja oceni da jedino specijalne mere dovode rizik u neke normalne prihvatljive granice.

#### Požarna otpornost (F)

Požarna otpornost predstavlja časovnu otpornost pojedinih građevinskih elemenata na požar. Vrednost požarne otpornosti se dokazuje ispitivanjem u akreditovanoj laboratoriji. Nivo požarne otpornosti je većinom pravno regulisan i razlikuje se od države do države. Osnova propisa za minimalnu požarnu otpornost, na nivou jedne zemlje, je želja da se posetiocima objekta dozvoli bezbedna evakuacija. Viši nivo zahteva dužu vremensku požarnu otpornost, a može da se traži u želji da se i objekat spase od požara i da se dozvoli dovoljno dugačak period sigurnog rada vatrogasnih jedinica. Na kraju, kada se saberu sva tri prethodna faktora, za procenu nivoa zaštite od požara, dobija se sledeća jednačina:

$$M = N S F \quad (3)$$

#### **5. Određivanje elemenata koji obrazuju prethodne jednačine**

Jednačine, koje su do sada date, dobijene su na bazi različitih prilaza gradnji objekta, materijalima koji su korišćeni i nivoa zaštite od požara ugroženih prostora. Elementi, koji se koriste za proračun, baziraju se na dugogodišnjim stvarnim požarima, obrađenim naučnim i statističkim metodama, sakupljenim po čitavom svetu (aktuarski posao) i eksperimentima dobijenim u akreditovanim laboratorijama prema *SRPS (JUS)-ISO* standardima. Ovako dobijene vrednosti su sistematizovane tabelarno.

#### **6. Maksimalno dopustiva globalna opasnost od požara (Bmax)**

Kako se uvek traži rešenje problema potrebnog nivoa preventive požara, to se u daljem radu formira sledeći faktor Bmax. On predstavlja baznu vrednost fiksnog konvencionalnog limita preventive. Ova vrednost se odnosi na jednostavne rizike požara jednog objekta, sa normalnim nivoom standardne zaštite ( $N = 1,0$ ), bez dodatnih mera specijalne zaštite ( $S = 1,0$ ), ili specijalnih mera požarne otpornosti ( $F = 1,0$ ) i na kraju sa zanemarljivom opasnošću aktiviranja ( $a$ ) ili ugrožavanja ljudskih života ( $p$ ).

U tako postavljenoj filozofiji, ostaje da Bmax zavisi samo od ( $P$ ), gde se ( $P$ ) izračunava iz tabela prema parametrima. U ovom slučaju usvajamo neku vrednost za  $P$  bez proračuna, kao faktor potencijalne opasnosti. Kod malog požarnog opterećenja prostorije ova vrednost za  $P$  nikad ne prelazi 1,3. U tom slučaju zamenom vrednosti u jednačini dobija se:

$$B_{max} = 1,3 \quad (4)$$

Primenjen faktor preventive  $M$  čini srž optimalne preventivne zaštite za prihvatljivo  $B_{max}$ :

$$p + a + 1,3 = \frac{P}{NSF} \quad (5)$$

gde je  $M = N S F$ .

U datom slučaju za jedan objekat, proučavajući mogućnosti poboljšanja situacije zaštite od požara, imajući ispred sebe osnove projektnih planova za taj objekat, dolazi se do zaključka da su faktori na koje se može uticati sledeći:

- faktor  $N$ , u slučaju nedovoljnih mera zaštite od požara

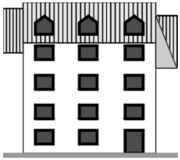

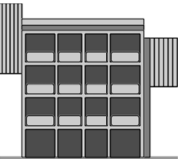
- faktori  $S$  i  $F$ , u slučajevima gde se ova dva faktora pojavljuju vezana, jer je generalno dopušteno pravnom regulativom da je jedini način da se ublaži zahtev za  $F$ , da se preduzmu specijalne zaštitne mere  $S$ , a suprotno tome je povećanje ukupne požarne otpornosti samo za jedan stepen  $F$ , što dopušta da se smanji obim specijalnih mera  $S$  i eventualno još dobije na sigurnosti
- faktor  $P$  je moguće smanjiti delujući uzajamno na količinu ušlog vazduha i požarno opterećenje u prostoriji.

Uzimajući u obzir da izmene na faktorima  $N$  i  $P$  ne omogućavaju da se dostigne generalno utvrđen cilj, dopušteno je posebno delovanje na druga dva faktora ( $S$  i  $F$ ), tražeći minimalnu dozvoljenu vrednost za njih, uz pomoć jednačine (6), što će omogućiti:

$$SF = \frac{P}{N(1,3 + p + a)} \quad (6)$$

- da se potvrdi da su uzete preventivne mere zaštite dovoljne da bi se ostvario prihvatljiv  $B_{max}$
- da se predloži način i izbor mera koje će omogućiti da se dostigne traženi cilj.

Tabela 1.: Tip neindustrijske zgrade

AECA/ SPI	Tip	Opis	Površina sprata $P_i$ MJ/m <sup>2</sup>	
			*Da	*Ne
02		Stara gradnja, tvrdi materijal sa 1 spratom iznad rizemlja sa 2 sprata iznad prizemlja sa 3 sprata iznad prizemlja sa 4 sprata iznad prizemlja	1 7 0 5 1 6 1 7 1 5 5 8 1 5 1 2	
03		Renovirana zgrada, tvrdi materijal sa 1 spratom iznad rizemlja sa 2 sprata iznad prizemlja sa 3 sprata iznad prizemlja sa 4 sprata iznad prizemlja	5 9 9 5 5 3 5 2 4 5 0 3	
04		Moderna gradnja, tvrdi materijal sa 1 spratom iznad prizemlja sa 2 sprata iznad prizemlja sa 3 sprata iznad prizemlja sa 4 sprata iznad prizemlja	1 0 9 8 8 7 1 6 3	

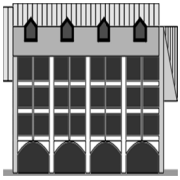
05		Zgrada sa početka ovoga veka		
		sa 2 sprata iznad prizemlja	5 5 3	
		sa 3 sprata iznad prizemlja	6 0 7	
		sa 4 sprata iznad prizemlja	6 4 5	
		sa 5 spratova iznad prizemlja	6 8 7	
		sa 6 spratova iznad prizemlja	6 9 9	

Tabela 2.: Tip industrijske zgrade

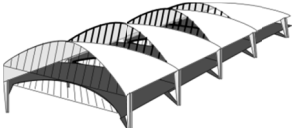
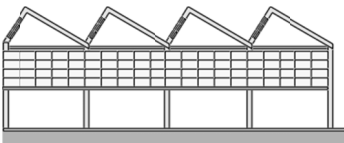


AECA/ SPI	Fasada	$P_i$ MJ/m <sup>2</sup>	Spoljni zid	Skelet zgrade	Krovovi
51		0	Beton / grubi zid, zid malterisani	Beton / zidovi	Beton
52		335	Beton / grubi zid, zid malterisani	Zaštićeni čelik F30	Čelik (ev čelik i drvo), zaštićeni čelik F30
53		335	Beton / grubi zid, zid malterisani	Nezaštićeni čelik	Nezaštićeni čelik
54		0	Zaštićeni čelik F30 obložen zidanjem ili lakim panoima	Zaštićeni čelik F30	Zaštićeni čelik F30
55		0	Nezaštićeni čelik F30 obložen zidanjem ili lakim panoima	Nezaštićeni čelik	Nezaštićeni čelik
56		1088	Beton / grubi zid, zid malterisani	Drvo - zaštićeno i nezaštićeno	Drvo - zaštićeno i nezaštićeno

Tabela 3.: Pokretno požarno opterećenje  $P_m$  i faktori potencijalne opasnosti  $P$

Namena objekta	$P_m$ MJ/m <sup>2</sup>	$c$ Fe (Ex)	$f$ Fu	$k$ Co	$a$ Cat.	$p$ Cat	Sp Cl.
Klanica	42	V			1		M1
Odsis zapaljivih para (instalacija)							
Fabrika akumulatora	>167	I	+		4	2	SF
Isporuka akumulatora	4	III	+		2		M3
Skladište boca acetilena	418	III			2		M3
Fabrika kiselina	753	III		+	1	1	M1
Putnička agencija	670	III			3		M2
Prehrambena prodavnica	84	III			1		M1
Isporuka prehrambenih namernica	418	III			2		M1
Fabrika šibica	670				2		M3
Proizvodnja aluminijuma							
Prerada aluminijuma	1005	III	+		4		M4
Antikvarnica	335	II			2		M1
Fabrika aparata	42	V			2		M1
Proba aparata	168	IV			1		M1
Radionica za popravku aparata	670	III	+	+	3		M3
Isporuka aparata	418	III	+	+	2		M1
Fabrika aparata za domaćinstvo	209	III	+	+	2		M3
Prodaja aparata za domaćinstvo	586	III	+	+	2		M3
Izrada sitnih aparata	670	III	+	+	3		M1
Radionica sanitarnih aparata	335	IV	+	+	1		M1
Stanovi	335	III	+	+	3		M1
Izrada tekstila	251	IV			2		M1
Izrada papira	125	VI			2		M1
Fabrika izrade tekstila	335	III			2		M2
Arhivi	209	III			2		M3
Fabrika oružja	670	III			3		M3
Oružarnica (prodaja i popravke)	335	III			1		M2
Starački dom	4186	III			3		M2
Omladinski dom	251	III		+	1		M1
Auto limarska radionica	335	III		+		3	M1
Boksovi za automobile	335	III			2	1	M1
Auto lakirerska radionica	335	III			2		M2
Montaža automobila	167	III	+	+	3		M1
Popravka automobila	293	II	+		1		M4
Auto-sedlarski poslovi	544	II	+	+	4		M2
Prodavnica auto delova	335	III	+	+	3		M2
	335	II	+	+	3		M3
	670	III	+	+	2		M1
	335	III	+	+	1		

Tabela 4. Normalne-standardne preventivne mere N

AECA/ SPI	Normalne-standardne preventivne mere	
N	Normalne, nedovoljne ili odsutne mere $N_{max}=1,0$	n
10	Prenosni aparati	
11	- ne odgovaraju ili ih nema dovoljno	0,95
12	- ne postoje	0,90
20	Unutrašnji hidranti	
21	- nedovoljan broj	0,90
22	- ne postoje	0,80
30	Poreklo vode za gašenje / sigurnost	
31	- rezervoar sa rezervom vode za gašenje	1,00
32	- rezervoar bez rezerve vode za gašenje	0,65
	- pumpna stanica podzemnih voda kombinovana sa rezervoarom bez rezerve vode za gašenje	
33	- upravljanje automatsko; pumpa na struju.	0,90
34	- kao kod 33, samo je pumpa nezavisna od struje	1,00
35	- pumpna stanica podzemnih voda; bez rezervoara; pumpa na struju.	0,70
36	- kao kod 35, samo je pumpa nezavisna od struje.	0,85
37	- uzimanje vode (iz bazena) kombinovano sa mobilnom pumpom za stvaranje pritiska (motorna pumpa, standardizovani tip)	0,55
40	Količina vode za gašenje	
	- baza: 300 l/min. po topu za vreme od 120 min. tj. 36 m <sup>3</sup> po topu bez ponovnog snabdevanja	1,00
41	- veliki rizik: 12 topova = 432 m <sup>3</sup> ili 3600 l/min.	1,00
42	- srednji rizik: 6 topova = 216 m <sup>3</sup> ili 1800 l/min.	1,00
43	- mali rizik: 3 topa = 108 m <sup>3</sup> ili 900 l/min	-
44	- po nedostajućem topu 36 m <sup>3</sup> ili 300 l/min. oduzeti 0,05 (mogućnost pretakanja vode, vidno nedovoljne ili nepostojeće)	0,30
45		
50	Dinamički pritisak u hidrantu	
51	- pritisak : $> 3,5 \cdot 10^5 Pa$	1,00
52	- pritisak: $> 2,0 \cdot 10^5 Pa$	0,85
53	- pritisak: $< 2,0 \cdot 10^5 Pa$	0,70
60	Dovođenje vode/dužina mobilnog vođenja (creva)	
61	- dužina vođenja $< 70 m$ (od hidranta do ulaska u zgradu)	1,00
62	- dužina vođenja 70-100 m	0,95
63	- dužina vođenja $> 100 m$ za dodatnih 10 m umanjiti za 0,01	-
70	Nepostojeća grupa za gašenje (sredstva za gašenje)	0,90
80	Komunalna vatrogasna ekipa / ešalon (E)	
81	- E1: interventno vreme $< 10 min$ za $< 1 km$ vazdušne linije	1,00
82	- E2: interventno vreme 10-15 min za $> 1-3 km$ vazdušne linije	0,90
83	- E3: interventno vreme $> 15-20 min$ za $> 3-6 km$ vazdušne linije	0,80
84	- E4: interventno vreme $> 20-30 min$ za $> 6-10 km$ vazdušne linije	0,70
85	- E5: interventno vreme $> 30-40 min$ za $> 10-15 km$ vazdušne linije	0,60
86	- E6: interventno vreme $> 40 min$ za $> 15 km$ vazdušne linije	0,50
90	N min (= donja granica)	0,15





Tabela 6. Specijalne preventivne mere S- Nastavak

AECA/SPI		Specijalne preventivne mere						
S	Specijalne mere $S_{min}=1.0$	Dozvoljene kombinacije						
Sredstva za gašenje u preduzeću	S	Vatrogasna jedinica za intervencije (vidi br. 80)	E1	E2	E3	E4	E5	E6
	31	Industrijske vatrogasne jedinice – povremeno na raspolaganju, samo za vreme rada	1,15	1,20	1,25	1,30	1,40	1,50
	32	Industrijske vatrogasne jedinice – stalna služba	1,45	1,60	1,75	1,95	2,25	2,26
	33	Instalacija špinklera	2,00/1,70	2,20/1,80	2,40/1,90	2,65/2,00	3,00/2,10	3,50/2,30
Teritorijalna vatrogasna jedinica	41	Vatrogasna jedinica	1,15	1,15	1,10	1,10	1,05	1,05
	42	Vatrogasna jedinica i pumpa	1,25	1,25	1,20	1,15	1,10	1,05
	43	Vatrogasni komandni centar za intervencije	1,35	1,35	1,30	1,25	1,20	1,10
	44	Policijska služba	1,40	1,40	1,35	1,25	1,15,	1,05
	45	Profesionalni vatrogasci	1,60	1,60	1,50	1,35	1,25	1,15

Tabela 7. Požarne otpornosti građevinskih elemenata za Srbiju

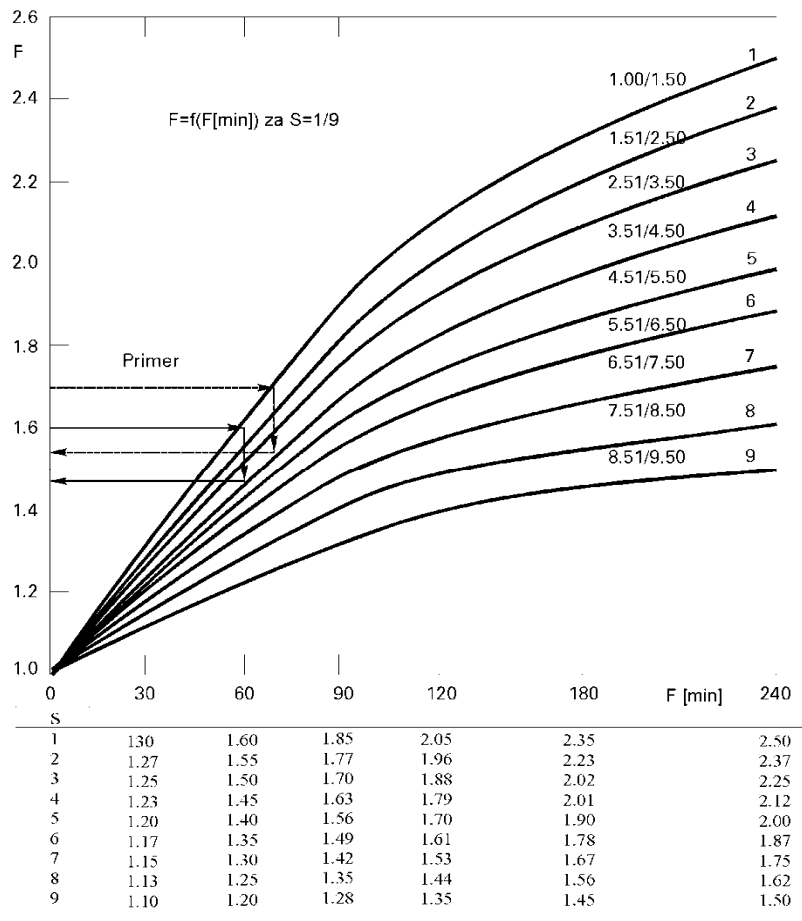
Vrsta konstrukcije	SRPS (JUS) U.JI	Položaj	Stepen požarne otpornosti (SOP) Otpornost prema požaru elemenata/konstrukcija				
			I (NO) neznatna	II (MO) mala	III (SO) srednja	IV (VO) veća	V (WO) velika
Nosivi zid	090	unutar požarnih sektora	1/4	1/2	1	1,5	2
Stub	100		1/4	1/2	1	1,5	2
Greda	114		-	1/4	1/2	1	1,5
Međuspratna konstrukcija	110		-		1/2	1	1,5
Nenosivi zid	090		-		1/2	1/2	1
Krovnna konstrukcija	-		-	1/4	1/2	1/2	1
Zid	090	na granici požarnih sektora	1/4		1,5	2	3
Međuspratna konstrukcija	110		1/4	1/2	1	1,5	2
Vrata i klapne do 3,6 m <sup>2</sup>	160		1/4	1/4	1/2	1	1,5
Vrata > 3,6 m <sup>2</sup>	160		1/4	1/2	1	1,5	2
Konstrukcija evakuacionog puta	-		negoriv materijal	1/2	1/2	1	1,5
Fasadni zid	090		-	1/2	1/2	1	1
Krovni pokrivač	140		-	1/4	1/2	3/4	1

### 3. ZAKLJUČAK

Postavka jedne jednačine br.1, koja se rešava pomoću gore predloženih tabela, daje mogućnost da se bez komplikovane matematike svaki problem reši. Isto tako je metodologija ostvarila kontinuitet rada, tako da podseća projektanta na sledeći korak i s tim izbegava moguću grešku. Inženjeri arhitekture mogu da provere svaki objekt, u fazi crteža, prema nivou zaštite od požara. Ako se pokaže da je globalna opasnost veća od predložene, treba izvršiti korekcije koje su takodje predložene u metodologiji.

U poslednje vreme se pojavilo dosta metodologija, koje nisu zaživele kao što je ova zaživela. Osnovna prednost ove metodologije je jednostavnost primene i aktualnost, bazirane na godinama iskustva arhitektonskih rešenja u Evropi.

Tabela 8. Krive požarne otpornosti  $F$



## LITERATURA

- [1] Raesing H.: *Evaluation du Risque D'insandie*, ANPI Ottignies-LLN, 1975.
- [2] Vidaković M.: *Požar i arhitektonski inženjering*, Fahrenheit, Beograd, 1995.
- [3] Vidaković M.: *Ocena rizika požara, Savetovanje DDOR*, Novi Sad, 1999.
- [4] Vidaković M.: *Ocena rizika požara, Savetovanje Preving Dunav – stručni časopis*, Beograd, 2001.
- [5] Gretener M.R.: *Determination des mesures de protection decoulant de l' evaluation du danger potentiel d' incendie*, Švajcarska, 1973.
- [6] \*\*\*: CEA 4001, Evropski Komitet osiguranja: Preporuka za instalaciju šprinklera, Pariz, april 2000.



*Miljan Mikić<sup>1</sup>, Zorana Petojević<sup>2</sup>*

## **PREDNOSTI PRIMENE BIM TEHNOLOGIJA U UPRAVLJANJU PROJEKTIMA**

### **Rezime**

Svetska građevinska industrija se nalazi u fazi inicijalnog razvoja BIM (Building Information Model/Modeling) tehnologija, metodologija i alata, kao potpuno novog pristupa projektovnju. Prednosti koje BIM, kao jedinstveni model sa svim integrisanim podacima o objektu kroz sve faze nastanka i korišćenja objekta u odnosu na tradicionalne 2D projekte pruža, su brojne i veoma značajne. U ovom radu će biti prikazane prednosti upotrebe BIM-a kroz faze izgradnje, a zatim i rezultati istraživanja značaja i isplativosti primene BIM-a za teritoriju SAD-a. U poslednjem delu će biti prezentirana izvesna korišćena softverska rešenja koja, premda i u razvoju, razvijaju i proširuju mogućnosti operativne primene i daljeg napredovanja BIM tehnologija.

### **Ključne riječi**

BIM tehnologija, upravljanje projektima.

## **ADVANTAGES OF BIM TECHNOLOGY IN PROJECT MANAGEMENT**

### **Summary**

World construction industry is in the phase of initial BIM (Building Information Model/Modeling) technology, methods and tools development. BIM, as an unique model with integrated object data connected to different parameters throughout all building and using stages represents completely new approach towards design process. Advantages of using BIM are numerous and very significant. Firstly in this paper, the advantages of applying BIM throughout building stages will be listed. Results of USA market studies on BIM appliance significance and profitability will be further presented. Finally, a look upon available and used BIM software solutions will be given. These, although still developing software, give opportunity for operational appliance but also for further spreading and evolution of BIM technology.

### **Key words**

BIM tehnology, project management.

---

*1 Asistent, dipl.grad.inž, Bulevar kralja Aleksandra 73/I, Beograd, Srbija, mmikic@grf.bg.ac.rs*

*2 Asistent, dipl.grad.inž, Bulevar kralja Aleksandra 73/I, Beograd, Srbija, zjovanovic@grf.bg.ac.rs*

## **1. PREDNOSTI PRIMENE BIM TEHNOLOGIJA KROZ FAZE IZGRADNJE**

Primena BIM (Building Information Model/Modeling-a) tehnologija podrazumeva promenjeni pristup projektovanju, kroz jednovremeni paralelni rad projekatanta na formiranju jedinstvenog integrisanog modela (inteligentnog modela objekta) koji sadrži informacije o dimenzijama, obliku, elementima, vrsti materijala i drugim fizičkim karakteristikama objekta, ali sadrži i podatke o troškovima, odnosno ceni po elementima objekta, i podatke o planiranom vremenu potrebnom za realizaciju pojedinih aktivnosti.

Najveća prednost primene BIM-a u odnosu na tradicionalan način projektovanja jeste to što će greške i kolizije projektnih rešenja biti brzo uočene i ispravljene, pre nego što se krene sa daljim fazama projektovanja, ili izvođenja radova, što rezultuje značajnim smanjenjem troškova izmena projekta i skraćivanjem roka završetka projektne dokumentacije. Sa primenom BIM-a poželjno je početi u ranoj fazi realizacije investicionog projekta, tj. u fazi projektovanja i podfazi formiranja koncepcije, u kojoj se kroz izradu studija definiše strategija projekta u celini. Upravo u ovoj fazi se ostvaruje i do 98% mogućih ušteda.[1]

BIM (model) jednom formiran u fazi projektovanja koristi se dalje u fazi izgradnje, omogućavajući izvođaču jednostavniju i precizniju kontrolu vremena i troškova izgradnje, olakšanu proveru, razradu i izmenu izvođačkih detalja i pruža prednosti u procesu nabavke, prefabrikacije i podugovaranja. BIM koji se ažurira podacima o stvarno izvedenom stanju doprinosi boljoj kontroli organizacije izvođenja radova, kontroli kvaliteta izvedenih radova, čistijem gradilištu i skraćanju roka izgradnje.

Sa stanovišta investitora primena BIM-a omogućava multidisciplinarnu saradnju i koordinaciju radi postizanja optimalnog rešenja, kontrolu grešaka i kolizija u projektu pre početka gradnje i smanjenje broja grešaka, automatizaciju provere ispunjenja zakonskih obaveza i standarda, ubrzavanje postupka za dobijanje dozvola, raniji početak korišćenja objekta, te konačno - smanjenje perioda povraćaja investicije (ROI – Return Of Investment).

U procesu eksploatacije i održavanja objekta, BIM uprošćava korisnicima postupak popravki, eventualne adaptacije, renoviranja, i kao baza svih podataka o objektu na jednom mestu koristi i pojedincima i firmama koje se bave održavanjem sistema i elemenata objekta.

## **2. UTICAJ BIM-A NA PRODUKTIVNOST RADA I ISPLATIVOST PRIMENE**

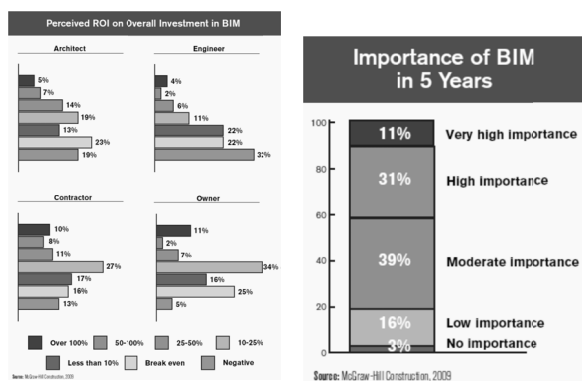
Razvoj jedinstvenog modela objekta na kome istovremeno radi ceo projektni tim, svako u svom domenu, i koji se stalno ažurira, bez potrebe za ponavljanjem unosa podataka, pri čemu su svi učesnici svesni da je mogućnost greške u unosu elemenata i parametara svedena na minimum, doprinosi razvoju osećaja poverenja među članovima projektnog tima i sigurnosti da je ono što rade tačno. U takvom radnom okruženju povećava se efikasnost u radu i produktivnost rada.

Sa povećanjem produktivnosti, smanjuje se vreme potrebno za izradu projekta, ali se povećava cena sata rada stručnjaka, i mogućnost dobijanja bonusa za posao koji je završen kvalitetnije i u predviđenom roku. Rezultati rada postaju proverljiviji od strane nadređenih.

Ono što se, prilikom promovisanja upotrebe BIM-a ne sme zanemariti, jeste činjenica da usvajanje i primena BIM tehnologija, kao i obično kod uvođenja novih sistema, alata ili softvera, zahteva period prihvatanja, učenja i obuke u konkretnoj primeni, kako bi pokazala prednosti u odnosu na tradicionalni način rada. Veliki problem predstavlja i to što još uvek nema dovoljnog broja stručnjaka za BIM koji bi inženjere mogli dalje obučavati. Softverska podrška za BIM je dobra, ali nije sasvim standardizovana i još uvek nema jedinstvenih softverskih rešenja.

Američki Nacionalni institut za standarde i tehnologiju u svom izveštaju pod nazivom: "Povećanje konkurentnosti i efikasnosti građevinske industrije SAD-a" iz 2009. god. [4], daje podatak da je indeks produktivnosti građevinskog sektora SAD-a pao za blizu 20% od 1964. god. do 2004. god, dok je u istom periodu indeks produktivnosti drugih, ne poljoprivrednih sektora industrije skočio za više od 100%. U izveštaju se, međutim, navodi da bi upravo primena BIM tehnologija mogla imati ključnu ulogu u povećanju efikasnosti i produktivnosti rada u građevinskoj industriji u SAD u narednom periodu u trajanju od 2 do 10 godina.

Interesantne podatke o tome da li primena BIM tehnologija donosi korist možemo sagledati iz istraživanja tržišta SAD-a, sprovedenom nad reprezentativnim uzorkom inženjera projektanata (arhitekta), izvođača, Inženjera i investitora. U pitanju su podaci iz izveštaja: "Smart Market Report", za 2009. godinu. [5]. Analiziran je očekivani povraćaj investicije, značaj BIM-a u narednih 5 godina i koliko se po trenutnom mišljenju inženjera dobija od upotrebe BIM-a u odnosu na to koliko BIM može da pruži.



Slika 1. Očekivan povećaj investicije u BIM i značaj BIM-a u narednih 5 godina

Iako je BIM prvobitno počeo sa razvojem kao podrška projektantima, ipak se uočava da najviše izvođača misli da je investicija u BIM opravdana (71%). Približno toliko investitora (70%) takode misli da je povraćaj sredstava uložениh u BIM pozitivan. 58% arhitekta misli da je povraćaj uložениh sredstava u BIM pozitivan. Ovo se možda može objasniti time što arhitektae kao prvi u nizu učesnika u formiranju BIM-a nemaju često priliku da se uvere u direktne uštede koje BIM omogućava. Inženjeri vide najmanju vrednost upotrebe BIM-a, što verovatno govori da BIM još uvek nije postao dovoljno praktično upotrebljiv i dostupan svim učesnicima u realizaciji investicionih projekata. Sa drugog grafika na slici 1 je uočljivo da većina anketiranih inženjera (81%) smatra da će BIM imati veoma veliki, veliki ili umereni značaj u narednih pet godina.

U istraživanju je takođe prikazan podatak o mišljenju 48% inženjera da je do sada samo zagrebana površina onog što BIM može da ponudi, dok 45% inženjera misli da im primena BIM-a dosta koristi, ali postoji još toga što treba otkriti.

### 3. SOFTVERSKA PODRŠKA ZA BIM

Glavni proizvođači softvera za podršku BIM-u jesu poznati proizvođači softvera: Autodesk, VICO - Graphisoft (ArchiCAD), Bentley, Nemetshek, Graitec. Softveri bi se mogli podeliti na grupe prema tome šta im je konkretna, uža namena, i to na sledeće grupe:

- Programi za projektovanje i BIM modeliranje: Revit Architecture, Revit Structure, AutoCAD Civil 3D, Bentley BIM Suite, Google SketchUp
- Programi za BIM analizu: Autodesk Robot, Bentley STAAD.Pro, RAM, ProStructures
- Programi za izradu radioničkih i izvođačkih crteža
- Programi za upravljanje izgradnjom (organizacija i koordinacija): Navisworks, ProjectWise Navigator, Vico Office
- Programi za izradu predmera i predračuna: QTO, Innovaya Visual Applications
- BIM programi za planiranje i kontrolu vremena: Navisworks Simulate, ProjectWise Navigator, Visual Simulation, Vico Control
- BIM programi za upravljanje dokumentima: Constructware, Microsoft SharePoint, Doc Set Manager

U nastavku će kratko biti data osnovna namena i izgled karakterističnih ekrana Autodesk-ovih BIM softvera "REVIT structure", "Navisworks", i hrvatskog softvera za izradu predmera i predračuna i planiranje i kontrolu vremena "Gala Construction" koji podržava BIM tehnologije, odnosno IFC format.

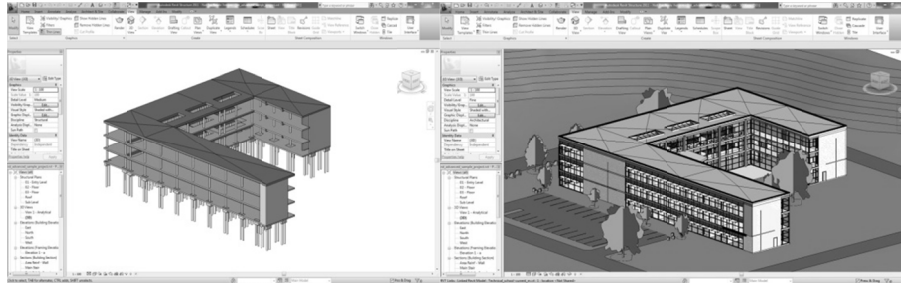
REVIT structure je Autodesk-ov program za formiranje 4-D BIM modela, u koji se pored podataka o geometriji elemenata unose i podaci o troškovim, odnosno ceni. Program radi na AutoCAD platformi i model se može formirati i na osnovu crteža iz AutoCAD-a. Na slici 2 vidimo postupak formiranja modela objekta, kod koga su elementi spratova uneti iz 2-D osnova nacrtanih u AutoCAD-u.



Slika 2. Unos geometrije modela u REVIT structure na osnovu 2-D AutoCAD crteža

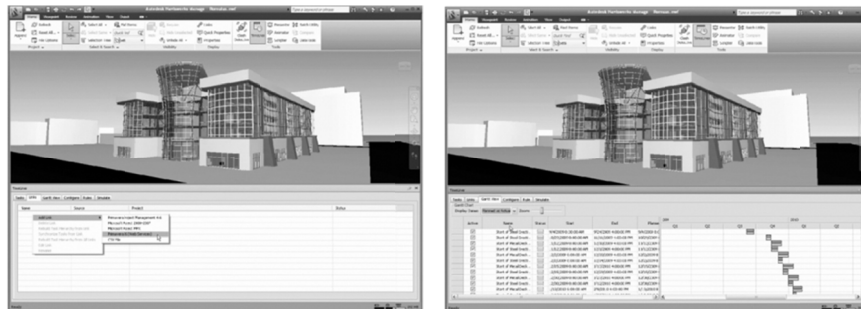
Uneseni model sadrži najpre strukturalne elemente a zatim i sve arhitektonske elemente, kao i instalacije. Kao i drugi programi za modeliranje, REVIT omogućava rano uočavanje i olakšanu ispravku kolizije između različitih projektnih elemenata.





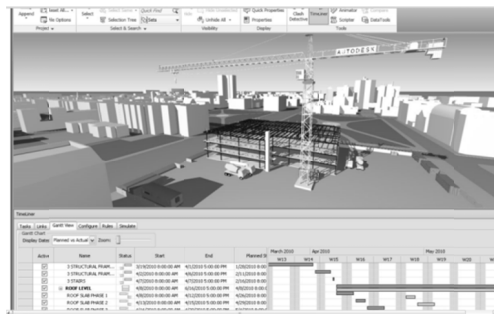
*Slika 3. Prikaz strukturalnih elementa (levo) i svih elemenata objekta (desno)*

Autodeskov program Navisworks pruža podršku za BIM u delu organizacije i koordinacije i kod planiranja i kontrole vremena. On omogućava unos i povezivanje fajlova različitih formata koji se odnose na jedan objekat. Kada je u pitanju planiranje i kontrola vremena, na slici 4 možemo videti ekran za unos podataka iz softvera za planiranje (MS Project, Primavera) a zatim i ekran u kome je prikazan BIM modelu objekta pripojen dinamički plan u formi gantograma.



*Slika 4. Prikaz gantograma radova iz BIM-a*

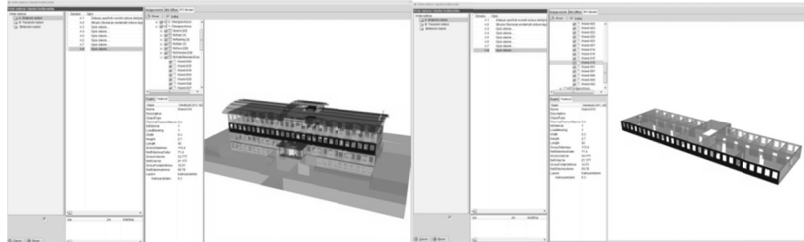
Uz pomoć ovog alata moguće je na modelu videti i konkretni vizuelni prikaz preseka stanja radova na određeni dan. Ovo je prikazano na narednoj slici (slika 5).



*Slika 5. Prikaz preseka radova na određeni dan na modelu*

Hrvatski program Gala Construction služi za normiranje, detaljnu analizu cena i izradu predmeta i predračuna. Po svojim mogućnostima uglavnom liči na softvere prisutne

već neko vreme na domaćem tržištu (Faraon, Modul, NormAG), ali kao dodatak pruža mogućnost uvlačenja IFC 3-D modela objekta u program, korišćenje podataka o geometriji elemenata iz modela, a zatim povezivanje pozicija za koje se određuje cena sa elementima modela. Na narednim slikama prikazan je ekran sa modelom uvučenim u Galu, a zatim izdvojena pozicija betonskog zida na jednoj etaži za koju se, uz pomoć normativa analizira cena i trajanje.



Slika 6. BIM uvučen u GALU, gde se vrši analiza cena i trajanja radova

#### 4. ZAKLJUČAK

Svetska građevinska industrija se nalazi u fazi inicijalnog razvoja BIM tehnologija, metodologija i alata. Ovaj proces još uvek nije završen, ali i kao takav otvara ogromne mogućnosti učesnicima u realizaciji investicionih projekata, počevši od projekatara svih struka, preko izvođača do investitora, nadležnih organa uprave i šire zajednice. Prednosti koje BIM kao jedinstveni model sa svim integrisanim podacima o objektu kroz sve faze nastanka i korišćenja objekta u odnosu na tradicionalne 2D projekte pruža su brojne, i sumarno se ogledaju u boljoj organizaciji i koordinaciji učesnika, smanjenju rokova i troškova izgradnje, uz dobijanje kvalitetnijeg proizvoda.

#### LITERATURA

- [1] B. Ivković, Ž. Popović: "Upravljanje projektima u građevinarstvu", Građevinska knjiga, Beograd, 2005.
- [2] S.L. FAN, S.C. KANG, S.H. HSIEH, Y.H. CHEN, C.H. Wu, J.R. JUANG: "A CASE STUDY ON CONSTRUCTING 3D/4D BIM MODELS FROM 2D DRAWINGS AND PAPER-BASED DOCUMENTS USING A SCHOOL BUILDING PROJECT", Proceedings of the 45th ASC Annual Conference, Auburn, Alabama, April 2-5, 2009.
- [3] W. Kymmell: "Building Information Modeling – Planning and Managing construction projects with 4D CAD and simulations", McGraw Hill Construction, 2008.
- [4] American National Institute for Standards and Technology Study: "Advancing the Competitiveness and Efficiency of US Construction Industry", American National Institute for Standards and Technology, 2009.
- [5] N.W. Young, S. A. Jones, H. M. Bernstein: "BIM Smart Market Report – Transforming Design and Construction to achieve Greater Industry Productivity", McGraw Hill Construction, 2009.
- [6] "An Introduction to Building Information Modeling" – Guide for ASHRAE members
- [7] M. Pejanović, I. Svetel: "Karakteristike i prednosti primene BIM-a u životnom ciklusu arhitektonskih objekata", Simpozijum Instalacije i Arhitektura, Arhitektonski Fakultet u Beogradu, Beograd, 2010.

*Mirjana Devetaković<sup>1</sup>, Milan Radojević<sup>2</sup>, Gordana Ćosić<sup>3</sup>*

### **INTEGRATED MODELING OF BUILDING INSTALLATIONS possibilities of extracting learning objects and their use in architectural education**

#### **Summary**

The concept of an integrated modelling of architectural objects aims at centralizing the management of complex building information through the entire process of building design. Although supported by many sophisticated software platforms, the full adoption of this concept in architectural practice brings numerous challenges and requirements. Considering the fact that many modern CAD platforms and their extensions for specialized professional fields like mechanical, electrical and plumbing engineering, come with a significant body of professional knowledge already included, in this study we examine a possibilities to identify and extract a range of the so called "learning objects" (LO) and discuss possibilities of their further use in architectural education.

#### **Key words**

CAD, CAAD, BIM, MEP, integrated modeling, architectural education.

### **INTEGRISANO MODELOVANJE INSTALACIJA identifikacija nastavnih objekata i moguće primene u arhitektonskom obrazovanju**

#### **Summary**

Koncept integrisanog modelovanja arhitektonskih objekata ima za cilj da obezbedi jedinstveno centralizovano upravljanje kompleksnim informacijama tokom čitavog procesa arhitektonskog projektovanja. Iako za podršku ovakvom konceptu postoje brojna softverska rešenja, njegovo celovito prihvatanje od strane arhitektonske prakse otvara mnoga pitanja i postavlja nove zahteve (organizacione, obrazovne i sl.). Imajući u vidu činjenicu da mnoge softverske platforme u svojoj osnovi imaju značajan korpus znanja iz specifičnih oblasti kao što je projektovanje mašinskih, elektro instalacija, kao i instalacija vodovoda i kanalizacije, u ovoj studiji se ispituje mogućnost identifikovanja i izdvajanja karakterističnih nastavnih objekata i njihovog daljeg korišćenja u raznim stadijumima arhitektonskog obrazovanja.

#### **Key words**

CAD, CAAD, BIM, integrisano modelovanje, arhitektonsko obrazovanje.

---

*1 PhD, Assist. Professor, University of Belgrade, Faculty of Architecture, Department of Architectural Design, Bulevar kralja Aleksandra 73/2, 11000 Belgrade, Serbia, [mirjana.devetakovic@gmail.com](mailto:mirjana.devetakovic@gmail.com)*  
*2MSc, Academic Assistant, University of Belgrade, Faculty of Architecture, Department of Architectural Technologies, Bulevar kralja Aleksandra 73/2, 11000 Belgrade, Serbia, [fm.grupa@gmail.com](mailto:fm.grupa@gmail.com)*  
*3PhD, Assoc. Professor, University of Belgrade, Faculty of Architecture, Department of Architectural Technologies, Bulevar kralja Aleksandra 73/2, 11000 Belgrade, Serbia, [goca@arh.bg.ac.rs](mailto:goca@arh.bg.ac.rs)*

## **1. INTRODUCTION**

Examining new concepts in actual CAAD domain, this study focuses on the integrated modelling, particularly on the modelling of building installation systems, for which we identify a potential to extract a range of learning objects that could help in education of a new generation of professionals in the field of architecture.

As learning objects (LO) in this context we consider any kind of digitized or digitally created objects that could be reused in the process of education, be it formal or informal, degree or a lifelong professional education. Identified in their original contexts, properly extracted, described with a set of metadata according to available standards (for example the LOM standard) and integrated in internal or wider external knowledge bases, such objects could be reused in further educational processes.

## **2. RESEARCH METHODOLOGY**

This study is predominantly based on the contents analysis research methodology, where the contents has been extracted from a sample of resources in which we looked for heterogeneity, trying to find as more as possible potential sources for identification of appropriate learning objects. Part of the statements is based on consultations and interviewing design professionals, while the other part has been based on experimental use of related software.

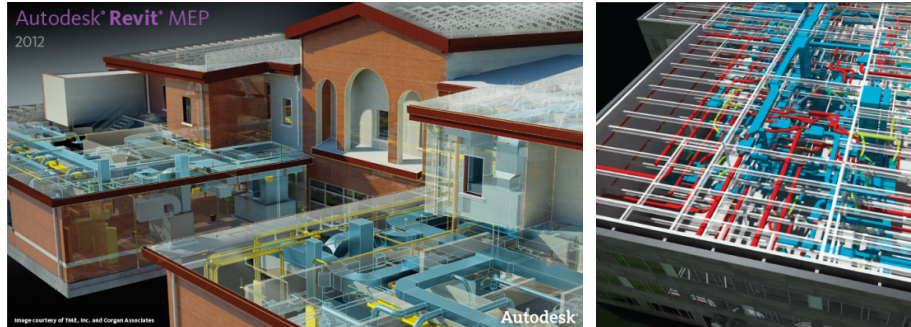
As the study is a cross-sectional (represents the chronological cross section, i.e. the current situation), the generalization of the results, especially the ones related to available technology, could carefully be used in prediction of the future developments.

The part of this study related to learning objects and knowledge management, has been methodologically set within the PhD research of the first author (for more details please see Devetakovic, 2009).

## **3. THE IDEA OF AN INTEGRATED MODELING WITHIN THE DESIGN PROCESS – THE PROS AND CONTRAS**

The idea of integrated modelling of architectural designs, has been initiated in a range of CAD platforms, with a so called object oriented structure, where the design process has not been based on drafting simulation, but on simulation of the building process - combining the components, such as walls, slabs, stairs, roofs, windows, etc. The most important example of such CAD platforms with a BIM orientation, is certainly the ArchiCAD by Hungarian Graphisoft.

One of the well known emerging BIM platforms nowadays is Revit by Autodesk. One of its extensions, the Revit MEP, is a BIM solution for mechanical, electrical and plumbing engineers, allowing integrated modelling of building installations. The following illustration (*Figure 1*) shows the entry screen of the Autodesk Revit MEP with a full complexity of building installations rendered as a high quality images.



*Figure 1 The entry screen of the Autodesk Revit MEP, v 2012, showing the complexity of building installations*

These 3D modelling and high quality visualisation features represent a new approach in documenting architectural designs, in which a complex 3D model integrates all building information, while all traditional representations such as plans, cross-sections, elevations, reports, etc. are just generic products of such model.

There's a range of pros and contras related to this technological shift, both promising more efficient design process and setting new requirements for more skilled and additionally trained designers.

### **3.1. THE PROS AND THE CONTRAS**

The main pros of the integrated modelling are based on the benefits that such technology brings:

- A centralized management of the building information
- Efficient inspection of building parts
- Improved communication between participants in the design process
- Sophisticated visualization features

Among main contras are the following:

- Requirement for more powerful hardware resources
- Difficulties in adopting these systems on the corporate level
- Difficulties in spreading the concept of integrated modelling among the external teams collaborating in architectural design

### **3.2. CHALLENGES FOR ARCHITECTURAL EDUCATION**

Unlike the basic CAD processes, the integrated modelling is not easy to incorporate in architectural curricula, since it requires a higher definition of designs, and assumes the presence of several collaborators from different fields. This is especially characteristic for early years of architectural education, but affects the design studio on all levels.

In such circumstances, it is necessary to search for new ways of introducing integrated modelling in all stages and all areas of architectural education, trying to benefit from all its advantages, and to adapt to its significant requirements.

## 4. EXPLORING THE AVAILABLE KNOWLEDGE BASE

The knowledge on the integrated modelling of building installations is relatively new and young, but the related knowledge base is quite reach and constantly expanding.

### 4.1. REPRESENTATION OF THE KNOWLEDGE ON THE INTEGRATED INSTALLATION MODELING

Main representations of such knowledge are:

- Illustrations (images and drawings, Figure 2)
- 3D models
- Video tutorials
- White-pages, software manuals, books
- Articles in professional journals
- Wikis (example <http://wikihelp.autodesk.com/enu>)

A brief analysis of such representations and their availability shows that images and various texts are far more presented than models, while among the models the majority represent parts and components, and there are in fact just very few integral MEP models freely available.

### 4.2. SOURCES OF KNOWLEDGE

The main sources of the knowledge on the integrated modeling of building installations are the following:

- Software producers
- Specialized firms for BIM / MEP support
- Knowledge communities (communities of MEP professionals)
- Component manufacturers
- Architectural offices and clients

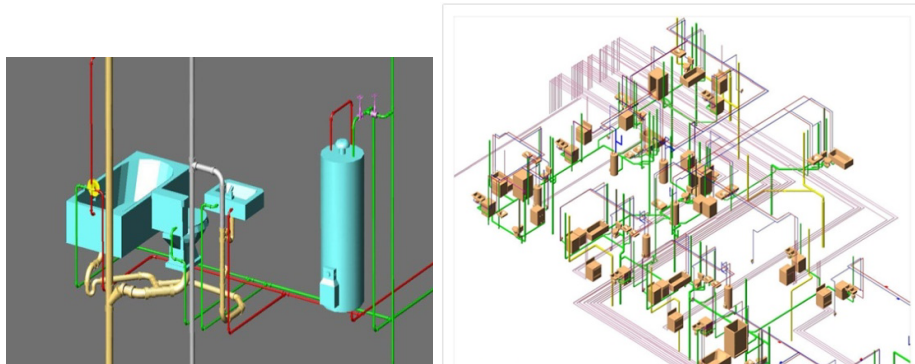


Figure 2 Examples of modeled plumbing structures provided by Pinnacle; Source of illustration <http://www.pinnaclecad.com>

## 5. METHODOLOGY OF EXTRACTING

The extracting the LO from the existing knowledge base on the integrated building installations modeling could happen on two ways:

- by identifying LOs within the existing knowledge base, and
- by creating the LOs, based on available knowledge.

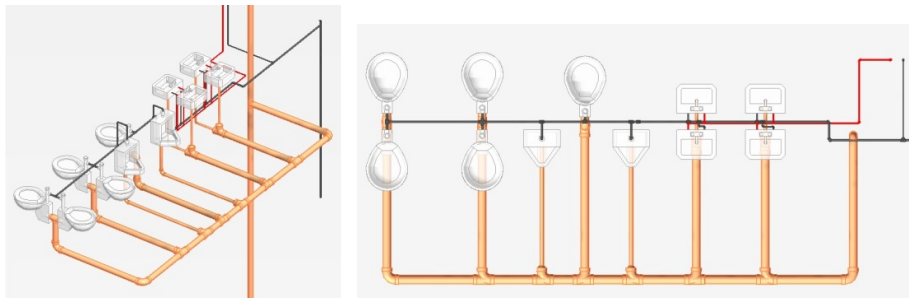
The identification of LO within the existing knowledge base requires some additional activities:

- searching for appropriate contents
- checking reliability of available documents
- archiving the findings and making them available for some further use
- localization of problems

The creation of new LOs could go through a professional design work, or as an activity aiming in creating characteristic models illustrating selected cases important for architectural education.

## 6. EXAMPLES OF POTENTIAL LEARNING OBJECTS (LO) AND POSSIBILITIES OF THEIR FURTHER USE

One of the best and most accessible learning objects comes with the academic version of the Revit MEP software (available for academic staff and students from Autodesk Education Community, <http://students.autodesk.com/>), as one of the two available samples. The Basic Sample Project represent a fragment of a wider building structure with mechanical and electrical components, as well as the plumbing and piping systems (Figure 3).



*Figure 3 The model of a plumbing and piping system fragment (extracted and visualized from the Autodesk Revit MEP, The Basic Sample Project)*

This simple example allows various exercises in visualisation, dealing with structured model, parametric installation design, etc.

The Advanced Sample Project from the main source represents an entire building with a full complexity of architectural elements, mechanical and electrical systems (Figure 4), but no piping and plumbing.

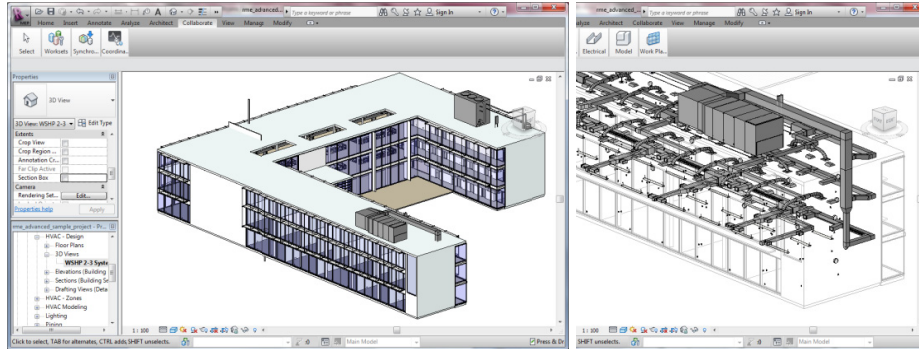


Figure 4 Autodesk Revit MEP – The Advanced Sample Project, mechanical parts

The example shown above demonstrates the power of complex models containing various systems of information. It also serves as a good content to test available hardware resources, since it is demanding enough in terms of computing resources.

Apart from integral models for which we have noticed a relatively limited availability there's a range of excellent, descriptive images, illustrating various aspects of installation design. Such images often come from a firms specialised in MEP documenting (Figure 5).

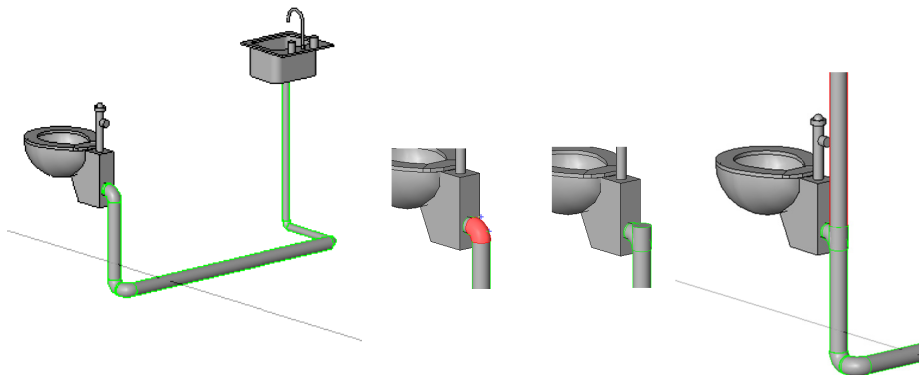


Figure 5 Components of a simple sanitary system, details  
(source Autodesk Wiki Help at: <http://wikihelp.autodesk.com>)

Talking about potential learning objects in this study we certainly consider all sorts of video materials explaining the power of the integrated modelling, as well as the step by step of software using, mastering selected specific techniques, etc. It is, however, necessary to stress here a need for a careful selection of potential learning objects, examination of their reliability and sometimes testing them against local standards and recommendations.



## 7. CONCLUSIONS

The integrated modelling of building installations challenges the contemporary architectural practice in many aspects. On one hand it allows better, centralized control of all parts of the designed objects, i.e. more efficient coordination of the design process. On the other hand it requires mastering new skills for all participants in the design process, significant improvements of hardware resources and a slight change in the design philosophy. The existence of new tools, such as Autodesk Revit MEP, calls for a new computing literacy and therefore differentiates a new generation of CAD professionals.

Observing the integrated modelling from an academic point of view, in this study we have identified possible benefits for education of future architects. The complex building models, containing all architectural, structural and installation components, are applicable in various stages of education process, not only to illustrate the functionalities of modern CAAD systems, but to represent a complexity of systems that hardly could be seen in a physical, real world.

The learning objects, either extracted from the existing knowledge sources, or created exclusively for educational purposes, carefully examined and collected, could be used in a various courses, ranging from CAAD basics, through BIM techniques, to specialized courses on architectural installations and design studio oriented to building technologies.

## ACKNOWLEDGMENTS

This study has partly been completed within the technological research project TR 36035, funded by the Ministry of education and Science of Serbia. It represents a joint effort and collaboration between the Chair for Mathematics, Architectural geometry and CAAD (Kabinet za matematiku, arhitektonsku geometriju i CAAD), and the Chair of Building Services and Management (Kabinet za instalacije i menadžment), of the Faculty of Architecture, University of Belgrade.

The illustrations, if not referenced in a different way, are made with academic versions of Autodesk software Revit MEP.

## THE LIST OF ABBREVIATIONS

- BIM** Building Information Management
- CAD** Computer Aided Design
- CAAD** Computer Aided Architectural Design, the CAD created specifically for architectural design
- LO** Learning Object, any object, particularly digitized or created digitally, that can be used and reused in educational processes.
- LOM** Learning Object Metadata – a set of metadata describing a learning object according to the LOM Standard
- MEP** Mechanical, Electrical, Plumbing (engineering)

## REFERENCES

- [1] Autodesk WikiHelp, MEP Modeling, Creating Sanitary Systems, <http://wkihlp.autodesk.com>, accessed October 2011.
- [2] Autodesk Education Community, <http://students.autodesk.com/>
- [3] Devetakovic, M.: Codification of Architectural Knowledge in Virtual Learning Environments, PhD thesis, University of Belgrade, Faculty of Architecture, defended May 2009. , full text available at:  
[http://bg.academia.edu/MirjanaDevetakovic/Books/96807/Codification\\_of\\_Architectural\\_Knowledge\\_in\\_Virtual\\_Learning\\_Environments\\_PhD\\_thesis\\_](http://bg.academia.edu/MirjanaDevetakovic/Books/96807/Codification_of_Architectural_Knowledge_in_Virtual_Learning_Environments_PhD_thesis_)
- [4] Performance by Design, Autodesk Revit MEP, Product Brochure, [http://images.autodesk.com/adsk/files/autodesk\\_mep\\_engineeringsolution\\_overview\\_us0.pdf](http://images.autodesk.com/adsk/files/autodesk_mep_engineeringsolution_overview_us0.pdf) (accessed October 2011.)
- [5] Standard for Learning Object Metadata, [http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf) , accessed October 2011.

*Nataša Ćuković-Ignjatović<sup>1</sup>, Dušan Ignjatović<sup>2</sup>, Bojana Stanković<sup>3</sup>*

### **TOOLS AND METHODS FOR ENERGY EFFICIENCY EVALUATION IN PROCESS OF ARCHITECTURAL DESIGN**

#### **Summary**

Contemporary design procedures often require permanent assessment of environmental, primarily energy-related building performance in various stages of research, drafting, decision-making processes or project documentation preparation. This paper presents two classifications in order to provide some basic guidelines for choosing a proper tool. Some of the most popular tools are analysed in context of their applicability in local climate and market conditions.

#### **Key words**

Energy efficiency, architectural design, evaluation and assesment tools.

### **ALATI I METODE PROCENE ENERGETSKE EFIKASNOSTI U PROCESU ARHITEKTONSKOG PROJEKTOVANJA**

#### **Rezime**

Savremen pristup projektovanju arhitektonskih objekata sve češće zahteva i provere ekoloških, prvenstveno energetskih, performansi zgrade i to u različitim fazama istraživanja, odlučivanja kao i tokom izrade tehničke dokumentacije. U radu su izložene klasifikacije koje imaju za cilj da olakšaju izbor odgovarajućeg alata, primerenog i upotrebljivog u datoj situaciji. Prikazani su i neki od najčešće korišćenih alata, uz analizu mogućnosti njihove primene u klimatskim i tržišnim uslovima našeg regiona.

#### **Ključne reči**

Energetska efikasnost, arhitektonsko projektovanje, alati.

---

*1 Mr.Sci, Bsc. Arch, Assistant teacher, LEED GA, Faculty of Architecture, Bulevar kralja Aleksandra 73, Belgrade, Serbia natasa@arh.bg.ac.rs*

*2 Associate professor, Bsc. Arch., LEED GA, Faculty of Architecture, Bulevar kralja Aleksandra 73, Belgrade, Serbia ignjatovic.dusan@arh.bg.ac.rs*

*3 M.Arch, LEED GA, PhD student, teaching fellow, Faculty of Architecture; scholar of Ministry of Science and Education; Slavonских brigada 36, Belgrade, Serbia, cukoku@yahoo.com*

## 1. INTRODUCTION

Increasing ecological awareness and rising sensibility for environmental impacts related to building activities are reshaping design procedures, development strategies, treatment and evaluation of the existing building stock. New constructions, as well as adaptations, involve various parties in rather complex process of design development with many actors involved in the decision-making process who are trying to minimise environmental impact and optimise building's energy performance. Their need for assessment and evaluation resulted in development of various tools designed to help steer design process towards aspired production of sustainable architecture. In response to growing commercial and political potential of "green building", numerous tools and methods are developed in order to enable and facilitate making informed and substantiated decisions along the way. This paper brings some basic overview and guidelines for choosing the appropriate tool in often confusing or misleading diversity.

## 2. BASIC CLASSIFICATION

By the late 1990's, many various tools (some of them very common in present design practice) were already introduced, targeting various participants involved in construction industry, research and building management. Facing the challenges of this diversity, ATHENA Sustainable Materials Institute developed simple three-level typology. This typology classifies tools in three groups: "Level 1 Tools", "Level 2 Tools" and "Level 3 Tools" [1,2], having in mind the scope of assessment/evaluation covered.

**Level 1 Tools** (Table 1) are tools used to process individual materials or components, usually addressing LCA of basic building components, without combining individual results into more complex overview of a whole building or a building system. They can be used as product comparison tools and information sources, but they can also provide input for Level 2 or Level 3 Tools. Since they often refer to particular building practice or region, local characteristics have to be taken into consideration when using provided recommendations and assessments.

**Level 2 Tools** (Table 2) are addressing the whole building, focusing on a particular area of concern, such as energy consumption, lighting/daylighting or life cycle costs, rarely combining diverse technical issues into more complex model or analysis. These tools are predominately data-orientated, designed to provide objective output, often compliant with formal standards and/or guidelines. Level 2 tools also provide important input data for level 3 tools and are often part of overall rating systems. Although technically precise, most Level 2 tools can and should be introduced in very early design stage – they can be also used as powerful design tools, providing valuable support in decision-making processes. Design teams with members familiar with such tools significantly improve their competitiveness, enabling more flexibility in design process, better sensitivity in regard to environmental/energy issues, and reducing the need for third-party expert services. Mathematical modelling in their background makes Level 2 tools very adaptive to local conditions either through input data or through modifications in software (additional modules, weather data charts etc.). Although some of these tools are in use in Serbia, they still remain poorly incorporated in design processes and underestimated by professionals.

Table 1. Level 1 Tools - Examples

tool	scope/purpose	country
<b>BEES</b> (Building for Economic and Environmental Sustainability)	environmental performance, green buildings, life cycle assessment, life cycle costing, sustainable development (230 building products) [3]	*USA
<b>Environmental Resource Guide</b>	Joseph A. Demkin (Ed.): <i>Environmental Resource Guide</i> , AIA, 1996 (comparing environmental impact of building materials, products and components)	USA
<b>EPM</b> (Environmental Preference Method)	David Anink, Chiel Boonstra, John Mak: <i>Handbook of Sustainable Building: An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction and Refurbishment</i> , James & James (Science Publishers) Limited, London 2001. (1996). (comparing environmental impact of building materials, products and components)	GB
<b>SimaPro</b>	models products and systems from a LCA (life cycle analysis) perspective [4]	*NL

\* designed for international application

Table 2. Level 2 Tools - Examples

tool	scope/purpose	country
<b>Athena Model</b>	decision support tool that provides quality environmental data and assists with the complex evaluations required to make informed environmental choices during design stage	*CAN
<b>DesignBuilder</b>	checking building energy, carbon, lighting and comfort performance through simulations and visualisations [5]	*UK
<b>EnergyPlus</b>	whole building energy simulation program that engineers, architects, and researchers use to model energy and water use in buildings [6]	*USA
<b>eQUEST, DOE-2</b>	whole building energy performance design tool for small buildings (one or two zones, up to 1000m <sup>2</sup> ) [7]	*USA
<b>Energy-10</b>	conceptual design tool focused on making whole-building tradeoffs during early design phases for buildings [8]	USA
<b>Envest 2</b>	Environmental impact assessment and whole life cost [9]	UK
<b>TRANSOL</b>	Design, calculation and optimization of solar thermal systems, based on dynamic simulation (TRNSYS) [10]	*E
<b>Radiance</b>	a suite of programs for the analysis and visualization of lighting in design [11]	*USA

\* designed for international application

**Level 3 Tools** (Table 3) are complex whole building assessment frameworks or rating systems. They combine objective data (often obtained by Level 2 tools) and subjective scoring in areas where no other verification is reasonably available. Due to rising demand for certification (market-driven or mandatory), some labelling systems are strongly

influencing design practice and certified experts are practically necessary to form competent and efficient design team. Due to their complexity, these tools are most valuable when introduced in very early stages of design (especially when project tends to obtain a certain certificate) or to be used as set of guidelines that have potential to shift the project towards higher environmental design standards. Currently there is no tool or rating system developed or adjusted to be fully compliant with Serbian local climate, legislation and market conditions.

*Table 3. Level 3 Tools - Examples*

tool	scope/purpose	country
<b>BREEAM</b> (BRE Environmental Assessment Method)	environmental assessment method and rating system for buildings [12]	*UK
<b>EcoEffect</b>	quantitatively describes environmental and health impact from real estate and the built environment; provides a basis for comparison and decision making that can lead to reduced environmental impact [13]	S
<b>LEED</b> The Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) Green Building Rating System™	framework for identifying and implementing practical and measurable green building design, construction, operations and maintenance solutions [14]	*USA
<b>MINERGIE-ECO*</b>	voluntary standard that allows efficient use of energy and a wider implementation of renewable energy while ensuring an improved quality of life, improved competitiveness and reduced negative impact on the environment [15]	CH/F
<b>SBTool</b> (Sustainable Building Tool)	generic framework for rating the sustainable performance of buildings and projects [16]	*CAN
<b>DGNB</b> (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)	tool developed from practice for the straightforward assessment and planning of sustainable buildings [17]	D

\* designed for international application

### 3. COMPLEX CLASSIFICATION

Rather elaborated classification can be found in *Energy Manual - Sustainable Architecture* [18] where tools are classified into 11 categories regarding the object of assessment (Table 4). Tools are also linked with certain phases in building project development from preliminary planning and conceptual phase through design development, building and monitoring. Although these tools are mainly developed for Germany, Austria, or Switzerland and are not harmonized with Serbian codes or practices, they can be very useful as design guidelines and good practice models. Also, easy-to use manuals and recommendations that cover multiple design stages (HOAI work phases<sup>4</sup>). can be developed for local requirements.

<sup>4</sup> For table explaining and describing HOAI work phases see ref. [19]

Table 4. Tools for Evaluating the Sustainability of Planning and Buildings [18]

Typology	Tools (examples)	Country	HOAI work phases
Object			
<b>Product declarations</b> Building products and sundries	• Type I-III environmental product declarations (see "Materials", p. 171)	D	5-7
<b>Recommendation and exclusion criteria</b> Building products and sundries	• Schwarz, Jutta: Ökologie im Bau. Bern/Stuttgart/Vienna, 1998		5-7
<b>Element catalogues</b> Building components (functional units) in as-built condition	• SIA D 0123: Construction of buildings according to ecological aspects	CH	2-5
<b>Tendering aids</b> Ecologically-oriented specification	• ECOBISWINGIS: Building Product Group Eco Information System/Building Sector Dangerous Substances & Health Aspects Information System • BKP: Data sheets according to building costs plan for tenders • ECO-DEVIS: Ecological specifications	D CH CH	3-7 3-7 5-7
<b>Energy performance certificates</b> Description (and evaluation) of energy efficiency of buildings	• Energy performance and energy requirement certificates according to Energy Conservation Act	D	2-8
<b>Checklists</b> to match purpose (e.g. energy-saving construction etc.)	• Preisig, Hansruedi, et al.: Der ökologische Bauauftrag. Munich, 2001 • Checklists for energy-related, ecological planning and building published by the Swiss Federal Office for Energy Management	CH/D CH	2-8 2-8
<b>Building examples (best practice)</b> Buildings featuring exemplary solutions	• SolarBau: MONITOR: "Energy-optimised building" project database of the Federal Ministry of Economics & Technology	D	2-4
<b>Competitions (best practice)</b> Designs with energy and sustainability evaluations	• SIA D 0200/SNARC: System for assessing the sustainability of architectural projects for the topic of the environment	CH	1-2
<b>Guidelines</b> Formulation of targets, principles and models	• Sustainable building guidelines • SIA D 0216: SIA energy efficiency path • SIA E 112/1: Sustainable construction – buildings	D CH CH	1-9 1-8 1-8
<b>Holistic planning and evaluation tools</b> Interactive tools for making decisions for different applications (e.g. competitions, life cycle analyses, etc.), partially linked to databases	• LEGEP: Integrated life cycle analysis tool ecological-economic assessment • OGIP: Planning tool for optimising the costs, energy consumption and environmental impact of buildings • VITRUVIUS: Budgeting, property valuation, project development, portfolio management,	D CH CH	2-6 2-6 2-9
<b>Building labels, evaluations or certificates</b> Building assessment	• BREEAM: Building Research Establishment Environmental Assessment Method • GBC (GBTool): Green Building Challenge • LEED: Leadership in Energy & Environmental Design • MINERGIE-ECO: verification method • TQB: Total Quality Building	GB CAN USA CH A	2-8 2-8 2-8 2-8 2-8

#### 4. CHOOSING THE TOOL

For efficient and operational choice of evaluation tool, it is advisable to precisely identify the following:

1. *The particular object of assessment* (is it a building as a whole, individual materials/systems/components, is it a present or hypothetical condition etc.)
2. *Design or realisation phase* in which the input data will be provided, and in which the output is being used

3. *The end user of the results* - are they presented to the experts (i.e. other engineers) or other parties not professionally trained for the topic

4. *Who is actually performing the evaluation* - does it require a special training (and how extensive), can it be carried-out by existing staff, does it involve the services of third-party in order to get official results etc.

5. *Input data* - how they are obtained (i.e. by measuring, or calculation, or by reviewing the existing documentation etc.), are they available (at what price, do they require specific seasonal timing or extensive research etc.)

6. *Output data* - are they obtained in satisfactory form, can they be used for further research or in consecutive design phases, do they provide some official validation (i.e. building certification), are they used as part of design decision-making process or for formulating more general development strategies etc.

7. *Compliance to local climate conditions*

8. *Compliance to local codes and regulations*

9. *Relevance regarding local market conditions*

Finally, it has to be taken into account that some kind of "calibration" is almost always necessary in order to make a tool completely valid in local condition. For numerical, data-oriented systems, this problem can be overcome rather successfully, but for the others it might require significant effort, or even turn out to be impossible.

## REFERENCES

- [1] Trusty, W. B. 2000. "Introducing an Assessment Tool Classification System"- Advanced Building Newsletter # 25, July 2000, p.18
- [2] Trusty, W.B. 2006. "Life Cycle Assessment: Applications and Implications for the Design of Greener Buildings". Presentation at National Green Building Conference, Ottawa
- [3] <http://www.nist.gov/el/economics/BEESSoftware.cfm/> (accessed Sept. 2011)
- [4] <http://www.pre-sustainability.com/content/simapro-lca-software/> (accessed Sept. 2011)
- [5] <http://www.designbuilder.co.uk/> (accessed Sept. 2011)
- [6] <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/> (accessed Sept. 2011)
- [7] <http://www.doe2.com/> (accessed Sept. 2011)
- [8] <http://www.sbicouncil.org/energy10-soft/> (accessed Sept. 2011)
- [9] <http://envest2.bre.co.uk/account.jsp/> (accessed Sept. 2011)
- [10] <http://aiguasol.coop/en/transol-3/> (accessed Sept. 2011)
- [11] <http://radsite.lbl.gov/radiance/framew.html/> (accessed Sept. 2011)
- [12] <http://www.breeam.org/page.jsp?id=66> (accessed Sept. 2011)
- [13] <http://ecoeffect.se/> (accessed Sept. 2011)
- [14] <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=1988> (accessed Sept. 2011)
- [15] [http://www.minergie.ch/minergie\\_fr.html](http://www.minergie.ch/minergie_fr.html) (accessed Sept. 2011)
- [16] <http://www.iisbe.org/sbmethod> (accessed Sept. 2011)
- [17] [http://www.dgnb.de/en/certification-system/DGNB\\_Certificate/DGNB\\_Certificate.php](http://www.dgnb.de/en/certification-system/DGNB_Certificate/DGNB_Certificate.php) (accessed Sept. 2011)
- [18] Hegger, M., Fuchs, M., Stark, T., Zeumer, M.: "Energy Manual – Sustainable Architecture", Birkhäuser – Publishers for Architecture and Munich: Edition Detail, Basel·Boston·Berlin · Munich, 2008, p. 191-192
- [19] Āukoviā Ignjatoviā, N.: "Problem tretmana fasadnog omotaēa u savremenom pristupu adaptaciji zgrada", magistarska teza, Arhitektonski fakultet, Beograd, 2009, p. 147
- [20] Āukoviā Ignjatoviā, N.: "Fasada – adaptacije i transformacije", Zadužbina Andrejeviā, Beograd 2010, p. 101-102



*Nevenka Knežević – Lukić<sup>1</sup>, Aleksandra Ljuština<sup>2</sup>*

## **EKOLOŠKI OTISAK URBANIH EKOSISTEMA**

### **Rezime**

Prirodni potencijali biosfere smanjuju se u visoko urbanim sredinama. U sadašnjoj fazi ljudske civilizacije, urbana sredina je mesto života i rada za više od polovine populacije na planeti Zemlji. Imperativ budućeg urbanog razvoja je strategija održivog razvoja gde se kroz poboljšanje kvaliteta života sadašnjih generacija obezbeđuje nesmetan razvoj i budućih generacija. Važan indikator održivog razvoja je ekološki otisak grada, kojim se određuju potrošni resursi biosfere neophodni za funkcionisanje urbanih sistema. Urbano planiranje održivih gradova - urbanih ekosistema, zahteva širi, potpuniji i sveobuhvatniji pristup kroz analizu urbanog ekološkog otiska.

### **Ključne reči**

Ekološki otisak, održivi razvoj, gradovi, urbano planiranje, urbani ekosistemi.

## **ECOLOGICAL FOOTPRINT IN URBAN ECOSYSTEM**

### **Abstract**

Natural resources of the biosphere are reduced in highly urban areas. In the present phase of human civilization, the urban environment is a place of living and working for more than half of the population on planet Earth. Imperative for future urban development is a strategy of sustainable development where the improvement of quality of life of present generations and ensures a smooth development of future generations. The indicator of sustainable development is the ecological footprint of the city, ordering supplies biosphere resources necessary for the functioning of urban systems. Urban planning of sustainable cities - urban ecosystems, requires a broader, more complete and comprehensive approach to the analysis of urban ecological footprint.

### **Key words**

Ecological footprint, sustainable development, cities, urban planning, urban ecosystems.

---

*1* Dipl.inž.arh., specijalista krim. II stepena, Kriminalističko-policijska akademija, Beograd, Srbija, [nevenka.kl@kpa.edu.rs](mailto:nevenka.kl@kpa.edu.rs)

*2* Dr, docent, Kriminalističko-policijska akademija, Beograd, Srbija, [aleksandra.ljustina@kpa.edu.rs](mailto:aleksandra.ljustina@kpa.edu.rs)

## 1. UVOD

Industrijska revolucija, porast broja stanovništva i davanje primata ekonomskom razvoju doveli su do nagle i nekontrolisano povećane potrošnje ograničenih kapaciteta prirodnih resursa i suočavanja savremenog čovečanstva sa problemom koji se mora rešavati odmah. Ekološka bezbednost postala je ultimativna bezbednost a održivi razvoj jedan od prioriteta savremenog ljudskog društva. "Održiva ljudska zajednica mora udovoljiti mnogobrojnim, raznovrsnim, svakodnevnim ljudskim potrebama." [1] Prema definiciji (UN 1987) održivi razvoj je: "Razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjice, a istovremeno ne ugrožava mogućnost budućih generacija da zadovolje svoje potrebe", koje, po svojoj prirodi mogu biti materijalne i nematerijalne prirode. Ispunjenje ljudskih potreba, nezavisno od sredine u kojoj čovek živi, vodi ka ostvarenju ljudskog blagostanja, koje obuhvata minimum materijalnih dobara za život, dobre socijalne odnose, pozitivno iskustvo u oblasti sloboda, ličnu bezbednost i sigurnost, uslove za fizičko, društveno, psihološko i duhovno ispunjenje.[2] U Maslowljevoj hijerarhiji ljudskih potreba, na prvom mestu su potrebe za vazduhom, vodom, hranom, što je zavisno od prirodnih resursa i zdravog ekosistema.

Porast broja stanovnika u gradovima je sveprisutan, širom planete, koju možemo nazvati Urbana planeta.[3] Prema istraživanjima UN Habitat-a, ako se nastavi sa sadašnjom tendencijom rasta broja stanovnika u gradovima, do 2030. godine, oko 60 posto ukupnog stanovništva na planeti živeće u gradovima. Poseban problem nastaje u gradovima zemalja u razvoju, u kojima će se javiti 95 posto ukupnog rasta urbanog stanovništva u naredne dve decenije. Drugim rečima, 4 milijarde ljudi ili 80 posto urbanog stanovništva živeće u ovim gradovima, koji su već sada suočeni sa brojnim problemima, naročito prisutnim u tzv. slumovima (gradskim prostorima sa lošim uslovima životima) u kojima već danas živi oko milijardu ljudi. Više od 90 posto slumova nalazi se u gradovima zemalja u razvoju.[4] Problemi koji su sveprisutni u ovakvim gradskim sredinama su: nedostatak pitke vode, loši higijenski uslovi, nedostatak osnovnog životnog prostora (mala površina u odnosu na broj stanovnika), nedostatak trajnih životnih prostora, veliki stepen kriminaliteta i straha od kriminala. Sa druge strane, gradovi u razvijenim zemljama sveta, (na primer SAD) suočeni su sa drugim problemom – potreba stanovništva u sredinama sa manjom gustinom naseljenosti za velikom količinom energije. Naime, veliki broj stanovnika, u većini američkih gradova živi u predgrađima, potpuno zavisni od kvalitetne saobraćajne infrastrukture i automobila kojima godišnje pređu 584 milijarde kilometara.[4] Po mišljenju Herbert Girardet-a, navedeni gradovi predstavljaju glavni izvor ugrožavanja i narušavanja ravnoteže u životnoj sredini i naziva ih "gradovi paraziti".[5]

Iznalaženje ravnoteže između ljudskih potreba i potencijala životnog okruženja je suština održivog razvoja. Da li se, i u kojoj meri gradovi u savremenom društvu mogu smatrati održivim, pitanje je na koje nije jednostavno odgovoriti. Opšte prihvaćen pokazatelj održivog razvoja je ekološki otisak koji se smatra i glavnim indikatorom održivosti. Ekološkim otiskom se upoređuju ljudske potrebe i mogućnosti prirode da istima udovolji. U primeni analize ekološkog otiska postoje razlike što stvara problem – nemogućnost poređenja dobijenih rezultata. Upravo iz tog razloga, neophodno je stvoriti jedinstven model koji će biti jednako primenljiv u raznovrsnim i brojnim situacijama ali istovremeno i uporediv da bi se dobila ispravnija slika o neophodnim merama koje treba primeniti u urbanom planiranju sa ciljem da moderni gradovi postanu održivi.

## 2. EKOLOŠKI OTISAK - POJAM I DEFINICIJA

Uobičajena metoda u svetu koja se primenjuje kao indikator održivog razvoja je ekološki otisak, kojim se meri potrošnja prirodnih resursa u odnosu na postojeće raspoložive kapacitete prirodnog okruženja i izražava se u globalnim hektarima ili brojem planetinih ekvivalenata<sup>3</sup>.

Ekološki otisak se deli na: ekološki otisak u užem smislu, vodeni otisak i otisak ugljen-dioksida. Analiza postojećih kapaciteta prirodnih resursa, analiza potrebnih biokapaciteta i analiza potrošnje prirodnih resursa čine analizu ekološkog otiska. Ekološki otisak se može meriti za pojedince, određene teritorijalne celine (kontinent, država, grad, region, ruralno ili urbano područje i sl.), proizvodne procese, državne organizacije, razne vrste usluga i sl. Prema Newmanu i Jenningsu (2008), za proračun ekološkog otiska primenjuju se dva modela: složeni (odozgo na dole) i komponentni (odozdo na gore). Ekološki otisak države i nacija računa se po složenom modelu, na osnovu nacionalnih podataka i izražava se po stanovniku. Ovaj model razvili su Wackernagel i Rees 1996. da bi izračunali ekološki otisak nacija. Primenjuje se i za proračun ekološkog otiska potrošnje jer uzima u obzir svu upotrebijenu energiju i resurse pri procesu proizvodnje i pružanja usluga. Ekološki ruksak se odnosi na sav stvoreni otpad pri procesu proizvodnje. Suštinska razlika između navedenih modela je u korišćenju različitih vrsta ulaznih podataka. Složeni model koristi nacionalne trgovinske podatke i nacionalne podatke o potrošnji energije, dok komponentni model koristi lokalne podatke i studije životnog ciklusa.

Za proračun ekološkog otiska grada uglavnom se primenjuje komponentni model. Idejni tvorcii ove metode su Lewman i Simmons (2001). Ovaj pristup obuhvata procenu i analizu potrošnje materijalnih komponenata u okviru kategorija i analizu toka njihovog životnog ciklusa u okviru grada - urbanog ekosistema. Kategorije i komponente koje se najčešće proračunavaju su:

- Energija (električna energija, gas)
- Nepokretnosti (električna energija, gas, produkti od drveta, izgrađeno zemljište)
- Transport (drumski: putničkim vozilima, autobusima, želznički, vazdušni, asfalt na putevima, površina zemljišta pod saobraćajnicama)
- Roba (proizvodnja, transport robe, zemljište za proizvodne procese)
- Usluge (pružanja usluga i poslovanje, zemljište za pružanje usluga)
- Hrana (hrana)
- Otpad (reciklirani otpad, neupotrebljiv otpad)
- Voda (voda)

Ekološki otisak grada ne može biti samo suma ekoloških otisaka proračunatih za svaku od navedenih komponenti i kategorija. Na osnovu ekološkog otiska dobijaju se značajni podaci o tome šta je problem i gde on postoji. U tom smislu, ekološki otisak je samo prvi korak u izradi procene održivog razvoja grada. Posmatrano iz ugla urbanog planiranja, svaka procena održivosti radi se u cilju planiranja i preduzimanja mera i

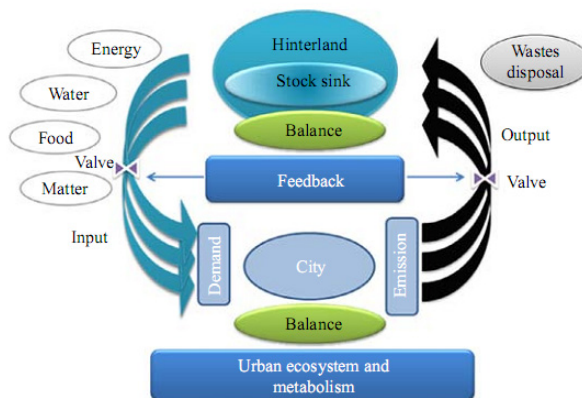
---

<sup>3</sup> Planetin ekvivalent predstavlja broj planeta koji bi bio potreban da bi se obezbedio život na Zemlji ako bi svako živeo kao proseban stanovnik zajednice za koju se ekološki otisak meri.

aktivnosti koje će doprineti napretku održivog razvoja u urbanoj sredini. Urbano planiranje kao kompleksna disciplina zahteva širi, potpuniji i sveobuhvatniji metod procene koji treba da obuhvati pored analiza troškova i dobiti, ekonomskih i socijalnih uticaja, troškova životnog ciklusa (sektora nepokretnosti, transporta, infrastrukture pijaćih i otpadnih voda, itd.) i predlog mera i aktivnosti koje treba preduzeti u cilju unapređenja održivog razvoja grada. Sveobuhvatnija slika o održivosti grada može se dobiti ako se grad ne posmatra kao zbir izdvojenih delova, već kao urbani ekosistem.

### 3. GRAD - URBANI EKOSISTEM

Urbani ekosistem predstavlja kompleksan otvoren dinamičan sistem koji ima svoju strukturu i dinamične funkcionalne tokove u kome se teži uspostavljanju ravnoteže između potreba za prirodnim resursima i postojećih kapaciteta životne sredine u nastojanju da se potrebe zadovolje. Strukturu urbanog sistema sačinjava prostor sa jasno definisanim granicama, elementima, prirodnim resursima i mrežama urbane infrastrukture. Funkcionalnost urbanog ekosistema uslovljena je brojnim, raznovrsnim aktivnostima – funkcijama, regulatorima funkcija, povratnim spregama i dinamikom kretanja funkcionalnih tokova. Na slici 1. prikazan je model urbanog ekosistema koji je proistekao na osnovu poređenja grada sa živim bićem – superorganizmom koji ima svoj metabolizam, troši resurse, transformiše ih da zadovolji svoje potrebe i stvara otpadne materije.[6]

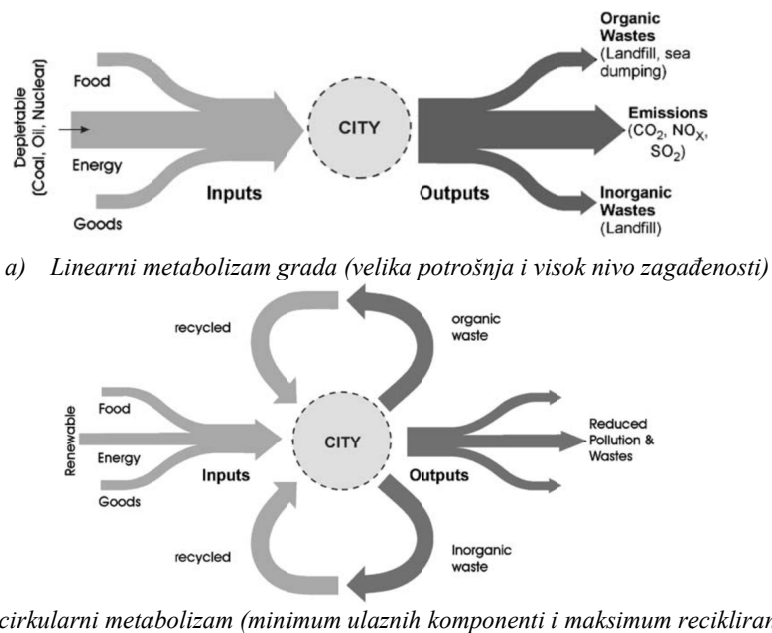


Slika 1. Model urbanog ekosistema (Izvor: Dakhia, K. and Berezowska, E. (2005)[6])

Dinamika funkcionalnih tokova u urbanom ekosistemu odnosno njihova transformacija od ulaznih do izlaznih tokova može se smatrati urbanim metabolizmom. Preduslov održivosti grada je održivost urbanog metabolizma. Girardet je ukazao da ulazne komponente (ograničeni energetske i materijalni resursi) i izlazne komponente (otpadni produkti organskog i neorganskog porekla, emisija ugljen-dioksida) nisu održive u urbanom ekosistemu.[5]

Po mišljenju navedenog autora, postoji linearni i cirkularni urbani metabolizam. Za razliku od linearnog metabolizma, gde je velika potrošnja ulaznih komponenti i velika količina otpada, za gradove je mnogo prihvatljiviji model cirkularnog metabolizma jer su ulazne komponente obnovljive a otpadni produkti su smanjeni, ili se recikliraju radi

ponovne upotrebe. (slika 2). U urbanoj sredini, potpuno recikliranje nije izvodljivo, već se teži optimalnom korišćenju prirodnih resursa, maksimalnom smanjenju otpadnih produkata i ponovnom korišćenju organskog i neorganskog otpada (na šemi predstavljeno povratnim lukom).[5]



Slika 2. Metabolizam gradova: ka održivosti (Izvor: Girardet, Rogers [5])

Urbani metabolizam ima i svoj kontrolni centar koji kontrolniše dinamiku funkcionalnih tokova preko svojih regulatora i povratnih lukova da bi se uspostavila ravnoteža urbanog ekosistema kao osnovnog preduslova održivosti. kontrolni centar urbanog metabolizma čine: institucije (državne i nezavisne), pravna regulativa (zakoni, pravilnici, uredbi i sl.), standardi i normativi, planovi, programi i projekti, učešće javnosti. Mehanizam delovanja i kapaciteti kontrolnog centra urbanog metabolizma su ključni u postizanju održivog razvoja grada, stoga je procena njihove delotvornosti, pored proračuna ekološkog otiska, izuzetno važna u izradi strategije i planova za postizanje održivosti gradova.[6] Zajedno čine urbani institucionalni ekološki otisak, koji predstavlja efikasnu strategiju urbanog planiranja održivih urbanih ekosistema. Matrica za izradu urbanog institucionalnog ekološkog otiska data je tabelarno.

	Transport	Energija	Otpad	Materijalna dobra	Voda	Izgrađeno zemljište
Institucije (0-3)						
Zakoni (0-3)						
Standardi (0-3)						
Programi (0-3)						
Javnost (0-3)						

Tabela br.1: matrica urbanog institucionalnog ekološkog otiska [7]

Vrednovanje kontrolnog centra urbanog metabolizma prikazuje se numerički, od 0 do 3, pri čemu je: 0 (bez učinka), 1 (delovanje usmereno na upoznavanje javnosti sa negativnim i štetnim posledicama i delovanjima svakog sektora ponaosob), 2 (podsticajno delovanje na pojedince, privredna društva i investitore da smanje negativne uticaje i posledice na životnu sredinu putem finansijskih instrumenata i zakonskih mera), 3 (snažne mere preduzete u cilju intenzivnog smanjenja ekološkog otiska funkcionalnih tokova koji su glavni uzročnici ugrožavanja, primenom zakonskih mera: donošenje standarda, izricanja zabrane, kazne, izdavanja dozvola, kontrole korišćenja zemljišta, izrade planskih dokumenata i prostornog planiranja). Vrlo je značajno i učešće javnosti koje se vrednuje na sličan način: 0 (bez učešća javnosti), 1 (javnost je informisana, bez mogućnosti učešća), 2 (saradnja sa javnošću, koja je informisana i data je mogućnost da izrazi svoje viđenje, bez obaveze vlasti da isto prihvati) 3 ( učešće javnosti koja je upoznata, konsultovana i pozvana da aktivno učestvuje u procesu donošenja odluka).[7]

#### 4. ZAKLJUČAK

Grad ne treba posmatrati kao zbir odvojenih delova, već složen sistem (superorganizam) u kome se odvija niz međusobno uslovljenih, povezanih funkcija koje se odvijaju na način da se uspostavi ili održi ravnoteža urbanog ekosistema. To je ujedno i način da se ostvari održivost u urbanoj sredini. Uobičajeni indikator procene održivog razvoja je ekološki otisak, koji se nije pokazao dovoljnim u proceni održivog razvoja gradova. Pažljivom procenom, analizom postojećih i planiranjem budućih funkcionalnih tokova u gradu - urbanom ekosistemu uz aktivnu podršku javnosti, institucija i svake društvene jedinice ponaosob ostvaruje se kontrola urbanog metabolizma i na taj način može se postići maksimalan stepen održivosti. Urbani ekološki otisak je metoda koja kroz interdisciplinarni, sveobuhvatniji pristup i institucionalni radni okvir omogućava uspešno urbano planiranje sa strategijom održivog razvoja i istovremeno predstavlja značajan indikator održivog razvoja savremenih gradova.

#### LITERATURA

- [1] N.Knežević-Lukić, A.Ljuština, Održivi razvoj kroz oblikovanje i uređenje bezbednog prostornog okruženja, *Ecologica*, Vol.18, br. 62/2011, Beograd, (2011), str.168-172.
- [2] Millennium Ecosystem Assessment (MA), 2003. *Ecosystems and Human Wellbeing: The Conceptual Framework*, Island Press, Washington D.C citirano u Duraiappah A. K. *Ecological Security and Capabilities: A Conceptual Framework for Sustainable Development*, 3rd Conference: From Sustainable Development to Sustainable Freedom, 2003, University of Pavia, Italy
- [3] H. Girardet, "Cities People Planet", West Sussex: Wiley-Academy (2004)
- [4] State of the World Cities 2006/7 (UN-Habitat, 2006)
- [5] M.R.C Doughtya., G. P. Hammondb, Sustainability and the built environment at and beyond the cityscale, *Building and Environment* 39 (2004) 1223 – 1233,
- [6] K.Dakhia, E. Berezowska, (2005), "Systemic model for a sustainable city", Proceedings of the 22nd International Conference on Passive and Low Energy Architecture, FAAD Notre-Dame University, Beirut, pp. 747-50.
- [7] Dakhia, K. and Berezowska, E. (2009), Urban institutional and ecological footprint, *Management of Environmental Quality, an International Journal*, Vol.21 No.1 2010, pg.78-89.

*Nikola Kleut<sup>1</sup>*

**NOVA ISPITIVANJA GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA NA  
DEJSTVO POŽARA U EU I KLASIFIKACIJA – RAZUMEVANJE  
ZAHTEVA TIH EN STANDARDARDA**

***Rezime***

Naši graditelji su praktično neupućeni u ovu novu regulativu koja je u manjoj meri kroz SRPS EN standarde već nedavno usvojena. Ovim radom arhitekta se upoznaju sa novijim ispitivanjima i kriterijuma otpornosti konstrukcija na požar i novim vremenima u kojima se otpornost izražava.

***Ključne reči***

Ispitivanje konstrukcija na požar, standardi.

**NEW FIRE TESTING METHODS OF BUILDING STRUCTURE IN  
EU AND THEIR CLASSIFICATION – UNDERSTANDING THE  
REQUIREMENTS OF THOSE EN STANDARDS**

***Summary***

Our builders are practically ignorant of these new regulations which have already been partly accepted through SRPS EN standards. Through this paper the architects are being introduced to the new ways of fire test methods of building structure and new time units for expressing resistance.

***Key words***

Structural fire testing, standards.

---

*<sup>1</sup> Dipl.inž.maš. , Visokog Stevana 8, Beograd, Srbija , nikolakleut@gmail.com*

## 1. UVOD

U protekle tri decenije cela oblast požarne bezbednosti razvijala se eksponencijalno, a da bi postala jaka disciplina pobrinuli su se istraživači u laboratorijama koji su počeli da koriste sve složeniju opremu i metode ispitivanja. Ovde se daje kratak osvrt na proširenje ispitivanja konstrukcija na dejstvo požara, uvođenje novih kriterijuma, novih kombinacija svojstava i novih vremena otpornosti na požar.

Tela se zagrevanjem šire. Za klimatske promene te dilatacije se retko pokazuju kao problematične ali kad su temperature veće mogu da nastanu teže rešivi problemi. Konstruktori računaju na termičke (elastične) dilatacije u okvirima klimatskih promena, koje su prema dilatacijama u požaru vrlo male. Ali nije problem samo u veličini deformacija.

Ugrožavanje elemenata i/ili građevinske konstrukcije požarom može biti lokalno ili potpuno; za dugačke linijske nosače na više oslonaca, ili velike složene rešetkaste nosače, požar može biti lokalnog dejstva. Materijali koji dobro provode toplotu pri lokalnom dejstvu plamena progrevaju nosač, pa već i gola površina od nekoliko dm<sup>2</sup> izložena vatri može ugroziti nosivost nosača. Pod dejstvom spoljnih ili unutrašnjih (sopstvena težina) štapi, stubovi i grede se obično složeno deformišu. Za određivanje veličine aksijalne samo termičke dilatacije štapa ili grede koristi se prosta zavisnost

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta t \quad [m] \quad (1)$$

gde su:  $\alpha$  [1/m°C] - koeficijent linearne termičke dilatacije ;

$l_0$  [m] - početna dužina;

$\Delta t$  [K] - porast temperature.

Telo se zagrevanjem širi zapremnski, tj. uvećava se i poprečni presek, ali se u daljem tekstu imaju u vidu samo podužne dilatacije. Koeficijent  $\alpha$  je promenljiv sa temperaturom, ali se obično može računati sa termodinamički srednjom vrednosti za temperaturni domen (za požar je to 750°C), ili se uzima da je zavisnost promene sa temperaturom linearna. Za ugljenične čelike, u opsegu 0 do 1000 °C u grubim računima se uzeti da je  $\alpha = 15 \times 10^{-6}$ .

Za stub od čelika visine 6 m i porast temperature za 500 °C dobija se da je dilatacija 45 mm; za gredu od 12 m biće izduženje 9 cm! Ako se neki linijski nosač izvede tako da su se ograničava ili sprečava dilatiranje nastaje pri zagrevanju veliki napon. Još nepovoljnije je što bitno opada čvrstoća a menja se i modul elastičnosti, E, sa temperaturom – na 500 °C je za oko 40% veći nego na 20 °C – ako se uzme da je:

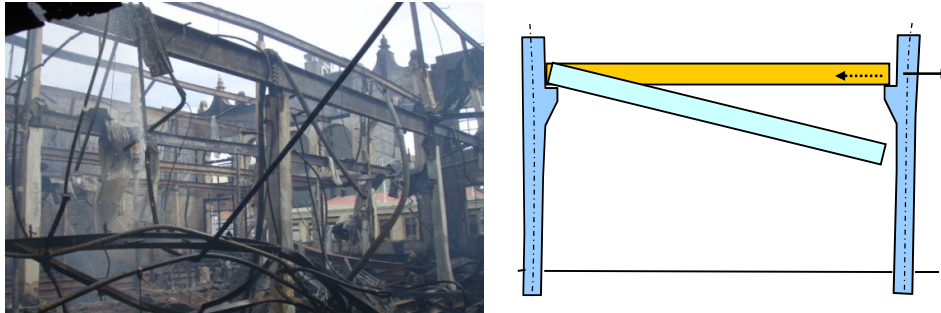
$E = 2.8 \cdot 10^5$  N/mm<sup>2</sup>, za gredu od 12 m dobijaju se normalni naponi:

$\sigma_t = E\varepsilon = E \Delta l / l_0 = E\alpha\Delta t = 2.8 \cdot 10^5 \cdot 15 \cdot 10^{-6} \cdot 500 = 2100$  N/mm<sup>2</sup>. Iz vrednosti ovih dilatacija vidi se zašto dolazi do izvijanja čeličnih nosača već na 450 do 550 °C.

Ovo je vrlo veliko – mnogo više od čvrstoće građevinskih čelika tako da se razmiču oslonci i/ili se nosač izvija. Konstruktor dužih nosača često ostavlja mogućnost izvesne dilatacije, veličine  $\delta$ ; onda je  $\Delta l$  u izrazu na napon potrebno umanjiti za tu vrednost; no i tada se obično dobijaju vrednosti napona koje dovode do plastičnih deformacija.

Obično se analizira najprostiji problem, masivnije grede koja se pri dilataciji toliko izduži da pomeri, razmakne stope, iskrivi sub(ove) ali se pri tome i malo plastično gnječji pa se posle hlađenja skupi i spadne. Dešava se nekad i to ali ne toliko često koliko se ova ideja eksploatiše (posebno za višeeetažne zgrade koje su se urušile, pa i za kule WTC u Njujorku).





Slika 1. Kombinacija armirano-betonske (AB) i čelične gradnje<sup>2</sup>

Konstruktori prave razliku u ponašanju statički određenih i statički neodređenih nosača. Ova "određenost", odnosno "neodređenost" zavisi od izvođenja oslonca i veza. Ako su oslonci i veze izvedeni tako da dozvoljavaju nagibe u njima greda je statički određena (odnosno postoji dovoljno jednačina ravnoteže da se mogu prostije odrediti otpori u osloncima). Ako su oslonci tako izvedeni da deluju kao uklještanja (stvaraju i otporne momente u osloncu) greda je statički neodređena, ali se i takvi zadaci mogu analitički rešavati. To je relativno prosto samo za elastične deformacije, dakle u domenu klimatskih promena. Na visokim temperaturama pri požaru termičko dejstvo stvara i nove, često vrlo velike sile (opterećenja) a još gore je što slabi čvrstoću materijala i konstrukcije se deformiču, ruše.

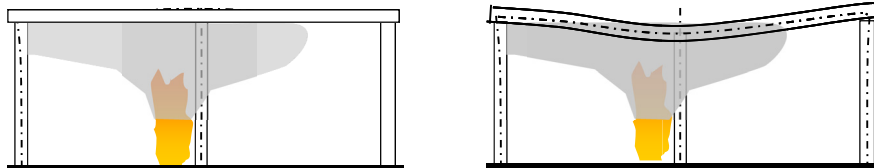


Slika 2. Deformacije čeličnih nosača tokom i posle požara<sup>3</sup>

Pri kolapsu pojedinih delova prostorne ramovske ili rešetkaste konstrukcije nastaje "povlačenje" susednih elemenata jer oni tada prihvataju i ono opterećenje koje je primao na sebe deo koji je pod vatrom "popustio". Ako napr. popusti stub u sredini hale onda "njegovu" opterećenje primaju bočni stubovi. Ako se pod opterećenjem na visokim temperaturama premaše naponi plastičnog tečenja moguće su znatno raznovrsnije deformacije, a neke kombinacije deformacija je teško predvideti.

<sup>2</sup> AB stubovi se obično koriste kad postoji kranska staza (oslanja se na stope stubova). Konstruktori obično krovne konstrukcije izvode kao lake – nekad i preteraju u tome (gde ne pada veći sneg) pa se događa da ih odnosi i nešto jači vetar; požar ih pretvori u "makarone" i uruši. Spadanje malo gnječene grede sa razmaknutih stopa posle hlađenja (tokom gašenja ili prestanka požara)

<sup>3</sup> Deformacije greda i međuspratne konstrukcije (ovde se ne vidi gde je bio centar najjačeg požara) ali je jasno da je središnji stub dobro izdržao: veze su izdržale: deformacije poprečnih greda su prevelike ali i za podužne je potrebna zamenu.



Slika 3. Položaji elastičnih linija tokom rasta požara i posle plastične deformacija stuba<sup>4</sup>

Za zgrade kao realne sprege linijskih i površinskih nosača (stubova, greda, zidnih ploča i međuspratnih konstrukcija) u kojima ima i nenosećih zidova, koji ipak doprinose krutosti zgrade u požaru, ponašanje sistema je mnogo složenije i zavisi od mnogo uslova koje je teško vrednovati tako da se analitički malo šta može postići. Uobičajeno razlaganje, dekompozicija, zgrade na osnovne noseće konstrukcije, kako to rade građevinski inženjeri, može u uslovima jakih požara biti od male vrednosti. Međutim za nešto bolje bilo bi potrebno izvršiti veći broj ispitivanja na većim modelima i naravno bar neko ispitivanje u punoj veličini, a to je toliko skupo da se vrlo retko radi pa se koriste zapažanja iz požara.

Nažalost vrednija ispitivanja ponašanja konstrukcija u toku požara i posle su još retka (nešto stručnije se time bave visoko obrazovani inspektori u Rusiji a u zemljama Zapada se to radi inženjerski tek za neke najveće požare) i još manje se o tome izveštava.

Vrlo često tavanice i međuspratne konstrukcije su izvedene kao ravanske ili prostorne rešetke od čeličnih profila koje se "popunjavaju" pločama od čelijastog betona (YTONG i sl. ili od opeka za montažne tavanice itd.). U jačem požaru se ploče i opekarske kompozicije se oštete, nekad i popadaju i ogole se te rešetke pa nekad i one stradaju.



Slika 4. Plastične deformacije sekundarnih i tercijernih čeličnih nosača<sup>5</sup>

Moguće je izvesti dobre primarne nosače (i kompletne ramove) – tako da izdržavaju i požare veće žestine i to smanjuje troškove sanacije. Sekundarni nosači se takođe mogu dobro sačuvati uz ulaganja u zaštitu dok se tercijarni obično ne štite.

Lom i pad napr. neke grede ima udarni karakter za građevinsku konstrukciju napr. zid, na pod, međuspratnu konstrukciju zid, ili vrata. Zato postoji potreba da se i ovaj fenomen "unese" u razmatranje kad se traže kriterijumi za ispitivanja građevinskih konstrukcija.

<sup>4</sup> Srednji stub se u prvoj fazi izdužio na dejstvo obližnjeg požara i izvio naviše takođe omekšalu gornju gredu a kad je pod teretom nastalo neko plastično gnječenje stuba i kasnije hlađenje može doći i do ugiba gornje grede; pri tome nastaju i promene u gornjim delovima bočnih stubova (usled širenja grede) ako su veze krute.

<sup>5</sup> U požarima veće žestine tercijarni i sekundarni čelični nosači (obično velike vitkosti i tanjih preseka) se brže progreju po dubini i pretrpe velike plastične deformacije. Primarni nosači češće ostaju.

Slike i objašnjenja o konstrukcijama treba da posluže za uvod u izlaganje o konstrukcijama odnosno da se objasne zahtevi koje treba da zadovolje konstrukcije u pogledu ponašanja u požaru. Ti zahtevi su definisani nizom standarda a predviđa se ispitivanje konstrukcija na precizno određene modele požara. Ovi modeli požara su predmet diskusija stručnjaka koje traju više od celog veka i zato se i standardi i iz ovog domena povremeno ažuriraju.

## 2. PROBLEMI ZIDOVA I TAVANICA OD PANELA

Projektanti obično zanemaruju probleme kontinuiteta ovih konstrukcija, a u tome im "pomažu" i površni konsultanti koji pokazuju panele, pričaju sve najbolje o njima i govore kao da u to već konstrukcije, a ne samo elementi. Međutim i od najboljih elemenata (koji čine i osnovu konstrukcije) do dobrih konstrukcija veliki je niz koraka, a na mnogima postoji mogućnost grešaka<sup>6</sup>. Obično se konstruktori ploča i panela potrude da nađu neko rešenje da se zid može u većem delu izvesti kao kontinualan – koristi se veza "pero u žleb" i sl. Proizvođači sendvič panela i ploča su razvili tehnologiju primene ne samo za prosto "slaganje" panela jedan uz drugi. Jasno je da je uklapanje potrebno po svim krajevima ploče, a dimenzije ploča su prilagođene za transport i lako manipulisanje pri ugradnji. Neke su ploče dimenzija 60 x 60 cm a neke i 300 x 60 cm (i više). Ploče su samo osnovni elementi a u sistem se uvezuje mnogo drugih elemenata (često skivenih) - koji daju konstrukciju.



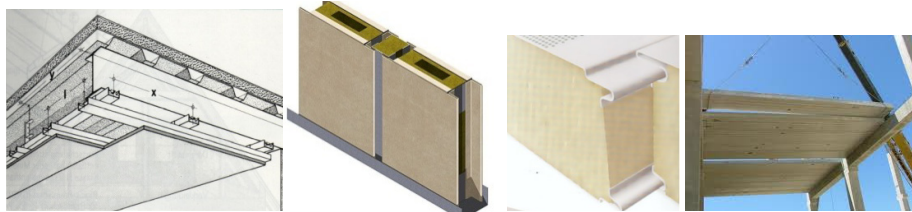
Slika 5. Kontinuitet konstrukcija i obloga<sup>7</sup>

Problem integriteta zida i tavanice postoji i pre nastanka požara (produvanje, prokišnjavanje). Međutim u uslovima požara i naoko dobri spojevi užljebljenih sendvič ploča i sl. mogu da se tako pokvare, da se formira procep, i to je posebno opasno kod sendviča sa gorivom ispunom. Suština kvarenja veze je nadimanje sendviča usled progrevanja tankog spoljašnjeg lima, prokuvavanja lepka i penastog PS (ili PU i dr.) kad se jave gasni produkti koji pod velikim pritiskom "traže" izlaz, stvaraju klobuke i kidaju vezu. Kad te

<sup>6</sup> Mnogi iskusni građevinski inženjeri, pa i pronalazači panela to predviđaju. Pre više godina Vida Popović je pravila vidasil (lak i termički vrlo dobar izolator dobijen termičkim expandovanjem "kamena") u vidu panela, gredica i sl. Pored komercijalnih slabosti u promociji ovog materijala velika slabost je bila inženjerska "razrada" konstrukcija sa njim (mnogih nezaobilaznih detalja – spojeva ploča, kombinacija sa čeličnim nosačima, vijčane i dr. veze, lajsne itd.) Može se lako videti koji značaj tome daju uspešni proizvođači (i njihovi zastupnici, trgovci) gips i sličnih izolacionih ploča.

<sup>7</sup> Zid i tavanica od dobro uklopljenih ploča - uočiti i da su nosači unutar prostorije što je dobro za održavanje (nisu podložni uticaju atmosfere, ali jesu požaru); spuštenu plafon – kontinualan. Kontinuitet se postiže mnogim elementima "podkonstrukcije" - često od čeličnih valjanih profila (oblika C), kopči, vijaka, zatega metalnih tiplova, ukrasnih i pokrivenih lajsni itd.

pare dospeju napolje one se odmah upale a zatim se vatra uvlači ispod naduvanog lima i "cepa" vrlo brzo i naredne lamele. Tako je moguće da zid ili krov od više hektara izgori i za manje od 1 h!



Slika 6. Kontinuitet spuštenih plafona i obloga zidova - detalji<sup>8</sup>



Slika 7<sup>9</sup>. Primeri: a) Hala sa spuštenim plafonima i b) PU fasadni paneli u požaru

Pregradni zidovi koji treba da spreče širenje požara već više decenija se prave od boljih sendviča sa negorivom izolacijom i sa odgovarajućom čeličnom podkonstrukcijom i ukrasnim "letvama". Kako često postoji potreba da se štiti od požara u prostoriji relativno slaba krovna konstrukcija (u kojoj ima drveta i drugih gorivih materijala) proizvođači panela su razvili sisteme zaštitnih "spuštenih" plafona. Oni preteruju kad navode da imaju rešenja za spuštene plafone otpornosti napr. 90 ili 120 min. U suštini to se od spuštenih plafona obično i ne traži – standard o tome govori o povoljnom uticaju plafona kao izvesne zaštite za ono glavno - gredu koja nosi laku međuspratnu ploču. Ako je iznad plafona laka drvena ili druga goriva konstrukcija onda bi spuštenu plafon trebao da preuzme i funkciju pregrade otporne na požar. Tada se otvara zanimljivo pitanje - kako to ispitati i dokazati.

Sem ta dva slučaja ima zgarda bez spuštenog plafona, tavanice – postoji samo krov sa krovnom konstrukcijama a nekad samo krovni pokrivač (ljuska ili sl.). U krovnim konstrukcijama je česta primena gorivog drveta a za krovni pokrivač se koristi crep – dobar ali se za njegovu primenu vezuje korišćenje drvenih letava. U krovu se koriste i plastične folije i bituminozni materijali (lakozapaljivi) za probleme propuštanja vode, vodene pare itd.

<sup>8</sup> Za spuštene tavanice kontinuitet je vrlo poželjan – nema slabih mesta, procepa, za prodor vatre. Međutim mnogo češće su potrebni i neki otvori u zidu ili tavanici a oni su slaba mesta za prodor vatre i dima (pod pretpostavkom da su ploče dovoljno dobre, da ne gore, odnosno progore).

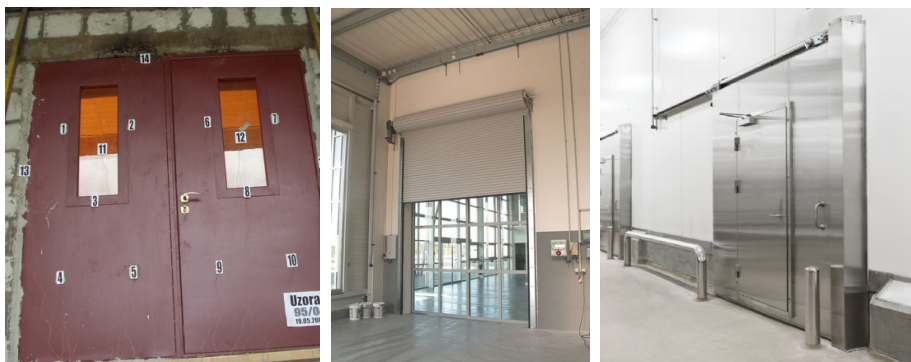
<sup>9</sup> Hala sa spušenim plafonom koji štiti krovnu konstrukciju; na njoj su samo vrlo mali otvori za kablove svetiljki za "nadgradnju" i javljače požara; na ovoj slici treba uočiti i niz unutrašnjih stubova (koje bi vatra mogla ugroziti sa svih strana) i niz prozora koji nisu na naročito pogodnom mestu da bi bili primenjeni za ispuštanje dima, a i imaju premalu svetlu površinu.





*Slika 8. Lepota drvenih konstrukcija i stakla nekad dobija prioritet – posebni problemi bezbednosti*

Sprečavanje prodora požara za obične pregradne konstrukcije (zidove i tavanice) je ipak manje zahtevno od rešenja za pokretne - vrata, prozore, klapne. Uočimo neke vrste vrata.



*Slika 9. Protiv požarana vrata: a)dvokrilna zaokretna, b)rolo i c)klizna vrata sa manjim zaokretnim u sebi (složene konstrukcije)*

Postoje i nekoliko drugih tipova vrata koja se izvode i kao otporna na požar (kao harmonika, segmentana itd.)

### **3. OTPORNOST NA POŽAR (OTP) KONSTRUKCIJA**

Za ovaj pojam je vezano mnogo laičkih predstava. Stručnjaci su postavljali sve preciznije i po malo neobične zahteve da bi izrazili ove performanse konstrukcija a mnogi graditelji nalaze u nekim zbirkama propisa ono što je ispitivano još u XIX veku. U proteklih nekoliko godina izmenilo se mnogo toga.

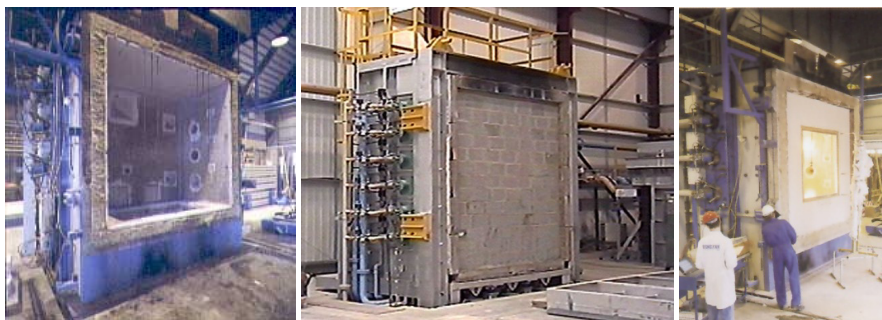
Pri segment pitanja koje je trebalo razrešiti je kakvi su to požari na koji konstrukcija treba da bude otporna. U vezi sa ovim je i pitanje – šta je uopšte otpornost. Drugi segment je vezan za brojne specifičnosti konstrukcija – neke su pločaste (a neke od njih treba da deluju kao podeone – zidovi i međuspratne) a druge su linijske (stubovi, grede) – neke su

proste a neke složene (ramovi i rešetke – ravanske i prostorne). Treća grupa problema je kako istaći specifičnosti konstrukcija sa pokretnim delovima (vrata, klapne i sl.).

Krajem XIX veka više inženjera u razvijenim zemljama je shvatilo (analizirajući požare i zgrade posle njih) da postoje dobre mogućnosti da se prave pregradne konstrukcije (zidovi i međuspratne) koje mogu sprečiti "prodor" i jačih požara. Postojalo je već znatno iskustvo (od 2-3 veka) u izgradnji i svojstvima podeonih zidova (od opeke obostrano malterisanih opeka) koje su sprečavali prenos i požara veće žestine koji su trajali i 2 do 4 sata. Tada je počela utakmica proizvođača vrata (kao tipskih konstrukcija) slične ili nešto manje otpornosti kao podeonih zidova u koje su se ugrađivali.

Koncept podele veće zgrade u požarne sektore bio je poznat i primenjivan relativno dosledno još posle požara u Londonu 1666. Od tada je bio propisan i koncept požarnog izdvajanja požarno opasnijih prostorija koje su u sklopu objekata druge namene (napr. pekare ili pečenjare u stambenoj ili poslovnoj zgradi). Posebna pažnja je posvećivanja izvođenju bezbednih ložišta i dimnjaka i kovačke radnje, kotlarnice i druge "prostorije" u kojima se ložila vatra su često bile u izdvojenim zgradama.

Kada je krajem XIX v. počela gradnja velikih fabričkih hala ovi koncepti su usavršeni. Kada su realizovani zidovi i vrata koji su mogli pouzdano sprečiti prenos požara 2 h i više počelo je projektovanje i požarnije opasnijih pogona /prostorija/ u sklopu veće hale. Kako je u USA i Kanadi i početkom XX v. bilo mnogo požara u stambenim i poslovnim zgradama počelo je proučavanje požara u prostorijama tipične veličine (sobe, oko 3 × 4 × 2.6 m, sa vratima i prozorom) i opremljenosti nameštajem (pretežno od drveta). Za takve uslove se "tražila" promena temperature tokom vremena važna za simulaciju požara prilikom ispitivanja nosača u ispitnim pećima. Kako je poznato krajem XIX i početkom XX v. mnogo je napredovala fizika i to iz mnogih eksperimenata i stvarala se odgovarajuća oprema.



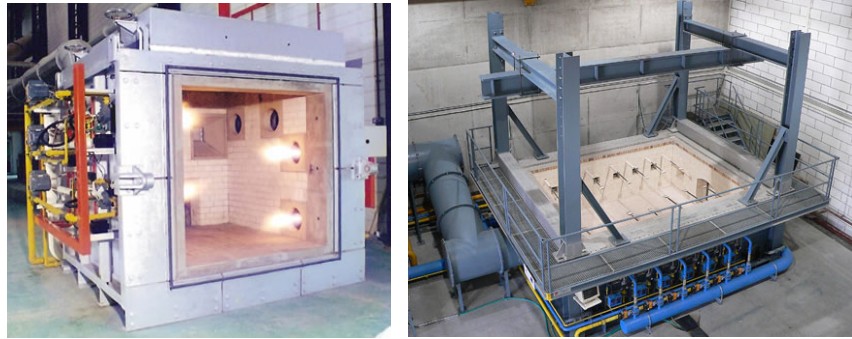
Slika 10. a) Peć (3x3m) za vertikalne konstrukcije<sup>10</sup>, b) ispitivanje "punog" zida, c) ispitivanje zida sa prozorom

Razvijeni su uređaji za merenje visokih temperatura (pirometri i termoparovi - za merenje temperatura u "tački"). Međutim tek 1925-30 su napravljene ispitne peći za ispitivanje konstrukcija i korišćeni su gorionici za gas ili ulje za loženje (i to iz praktičnih razloga – mogla se regulisati promena temperature u peći). Termoparovima se mogla meriti precizno temperatura u više "tačaka" i tako čak u toku testa prognozirati "ponašanje"

---

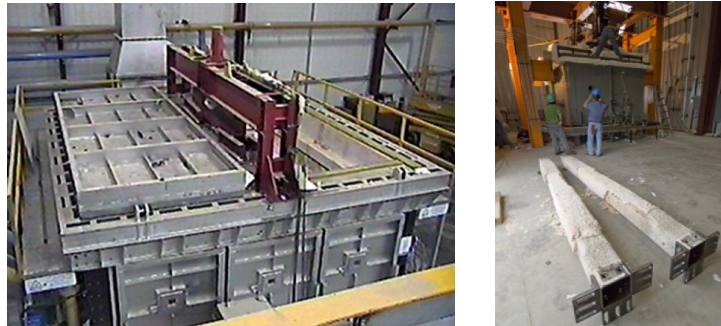
<sup>10</sup> Peć za vertikalne konstrukcije - opremom ove peći, /u UK/ mogu da se ostvare opterećenja zida i do 50 tona

konstrukcija. Ovo prognoziranje je posebno važno za one konstrukcije koje iznenada kolapsiraju i koje bi mogle oštetiti peć i opremu, pa i ozlediti laborante.



Slika 11. a) Manja peć za indikativna ispitivanja<sup>11</sup>, b) peć za ispitivanje horizontalnih nosećih konstrukcija<sup>12</sup>

Istraživači su u prvim decenijama istraživanja pokušavali da obuhvate bar konstrukcije koje su u većoj upotrebi – tipične (za "industrijsku" izgradnju stambenih, poslovnih i javnih objekata i razvijali su se nacionalni pa kasnije i ISO standardi o tim ispitivanjima. Jugoslavija je ovaj posao počela tek početkom 70-tih, i to prevodenjem ISO standarda. Standardizovanih ispitnih peći nije bilo, ali su vršena neka improvizovana ispitivanja još krajem te decenije da bi sredinom 80-tih bile napravljene dve peći u laboratoriji INZA u Sarajevu.



Slika 12. a) Peć prilikom ispitivanje grede sa ramom za stvaranje mehaničkih opterećenja presom, b) Grede (drvene štíčene pastom ili premazom) posle ispitivanja ispred peći<sup>13</sup>

ISO je razvijao standard o ispitivanju otpornosti na požar konstrukcija ISO 876 uglavnom na osnovu britanskog BS 476 odnosno njihovih istraživača u "kolevci", laboratoriji u Borehamwood-u (mestu severno od Londona). Britanci su u tome još pre II

<sup>11</sup> Peć za induktivna ispitivanja -levo se vidi komplet gorionika a desno, neki gorionici u radu; na otvor se prisanja gotov zid – uzorak

<sup>12</sup> Peć za ispitivanje horizontalnih nosećih konstrukcija (ploča i grede); čelična konstrukcija iznad peći služi za stvaranje potrebnih opterećenja u nosaču

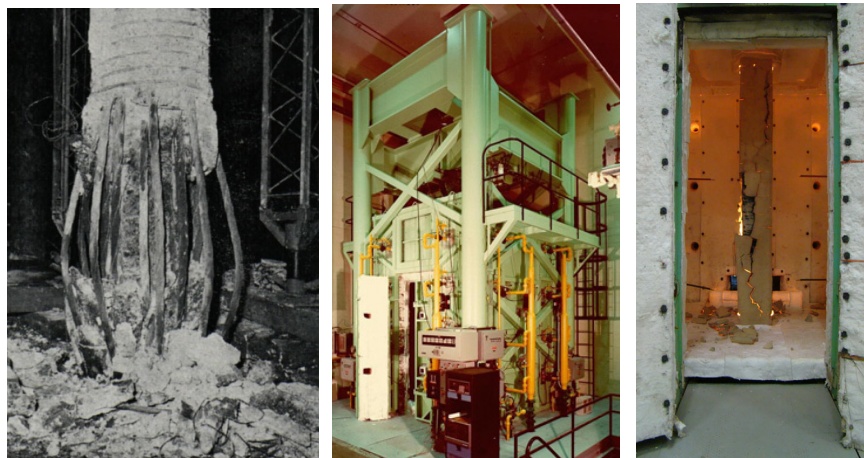
<sup>13</sup> Na kraju grede se koriste elementi za vezu koji simuliraju realno oslanjanje. Simuliranje veza je važno za grede od čeličnih profila, posebno ako su oslonci tipa ukleštenja ili se vezuju za stubove sa kojima čine ramovsku konstrukciju)



svetskog rata saradivali sa kolegama u USA i od tada vode "politiku" i u ISO, i regionalno, u CEN-u.

Načelno se traži da se ispituju tipske konstrukcije ali nije uvek jasno šta se podrazumeva pod tipskim konstrukcijama; u gradnji stambenih, zgrada to su gotovi ili polugotovi sklopovi koji se prave industrijski (u serijama od više stotina, pa i hiljada), kataloški prikazuju i kao tipski prodaju. U novije vreme ima i onih proizvođača koji nude tipske fabričke i skladišne hale ali neće da "priznaju" da koriste tipske stubove, grede, fasadne zidove i krovove. Proizvođači vrata, prefabrikovanih ventilacionih kanala i dr. opreme prihvataju da je njihova roba tipska i ispituju prema zahtevima standarda razne nove i osavremenjene tipove.

Za samo jednu nešto veću halu obično postoji i više od 20 istih stubova i najmanje 10 istih greda tako da se već može govoriti o tipskim konstrukcijama. Za posebno značajne i objekte povećanog rizika od požara preporučuje se da se izvrše ispitivanja konstrukcija i unikatnog tipa (neobičnog ili složenih oblika) kao da se radi o tipskim. O ovom konceptu ispitivanja pisano je još u ISO 834-3: 1994 Commentary on test method and test data application. Noviji je CEN/TS 15117: 2005 Guidance on direct and extended application ali je već mnogo više uputstva dato i u EN 13501-2: 2007 sa A1 (amandmanima iz 2009).



Slika 13. a) Stub posle požara, b) ispitna peć za otpornost na požar stubova, c) izgled jedne slične peći na kraju testa pri otvorenim "vratima"<sup>14</sup>

Termini otpornost na požar (u daljem tekstu skraćeno označavano - OTP ili F), imaju precizno određeno značenje. Ono se vezuje za vreme (10 min do 6 h), kad ispitni požar jednokratno<sup>15</sup> deluje na građevinsku konstrukciju za njene performanse<sup>16</sup> na dejstvo požara a prema EN 1363-1: 1999 Fire resistance tests. General requirements i deo 2 sa alternativnim i dodatnim procedurama (isto 1999.) i onim standardima za ispitivanje posebnih konstrukcija EN 1364, EN 1365, EN 1366 itd.

<sup>14</sup> Ekspandujući premaz je na znatnom delu stuba (levo) otpao.

<sup>15</sup> Za očuvanje svih spojeva pri trajnijem i/ili višestrukom izlaganju vatri koristi se termin vatrostalnost (napr. za posude za topljenje metala ili kuhinjsko posuđe koje treba da se hiljade puta izlaže plamenu iz gorionika gde gori napr. TNG).

<sup>16</sup> Termin performanse je korektniji nego karakteristike i sl. jer se utvrđuje dinamičko ponašanje (tokom ispitivanja pa i posle delovanja ispitne vatre – kad nastupa hlađenje.





Slika 14. Ispitivanje vrata u laboratoriji IMS, Bgd i nekim drugim laboratorijama

Klasifikacija prema podacima iz ispitivanja otpornosti na požar tipskih građevinskih konstrukcija obavlja se prema EN 13501-2 Fire classification of construction products and building elements Part 2: Classification using data from fire resistance tests excluding ventilation services. (Ovo je obiman dokument /80 strana/ sa izvesnim ponavljanjima i dopunama i razradom izlaganja o kriterijumima). Naredni delovi ovog standarda odnose se na klasifikaciju posle ispitivanja otpornosti kanala i klapni, pa komponenti sistema za kontrolu dima, krova pri ispitivanju spoljnim požarom itd.

Građevinske konstrukcije po ovim standardima se dele na nosive (stubovi, grede, međuspratne konstrukcije, zidove, krovne konstrukcije, stepenišni kraci itd.) i nenosive (pregradni zidovi, vrata, klapne) pa se tako i ispituju. Statičar proizvođačima noseće konstrukcije definiše prednaprezanje konstrukcije i proverava stanje posle ugradnje u peć. Mehaničko opterećenje (hidrauličnim presama) se izvodi sa težnjom da se u konstrukciji dobije slika i intenzitet napona koja odgovara konstrukciji u objektu. Ispitivanje nosivih konstrukcija bez realnih<sup>17</sup> opterećenja može biti samo indikativno. Nenosive konstrukcije (pregradni a nekad i fasadni zidovi /kao "platna" između nosećeg rama/vrata i dr. ispituju se neopterećene ali se deformacije događaju i pod dejstvom težine i unutrašnjih "termičkih" sila a i zbog znatnog pada čvrstoće.

U peći za testiranje uzoraka stvara se vatra iz više pogodno postavljenih gorionika da se dobije uniformno toplotno opterećenje, loženjem ulja ili gasa. Porast temperature se "vodi" (doziranje goriva na gorionicima) po standardom definisanoj krivi. Plamen može i neposredno da deluje na uzorak a snaga peći treba da odgovara onoj koja nastaje bar na početku razvijenih požara (1 do 2 MW). Zidovi peći moraju da imaju unutrašnji ozid sa termičkom inercijom, tj. "zadržavanjem" toplote – završni sloj od 50 mm mora da zadovoljava uslov  $\sqrt{\lambda \rho c} \leq 600 \text{ W s}^{1/2} / \text{m}^2 \text{ K}$ .

Peć mora da bude izgrađena u nekoj većoj prostoriji u kojoj bi mogla da se održava temperatura ambijenta oko 20 oC. Za peći na otvorenom prostoru rezultati se mogu osporavati, posebno ako se test vrši pri hladnom i vetrovitom vremenu. (Napomena: Nekad

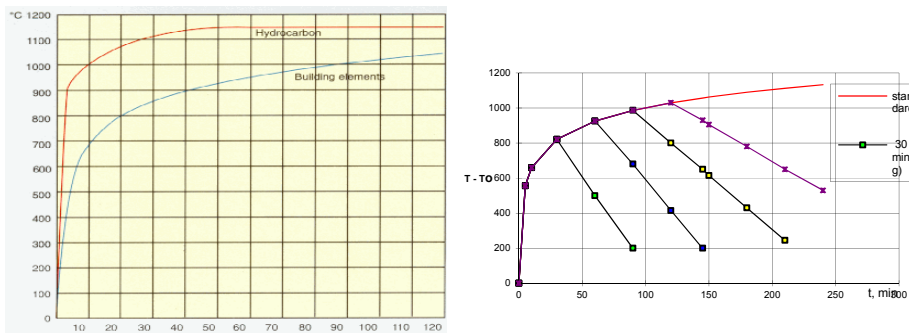
<sup>17</sup> Ako se napr. ispituje greda od nekog standardnog I čeličnog profila (dužine 4 m) onda se zna koliki su dozvoljeni normalni i tangenti naponi i opterećenje se podešava da se oni postižu a ne da se podvrgavaju nekim malim opterećenjima jer se zna da ni rasipni konstruktor neće uzimati stepen sigurnosti preterano veliki. U detaljnijoj analizi opterećenja i stepena sigurnosti može se pokazati da i kad postoji verovatnoća velikog opterećenja od snega ne znači da će sneg na krovu hladiti gredu (delovati povoljno) koja je izložena požaru jer je ona izdvojena i dosta daleko od krovnog pokrivača.

se po dogovoru improvizuje peć veća od standardne na otvorenom prostoru sa idejom da se uzorak (napr. greda) ispita u punoj veličini (od napr. 8 m umesto 4 m).

Kriva porasta temperature po SRPS ISO 834 i sada EN 1363-1 za konstrukcije zgrada (gde se očekuje požar pretežno celuloznih goriva (drveni nameštaj) u peći je logaritamska:

$$[CP - \text{celulozni požari}]: \quad T = 345 \log_{10}(8t + 1) + T_0 \quad (2)$$

gde je:  $t$  [min];  $T_0$  - početna temperatura peći (= 20°C).



Slika 15. Krive zagrevanja za: a) CP sa efektom slabljena i b) požare ugljovodonika

Izračunavanjem po pokazanim izrazima ili očitavanjem sa grafika se dobija napr. tabela temperatura – vreme za celulozne požare.

Tabela 1. Temperatura –vreme za celuzorne

t, min	5	10	15	30	60	90	120	180
(T - T <sub>0</sub> ), °C	556	659	718	821	925	986	1029	1090

CP kriva je definisana za 6 h ali se konstrukcije ispituju na PO do 3 h (u većini zemalja Evrope, a najviše na 4 h).

Za ispitivanje konstrukcija na kojima se očekuje požar ugljovodoničnih goriva [HC] (naftnih gasova, zapaljivih tečnosti i gasova) - u pogonima za preradu zapaljivih tečnosti i sl. mogući su požari pri kojima se vrlo brzo postižu visoke temperature i održavaju dok traje dotok goriva. Za ove uslove odgovara razvoj temperature /dat u EN 1363-2/ izraz:

$$[HC]: T_g = 1080(1 - 0.325 e^{-0.167 t} - 0.675 e^{-2.5 t}) + 20 \quad [^{\circ}C]; \quad t \text{ [min]} \quad (3)$$

U EN 13501- 2 je definisan i drugi razvoj požara: za spoljašnje konstrukcije (balkone i sl.) – koju smo imali i pre deceniju, po SRPS<sup>18</sup>:

$$T = 660 (1 - 0.687 e^{-0.32 t} - 0.313 e^{-3.8 t}) + 20; \quad [^{\circ}C], \quad \text{gde je } t \text{ [min]} \quad (4)$$

<sup>18</sup> Napomena: ovaj razvoj požara je bio predviđen i našim starim standardom SRPS U.J1.092 (urađen preradom odgovarajućeg dela DIN-a). Kako je omaškom /greškom u našem standardu SRPS U.J1.240 navedeno da se ispitivanje fasadnih zidova obavlja po tom standardu neki naši "veštaci" su se dosetili da ispituju zidove od panela sa sintetičkom ispunom samo na takav (slab) požar koristeći i loš prevod i smutnju u standardu U.J1.092 i dobili otpornost zid 30 min. Ovo je prevara koja može da skupo košta neopreznog investitora a i arhitektu jer većina fasadnih zidova treba da se ispituje na CP krivu.

Uveden je i "poluprirodan" ("semi natural") požar i postoji mogućnost da se neka ispitivanja vrše na konstantnoj temperaturi (npr. 200 °C za vrata kojima se sprečava prodor dima; 500 °C za vrednovanje performansi za podignuti ("dupli") pod i 1000 °C za dimnjake i slične proizvode.

Ako se ima u vidu i mogućnost simuliranja "istrošenosti goriva" (ili slabijeg gašenja) u prostoriji pa tako linearnim "hlađenjem" koje počinje na 30, 60, 90 i 120 min (prema ISO 834) jasno je da sada postoji čitava lepeza standardnih krivih zagrevanja a ne jedna, kao pre 25 g, dok je "hlađenje" je po dinamici:

$$dT/dt = 625 \text{ °C/h} \quad \text{za } t_h \leq 0.5 \text{ h}$$

$$dT/dt = 250 (3 - t_h) \text{ °C/h} \quad \text{za } 0.5 \text{ h} < t_h < 2 \text{ h}$$

$$dT/dt = 250 \text{ °C/h} \quad \text{za } t_h \geq 2 \text{ h.}$$

U oba dela EN 1363 su date detaljno i tolerancije i drugi zahtevi, a i EN 13501 -2 i drugih delova i mnogo drugog "materijala" - ali je to zanimljivo pre svega za inženjere ispitne laboratorije. Ovde će se veća pažnja posvetiti onim osnovnim znanjima važnim za konstrukcije zgrada.

U zgradama su tipične konstrukcije dužine 2.6 - 10 m pa bi bilo umesno da se ispituju konstrukcije koje nisu previše umanjene modeli realnih jer postoje mogućnosti da se ne iskažu svi fenomeni, svojstveni velikim konstrukcijama. U predhodnim decenijama nisu nađena rešenja za ispitivanje dužih konstrukcija i tek po neka peć je napravljena za ispitivanje konstrukcija veće dužine (jedna - Centre Technique Industriel de la Construction Métallique, u Francuskoj - u kojoj mogu da se ispituju grede dužine 7.5 m, što je svakako bolje, ali još manje od dimenzija nekih realnih greda; nigde nije napravljena peć za ispitivanje stubova viših od 4 m a njih ima visine i preko 8 m itd.

Kriterijumi koji su ovim standardom usvojeni odranije su:

- **stabilnost** – dovoljno dobro očuvanje oblika uz održanje funkcije nosivosti (davno uvedena oznaka **R**);
- **integritet** - očuvanje celovitosti (oznaka **E**);
- **termoizolativnost** – ograničeno progrevanje (ozn. **I**).

U EN 13501 – 2 uvedeno je još nekoliko kriterijuma:

- **radijacija** - ograničeno isijavanje (zračenje kroz staklo, iz lima i sl.), oznaka **W**
- **izdržavanje udara**, "mehaničke akcije" (udar "malja"), oznaka **M**,
- **spособnost samozatvaranja** (vrata sa mehanizmom za zatvaranje), oznaka **C**
- **sprečavanje proticanja dima**, oznake **S**
- **otpornost na požar čađi** (za dimnjake), oznaka **G**
- **kriterijum zaštite** (za zaštitne pokrивke i sl.), oznaka **K**,

pri čemu i stari i novi kriterijumi imaju i podvrste. Tako I kriterijum ima podvrste I1 i I2; K ima podvrste K1 i K2 itd. Sve ovo je bitno usložilo i samo upoznavanje sa sistemom klasifikacije i verovatno sve više nametnule potrebu da se arhitektae još više oslone na konsultanta .

**Kriterijum stabilnosti** (za neke konstrukcije **kapacitet nosivosti**) je posebno važan za aksijalno opterećene stubove, linijski opterećene noseće vitke zidove, grede, odnosno međuspratne konstrukcije izložene savijanju. Pri požaru toplotno dejstvo utiče na smanjenje nosivosti - nastaje gubitak čvrstoće u meri koja zavisi od temperature uzorka. Metalni nosači imaju značajna izduženja pa ukoliko postoji ograničavanje izduženja javljaju se veliki

aksijalni naponi i plastične deformacije (izvijanje i savijanje). Statičar/konstruktor treba da sačini deo predloga ispitivanja u kome se za umanjeni nosač (ali slične vitkosti) definišu ispitne sile kako bi se **postigla ista slika napreznja i naponi** kao i u realnoj konstrukciji.

Za grede se stabilnost utvrđuje kroz veličinu ugiba (nekad je bio definisan granični kao  $L/30$ ) i kroz brzinu porasta ugiba. Brzina porasta ugiba ukazuje na približavanje području plastičnosti, odnosno kolapsu. Ova dva kriterijuma su od posebnog značaja jer se njima daju uslovi za bezbednu evakuaciju gasilaca.

$$\text{granični ugib: } f < L^2/400 d \text{ mm} ; \quad (5)$$

$$\text{granična brzina ugiba: } \frac{\Delta f}{\Delta \tau} = \frac{L^2}{9000 h} \text{ mm/min} \quad (6)$$

ovde je **f** (u standardu je oznaka D) – ugib; a **d** -udaljenost najudaljenijeg vlakna pritisnute zone do najudaljenijeg vlakna istegnute zone u poprečnom preseku nosača.

Ako je napr. greda dužine 4 m (standardno za peć) njen maksimalni tolerantni ugib je bio  $4000/30 = 133$  mm. To je naravno previše da bi se takva greda zadržala u sanaciji posle požara! Kreatori standarda su cenili da je ona "odradila dobro svoj posao" tokom požara! To je koncept kojim mnogi nisu zadovoljni. Nov kriterijum treba proveriti na konkretnom primeru. Uzmimo da je greda od H nosača visine preseka 200 mm pa je za nju  $d = 200$  mm; tada bi granični ugib bio  $4000^2/400 \cdot 200 = 1600/8 = 200$  mm; Ovo je veliko - ali peć u Borosu omogućava smeštaj greda raspona 5 m<sup>19</sup> pa bi za takvu gredu bilo  $5000^2/400 \cdot 200 = 2500/8$  dakle već preko 312 mm. Dakle u tom pogledu kriterijum je oslabio. Kriterijum brzine porasta ugiba je zadržan (kako je definisan ranije).

Presama se obično simuliraju samo određena prostija napreznja pa bi bilo dobro to imati u vidu ako je nosač realno izložen nekim složenijim napreznjima - bilo u celini ili u nekim svojim delovima (napr. kod oslonaca). Veštiji podnosioci zahteva mogu da u pogodnijim osloncima bolje ukrute gredu koja se ispituje i smanje ugib, tj. odlože vreme njegovog dostizanja (mada je teže rešivo i boljim osloncima /koji bar malo odvođe toplotu/ odlaganje progrevanja čeličnog nosača i plastične deformacije – drugi kriterijum).<sup>20</sup>

Sa više slika posle požara se vidi da su deformacije masivnijih greda još manje od dozvoljenih a da grede manjih preseka imaju velike deformacije (ne samo u vidu običnog ugiba). Na nekim slikama se lako konstatuje kolaps nosača a oko nekih nosača bi se konstrukteri sporili. Oko toga se javljaju zanimljiva pitanja ako zgrada nije kolapsirala (propis je zadovoljen!) ali su plastične deformacije većine glavnih nosača takve da se zgrada sa tako oštećenim konstrukcijama neće koristiti pa se i korisnik posle dan-dva s pravom pita:

- šta da radim sa konstrukcijama ?
- mogu li se ove konstrukcije "ispraviti"? ... ili "stidljivo" ...mogu li ovo da "sakrijem" spušenim plafonom?
- koliko me košta sanacija, da se sve ovo iskrivljeno ruši i gradi ponovo?

Oprezan investitor bi još kod izgradnje pitao - kako da izvedem zgradu da noseće konstrukcije posle požara nemam potrebu da menjam ili imao zahtev da sanacija bude

<sup>19</sup> Standardni čelični profili za građevinarstvo isporučuju se u dužinama od 3 do 15 m a primenjuju se obično dužine do 12 m, zbog pogodnosti za kamionski transport. Nekoliko proizvođača u Srbiji pravi tipske hale raspona broda i do 12 m.

<sup>20</sup> Napomena: u Srbiji, ni početkom 2011. ne postoji peć za ispitivanje horizontalnih konstrukcija a peć u IMS za vertikalne konstrukcije nema uređaje za stvaranje opterećanja tako da laboratorija može (i ovlašćena je od Akreditacionog tela Srbije) da ispituje samo neopterećene konstrukcije (pregradne zidove, vrata i sl.)

jeftina i brza. Odgovor na ovo pitanje počinje od grafika deformacija-vreme/temperatura. Često je i pri 125 °C na čeličnom nosaču deformacija značajna (oko 10 mm ali je još elastična), međuspratna betonska konstrukcija bi i pri tom malom ugibu popucala i bila bi potrebna izvesna sanacija. Za duže prednapregnute užetne krovne konstrukcije koje drže utegnute u sklopu betonske elemente u vidu delova luka i sl. može i 125 °C može biti preveliko - zbog znatne termičke relaksacije.

Da bi se pri požaru u čeliku održala niska temperatura (napr. do 180 °C) potrebna je mnogo efikasnija zaštita od one koja se traži da konstrukcije ne kolapsira, da je napr. mnogo deblji spoj izolacije, značajnije predimenzionisanje nosača i da se u prostoriji održava znatno niža temperatura odođenjem toplote i dima ventilacionim uređajima ili nekim drugim hlađenjem.

Za mnoge čelične konstrukcije, kod kojih postoje uslovi za slobodnu termičku dilataciju, temperatura u preseku do 300 °C može da bude takva da nije potrebna posebna sanacija. Za određivanje kritičnih uslova (za investitora) pored deformacija bitni su i uslovi sanacije (teška pristupačnost, velika cena, cena prekida rada i dr.)

Za vertikalne konstrukcije (stubovi i noseći zidovi) su nedavno uvedeni posebni kriterijumi:

$$\text{Granično sabijanje} \quad C = h/100 \text{ mm}; \quad (7)$$

$$\text{brzina sabijanja} \quad dC/dt = 3 h / 1000 \text{ mm/min}, \text{ (h – početna visina, mm)} \quad (8)$$

Usvojimo li da je stub visine koliko je standardna peć (3000 mm) dobija se da je maksimalno dozvoljeno sabijanje 30 mm a brzina sabijanja 9 mm/min što ukazuje da je sabijanje i vizuelno primetno<sup>21</sup>. Treba imati u vidu da je ono rezultanta termičkog istežanja i sabijanja usled već plastičnih deformacija (obično za čelik kad srednja temperatura po preseku prede 450 °C /na površini je više od 550 °C). Jasno je i da je kriterijum nosivosti za stub vrlo pažljivo odabran s obzirom na mogućnost naglog izvijanja koji po pravilu dovodi do kolapsa bar dela zgrade.

Međutim, za ispitivanje stubova za industrijske hale obično se ne postiže realna vitkost stuba već time što se uzorak uzima znatno manji od realnih stubova (3 m u odnosu na 6, 8 m pa i više). Za stubove bi bilo umesno da se vrši i modelovanje po vitkosti kad god se značajnije umanjuje uzorak (napr. umesto stub od realnih 6 m svodi na uzorak od 3 m). Predpostavimo da se firma koja pravi hale pravi čelični stub IPB280 od 6 m koji namerava da štiti premazom za otpornost na požar od 1 h i treba da napravi uzorak za ispitivanje; ona treba da već u početku saradnje sa akreditovanom laboratorijom koja ima i peć za baš ova ispitivanja iskaže nameru i da vidi šta sve treba da pripremi – kakve uzorke i koliko njih. Ocenu o tome koje dimenzije treba menjati kada se radi sa znatno umanjenim uzorcima, spada u vrlo složenu teoriju termo-mehaničke sličnosti i tek nekoliko ljudi u Evropi bi moglo dati umesne odgovore. Geometrijsku sličnost nosača (napr. po vitkosti) nije moguće ni postići (s obzirom na relativno mali izbor standardnih profila) a i da se postigne ni ona nije dovoljna; otvara se pitanje merodavnog mehaničkog opterećenja modela i mnogo drugih<sup>22</sup>.

---

*21 predviđeno je da svaka peć ima i zastakljene "otvore" za posmatranje i snimanje*

*22 pre oko 40 g. još često citirani istraživači ponašanja čeličnih konstrukcija na dejstvo požara su razvijali teoriju iz eksperimenata sa prostim "gredama" dužine svega 1 m (!) (i naravno znatno umanjenim poprečnim presekom) pa su posle proveravali validnost (bilo je to od male koristi): prave verifikacije za ispitivanja umanjenih modela visokih stubova još nema.*

**Kriterijum integriteta** ukazuje na održanje celovitosti konstrukcije. Prskotine mogu da budu samo na površini ali se mora sprečiti prodor plamena kroz zidove, međuspratne konstrukcije i druge prepreke za širenje požara. Dozvoljena veličina prskotina (otvora - fuga) nije precizno određena, ali se prema uslovima ispitivanja ne toleriše proboj plamena i/ili vrelih gasova.

Prskotine mogu biti tolerisane samo ako se time ne narušava funkcionalnost (stabilnost konstrukcije) i ne preči opasnost od kolapsa. To znači da to mogu biti samo kraće, lokalne, prskotine na ploči i sl. na kojim se gasovi i ohlade pri prodoru. Praktično se tolerantnost prskotina uzima u obzir preko probe paljenja čuperka vate na žici koji se prislanja uz pukotinu iz koje izbijaju gasovi. Paljenjem vate smatra se da je integritet narušen.

Za deblje konstrukcije (posebno zidove) u novije vreme koriste se i propisani kalibri (gap gauge) – čelični prečnika 6 i 25 mm za merenje veličine prskotina (zazora). (Napomena: ovo su preveliki kalibri za većinu pregradnih konstrukcija i govore i ustupcima, kojih ima više, a koji se čine u novije vreme, sa raznim motivima. Ovde se treba ponovo setiti jakog lobija proizvođača i firmi osiguranja u zemljama u kojim se ovi standardi kreiraju). Nije dozvoljeno ni "održano plamsanje" na neizloženoj strani. Da bi plameni gasovi uopšte izlazili iz pregrade potrebno je da u peći bude propisan nadpritisk – maksimalna vrednost u gornjem delu peći je sada 20 Pa (bilo je 10 Pa). U peći se teži da se ostvari prirodna promaja i neutralna ravan je na oko 500 mm od dna peći. Ako u peći ni u gornjem delu nema nadpritiska kroz pukotinu ne izbijaju vreli gasovi pa nema uslova da dođe do paljenja čuperka vate a time ni do glavnog dokaza narušavanja integriteta.

Vizuelno se nekad mogu uočiti (a i snima se video kamerom) kratkotrajni proboji plamena, para i sl. pri ispadanju komada nekih delova (napr. za zaptivanje krila vrata i sl.). Ispitivanje prolaska kalibara kroz pukotine uzorka se takođe registruje (po vremenu).

**Nenosivi elementi**<sup>23</sup> se ne opterećuju. Oni se obično izvode u dimenzijama koje su realne ili biliske realnim. Međutim i za njih vredi opreznost u pogledu odnosa uzoraka i realnog izvođenja. Za obične pregradnje zidove od opeke, blokova i sl. se pokazuje da se ipak uzorci svedeni na 3 x 3 m mogu smatrati reprezentativnim i za one realne od 4 x 4 m. Za pregrade koje sadrže čelične ili aluminijumske podkonstrukcije, limove, zastakljene i dr. elemente osetljive na dilatacije, vitoperenja i sl. deformacije to ne važi; još manje važi za vrata i uopšte konstrukcije sa pokretnim delovima.

Za vrata se uvažava nepisano pravilo: uzorak koji je samo do 5% većih gabarita ili za oko 10% manjih a koji je geometrijski sličan testiranom daće iste (u okvirima normalnih odstupanja) rezultate; za uzorke koji se za više od toga razlikuju su nužna testiranja. Dakle očuvanje nosivosti i oblika je često vrlo "nezgodan" kriterijum za konstrukcije koje se izvijaju, vitopere.

Od tri F kriterijuma za "pregrade" se najteže zadovoljava treći – izolativnost. **Kriterijum izolativnosti** - treba da obezbedi takav termički izolacioni kvalitet pregrade (zida, vrata i sl.) ne dođe do "prolaza" požara. Progrevanje zida po dubini je nestacionaran proces. Za merilo "prolaza" toplote za pregradne konstrukcije sem za vrata, rolo vrata i sl.

---

*(Napomena: više laboratorija koja vrše ispitivanje otpornosti na požar /imaju peć za vertikalne i horizontalne konstrukcije/ uopšte i nemaju "radijalnu" peć ( ispitivanje stubova) i pomalo rade ispitivanje "stubova" na pećima za "indikativna" ispitivanja (koje su manje od standardnih pa su i uzorci znatno umanjeni). U Srbiji ne postoji peć za ispitivanje stubova; u "blizini" Srbije postoji napr. u Rimu (Laboratorija ministarstva unutrašnjih poslova)*

*23 Termin elementi se i ovde ponegde koristi (kako je navedeno i u standardima) ali su to ustvari konstrukcije čak i kad su naoko proste kao što može biti čelični stub*

("zatvarače" oko konvejera) uzet je **porast temperature** na hladnoj strani od 140 °C. Ako se ima u vidu da je normalna početna temperatura 20 °C to znači da na hladnoj strani ne sme biti prosečna temperatura (5 termoparova) veća od 160 °C a maksimalni (porast – ovo u standardu nije za sve konstrukcije isto) 180 °C. Kritična temperatura od 180 °C na hladnoj strani usvojena je, jer je to temperaturi paljenja papira, tekstila – tepiha, tapiserija i sl.

U pogledu izolativnosti probleme stvaraju lake, i time i tanje, pregradne konstrukcije i vrata. Za vrata i zatvarače oko konvejera su napravljene podgrupe I<sub>1</sub> i A<sub>2</sub> a razlike su u temperaturi okvira vrata (što je važno kod onih sa širim ramom).



*Slika 16. a) i b) Vrata otporna na požar sa ostakljenjem c)ostakljenje u požaru (gel isparava, ploča stakla puca jedna po jedna i d) prozor*

Ostakljena vrata su povoljna da se vidi put evakuacije; dovoljno je da postoji okno veličine 0,1 m<sup>2</sup> (napr. 16 × 60 cm) po krilu. Korišćenje različitih staklenih panela vrata i ostakljene pregrade razvrstava vrata u klase:

- otporna na požar (F – zadovoljavaju sva tri kriterijuma; višeslojni stakleni panel)
- otporna na prodor vatre i dima (VD, zadovoljavaju kriterijume integriteta i očuvanja oblika ali ne i izolativnosti - prozračuju toplotu njihovi jednoslojni, G paneli)

Postoji značajan problem velikih (i visokih) vrata u industrijskim i skladišnim zgradama. Već je navedeno da su dimenzije ispitne peći 3 × 3 m, a postoji potreba za vratima i 3 puta veće površine (napr. 4.5 × 6 m) za prolaz većih viljuškara sa robom veće visine i širine. Potrebno je da se standardi za ispitivanja izmene i izgrade peći za zidove i druge vertikalne konstrukcije napr. 4 × 5 m ili 5 × 6 m.

Na predhodnoj slici (sl.16) se vidi da se sa vratima koja se normalno drže zatvorena ugrađuje zatvarač (i za njih postoji niz EN standarda i više tipova konstrukcija, ugla otvaranja vrata /napr, od 90 do 180°, režima i momenata zatvaranja itd. – osnovi zahtevi su u EN 14600). Za konstrukcije vrata i sl. sa njima se navodi i oznaka C.

U vezi sa vratima je sprečavanje proticanja dima. U EN 13501-2 je nepotrebno utrpno i ono što nema naročite veze sa otpornošću na požar – tako se napr. uvodi kriterijum **Sa** za vrata koja sprečavaju proticanje gasova na ambijentnoj temperaturi, a po kriterijumu **S2** na sobnoj i (dima) na 200 °C.

Kako je uveden kriterijum prozračivanja **W** postoji mogućnost da se da prikaže dinamika promene toplotnog fluksa, a maksimiziran je na 15 kW/m<sup>2</sup> (što je dovoljno za paljenje podnih gorivih materijala). U industriji su pregrade više ostakljene, uglavnom nepotrebne, ali su vrlo česte u poslovnim (upravnim i sl. reprezentativnim) zgradama.

Nekad su u industriji pogodni i prozori otporni na požar (radi nadzora iz upravne prostorije prema hali i sl.).

Ako je konstrukcija takva da ima više bitnih svojstava onda je gubljenje bilo koje (i samo jedne!) dovoljno da se kaže da je otpornost "izgubljena" a vreme se zaokružuje na prvi manji broj iz niza standardnih vrednosti (nove su 10, 20 i šira primena 45 min): **10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 ... (360) min.** (u novije vreme ovaj koncept se izmenio i sada se svako svojstvo /napr. integritet, očuvanje oblika i izolativnost/ izražava u dostignutom vremenu očuvanja napr. 87, 123 i 76 min).<sup>24</sup>

Za zaštitu gorivih zidova i tavanica predviđene su zaštitni paneli i sl. ploče, uveden i poseban standard o tome i kriterijumi K1 i K2).

Postoji veći broj EN i ENV standarda i "nacrti", oznake pr EN, sa brojnim delovima (ukupno preko 50 dokumenta razvijenih u predhodnoj deceniji) za pomenute i druge tipske konstrukcije.

U načelu, ne bi trebalo izmišljati bez preke potrebe vanstandardne procedure pa i za indikativna ispitivanja i dokazivanja nekako "alternativno" otpornost na požar - ali se i to radi. U SR Jugoslaviji su doneta tri standarda (SRPS U.J1.040: 041 i 042: 2000) u vezi primene ekspandujućih premaza za zaštitu čeličnih i drvenih nosača.

Tada se već nešto više u svetu radilo na primeni indikativnih ispitivanja (posebno u jeftinim fabričkim laboratorijama) i smišljena je procedura koja je donekle iznuđena (s obzirom na mogućnosti ispitivanja u IMS) – ispitivanje premazanih "komada" dužine samo 1-2 m ugrađenih u zid a koji su samo jednim delom u peći. Tada je tražena korelacija standardnih ispitivanja po ISO 834 i predložene procedure. U fabričkim laboratorijama se takvi uzorci štite pastom, premazom ili na neki drugi način i meri se temperatura u (jasno neopтереćenom) "komadu" standardnog čeličnog profila.

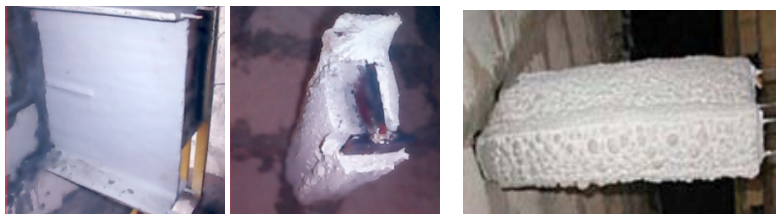
Nekoliko domaćih proizvođača i uvoznika je u IMS davalo za 10 godina na ispitivanje zaštićene "komade" čelika i drveta pri čemu je radi pojeftinjenja testova odjednom u zidu peći bilo i po 7 komada - da bi se našla korelacija debljine ekspandujućeg premaza i faktora preseka za razne preseke. U opticaju su izveštaji sa tih ispitivanja koji se prihvataju kao validni ali usvajanjem EN i ENV standarda trebalo povući te domaće standarde i tražiti samo načine dokazivanja otpornosti nosača prema novim "evropskim".

Proizvođači su očito imali znatan uticaj na razvoj EN 13501-2 i odgovarajućih specifičnih a među njima je EN 15882-3 Extended application of results from the resistance tests for service instalations – Part 3: Penetration seals. Postoji i u EU više proizvođača zaptivnih masa (obični bar malo ekspandujućih) za prodore instalacija (kanala, cevi, kablova i dr.) kroz OTP zidove koji su tražili da se i oni nekako istaknu u odnosu na obične (gorive, silikonske, akrilne, PU i dr.) zaptivne mase.

---

*24 Napomene: Vrata otporna na prodor vrelog ili "hladnog" dima ne treba vezivati za bilo koji kriterijum otpornosti na požar jer se ispituju po drugim standardima i pri znatno drugačijim uslovima. U mnogo ponuda proizvođača rolo i segmentnih vrata postoje slike koje pokazuju da se i za spoljna vrata predlažu rolo vrata otporna na prodor dima - to je skoro uvek nepotrebno – spoljna vrata su po pravilu bez bilo kakvih zahteva u pogledu ponašanja na požar ali u nekim slučajevima je u blizini (na manje od 4 m /što je u načelu već greška, ali je možda iznuđena/, nešto vrednije što bi moglo biti zapaljeno pa bar VD vrata mogu imati opravdanje.*





Slika 17. a) Komad šticek ekspandujućim premazom (koji se dobro održao) posle otvaranja peći, b) otpadanje komada premaza i c) nastajanje klobuka

Za prodore kablova (po pravilu onih sa izolacijom koja vrlo sporo gori) kroz zid postoji veliki broj ispitanih izvodenja sa raznim malterima, ugradnim elementima (keramičkim), stišljivim i ekspandujućim masama (pastama i granulama) jastučićima, ogrlicama itd. Postoji i prednorma (prEN15882-4) za isticanje primene linearnih (takode obično ekspandujućih) zaptivača za servisne instalacije i vrata.

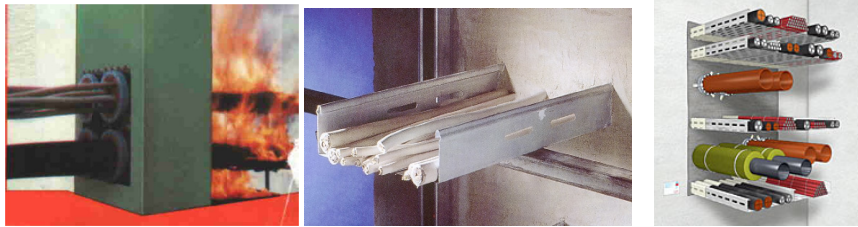


Slika 18. a) Klapna otporna na požar za prodor ventilacionog kanala kroz zid otporan na požar, b) stepenišni krak požarne otpornosti F60 po EN 1365-6, i c) ekspandujući premaz za tanke grede i trapezni lim (ispituje je premazana konstrukcija a ne premaz)



Slika 19. a) Injektiranje zaptivne paste mase; b) provera klapne, c) specijalni ventus prozor za odimljavanje

Za sve konstrukcije je važno da se uzvode onako kako su ispitivane i obratno - za ispitivanje se spremaju takvi uzorci koji su tipični. Napr. za vrata i klapne je vrlo važno precizno uputstvo za izvođenje i proizvođač uz svaki proizvod daje izveštaj o ispitivanju u kome takode treba slikama i tekstem treba da se vidi kako se izvodi montaža i prateći radovi (napr. zaptivanje, podešavanje mehaničkih delova i ispitivanje funkcionalnosti).



Slika 20. Rešenja za sprečavanje prodora požara po (gorivoj) izolaciji kablova i raznih cevi

## LITERATURA

- [1] EN 1364-1 Fire resistance tests for non-loadbearing elements. Walls (Neopterećeni "elementi" /ustvari konstrukcije/. Zidovi)
- [2] EN 1364-2 Fire resistance tests for non-loadbearing elements. Ceilings (Tavanice)
- [3] EN 1365-1 Fire resistance tests for loadbearing elements. Walls (Nosivi zidovi)
- [4] EN 1365-2 Fire resistance tests for loadbearing elements. Floors and roofs (Nosivi "podovi" i krovne konstrukcije)
- [5] EN 1365-3 Fire resistance tests for loadbearing elements. Beams (Grede)
- [6] EN 1365- 4 Fire resistance tests for loadbearing elements. Columns (Stubovi)
- [7] EN 1365-5 Fire resist. tests for loadb. elements. Balconies and walkways (Balkoni i pešačke galerije)
- [8] EN 1365-6 Fire resistance tests for loadbearing elements. Stairs (Stepenišni kraci)
- [9] EN 1634-1 Fire resistance tests for door and shutter assemblies. Fire doors and shutters (Obična vrata i rolo vrata)
- [10] EN 1634-3 Fire resistance tests for door and shutter assemblies. Smoke control doors and shutters (Obična vrata i rolo vrata za kontrolu kretanja dima)
- [11] EN 13216 – 1 Chimneys – Test methods for system chimneys Part 1 General test methods. (Sistem dimnjaci; opšte ispitne metode)
- [12] ENV 13381 - 4 Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members – Part 4 Applied protection to steel members (za primenu zaštite za kons. sa čeličnim "članovima")
- [13] ENV 13381 - 5 Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members. Part 5. Applied protection to concrete/profiled sheet steel composite members (za primenu zaštite za kompozitne članove beton/profilisani čelični elementi)
- [14] ENV 13381 - 6 Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members. Part 6 Applied protection to concrete filled steel columns (za zaštitu čelični stub punjen betonom; napomena autor je imao učešće u ispitivanjima ovakvih stubova pre oko 20 g u Institutu INZA u Sarajevu a po konceptu stručnjaka iz Beograda i Skoplja)
- [15] ENV 13381-7 Test methods for determining the contribution to the fire resis. of structural members Part 7. Applied protection to timber members. (za drvene konstrukcije)

*Ruzica Bozovic Stamenovic<sup>1</sup>, Sabrina Tasrib<sup>2</sup>*

### **TOWARDS BETTER HEALTHCARE DESIGN - GREEN MARK RATING TOOL AND WELLBEING OF USERS**

#### **Summary**

This paper examines the relation of Green Mark rating system and research recognized wellness factors crucial for effective healthcare design. Only the main wellness criteria are listed and matched with corresponding points in Green Mark. Results indicate that effectiveness in terms of sustainability and energy efficiency does not necessarily contribute to wellbeing of users in hospitals. We therefore conclude that energy efficiency rating instruments should be further developed and fine-tuned to appropriately recognize and value wellness factors thus contributing to better healthcare design.

#### **Key words**

Sustainability, wellness, healthcare design.

### **KA BOLJEM PROJEKTOVANJU ZDRAVSTVENIH PROSTORA - GREEN MARK SISTEM BODOVANJA I DOBROBIT KORISNIKA**

#### **Rezime**

Ovaj rad ispituje odnos Green Mark sistema bodovanja i, kroz istraživanje prepoznatih, “wellness” faktora koji su od ključnog značaja za efikasno projektovanje zdravstvenih prostora. Samo su osnovni “wellness” faktori dovedeni u vezu sa odgovarajućim Green Mark kriterijumima. Rezultat pokazuje da efikasnost u smislu održivosti i energetske efikasnosti ne podrazumeva i dobrobit korisnika u bolnicama. Stoga zaključujemo da bi sistemi za merenje energetske efikasnosti morali da budu dalje razvijani i podesavani da na pravi način prepoznaju i valorizuju “wellness” faktore i tako doprinesu uspešnijem projektovanju zdravstvenih prostora.

#### **Ključne reci**

Održivost, wellness, projektovanje zdravstvenih prostora.

---

*<sup>1</sup>Associate Professor, Faculty of Architecture, University of Belgrade, Bulevar Kralja Aleksandra 73/II, 11000  
Belgrade, Serbia, [ruzicabozovic@arh.bg.ac.rs](mailto:ruzicabozovic@arh.bg.ac.rs)  
<sup>2</sup>Sabrina Tasrib, M.Arch, National University of Singapore, 4 Architecture Drive, Singapore*

## 1. INTRODUCTION

Healthcare facilities have an exceptionally large impact on the environment in comparison to other building types. For this multi-billion industry, still expanding due to worldwide changing demographic profile and intensive technological advancements, being *green* while concurrently looking into patients' outcome becomes vital. The most common initial response to spaces is emotional [7] and multi-sensory [6]. Thus, architecture has immense potential to engage the immediacy of people's synesthetic experiences more fully and effectively than other art forms [3]. New paradigms coming from evidence-based design research that have been particularly fruitful for this paper are the Theory of Supportive Healthcare Design, which emphasises 'positive distraction' [9] and concept of positive stress or 'eustress' [8]. Both are rooted in Total Healing Environment model [5] and based on the World Health Organization's definition of health [10] as a "state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity". Wellness factors have been determined since, and applied through principles of Evidence Based Design [4]. However, a number of *green* building rating tools still focus almost entirely on quantifiable data regarding energy consumption and sustainability. Some of the major rating tools are more sensitive to wellness issues, Japanese CASBEE in particular, but all still do not incorporate wellness factors in an organized manner. Critical question is, therefore, how *green* healthcare spaces could contribute to patients' wellness outcomes while at the same time using fewer natural resources?

The methodology we set for analysing Singapore's rating system, the Green Mark<sup>3</sup> [2] implied listing major research proven wellness factors, connecting them to respective rating categories, tabulating their value to understand their relevance and subsequently indicating steps for improvements.

## 2. MAIN WELLNESS FACTORS IN HEALTHCARE DESIGN

Increasing empirical results are confirming the direct link of recuperation environment to patients' recovery rate, overall wellness, pain and stress levels [9]. New hospital projects now have the opportunity to incorporate not only updated medical technology but more critically, beneficial designs to deliver quality care. Wellness factors can be looked at as criteria set to make hospitals safer, improve patients' well-being and enhance their recovery while shortening hospital stay. Wellness factors are addressing three main areas; 1) improving patient safety 2) reducing psychological stress and other environmental trauma and 3) increasing control over environment and privacy.

### 2.1. IMPROVING PATIENTS' SAFETY

Patients' safety issues refer to decreasing the mortality rate triggered by hospital's activities and rising rate of intra-hospital generated antibiotic resistant infections. Main concerns include reducing environmental risks, reducing medical errors related to environmental features and reducing incidents of environment-caused patient falls.

---

<sup>3</sup> Green Mark is rating tool introduced in 2005 in Singapore and mainly developed from LEED and Green Star. This scheme targets to reduce 35% energy intensity consumption in Singapore by the year 2030

- Reduce the risk of hospital-acquired infections: Maintain cleanliness; Good ventilation and airflow; Efficient system maintenance;
- Reduce medical errors: Reduce distraction from noise; Proper task lighting levels; Use of acuity-adaptable rooms/Single-bedded
- Reduce patient falls: Appropriate lighting; Surfaces and carpeting; Single-bed rooms that encourage presence of family; Social supportive spaces

## **2.2. REDUCING PSYCHOLOGICAL STRESS AND OTHER ENVIRONMENTAL TRAUMA**

Facilitating patients' recovery rate and reducing their psychological stress and other trauma is strongly connected to environmental support and positive stimuli [1]. Positive Distraction Theory implies reducing pain, stress and depression while improving patients' rest and recovery rate by creating positive stimuli from the environment, mainly relying on natural resources – daylight, greenery, water and natural materials.

- Reducing Pain and Stress: Exposure to Nature; Higher levels of day lighting; Reduced stressful noise;
- Reducing Depression: Higher levels of day lighting/ artificial light; Exposure to nature and natural materials; Sensorial spaces, Social Supportive spaces
- Improving Patients' rest: Sufficient day lighting; Control over artificial lighting levels, Reduce stressful noise; Single-bed rooms
- Reduced Length of Stay: Sufficient day lighting; Views and exposure to nature; Acuity-adaptable rooms
- Improving Communication with Family: Single-bed rooms; Family rooms with flexible furniture and supportive interior; Reduced noise -flooring and surfaces

## **2.3. BETTER PATIENT CONTROL**

Empowering patients with control over their unfamiliar environment helps reduce their feeling of helplessness and anxiety. This section looks into the approaches to patients' ability to control their environment. The issues include improving patients' privacy control and increased behavioural control such as reducing spatial disorientation, managing environmental comfort levels, particularly temperature, lighting and noise.

- Increasing Patient Privacy: Single-bed rooms. Private discussion rooms, Contained sound
- Reducing Spatial Disorientation: Administrative Procedural Information, External Building Cues and environmental landmarks, Local Information, Global spatial structure

Wellness Factor	Design Strategies														
	Single-Bed Rooms	Hygiene Efficient Wards	Exposed to Nature	Access to Daylight	Aesthetic Pleasantness	Appropriate Lighting	Reduce Noise at Source, Noise Reducing Finishes	Good Ventilation	Thermal Comfort	Healing Art & Music	Carpeting	Helpful Information Guide	Easy Access to Things in the Room	Family Zone in Patients Room	Acuity-Adaptable Room
Decrease in Hospital Acquired Infections	•	•						•							
Decrease in Medical Errors	•					•	•								•
Decrease in Patient Fall	•					•					•			•	•
Decrease in Pain			•	•	•	•	•		•						
Decrease in Stress	•		•	•	•	•	•		•					•	
Decrease in Depression			•	•	•	•								•	
Decrease in Length of Stay			•	•		•		•							•
Decrease in Spatial Disorientation			•	•	•						•				
Increase in Patient Sleep	•			•		•	•								
Increase in Communication	•						•							•	
Increase in Privacy	•						•							•	
Increase in Control	•			•		•	•	•	•		•	•			
Total	8	1	5	7	4	8	7	3	1	2	1	2	1	5	3

Figure 1. Evidence based Wellness Factor Chart with most influential factors highlighted

### 3. GREEN MARK RATING TOOL AND WELLNESS – INTERCONNECTIONS

Green Mark emphasizes on five categories; Energy Efficiency, Water Efficiency, Environmental Protection, Indoor Environmental Quality and Other Green Features. Green Mark is thus largely an energy assessment tool. Hospital buildings fall under the broad category of Non-residential New buildings with the latest GM Version 4.0 updated in August 2010.

Table 1. Summary of Green Mark sub-categories that overlap with wellness factors

REF NO	Green Mark Criteria	Addressing Wellness Factor	GM POINTS
ENE-1	Thermal Performance of Building Envelope-ETTV	Thermal Comfort	12
ENE-3	Building Envelope-Design/ Thermal Parameter	Thermal Comfort	35
ENE-4	Natural Ventilation	Good Ventilation	20
ENE-5	Daylighting	Access to Daylight	6
ENE-6	Artificial Lighting	Appropriate Lighting	12
ENE-10	Energy Efficient Practices +Features	Access to Daylight	12
WAT-3	Irrigation Systems and Landscaping	Expose to nature	3
ENV-2	Sustainable Products	Hygiene Efficient Wards	8

ENV -3	Greenery Provision	Expose to nature	8
IEQ-1	Thermal Comfort	Thermal Comfort	1
IEQ -2	Noise Level	Reduce noise at source, noise-reducing materials	1
IEQ -3	Indoor Air Pollutants	Good Ventilation	2
IEQ -4	Indoor Air Quality (IAQ) Management	Good Ventilation	2

The summary table above indicates the seven clusters of wellness factors that coincide with the sub-categories of Green Mark i.e. exposure to nature, access to daylight, appropriate lighting, reduced noise level, good ventilation, hygiene efficient wards and thermal comfort. The ones highlighted are high impact wellness factors which are believed to make a difference to the patient holistic healing process.

$$\Sigma[(6+12+12+3+8+1)+12+35+20+8+1+2+2]= 122$$

Overall, the sub-categories of the local green rating tool that affect wellness of patients are quantified to be a considerable 64,2% of the total scoring for Green Mark (190). This result is regarded to be important and reflect a potentially significant impact on holistic wellness.

#### 4. DISCUSSION AND CONCLUDING REMARKS

- **Exposure to Nature and Access to Daylight.**

Green Mark updated version 4 included ENE-5 Daylighting to encourage a minimum of 75% of the units with daylight provisions to meet the minimum illuminance level based on the extent of perimeter daylight zones. Daylight is expected to reach a minimum of 3 meters into a room. Sub-category ENV-3 Greenery Provision that promotes greater use of greenery and restoration of trees which can reduce heat island effect can motivate hospitals as added incentive to provide for more softscape in the built environment. This area is the strongest correlation between the high weightage given in the Green Mark of 8 points and the tremendous literature that pinpoints to the invaluable benefits of providing pockets of green respite in a hospital setting, amongst others; reducing stress and pain, encouraging social support, providing areas of escape and meditation, providing better spatial orientation and more.

- **Appropriate Lighting**

Green Mark category ENE-6 Artificial Lighting does not directly encourage the use of appropriate task lighting that addresses many patient outcomes such as reduced medical error, reduced patient fall and decreased stress, pain and depression. Implementing energy efficient lighting need not compromise on effective artificial lighting for hospital vital activities.

- **Noise Control**

Noise control is among the high impact wellness factor as noise is a considerable problem in healthcare setting. Green Mark category IEQ-2 Noise Level supports the hospital efforts to reduce noise levels while encouraging good ambient sound levels as recommended in SS 553. Unfortunately, while noise control is a major factor contributing to patient wellness, the weightage for this Green Mark category at a mere 1 point does injustice to hospital imperative efforts to control noise.

- **Natural Ventilation**

Green Mark category ENE-4 Natural Ventilation promotes good natural ventilation such as building orientation which utilizes prevailing monsoon winds. Green Mark category IAQ-3 Indoor Air Pollutants helps minimize airborne contaminants to promote healthy indoor environment. However, the weightage for this category is merely 2 points which does not reflect a substantial importance of good natural ventilation in the overall scheme.

- **Thermal Comfort**

Green Mark Category IEQ-1 Thermal Comfort relates directly to the indoor comfort of building occupants. However, the criterion stipulated is with regards to the air-conditioning comfort temperature range between 24OC to 26OC and humidity less than 65% RH. Other Green Mark categories that link indirectly to patient wellness are ENE-1 Thermal Performance of Building Envelope ETTV and ENE-3 Building Envelope- Design/ Thermal Parameter that reduces the solar heat gain of a building. This addresses in particular to naturally ventilated multi-bed rooms.

- **Sustainable Products**

Green Mark Category ENV-2 Sustainable Products indirectly relates to the finishes and materials which are well suited to control the spread of infection but may be toxic and hazardous to the environment. However, it has been identified that a finishing material, linoleum, can be more sustainable alternative to the conventional easy-to-clean vinyl.

In conclusion, attempts to link wellness factors with environmentally effective healthcare design through fine-tuning the green criteria and rating should primarily focus on the most relevant categories. If awarded more appropriately, wellness factors imbedded in an enhanced rating tool might result with more relevant improvements in design and not merely in energy savings. This statement is supported by case studies of two Green Mark Platinum awarded hospitals in Singapore. Results prove that users overall rated better the one with more obvious environmental features as closely connected to wellbeing.

## LITERATURE

- [1] Bozovic Stamenovic, R. Healing Spaces. Retrieved 15.08.2011 from [www.futurarc.com](http://www.futurarc.com/previous_edition/healing.cfm): [http://www.futurarc.com/previous\\_edition/healing.cfm](http://www.futurarc.com/previous_edition/healing.cfm)
- [2] Building Construction Authority (BCA). "Green Mark Assessment Criteria". Retrieved 15.08.2011 from [http://bca.gov.sg/GreenMark/green\\_mark\\_criteria.html](http://bca.gov.sg/GreenMark/green_mark_criteria.html)
- [3] Holl, S; Pallasmaa, J. and Perez-Gomez, A. „Questions of Perception: Phenomenology of Architecture“. CA: William Stout Publishers, San Francisco, 2006.
- [4] Joseph, A., Becker, F., Hamilton., Shepley, M. & Zimring, C. „A practitioner's guide to evidence-based design“. Center for Health Design, Concord, CA, 2008
- [5] Linton, P. E. „Creating a Total Healing Environment“. In Proceedings, The Fifth Symposium on Healthcare Design, San Diego, CA. 1992.
- [6] Pallasmaa, J. „The Eyes of the Skin“- Architecture and the Senses. Academy Editions, London, 1996.
- [7] Pérez-Gómez, A. „Built Upon Love: Architectural Longing after Ethics and Aesthetics“. MIT Press:, Cambridge, Mass., 2006.
- [8] Selye, H. „The stress of life“. New York: McGraw Hill. 1956.
- [9] Ulrich, R. S. „Effects of interior design on wellness: Theory and recent scientific research“. *Journal of Health Care Interior Design*, 3(1), 97-109. 1991
- [10] World Health Organization. „Definition of Health“. Retrieved 15.08.2011 from [www.who.org: https://apps.who.int/aboutwho/en/definition.html](https://apps.who.int/aboutwho/en/definition.html)



*Tanja Jokanović<sup>1</sup>*

### **POLUTRANSARENTNI FASADNI MODULI SA ASPEKTA PRIRODNOG OSVJETLJAVANJA OBJEKTA**

#### **Rezime**

Kvalitetno regulisanje prirodne svjetlosti u objektima sa integrisanim polutransparentnim fotonaponskim sistemima u velikoj mjeri se odražava kako na energetski balans tako i na vizuelni komfor korisnika. Jedan od primarnih ciljeva pri upotrebi ovih sistema jeste definisanje optimalnih uslova za kontrolu dnevne svjetlosti kao i uspostavljanje adekvatnog odnosa između prirodnog i vještačkog osvjetljenja. Kontinuirani tehnološki napredak polutransparentnih fotonaponskih sistema ponovo ističe dnevno svjetlo kao važnu projektantsku strategiju i utvrđuje nove smjernice prilikom planiranja i konceptualizacije raznih tipova fasadnih omotača objekata.

#### **Ključne riječi**

Prirodna svjetlost, polutransparentni fasadni moduli, kontrola dnevne svjetlosti.

### **SEMITRANSARENT FACADE MODULES FROM THE ASPECT OF NATURAL ILLUMINATION OF THE BUILDING**

#### **Summary**

Quality regulation of natural light in buildings with integrated semitransparent photovoltaic systems is largely reflected in the energy balance and visual comfort of users. One of the primary goal of using these systems is to define the optimal conditions for the control of daylight and the establishment of an adequate relationship between the natural and artificial lighting. Continuous technological advances of semitransparent photovoltaic system highlights again daylight as an important design strategy and establishes new guidelines in the planning and conceptualization different types of facade envelope.

#### **Key words**

Natural light, semitransparent facade modules, daylight control.

---

<sup>1</sup> Dipl.inž.arh., student Doktorskih studija na Arhitektonskom fakultetu u Beogradu, Josifa Pančića 2, Banjaluka, Republika Srpska, tanja\_tea@hotmail.com,

## 1. UVOD

Osvjetljenje unutrašnjeg prostora je od velikog značaja kako za energetske balans tako i za vizuelni komfor korisnika. Kvalitetno regulisanje prirodne svjetlosti u objektima sa integriranim polutransparentnim fotonaponskim sistemima utiče ne samo na ljudsko zdravlje i zadovoljstvo, nego i na redukciju emisije ugljen dioksida. Zbog veoma brze urbanizacije u gradovima, postoje povećane poteškoće kada je u pitanju prodiranje dnevne svjetlosti u unutrašnjost objekta [1], što može dovesti i do smanjenja efikasnosti polutransparentnih fotonaponskih sistema u energetskom smislu. S druge strane, iako prirodno svjetlo igra vitalnu ulogu u arhitektonskom projektu, prekomjerna sunčeva svjetlost može dovesti do prevelikih toplotnih dobitaka unutar objekta što uzrokuje određenu energetske potrošnju, tako da je veoma važno da se uspostavi balans između transparentnosti i termalnih karakteristika fasadnog omotača objekta. Već danas, postoje brojne tehničke opcije koje dopuštaju integraciju polutransparentnih fotonaponskih modula za kontrolu dnevne svjetlosti na fasadama sa značajnim potencijalom.

## 2. INTENZITET I KVALITET OSVJETLJENOSTI UNUTRAŠNJEG PROSTORA

Sa stanovišta intenziteta i kvaliteta osvjtljenosti naročito je poželjan prodor sunčeve svjetlosti u prostoriju kroz zastakljene dijelove fasadnog omotača[2]. U zavisnosti od adekvatne upotrebe odgovarajućeg tipa polutransparentnih fasadnih modula, odnosno da li se radi o fasadnim modulima sa razmaknutim ćelijama<sup>2</sup> ili tankim film fasadnim modulima (sl.1,2), mogu se optimizovati zahtjevi prirodne osvjtljenosti unutrašnjeg prostora.



*Slika 1. Polutransparentni fasadni moduli sa razmaknutim ćelijama*



*Slika 2. Tanki film fasadni moduli*

Kada je u pitanju kvalitet dnevne svjetlosti, fasada treba da minimalizuje toplotne dobitke od sunca, da uspostavi dinamičku kontrolu solarnih toplotnih dobitaka i odsjaja, kontroliše toplotne gubitke, ali i da preusmjeri svjetlosni incident na efikasniju upotrebu u objektima.<sup>3</sup> Zbog toga je veoma važno da se odrede pravilana rješenja konfiguracije polutransparentnih modula u smislu strukture, boje i rasporeda fotonaponskih ćelija, kao i

<sup>2</sup> Staklo-staklo mono i staklo-staklo polikristalni moduli.

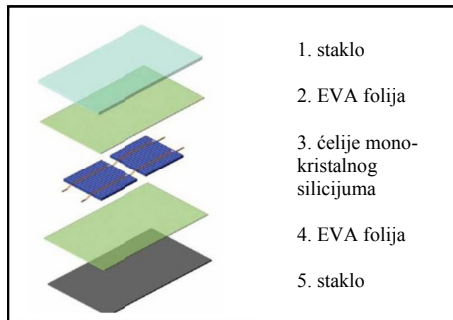
<sup>3</sup> Kontrola toplotnih gubitaka i dobitaka su u velikoj mjeri riješena u poslednjih 25 godina, dinamička kontrola toplotnih dobitaka i odsjaja je na dobrom putu da postane održiv metod, dok kontrola usmjeravanja svjetlosti je ozbiljan tehnički izazov.

njihova orijentacija. Na ovaj način će polutransparentni fasadni moduli obezbjediti ne samo bolju optimizaciju dnevne svjetlosti u unutrašnjosti objekta nego i poboljšati zaštitu od sunca i uslove termalnog komfora uopšte, i na kraju smanjiti troškove za zahtjeve osvjetljenja objekta, čineći zaista jednu dobru solarnu arhitekturu koja je „u harmoniji sa prirodom i koja pravilno koristi fizičko okruženje za bolji kvalitet i održivost ljudskog života“, kao što to ističe Tom Hough [1].

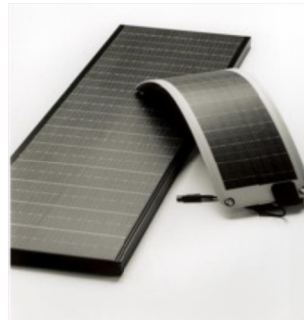
## 2.1 STRUKTURA POLUTRANSARENTNIH FOTONAPONSKIH MODULA

Polutransparentni fotonaponski moduli su sačinjeni od transparentnog materijala stakla, ali sa određenim kombinacijama u zavisnosti od zahtjeva projekta. Modul može da se konstruiše na različite načine u vidu: jednostrukih, dvostrukih ili trostrukih staklenih ploča sa odgovarajućim pozicioniranjem staklenih ćelija. Osnovni redoslijed slojeva prikazan je na slici 3 [3].4

Amorfni silicijum i ostale tanke film tehnologije se proizvode vakuumskim isparavanjem (evaporacijom) silicijuma na nosač koji može biti ploča stakla ili fleksibilni polimer (sl.4). Ovaj metod im omogućava da se primjene na tradicionalne građevinske materijale.



Slika 3. Struktura polutransparentnog fasadnog modula sa razmaknutim ćelijama



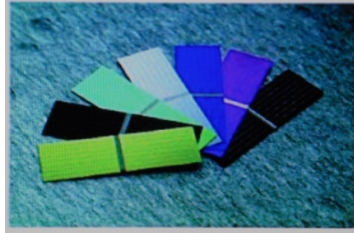
Slika 4. Tanki film fasadni moduli

## 2.2 BOJA FOTONAPONSKIH ĆELIJA

Moduli sa kristalnim ćelijama su dostupni u mnogim različitim bojama i dizajnu od čega i zavisi njihov cjelokupni izgled.5 Polikristalne ćelije mogu da koriste više boja koje se prelijevaju u određene šare nudeći svestraniji izgled, dok su monokristalne ćelije više uniformisane sačinjavajući jedan estetski entitet (sl.5) [4].

4 Pogledati detaljnije model solarne sobe sa integriranim polu-transparentnim modulima i njihovim komponentama.

5 Obično su monokristalne silicijumove PV ćelije tipično crne, sive ili plave dok su polikristalne silicijumove ćelije obično srednje ili tamno plave.



Slika 5. Paleta boja monokristalnih ćelija

Trenutno se mogu proizvesti polikristalne ćelije obojene u zlatnu, zelenu, smeđu i ljubičastu boju (sl.6). Boje se proizvode refleksijom različitog dijela spektra svjetlosti u svakom slučaju i zavise od antirefektivnog premaza, gdje u zavisnosti od debljine ovog premaza cjelokupna refleksija će se povećati i efikasnost ćelija će se smanjiti za 15-30%, što zavisi od izbora boje. Cijene ovih modula su takođe 2 ili 3 puta veće od uobičajenih [5,6].



Slika 6. Zelena (efik.11.8%), zlatna (12%), srebrna, smeđa (12.5%) i ljubičasta (13.2%) polikristalna ćelija sa specijalnim antirefektivnim premazom (izuzev srebrne).

Moduli sa amorfnim ćelijama takođe su dostupni u različitim bojama i dizajnu.6 Potpuno drugačiji pristup ka transparentnosti se postiže sa obojenim ćelijama koje imitiraju fotosintezu. Poput poluprovodnika obojeni molekuli u ovim ćelijama apsorbuju samo uski pojas svjetlosnih boja, s tim što posjeduju dominantan nedostatak kada je u pitanju postizanje visoke energetske efikasnosti.

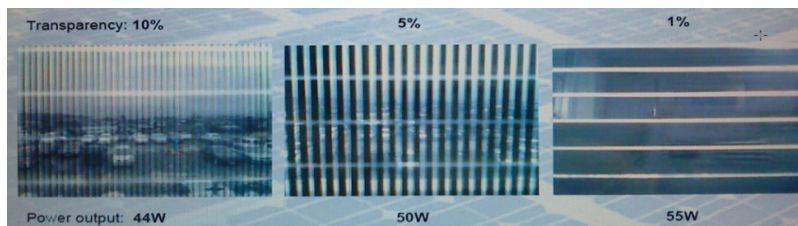
### 2.3 RASPORED FOTONAPONSKIH ĆELIJA

Današnji proizvedeni solarni moduli mogu da propuste procentualno obično oko 80%-90% prirodne svjetlosti. Transparentnost se obično postiže na dva načina u zavisnosti od vrste ćelija. Kod ćelija od amorfnog silicijuma fotonaponska ćelija je toliko tanka ili je laserski obrađena da je kroz nju moguće gledati [7]. Prozirnost se postiže kroz mikroperforacije silicijumovog sloja. Razmak ćelija se može povećati za traku pri čemu se reguliše željena transparentnost unutar objekta. Linije materijala se prema izboru mogu premještati vertikalno na traku ćelije. Kombinovane trake sa razmaknutim ćelijama obrazuju interesantne svjetlosne obrasce omogućavajući neutralno obojenu diskretnu transparentnost<sup>7</sup>, kao i vrijednosti transmisije od maks.1%-30% [6].<sup>8</sup> Ovakvi sistemi će obezbjediti efekte filtrirane vizije spoljašnosti (sl.7).

<sup>6</sup> Izgled tankih film amorfnih silicijumovih ćelija je uniforman sa tamnom mat površinom, boje uključuju sivu, smeđu i crnu.

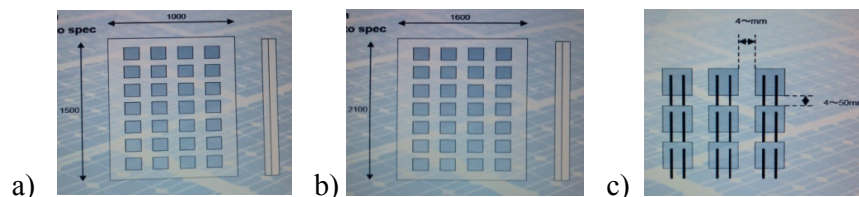
<sup>7</sup> Boja propuštene svjetlosti će zavistiti od apsorbovanih boja od strane ćelije na putu prolaska svjetlosti kroz ćeliju.

<sup>8</sup> Naravno da je tehnologija dosegla toliki nivo razvoja po kojima tanki film moduli mogu da budu u potpunosti prozračni, ali se oni ne odnose na komercijalnu proizvodnju. Međutim kada se prozračnost i spominje, to se uglavnom odnosi na polutransparentne module.



Slika 7. Primjer ćelija amornog silicijuma sa različitim intenzitetima transparentnosti od 1-10%, [www.msk.ne.jp](http://www.msk.ne.jp)

Kod drugog načina fotonaponske ćelije prisvajaju ulogu sistema za stvaranje sjenke, gdje su kristalne solarne ćelije na zastakljenoj podlozi raspoređene tako da se dio svjetlosti filtrira kroz fotonaponske module i tako osvjetljava prostoriju. Stepjen prozračnosti je proizvoljan i kreće se od 10%-90%. Količina svjetlosti koja prolazi kroz module jednostavno zavisi od razmaka između samih ćelija. Prostor između svake pojedinačne ćelije može se prilagođavati za 30-tak mm. Razmaci između ćelija se kreću u rasponu od 15-20mm, a može dostići razmak i do 50-tak mm, što naravno zavisi od ukupnog iznosa zahtjevanog prenosa svjetlosti [8] (sl.8).



Slika 8. a) i b) standardne dimenzije - specifikacija stakla, c) specifikacija dozvoljenog razmaka između ćelija

Interesantni svjetlosni efekti kod ovakvih modula dovode do neprestanih transformacija pri formiranju obrazaca nijansi sjenki u datom objektu.

### 3. ULOGA ORIJENTACIJE POLUTRANSARENTNIH FASADNIH MODULA NA OSVJETLJAJ UNUTRAŠNJEG PROSTORA

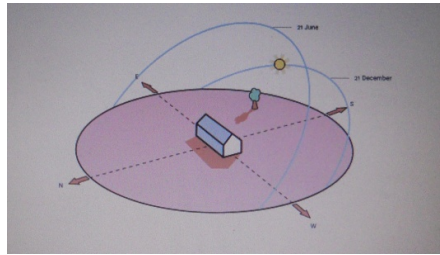
Za lokacije na sjevernoj hemisferi južno pozicionirana fasada je idealna za maksimalnu proizvodnju fotonaponske električne energije i upotrebu dnevne svjetlosti regulišući prekomjerne toplotne gubitke zimi, kao i prekomjerno zagrijavanje u ljetnom periodu. Mnoga istraživanja ukazuju da južno pozicionirana fasada prima najviše dnevne svjetlosti [9]<sup>9</sup>, a istočno pozicionirana fasada prima najmanje dnevne svjetlosti u vremenskim intervalima od 10-17h<sup>10</sup>.

Iako na efikasnost polutransparentnih fotonaponskih modula utiče mnogo faktora jedan od najvažnijih je zaklanjanje modula drugim oblikovnim elementima. Preporučljivo

<sup>9</sup> Pogledati detaljnije eksperimentalnu studiju kancelarijskog prostora u Montrealu.

<sup>10</sup> Kada se uporedi sa južno i zapadno pozicioniranim fasadama.

je da ispitni proces za određeni objekat pri ugradnji fotonaponskih sistema započinje sa 3D modelom i analizom položaja sunca. 3D model treba da se izradi na dugoročniji period, da sadrži susjedne objekte kako bi se provjerile sve mogućnosti oko efekata stvaranja sjenke (sl.9).



Sl.9 Obim sunčeve putanje tokom godine za vrijeme ljetne dugodnevnicе i zimske kratkodnevnicе. Uglovi za ove putanje su namjenjene za Evropske uslove.

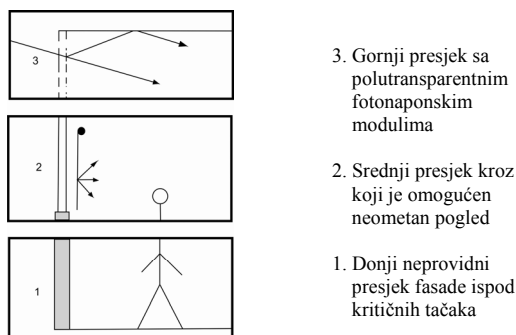
#### 4. ISPITIVANJE USLOVA OSTVARENJA OPTIMALNOG OSVJETLJAVANJA UNUTRAŠNJEG PROSTORA

Prosječan ulaz dnevne svjetlosti u unutrašnjost prostorije obično zavisi od uslova na nebu tj. vremenskih prilika, upadnog ugla sunčevih zraka, ali i karakteristika staklene površine kroz koju svjetlost prodire. Veoma je važno da se u prostorijama u kojima se vrši ispitivanje intenziteta osvjetljenja, prethodno istraže obe relevantne vrijednosti i upotreba dnevne svjetlosti i maksimum električne proizvodnje. Što se tiče ispitivanje intenziteta osvjetljenosti prostorija, većina istraživača je svoje studije zasnovala na tri dominantna presjeka kada je u pitanju fasadni koncept<sup>11</sup> (sl.10) [10]:

1. gornja zona sa polutransparentnim fotonaponskim modulima
2. srednja zona sa zastakljenim dijelom kroz koje je omogućeno gledanje
3. donja zona sa neprovidnim elementima koji štite od pogleda

---

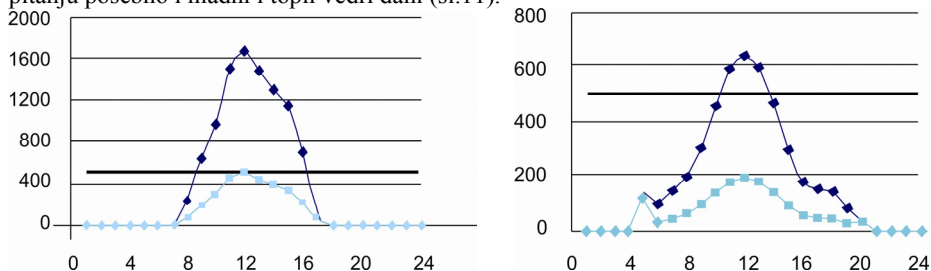
<sup>11</sup> Tako su npr. Tzempelikos i Athientis u svojoj studiji optimalne upotrebe dnevnog svjetla u toku radnog vremena u kancelariji u Montrealu utvrdili da južno pozicionirana fasada sa odnosom 30% prozor-zid u toku dana pruža dovoljno svjetlosti u sličnom prostoru za 76% radnog vremena u toku godine, ali isto tako i da velike prozorske površine ne rezultiraju znatnom povećanju korisne dnevne svjetlosti u prostoriji. Istraživanja su vršena upoređivanjem različitog odnosa zastupljenosti fotonaponskih ćelija na gornjem dijelu fasade i njihovim razmacima.



3. Gornji presjek sa polutransparentnim fotonaponskim modulima
2. Srednji presjek kroz koji je omogućen neometan pogled
1. Donji neprovidni presjek fasade ispod kritičnih tačaka

Slika 10 Tri dominantna presjeka fasadnog koncepta, Tzempelikos, 2005

U svakom slučaju upotreba polutransparentnih fasadnih modula u gornjem presjeku fasade umjesto neprozirnih fasadnih modula rezultira većem intenzitetu osvjetljenosti unutrašnjeg prostora u znatnim vrijednostima. Čak i polutransparentni fasadni moduli sa odnosom od 90% zastupljenosti fotonaponskih ćelija ukazuju na znatno veći udio osvjetljenosti unutrašnjeg prostora za razliku od neprozirnih fasadnih modula sa odnosom od 100% zastupljenosti fotonaponskih ćelija. Istraživanja su vršena za oba slučaja kada su u pitanju posebno i hladni i topli vedri dani (sl.11).



Sl.11 Slika lijevo ilustruje poređenje između polutransparentni fotonaponskih modula (90% zastupljenosti PV) i neprozirnih fotonaponskih modula (100% odnos PV površina) u osvjetljivanju kritičnih tačaka za tipičan ljetni dan (30 Jun). Slika desno ilustruje poređenje između polutransparentni fotonaponskih modula (90% zastupljenosti PV) i neprozirnih fotonaponskih modula (100% odnos PV površina) u osvjetljivanju kritičnih tačaka za tipičan zimski dan (12 Februar).

## 5. ZAKLJUČAK

Uz adekvatnu instalaciju polutransparentnih fotonaponskih sistema na fasadama realizuje se kvalitetna prirodna osvjetljenost i jedinstvene karakteristike projekta u objektu, kreirajući pozitivnu percepciju njegovim potencijalnim korisnicima. Na ovaj način arhitektura postaje oblik svjetlosti, odnosno fizička manifestacija ideje ljudskog iskustva.

Uravnotežen sistem pri eksploataciji energetskeg prinosa sa polutransparentnim fotonaponskim sistemima će u svakom slučaju dovesti do optimalne količine dnevne

svjetlosti u objektu uz naglašeniju udobnost i komfor svojim korisnicima<sup>12</sup>, ali i smanjenju troškove za potrebe energije i emisije štetnih gasova u atmosferu.

Naravno da nije moguće da se u svim slučajevima postignu optimalni uslovi komfora, ali je interesantna procjena poboljšanja koju napredna tehnologija i materijali mogu da ponude kada su u pitanju uslovi svjetlosnog komfora unutrašnjeg okruženja korisnika sa unapređivanjem energetske efikasnosti i karakteristika zastakljenih elemenata polutransparentnim fotonaponskim sistemima. Sa unapređivanjem karakteristika polutransparentnih fotonaponskih sistema, ovaj napredak se kontinuirano odražava i dalje, što je jasan pokazatelj u kolikoj mjeri je dnevna svjetlost važan faktor za funkcionisanje ljudi koji su u neprestanoj borbi za boljim životnim uslovima, ali u skladu sa zaštitom i podržavanjem interesa životne sredine.

## LITERATURA

- [1] T.P. Hough: „Trends in Solar Energy Research“, Nova Science Publishers, Inc., New York, 2006.
- [2] T. Bradford: „Solar Revolution: The Economic transformation of the Global Energy Industry“, :MIT Press, Cambridge, Mass., ©2006, str.24.
- [3] B. Agrawal; G.N. Tiwari, Royal Society of Chemistry (Great Britain): „Building Integrated Photovoltaic Thermal Systems: For Sustainable Developments“, UK : RSC Pub, Cambridge, 2011, str. 188.
- [4] „Sustainable Building design manual“, The Energy and Resources Institute, Vol.2, New Delhi, 2004.
- [5] C. Lefteri: „ Materials for Inspirational Design“. Roto Vision, Mies, Switzerland (u,a):, ©2006, str 85.
- [6] S. Roberts; N. Guariento: „Building integrated photovoltaics : a handbook“, Birkhäuser, Basel; Boston, Mass; Berlin , 2009, str. 28.
- [7] M. Pagliaro; R. Ciriminna; G. Palmisano: „BIPV: Merging the photovoltaic with the construction industry“. Progress in photovoltaics: research and applications, 2010, 18:61-72.
- [8] D.K. Prasad; M. Snow: „Design with solar power: a source book for building integrated photovoltaics“, Images Publishing Group, Mulgrave, Vic., 2004.
- [9] L. Robinson; A. Athienitis; A. Tzempelikos: „Development of a design methodology for integrating semi-transparent photovoltaic in building facades“, Federicton, NB, 3<sup>rd</sup> Canadian Solar Buildings Conference, 2008, (str.321-328).
- [10] A. Tzempelikos; A. Athientis: „The Impact of Shading and Control on Building Cooling and Lighting Demand“, Solar Energy, 2007, 81, 369-382.

---

*12 Apsorpcijom, refleksijom i transmisijom modula se određuje doprinos solarne radijacije na zagrijavanje unutrašnjeg prostora.*



*Tatjana Jurenić<sup>1</sup>, Miloš Gašić<sup>2</sup>*

## **O POTREBI FORMIRANJA KLASIFIKACIJE ELEMENATA ZGRADA U TEHNIČKOJ DOKUMENTACIJI**

### **Rezime**

Nivo obrađenosti tehničke dokumentacije, koja je neophodni element procesa ugovaranja za izgradnju objekta, potrebno je da odgovara kako domaćim, tako i svetskim standardima i da omogući lakše upravljanje procesom izgradnje i bržu i precizniju procenu troškova građenja u ranim fazama investicionog ciklusa. Standardizovan model klasifikacije, baziran na elementima zgrade prema mestu i funkciji na objektu, neophodan je u cilju omogućavanja jasne komunikacije između učesnika u izgradnji u pogledu obima poslova i troškova u svakoj fazi životnog ciklusa zgrade.

### **Ključne riječi**

Klasifikacija elemenata, tehnička dokumentacija.

## **THE NEED FOR A CLASSIFICATION OF BUILDING ELEMENTS IN A DESIGN DOCUMENTATION**

### **Summary**

The level of processing of design documentation is a necessary element in the process of contracting for building construction and it is required in order to comply both national and international standards and provide an easier management of the building process and faster and more accurate construction cost estimates in the early stages of the investment cycle.

Forming a standardized classification model, based on building elements, concerning the place and function on the object, is necessary in order to facilitate clear communication between the participants in the building process in terms of workload and costs at every stage of the life cycle of the building.

### **Key words**

Classification, elements, design documentation

---

*1 Mr, asistent, dipl.inž.arh, Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija,  
tanja@arh.bg.ac.rs*

*2 Mr, asistent, dipl.inž.arh, Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija,  
misqo@afrodita.rcub.bg.ac.rs*

## 1. UVOD

Tehnička dokumentacija predstavlja jedan od važnih elemenata koji determiniše obim, kvalitet i troškove izgradnje arhitektonskih objekata, a samim tim i osnovu za efikasno sprovođenje tenderskog procesa, ugovaranje, izvođenje radova u procesu izgradnje i kasnije eksploataciju objekta. Obim, sadržaj, nivo obrađenosti i usklađenost pojedinih delova tehničke dokumentacije od ponudbeno - pogodbene faze do završetka realizacije, direktno utiču na kvalitet izgrađenog objekta, troškove i vreme izgradnje, ali i na eksploatacione karakteristike izgrađenog objekta.

Značajan uticaj na pravac istraživanja u ovom radu izvršili su i tranzicioni procesi u kojima se naša zemlja i privreda trenutno nalaze. Formiranje jedinstvenog tržišta i ulazak stranih investitora u naš region zahteva standardizaciju kompletnog procesa izrade tehničke dokumentacije i pojedinih elementa ovog procesa. Nivo obrađenosti tehničke dokumentacije, koja je neophodni element procesa ugovaranja za izgradnju objekta, potrebno je da odgovara kako domaćim, tako i svetskim standardima i da omogućí lakše upravljanje procesom izgradnje objekta i bržu i precizniju procenu troškova građenja u ranim fazama investicionog ciklusa.

Važan deo tehničke dokumentacije predstavlja izrada kalkulativne dokumentacije. Kalkulativna dokumentacija, kao osnovni pokazatelj opisa i količina radova, odnosno baza za utvrđivanje cene objekta, predstavlja važnu sponu faze projektovanja i faze građenja u ciklusu izgradnje arhitektonskih objekata. Značaj kalkulativne dokumentacije, najbolje se sagledava kroz činjenicu da je kao sastavni deo tehničke dokumentacije neophodan deo glavnog projekta, a istovremeno i osnov za formiranje tenderske dokumentacije, samim tim i procesa ugovaranja radova i finansijskog odnosa investitora i izvođača radova kroz sve faze životnog ciklusa arhitektonskog objekta. Takođe, predstavlja vezu različitih učesnika u izgradnji arhitektonskih objekata: investitora kao pokretača i finansijera celokupnog poduhvata, projektanta kao dizajnera i lica odgovornog za primenu tehničkih propisa i standarda i izvođača radova kao lica odgovornog za izgradnju objekta.

## 2. AKTUELNO STANJE U SRBIJI

Dosadašnja praksa kod nas primenjivala je kroz kalkulativnu dokumentaciju, kao i druge delove tehničke dokumentacije, podelu na osnovu Prosečnih normi u građevinarstvu, i to, prema grupama i vrstama radova. Osnovna podela je izvršena na Grube građevinske radove i Zanatske radove. Ova podela je odgovarala klasičnom zanatskom izvođenju radova i do danas se, uz manje modifikacije i dopune, zadržala u primeni.

Razvoj proizvodnje građevinskih materijala kao i razvoj tehnologije u procesu izvođenja objekata usloveli su znatne izmene u strukturi radova, koji su izgubili karakter zanatske proizvodnje i doveli do toga da dosadašnja podela postane neadekvatna.

Pomenute promene i napredak u načinu izvođenja radova prouzrokovali su situaciju u kojoj novi materijali ili proizvodi nemaju adekvatno mesto u postojećoj podeli, jer prema načinu ugradnje ili materijalu od koga su proizvedeni ne pripadaju ni jednoj od postojećih grupa zanatskih radova koje su osnov dosadašnje podele.

Pokušaji uvođenja novih vrsta radova i materijala su se do sada zasnivali na dopuni postojećih Prosečnih normi u građevinarstvu bez klasifikacije i sistematizacije. Takođe,

struktura radova u projektima primenjena kroz kalkulativnu dokumentaciju, nije standardizovana, već se primenjuje prema nahodnju i proceni projektanta.

Kalkulativna dokumentacija, kao deo tehničke dokumentacije, predstavlja i osnovnu informaciju za izradu dinamičkih planova izvođenja radova, projekta organizacije građenja radova i praćenje, kontrolu i naplatu radova. Podela radova koja se trenutno koristi u našoj praksi ne odgovara, u velikoj meri, tehnologiji i hronologiji izvođenja radova, te i u tom smislu zahteva novu klasifikaciju i sistematizaciju u skladu sa novim tendencijama.

### 3. PRINCIPI KLASIFIKACIJE ELEMENATA U SVETSKOJ PRAKSI

U svetskoj praksi dugi niz godina postoje standardi i procedure koji se upravo baziraju na redosledu izvođenja određenih delova objekta i njihovom položaju na arhitektonskom objektu. Proces izrade i nivo obrade tehničke dokumentacije, a posebno proces ugovaranja proceduralno je definisan zakonskom regulativom pojedinih zemalja ili pravilima konkretnih finansijskih institucija. Ova pravila utvrđuju sadržaj i procedure sprovođenja procesa izrade tehničke dokumentacije, kao i ugovaranja i izvođenja arhitektonskih objekata, ali u našim uslovima još nisu u potpunosti prihvaćena i potrebno ih je značajnije inkorporirati u domaćoj građevinskoj praksi. Kao što je već pomenuto, mnoge zemlje su, prikupljajući i analizirajući niz iskustava u praksi, klasifikacije bazirane na elementima zgrade razvijale nekoliko decenija. S obzirom da istorijat razvoja klasifikacija nije predmet ovog rada, biće prikazana klasifikacija na osnovu elemenata zgrade, koja je i trenutno najzastupljenija u svetskoj praksi.

Osnovni modul nove klasifikacije predstavljaju elementi. Elementi su glavne komponente, uobičajene kod većine zgrada, koje najčešće obavljaju datu funkciju bez obzira na specifikaciju u projektu, konstruktivni sklop ili materijale koji se koriste.

Tabela 1 daje uporedni prikaz značajnijih institucija ekonomski istaknutih zemalja u svetu (Sjedinjene Američke Države, Kanada, Velika Britanija i zemlje EU)<sup>3</sup> koje su formirale klasifikacije prilagođene svojoj praksi.

Zajedničko za prikazane klasifikacije elemenata je formiranje nivoa grupisanja elemenata. Počevši od *Nivoa 1*, najobimnijeg grupisanja elemenata, kojim se identifikuju *Grupa glavnih elemenata* kao što su podzemni delovi konstrukcije, omotač objekta i unutrašnjost. *Nivo 2* dalje deli elemente *Nivoa 1* na *Grupe elemenata*. Omotač objekta, na primer, obuhvata podzemni deo konstrukcije, spoljne pregrade i krov. *Nivo 3* deli *Grupe elemenata* dalje na individualne elemente, na primer spoljne pregrade uključuju spoljne zidove, spoljne prozore i vrata, itd. U okviru razvoja nekih formata (Uniformat II)<sup>4</sup> predložen je i *Nivo 4* u kome se individualni elementi dele na manje pod-elemente. Standardni pod-elementi temelja, na primer, uključuju temeljne zidove, temelje samce, drenažu oko objekta i podzemnu izolaciju.

---

<sup>3</sup> Izvor: Bowen, B. and Charette, R.P., "Elemental Cost Classification Standard for Building Design," 1991 American Association of Cost Engineers (AACE) Transactions, Seattle, Washington, 1991, p. H2-1 to H2-5. (prevod sa engleskog T. Jurenčić)

<sup>4</sup> Charette, P. R., Marshall, E. H., UNIFORMAT II Elemental classification for building Specifications, Cost estimation and cost analysis, US Department of commerce, Technology administration, National Institute of standards and Technology

Primetno u postojećim podelama je uvažavanje principa izgradnje objekata, odnosno dosledno poštovanje terminologije i podela koje su uobičajene za zemlju u kojoj se klasifikacija formira. Na osnovu toga može se zaključiti da bukvalno preuzimanje stranih standarda i podela nije ni potrebno, ni poželjno pri formiranju klasifikacije elemenata arhitektonskih objekata u našim uslovima. Pristup formiranju klasifikacije treba bazirati na uvažavanju svih specifičnosti naše prakse, kao i prilagođavanju i nadogradnji postojećih podela.

#### 4. ZAKLJUČAK

Standardizovana klasifikacija, bazirana na elementima arhitektonskog objekta prema mestu i funkciji na objektu, neophodna je u cilju omogućavanja jasne komunikacije između učesnika u izgradnji u pogledu obima poslova i troškova u svakoj fazi životnog ciklusa zgrade, u planiranju, projektovanju, izgradnji i eksploataciji. Ovako formiran model klasifikacije elemenata u tehničkoj dokumentaciji predstavljao bi konstantu u izuzetno dinamičnom procesu projektovanja i građenja arhitektonskog objekta. Istovremeno, ponudio bi fleksibilnost u daljem razvoju tehnologije i primene materijala, s obzirom da, postavljajući arhitektonski objekat u logičnu, centralnu poziciju u procesima investicione izgradnje, nije zavisao od ekonomskih i tehnoloških promena koje su neminovne. Primenom modela klasifikacije elemenata arhitektonskih objekata uspostavili bi se standardi za izradu i pripremu tehničke dokumentacije, naročito kalkulativne dokumentacije, koji bi usaglasili i unapredili procese ugovaranja i izvođenja radova u domaćoj praksi i učinili ih kompatibilnim sa inostranim procedurama i standardima.

U praktičnoj primeni to će omogućiti:

- obezbeđivanje standardizovanog formata za prikupljanje i analiziranje podataka koji se mogu koristiti u proceni i finansiranju budućih projekata
- jasniju komunikaciju između učesnika u projektu u pogledu obima posla i troškova u svakoj oblasti
- dobru koordinaciju učesnika i usklađenost elemenata tehničke dokumentacije
- preciznije određivanje i definisanje troškova investicione izgradnje i eksploatacije objekata
- skraćenje ukupnog vremena pripreme i realizacije, a time i ukupnih troškova i efikasnijeg korišćenja objekta
- uspostavljanje baze podataka za automatizovano formiranje predračuna i statističko praćenje vrednosti izvedenih radova za različite faze i tipove arhitektonskih objekata
- jasnije definisanje, realizaciju i kontrolu faza izvođenja arhitektonskih objekata
- izradu skraćenih procedura kalkulacija kroz sve faze izvođenja arhitektonskog objekta
- usaglašavanje sa svetski priznatim standardima i klasifikacijama

Tabela 1 Uporedni prikaz klasifikacija elemenata

UNIFORMAT General services administration (GSA)	CANADIAN INSTITUTE OF QUANTITY SURVEYORS (CIQS)	THE ROYAL INSTITUTION OF CHATERED SURVEYORS (RICS-UK)	CONSTRUCTION ECONOMICS EUROPEAN COMMITTEE (CEEC)
01 TEMELJI	A1 PODZEMNA KONSTRUKCIJA	1.0 PODZEMNA KONSTRUKCIJA	1) PODZEMNA KONSTRUKCIJA
011 Standardni temelji	011 Temelji	2.0 NADZEMNA KONSTRUKCIJA	NADZEMNA KONSTRUKCIJA
012 Specijalni temelji	012 Iskop za podrum	2.1 Okvir (Ram)	2) Okvir (Ram)
02 PODZEMNA KONSTRUKCIJA	A2 KONSTRUKCIJA	2.2 Gornji spratovi	3) Spoljni zidovi
021 Ploča na tlu	A21 Konstrukcija ploče na tlu	2.3 Krov	4) Unutrašnji zidovi
022 Iskop za podrum	A22 Konstrukcija spratova	2.4 Stepenište	5) Podovi
023 Podrumski zidovi	A23 Konstrukcija krova	2.5 Spoljni zidovi	6) Krov
03 NADZEMNA KONSTRUKCIJA	A3 SPOLJNI OMOTAC	2.6 Prozori i spoljna vrata	7) Stepenice
031 Konstrukcija spratova	A31 Zidovi ispod terena	2.7 Unutrašnji zidovi i pregrade	8) Prozori i spoljna vrata
032 Konstrukcija krova	A32 Zidovi iznad terena	3.0 UNUTRAŠNJE OBRADJE (OBLOGE)	9) Unutrašnja vrata
033 Konstrukcija stepeništa	A33 Prozori i vrata	3.1 Oblaganje zidova	10) OBLOGE (ZAVRSNE OBRADJE)
04 SPOLJNI OMOTAC	A34 Krovni pokrivač	3.2 Oblaganje podova	11) Obloga spoljnih zidova
041 Spoljni zidovi	A35 Proširenja	3.3 Oblaganje plafona	12) Oblaganje podova
042 Spoljna vrata i prozori	B1 PREGRADJE I VRATA	4.0 OPREMA I NAMEŠTAJ	13) Oblaganje plafona
05 POKRIVAČ	B11 Pregradni zidovi	4.1 Oprema i nameštaj	14) OPREMA I INSTALACIJE
06 UNUTRASNJA KONSTRUKCIJA	B12 Vrata	5.0 INSTALACIJE	15) Vodovod
061 Pregradni zidovi	B2 OBLOGE	5.1 Sanitarni uredjaji	16) Grejanje
062 Unutrašnje obloge	B21 Oblaganje podova	5.2 Instalac. oprema	17) Ventilacija i klimatizacija
063 Specijalni delovi	B22 Oblaganje plafona	5.3 Instalacije kanalizacije	18) Kanalizacija
07 TRANSPORTNI SISTEMI	B3 INSTALACIJE I OPREMA	5.4 Instalacije vodovoda	19) Električna
08 MAŠINSKI SISTEMI	B31 Instalacije i oprema	5.5 Grejni izvori	20) Komunikacije
081 VIK	B32 Oprema	5.6 Grejanje i ventilacija prostora	21) Liftovi, eskalatori i sl.
082 Grejanje i klimatizacija	B33 Transportni sistemi	5.7 Sistemi za ventilaciju	22) Zaštitne instalacije
083 Protivpožarna zaštita	C1 MAŠINSKI SISTEMI	5.8 Elektro instalacije	23) Ostali inst. servisi
084 Specijalni mašinski sistemi	C11 VIK	5.9 Gasne instalacije	SPOLJNI RADOVI NA GRADILISTU
09 ELEKTRO INSTALACIJE	C12 Protivpožarna zaštita	5.10 Instalacije za transport	24) Priprema gradilišta
091 Razvod	C13 Grejanje i klimatizacija	5.11 Zaštitne instalacije	25) Ogradjivanje gradilišta
092 Osvetljenje	C14 Kontrola	5.12 Instalacije komunikacija	26) Oprema na gradilištu
093 Specijalni elektro sistemi	C2 ELEKTRO INSTALACIJE	5.13 Posebne instalacije	27) Instalacije na gradilištu
10 OPŠTI USLOVI I PROFIT	C21 Instalacije i razvoj	5.14 Gradjevinski radovi u vezi instalacija	28) Objekti na gradilištu
11 OPREMA	C22 Osvetljenje, uredjaji i grejanje	6.0 SPOLJNI RADOVI	29) Grubo i fino planiranje
111 Fiksna i pokretna oprema	C23 Sistemi i podriška	6.1 Radovi na gradilištu	
112 Nameštaj	D1 RADOVI NA GRADILISTU	6.2 Drenaža	
113 Posebne konstrukcije	D11 Razvojni gradilišta	6.3 Spoljne instalacije	
12 RADOVI NA GRADILISTU	D12 Mašinske instalacije na gradilištu	6.4 Manji gradjevinski radovi	
121 Priprema gradilišta	D13 Elektro instalacije gradilišta		
122 Unapređenje gradilišta	D2 PRATEĆI RADOVI (PODRŠKA)		
123 Komunalna opremljenost gradilišta	D21 Rušenje		
124 Poslovi oko gradilišta	D22 Izmene		
			30) PRIPREMNI RADOVI

## ZAHVALNOSTI

Ovaj rad je finansiran od strane Ministarstva za prosvetu i nauku Republike Srbije po ugovoru TR -36038, i predstavlja deo projekta 'Razvoj metode izrade projektne i izvodačke dokumentacije instalacionih mreža u zgradama kompatibilne sa BIM procesom i relevantnim standardima', Rukovodilac projekta je dr Igor Svetel.

## LITERATURA

- [1] Đorđević, D., Izvođenje radova u visokogradnji, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Časopis Izgradnja, Beograd, 2001.
- [2] Martinković, K., Osnovi zgradarstva V, Arhitektonski fakultet i časopis „Izgradnja”, Beograd, 1990.
- [3] Charette, P. R., Marshall, E. H., UNIFORMAT II Elemental classification for building Specifications, Cost estimation and cost analysis, US Department of commerce, Technology administration, National Institute of standards and Technology
- [4] Bowen, B., Charette, P.R., Elemental Cost Classification Standard for Building Elements and Related Sitework , American Association of Cost Engineers, Seattle, WA, 1991.

*Uroš Vesić<sup>1</sup>, Miodrag Nestorović<sup>2</sup>*

## **INŽENJERSKA ETIKA**

### **Rezime**

Ovaj rad ukazuje na potrebu da inženjerska struka, u vremenu aktuelne globalne krize, preispita, potvrdi i učvrsti sopstvene moralne stavove i etičke principe u svim domenima svoje kompetencije, kao i da ih primenjuje tokom svoje svakodnevne profesionalne prakse. Inženjeri, kao profesionalci i moralno autonomne ličnosti, moraju uvek da budu svesni svojih obaveza, odgovornosti i prava, kao i svih moralnih implikacija koje iz njih proizilaze, uvažavajući ne samo etičke kodekse i važeće zakone, već i moralne obaveze prema javnosti i javnom interesu, u smislu bezbednosti i kontrole rizika.

### **Ključne riječi**

Etika, inženjerstvo, bezbednost, rizik, konflikt interesa, poverljivost informacija

## **ENGINEERING ETHICS**

### **Summary**

This paper underlines the basic need of contemporary engineering vocation to revise and ascertain its own moral attitudes and ethical principles in all realms of its competence, in order to act according to them in its everyday's practice. Engineers, as professionals and morally autonomus individuals, always have to be aware of their duties, responsibilities, rights (and all their moral implications), considering not only codes of ethics and laws, but also moral duties to public interest, safety and risk constrol.

### **Key words**

Ethics, engineering, safety issues, risk, conflict of interest, confidential information

---

*1 Asistent, dipl.inž.arh., Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd, Srbija,  
uros.vesic@gmail.com*

*2 Dr, profesor, dipl.inž.arh., Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd, Srbija  
enestorm@arh.bg.ac.rs*

## 1. AKTUELNOST TEME

Poslednjih godina svedoci smo takozvane "svetske ekonomske krize" koja preti da svojom silinom promeni sva planetarna dešavanja (od ekonomije, trgovine, poslovanja, preko politike i geopolitičkih previranja do građanskih sukoba i ratova). Ova kriza, koja je tek počela i kojoj se ne vidi kraj, je u suštini uzrokovana dubokom moralnom krizom koja je zahvatila gotovo sve vidove međuljudskih, međudržavnih i međucivilizacijskih odnosa. Inženjerstvo, kao kreativna ljudska delatnost koja aktivno učestvuje i usmerava tokove u globalnoj svetskoj privredi i ekonomiji, mora da iskoristi sadašnji trenutak svetske ekonomske krize da iznova preispita i utvrdi svoja moralna načela i etičke principe kako bi ispravno odgovorila na buduće izazove.

## 2. INŽENJERSKA ETIKA

Inženjerska etika spada u domen primenjene filozofske etike. Kao takva, ona primenjuje metode i teorije koje su proizašle iz opštih filozofskih principa, ali se fokusira na praktične moralne probleme, baveći se moralnim dilemama sa kojima se inženjerstvo kao struka svakodnevno sreće i bori.

Iako je inženjerstvo jedno od najstarijih ljudskih zanimanja, iznenaduje podatak da se etika u inženjerstvu ozbiljno razmatra tek od kasnih 70-tih godina XX veka, mada se prvi naučni radovi na ovu temu pojavljuju 1936.godine [1], 1964. [2] i 1965. godine [3], dok periodike američkih udruženja inženjera problematiku inženjerske etike tretiraju parcijalno i nesistematizovano. Kontinuiranim razvojem, od kada je inženjerstvo prepoznato kao delatnost koja donosi odluke koje se tiču ogromnog broja ljudi, inženjerska etika je evoluirala u "interdisciplinarnu disciplinu" koja u sebi sadrži elemente filozofije, psihologije, sociologije, prava, teorije poslovanja, politike i ekonomije [4].

### 2.1. DOMEN I CILJEVI PROUČAVANJA INŽENJERSKE ETIKE

Moralne dileme u okviru svakodnevne inženjerske prakse nastaju usled postojanja različitih gledišta na problem (na pr. u okviru firme, od strane klijenata, ostalih konkurentskih firmi, od strane države ili neke druge involvirane strane). Do koje mere inženjer treba da izvršava naloge nadređenih; treba li uvek i po svaku cenu da se sledi zakon (čak i kada krajnji rezultat proizvodi negativne posledice); koliko je inženjer odgovoran u predviđanju uticaja koji će projekat (čiji je on deo) imati na društvo - samo su neke od moralnih dilema sa kojima se svakodnevno suočavaju inženjeri tokom svoje prakse i karijere.

Etički principi pomažu inženjeru da razume kompleksnost moralnih problema sa kojima mora da se nosi tokom svoje karijere, da povećava svoju sposobnost da se suoči sa njima i da ojača sopstvenu moralnu autonomiju. Ovo se može postići unapređenjem raznih praktičnih veština koje će dati za rezultat nezavisnost u razmišljanju inženjera o moralnim pitanjima i donošenju odluka prilikom moralnih dilema. Te veštine su:

- 1) sposobnost da se razlikuju i dovedu u vezu problemi u oblastima mimo inženjerstva (na pr: u pravu, ekonomiji, religiji, menadžmentu i sl.)
- 2) veština razumevanja, razjašnjavanja i kritičke procene argumenata oponentnih strana moralnih pitanja



- 3) sposobnost formiranja konzistentnog i razumljivog gledišta na osnovu razmatranja relevantnih činjenica
- 4) svesnost postojanja alternativnih odgovora na pitanja i sposobnost davanja kreativnih rešenja za praktične poteškoće
- 5) povećanje preciznosti u korišćenju uobičajenog jezika etike (što je neophodno da bi se moglo izraziti i definisati nečije moralno stanovište i preneti drugima)
- 6) tolerancija u okviru različitih gledišta moralno razumnih i autonomnih ljudi
- 7) probuditi osećaj važnosti da se integrišu nečiji profesionalni život sa ličnim ubedenjima (jačanje moralnog integriteta) [4].

## 2.2. BRIGA INŽENJERA ZA BEZBEDNOST I POJAM RIZIKA

Sam pojam bezbednosti nije dovoljno dobro definisan upravo zbog različitih shvatanja šta je za nekoga bezbedno, a šta ne. Naravno, neophodno je da artefakti koje ljudi proizvode a koji su namenjeni drugim ljudima budu bezbedni, ali na žalost, apsolutna bezbednost nije moguća. Neki proizvod, na primer žilet, relativno je bezbedan u rukama odrasle osobe, dok se to ne može reći ako je u rukama trogodišnjeg deteta. Očigledna relativnost pojma bezbednosti može se prevazići ukoliko razmotrimo još jedan pojam koji je u tesnoj vezi sa bezbednošću, a to je: rizik.

Rizik je mogućnost da se dogodi nešto neželjeno i opasno [5]. Na primer, može doći do povrede, smrti, materijalnog gubitka, štete ili degradacije životne sredine. Rizik uvek postoji, i tu činjenicu moramo stalno imati na umu. Zadatak inženjera je da sve svoje potencijale usmeri na smanjenje rizika i njegovu što bolju kontrolu.

Koncept bezbednosti može se, dakle, razmatrati kroz prizmu "prihvatljivog rizika", odnosno, kroz procenu šta je to prihvatljiv rizik za nekoga, u nekom trenutku, u nekim okolnostima [6]. Otkvo polazište nužno nameće razmišljanje o osnovnim vrednostima koje se moraju maksimalno zaštititi prilikom razmatranja bilo kakve rizične radnje. Potcenjivanje rizika, precenjivanje rizika ili jednostavno ignorisanje i nerazmišljanje o riziku, negativno utiču na ispravnost prosuđivanja o bezbednosti. Dobra inženjerska praksa podrazumeva brigu o bezbednosti u svim segmentima posla.

Izvođenje objekata predstavlja posao visokog rizika, gde je neophodno svakodevno brinuti o bezbednosti radnika i drugih zaposlenih, adekvatnom skladištenju materijala, ispravnosti građevinskih mašina, bezbednosti prolaznika, smanjenju štetnih uticaja na okruženje itd.

Svaki korak ka povećanju bezbednosti povećava troškove proizvodnje [4]. Imajući u vidu činjenicu da i investitori i izvođači uvek teže da maksimalno smanje svoje troškove, poražavajuća je i moralno nedopustiva njihova težnja da uštedu ostvare na račun bezbednosti. Zakidanje na materijalu, obezbeđivanje nekvalifikovane radne snage za izvođenje zanatskih radova, loš kvalitet izvedenih radova (prouzrokovan težnjom izvođača da što pre odradi posao), svesno odstupanje investitora ili izvođača od projektnog rešenja koje je za njega skuplje ili komplikovanije za izvođenje, ušteda na sigurnosnoj opremi radnika, pored toga što je kašnjenje, znatno će ojačati ekonomsku poziciju investitora ili izvođača, ali nema te moralne teorije koja će opravdati ovakve postupke. "Prihvatljivi rizik", koji očigledno nije isti za inženjera koji projektuje i inženjera koji izvodi projekat na gradilištu, opravdao je svoj status relativističkog koncepta kojeg je neophodno etički korigovati u svakoj konkretnoj situaciji.

Sami investitori, u želji za maksimiziranjem sopstvenog profita i smanjenjem troškova, najčešće se opredeljuju za najjeftinijeg projektanta, najjeftinijeg izvođača, najjeftinije materijele, najbrže tehnike građenja. Ovde se, međutim, postavlja osnovno pitanje: Da li je najjeftinije i najbrže - i najbolje? Sa stanovišta profita, odgovor bi čak mogao biti i potvrđan. Ali, da li od najjeftinije plaćenog projektanta, najjeftinije plaćenog izvođača, najjeftinije plaćenog nadzora i najjeftinije plaćenog dobavljača (koji su svi odreda inženjeri i profesionalci) pod takvim uslovima možemo očekivati najkvalitetniji mogući proizvod? Da li je moralno, zarad sopstvenog profita i kratkoročnog interesa, napraviti objekat koji je manjkav po bilo kom osnovu, a ponajviše u smislu bezbednosti?

Sa druge strane, uloga nadzora u inženjersvu je da obezbedi dokaze i garancije o kvalitetu izvedenih radova, da štiti interese investitora, ali pre svega da štiti objekat i osigura opštu bezbednost u fazi izvođenja tako što će odmah reagovati na svako ponašanje izvođača ili čak investitora koje nije u skladu sa pravilima struke. Iako je nadzor taj koji je stručni, pravni i etički arbitar na gradilištu, njegove ingerencije, pored onih koje mu je zakon propisao, često su ograničene ugovornim obavezama koje mu propisuje investitor za čiji interes radi. Prihvatljivi rizik u slučaju nadzora odnosi se ponajviše na prevenciju neželjenih događaja.

Potpuno je jasno da svaka odluka koja je proistekla iz analize "prihvatljivog rizika" mora sa sobom nositi i adekvatnu odgovornost. Ali, moralna autonomija inženjera i ostalih zaposlenih u okviru inženjerskih zanimanja i struka u dobroj meri je pod uticajem spoljnih faktora i drugih okolnosti u kojima obavljaju svoje aktivnosti. Tako, na primer, povinovanje poslodavčevom autoritetu, na koje inženjere moralno obavezuje lojalnost, smanjuje osećaj krivice i lične odgovornosti za posledice sopstvenih odluka jer se odgovornost na taj način prenosi na poslodavca ("On mi je tako naložio") [7]. Isto tako, fragmentacija posla u velikim projektima neminovno dovodi do toga da svako daje samo mali doprinos ("Ja sam samo šraf u mašineriji"), čime se naizgled i pojedinačna odgovornost svakog od inženjera minimalizuje. Poštovanje ugovorenih rokova se smatra obavezom prema klijentu, koja je u praksi preča i od samog kvaliteta posla tako da inženjeri, u nedostatku vremena odrađuju posao rutinski, formalistički, primenjujući često neadekvatna rešenja za konkretan problem. Brzina kojom su morali da dođu do rešenja, naizgled ih amnestira od eventualnih propusta. Ažurnost po sebi, dakle, ne promovise uvek i etičnost.

U ovakvoj vrsti rutiniranosti krije se opasnost da prihvatimo optimističan stav da sve ono što nam je poznato (ili verujemo da nam je poznato) i što nam nije nudilo do sada (a nad čime najčešće nemamo nikakvu kontrolu) ne predstavlja stvarni rizik, i time previdimo realnu opasnost [8]. Zbog toga se i događaju katastrofe (obrušavanje krovova, padanje susednih zgrada kada se kopaju temelji na susednoj parceli, nejednako sleganje i pucanje objekata prilikom nadogradnji, pokretanje klizišta u centru grada rutinskim kopanjem terena, umesto obazrivim etapnim otkopavanjem sa sukcesivnim obezbeđivanjem iskopa i sl.) koje su mogle biti predupređene pravovremenom procenom rizika i adekvatnim merama.

Dokle god baratamo sa voljnim rizikom, onim kojega smo svesni i kojeg smo sami izabarali, možemo govoriti i o svesnom pokušaju njegove kontrole. Rizici posla smatraju se voljnim, pod uslovom da su zaposleni radnici o njima pravovremeno informisani, da su ih u potpunosti shvatili i da su pristali na njih. Često, međutim, u praksi, radnici su najčešće zbog loše materijalne situacije dovedeni u poziciju "uzmi ili ostavi", bez stvarne mogućnosti da biraju posao koji će raditi.

Problem nastaje u slučaju nevoljnog rizika (na primer stanovanje u zagađenoj sredini, u azbestnim naseljima...), kada rizika ili nismo svesni, ili nismo nikada ni pristali na njega, nego nam je on nametnut spolja. Velikim inženjerskim projektima je svojstvena analiza rizika i dobiti koje će njegova realizacija doneti (risk-benefit analysis) [4]. Od njihovog međudnosa mnogo toga zavisi. Može se desiti da se korist ostvaruje u bliskoj budućnosti, a da je projekat rizičan na duži rok, ili da projekat donosi dobit za jedne, a rizik za druge. Iako su inženjeri ključni faktori u analizi, najčešće nisu oni ti koji donose konačnu odluku oko implementacije projekta, već su to menadžeri i političari. Ovde uvek moramo imati na umu sledeće etičko pitanje: Pod kojim uslovima, ako ih ima, je neko unutar društva ovlašćen da izloži riziku nekog drugog u ime pretpostavljene koristi po druge [4]? Ovde inženjeri, ukoliko već nisu u stanju da deluju preventivno, ne samo da mogu odigrati veoma važnu ulogu u informisanju javnosti o mogućim rizicima, opasnostima ili merama dodatne bezbednosti već, u etičkom smislu, to predstavlja jednu od njihovih osnovnih moralnih dužnosti.

### 2.3. ETIČKI KODEKSI I ZAKONI U INŽENJERSTVU

Etički kodeks je set moralnih stavova koji daje smernice profesionalcu o tome kako treba da se ponaša u poslu, kakav odnos treba da izgradi prema kolegama, klijentima, društvu, sredini, javnosti; definiše osnovne vrednosti i obavezuje ga da ih dosledno sprovodi tokom svoje prakse i karijere. Mada je inženjerstvo kao struka prepoznalo značaj moralnih kodeksa, do ovoga trenutka nije ustanovljen jedan jedinstveni kodeks koji bi važio za sve inženjere svuda i uvek (nešto što bi bilo pandan Hipokratovoj zakletvi). Umesto toga, razna strukovna udruženja pa čak i kompanije sastavljaju, proglašavaju i štampaju svoje kodekse kojima obavezuju svoje članove [4]. Ovi kodeksi se uglavnom tiču profesionalnog aspekta i tretiraju oblasti koje nisu definisane zakonom, i od njih ne treba očekivati da obezbede i izraze svu moralnost svake individue. Ono što je ipak zajedničko svima njima jeste koncept javnog interesa, promovisanje profesionalizma i zalaganje za istinu, poštenje i fer odnos.

Opšte uzev, postojanje etičkih kodeksa u inženjerstvu obezbeđuje[4]:

- 1) Pozitivan stimulans i podršku za one koji se trude da moralno deluju, a bivaju izloženi pritisku. Ponekad se kodeksi koriste kao pravna podrška na sudu (na primer: prilikom veštačenja)
- 2) Disciplinu i praćenje ponašanja inženjera – Kodeksi služe i kao formalna osnova za istraživanje neetičkog ponašanja. Većina strukovnih udruženja praktikuje i isključenje članova koji su prekršili moralne kodekse kao najdrastičniju sankciju za neetičko ponašanje, što može rezultirati i oduzimanjem dozvole za rad
- 3) Edukaciju i razumevanje – Kodeksi su česta tema za diskusiju i razmišljanje o moralnim pitanjima i potpomažu razumevanje između profesionalaca, javnosti i vladinih organizacija.
- 4) Doprinos javnom imidžu profesije – Kodeksi omogućuju da se profesionalcima da veće poverenje od strane javnosti i vladinih organizacija, čime se otvara put ka samoregulisanju pojedinih pitanja i većoj autonomnosti struke
- 5) Konsenzus o minimumu etike
- 6) Uspostavljanje etičkih konvencija unutar struke
- 7) Promovisanje poslovnog interesa u vidu postavljanja ograničenja komercijali.

Da etički kodeksi u inženjerstvu nisu samo deklarativni i retorički akti, najbolje se vidi na primeru onih društava gde takvih kodeksa nema ili se ne poštuju. U atmosferi kršenja i nepoštovanja pravila etičkog i profesionalnog ponašanja (koja su ustanovljena moralnim kodeksom), sa stavom da je sve dozvoljeno zarad sopstvene koristi i dobiti, inženjeri zapravo seku granu na kojoj sede. Spuštanjem cene usluga bez ograničenja (da bi preoteli posao konkurenciji koja radi to isto), ugovaranjem posla prevelikog obima (s obzirom na organizacione i materijalne kapacitete firme), odlaganjem i produžavanjem ugovorenih rokova (koji su najčešće dati kao nerealno kratki, u cilju pridobijanja naklonosti investitora, u odnosu na konkurenciju), spremnošću na nekritično, neprincipijelno i bespogovorno udovoljavanje svakoj investitorovoj želji (koja često može biti i na opštu štetu), inženjeri ne samo što degradiraju struku, otežavajući i sebi i drugima uslove rada, već i doprinose opštem haosu u okviru struke, sa nesagledivim posledicama i po samo društvo.

Zbog toga je hvale vredan svaki pokušaj strukovnih udruženja (poput Inženjerske komore Srbije) da se svi ovi odnosi uredi po etičkim principima koji bi se poštovali od strane svih, i uvek, obezbeđivši inženjerstvu mesto u društvu, ekonomiji i politici, koje mu pripada.

Iako nesumnjivo potrebni i korisni, kodeksi imaju i svoja ograničenja. Obezbeđujući vrlo uopštena uputstva, kodeksi prepuštaju inženjerima da dalje unapređuju sopstvenu moralnu odgovornost dok ovo uopštavanje često nije čak ni adekvatno primenjivo na svaku konkretnu situaciju. Hiperprodukcija kodeksa glavni je krivac što inženjeri stiču utisak da zapravo nijedan od tih kodeksa nije u potpunosti u pravu i da su mnogo relativniji nego što stvarno jesu. Takođe, kodeksi pate od nemogućnosti predviđanja svih mogućih tipova situacija što dovodi do formalno etički nepokrivenih polja delovanja, čime se otvara mogućnost manipulacije. Često se dešava da kodeksi ne utvrđuju prioritete vrednosti što može dovesti do moralnih dilema. Na kraju, kodeksi i nisu krajnji moralni autoriteti [9], već razumni kompromisi između različitih prosuda, u nekom vremenu, na nekom mestu i pod nekim okolnostima, jer onaj koji piše kodekse mora da ostavi mesta za razumne razlike u mišljenju između moralno autonomnih individua. Sloboda govora inženjera (kojoj treba težiti) podrazumeva i kritiku samih kodeksa da ne bi došlo do njihovog dogmatizovanja.

Postojanje zakona u oblasti inženjerstva je ne samo neophodno, već možemo slobodno reći i staro koliko i sama struka. Čuveni Hamurabijev zakonik sadržao je i odredbe vezane za građenje objekata. Podatak da je i ovde važno surovo pravilo "oko za oko, zub za zub" samo potvrđuje pažnju koja se poklanjala bezbednosti. Ukoliko bi neko stradao zbog posledica loše gradnje, graditelja bi čekala sigurna smrt [10].

Zakoni u inženjerstvu postoje da bi pokušali da ustanove minimalne razumne standarde u ovoj oblasti. Zakona koji tretiraju ovu problematiku je stalno sve više, mada oni konstantno zaostaju za tehnologijom koja je neuporedivo brža, pa se tako stalno otvaraju zakonski neregulisana područja idealna za pronalaženje manevarskog prostora za manipulaciju [11], pod opravdanjem da ono što nije zakonom zabranjeno, zapravo je (pravno gledano) dopušteno. Zakonodavstvo u oblasti inženjerstva i dalje ostaje klizav teren koji ima mnogo veću ulogu u korigovanju prakse post festum, nego što se može smatrati stoprocentnom preventivom [12].

Inženjerstvo, kao jedna od osnovnih privrednih grana, u tesnoj je vezi sa privredom, industrijom, poslovanjem, ekonomijom i politikom, pa samim tim se i delokrug inženjera ne ograničava samo i isključivo na struku, već se od inženjera očekuje da balansira između menadžmenta, institucija, struke i javnosti. Da bismo u potpunosti shvatili kakve su

implikacije ovakvog položaja inženjera profesionalca, u nastavku ćemo se pozabaviti ovim odnosima.

#### **2.4. PROFESIONALNA ODGOVORNOST INŽENJERA I AUTORITET POSLODAVCA**

Mali je procenat inženjera koji su sami sebi poslodavci, dok najveći broj inženjera radi kod poslodavca za platu. Kao profesionalci koji svojom profesijom inženjera zarađuju za život, a opet obavljajući posao koji se tiče velikog broja ljudi, inženjeri su time preuzeli obaveze i prema poslodavcu i prema javnosti. Pored toga, profesionalci moraju da imaju autonomiju koja nalaže da se odluke vezane za struku moraju poveriti njihovom znanju i proceni. Ta autonomija ne sme biti kontrolisana, nadgledana ili instruisana od strane klijenta. Robert Vajtlow (Robert Whitelaw) vidi profesionalizam kao nezavisnost od poslodavca i smatra da biti profesionalac uključuje slobodu da se radi prema sopstvenom sudu o tome šta je ispravan tok svake akcije [13]. Semjuel Florman (Samuel Florman) zastupa stav, opozitan ovom prvom. Florman profesionalizam vidi kao služenje poslodavcu i klijentu, koji podrazumeva lojalnost prema njima i njihovim interesima u okviru profesionalnih ograničenja koje nameću zakoni i državni propisi, a ne lična savest [14]. Martin (Mike W. Martin) i Šizinger (Roland Schinzinger) debatuju o iznetim stavovima i predlažu balansirani stav da moralne obaveze inženjera (kao profesionalca) moraju zauzeti položaj između dva prethodno navedena ekstrema. Po njihovom mišljenju, podjednaka je moralna obaveza inženjera da služi javnosti (time što će autonomno donositi odluke koje se tiču domena njegove kompetencije) i poslodavcu (u smislu lojalnosti), obzirom da je reč o plaćenim profesionalcima koji rade za platu. Profesionalni inženjeri moraju težiti postizanju standarda obrazovanja i poslovnih performansi i razvijanju sopstvene kreativnosti (što ih razlikuje od tehničara i tehnologa), uz prihvatanje poslovnih i profesionalnih obaveza prema poslodavcu i javnosti, bazirano na osnovnim moralnim vrednostima. Ovim stavom, Martin i Šizinger daju profesionalizmu moralnu dimenziju što dalje implikuje da je ono što je neprofesionalno urađeno, zapravo neetično [4].

Inženjeri moraju stalno da vagaju svoje obaveze prema javnosti i poslodavcu. Stav da su obaveze prema javnosti najvažnije stoji naspram surove realnosti: mnogi poslodavci su višestruko moćniji od zaposlenih koji ovako misle jer imaju u rukama mogućnost sankcionisanja onih radnika koji se ne povinuju njihovom autoritetu. U filozofskom smislu, kada god obaveze prema poslodavcu i javnosti stvore moralnu dilemu, obaveza prema javnosti je uvek u prednosti; ali poštovanje ovoga principa u praksi dešava se samo u retkim situacijama (na pr: ozbiljne pretnje po ljudske živote ili po životnu sredinu i sl.).

Prihvatanje i povinovinovanje autoritetu poslodavca, može prerasti u postupanje po naređenju, bez nezavisnog kritičkog ispitivanja samog naređenja, što je u slučaju vojne doktrine esencijalno, ali je u slučaju inženjerstva potencijalno zastranjivanje. Inženjeri moraju prihvatiti autoritet poslodavca ukoliko se on kreće u granicama moralne prihvatljivosti [15].

Lojalnost je korak više u odnosu na puko prihvatanje autoriteta, i ona podrazumeva bar donekle iskrenu brigu za služenje interesima onog kome smo lojalni, smatrajući da time ispunjavamo i svoju moralnu obavezu i vlastiti interes. Ukoliko lojalnost (odanost) definišemo kao svojevolsno ispunjavanje svojih moralnih dužnosti, sa stavom posvećenosti i ličnog učešća, prema poslodavcu ili firmi onda je ona nesumnjivo – vrlina [16]. Sa druge strane, iako vrlina, lojalnost nije automatski moralna stvar, jer odanost cilju, osobi i organizaciji ne mora obavezno da se podudara i sa lojalnošću moralnoj obavezi. Štaviše,

postoji moralna obaveza da se ne bude lojalan u slučajevima kada je narušena neka od važnih moralnih dužnosti [17].

U tesnoj vezi sa lojalnošću, kao njena druga strana medalje, stoji konflikt interesa. Po definiciji, konflikt interesa nastaje kada god neko ko ima nekakve interese, ukoliko ih ostvaruje, dolazi u poziciju da prekrši najmanje jednu od svojih obaveza prema poslodavcu, odnosno firmi u kojoj radi [4]. U teoriji, od inženjera se očekuje da izbegava konflikt interesa i da štiti poverljivost informacija koje su mu dostupne. Konfliktom interesa bave se moralni kodeksi, ali i pojedini zakoni. U svakodnevnoj praksi nebrojeni su primeri konflikta interesa. Ilustracije radi, vredi navesti neke od njih koji spadaju u najčešće:

- imati interese u konkurentskom biznisu,
- raditi za konkurenta kao konsultant,
- posedovati deo akcija konkurentne firme,
- radnik se sprema da napusti firmu da bi razvio svoju sopstvenu pa počinje da odvlači klijentelu od matične firme,
- korišćenje insajderskih informacija da bi se nekome obezbedio posao (prijatelju, kumu, članu porodice...),
- kada zaposleni profitira iz direktnog dila sa dobavljačima, proizvođačima ili mušterijama (što podrazumeva mito, korupciju u vidu novca, procenta od zarade, poklona, usluga, putovanja ili zabave)...

Ponekad ih je veoma teško razlikovati od standardne poslovne prakse. (Na primer, da li je novogodišnji poklon poslovnog partnera (koji od vas očekuje neku uslugu u narednoj godini) samo lep gest ili neprihvatljiv mito? Da li ovakav gest sa indignacijom odbiti i uvrediti poslovnog partnera stavljajući mu do znanja da ste nepotkupljivi? Ili jednostavno biti ljubazan i zahvalan na lepom gestu?).

Sam moralni status konflikta interesa, nije do kraja jasan. Neko može da se zapita: Šta je loše u tome da zaposleni ima konflikt interesa? Odgovor je prilično jednostavan: U tom slučaju, onaj ko profitira na bazi konflikta interesa uvek to radi na štetu nekog drugog, koji gubi mogućnost podjednake šanse za ostvarivanje iste koristi pri fer plej utakmici. Problem međutim ostaje večno aktuelan upravo zbog prokletstva ljudske prirode, protiv koje se čovek stalno bori, ali ne pobeđuje uvek. U najvećem procentu, oni koji nemaju konflikt interesa, iako su tada na strani etike, ne znači da ne bi iskoristili prvu pruženu priliku da profitiraju iz nekog konflikta interesa koji im se nudi na dohvata ruke. Opravdanja koja se najčešće mogu čuti su: "To svi rade", ili, "Ako ja tako ne uradim, konkurent sigurno hoće". Na žalost, vrlo je teško živeti i raditi prema moralnim pravilima i etičkim kanonima u neetičkom svetu današnjice. Ponekad je u poslu konflikt interesa (shvaćen u najširem smislu) neizbežan, ili čak neophodan. Razmotrimo na čas fenomen poverljivosti informacija.

Šta se podrazumeva pod poverljivom informacijom i kako da znamo koje informacije bi trebalo da budu poverljive? Svaka informacija koja mora da ostane tajna, ona to mora da ostane u odnosu na nekoga! Sve one informacije koje (ako se šire saznaju) mogu da naude kompaniji ili klijentu, ili one informacije koje poslodavac želi da drži u tajnosti da bi se efikasno nadmetao sa konkurencijom, mogu se smatrati poverljivim [4]. Poslodavac je, dakle, taj koji određuje koja je informacija poverljiva, i u odnosu na koga mora ostati tajna, na šta ima puno moralno pravo. Svako narušavanje poverljivosti informacija može se smatrati konfliktom interesa. Čuvanje poverljivih podataka i informacija, koje je takvima proglasio poslodavac je jedna od osnovnih obaveza profesionalca. Čak i ovakvo

jednostavno pravilo mora imati izuzetak. Poverljiva informacija, koja može nauditi firmi ili poslu, može se ticati opšte bezbednosti, ili ugrožavanja javnosti, pojedinih grupa ljudi ili životne sredine. U tom slučaju, moralna dilema koja bi stala pred inženjera profesionalca, morala bi se razrešiti u prilog objavljivanja te poverljive informacije, odnosno u prilog ovako nastalom konfliktu interesa. Da li će se to u praksi i dogoditi, u mnogome zavisi od savesti inženjera, moći poslodavca i niza drugih okolnosti.

Poverljivost informacija u tesnoj je vezi sa poverenjem. U okviru firme, nisu sve informacije svakom dostupne, niti treba da budu. Primena žestoke kontrole toka poverljivih informacija je najčešće kontraproduktivna i osim što doprinosi opštoj nepoverljivosti unutar personala, ne obezbeđuje stoprocentnu zaštitu poverljivosti. Šta se, međutim, događa kada inženjer koji je imao pristup poverljivim informacijama, iz bilo kojih razloga želi (ili mora) da promeni firmu? Moralna dilema: Da li je etički promeniti firmu ako postoji mogućnost odavanja poslovnih tajni, gotovo da nikoga neće staviti u dilemu. Uzmimo primer recesije kada velike firme, u okviru svojih transformacija, otpuštaju višak radne snage, ili ukoliko nisu u mogućnosti adekvatno da plate profesionalca, a on dobije znatno bolju ponudu za posao. Iako ne prestaje da važi obaveza čuvanja poverljivih informacija promenom firme u kojoj inženjer radi, poslovne tajne bivše firme postaju sastavni deo baze inženjerovog znanja i iskustva kojeg on stalno nosi sa sobom. Praksa poznaje ovaj slučaj, pa sve više firmi primenjuje politiku menadžmenta da se prilikom potpisivanja individualnih ugovora sa inženjerima, ubace u ugovor i klauzule o poverljivosti informacija [18]. Ove klauzule ograničavaju slobodu radnika da slobodno bira sebi karijeru, ali to je cena koja se mora platiti - ili ne mora. Potpisivanje ovakvih ugovora je dobrovoljan čin, dakle, voljni rizik.

Pokušaj ograničenja autoriteta poslodavca dobio je i svoj institucionalni oblik – sindikalizam. Iako je sindikalizam svojstven prvenstveno radnicima, početak sindikalnog okupljanja i udruživanja inženjera dogodio se u Sjedinjenim Američkim Državama za vreme prvog svetskog rata [19]. Postojanje inženjerskih sindikata, (unija, udruženja, komora...) međutim, višestruko je potrebno i korisno samim inženjerima, jer oni predstavljaju primarni faktor stvaranja zdravih plata i visokog standarda. Pored toga, sindikati predstavljaju zdrav balans u odnosu na moć poslodavaca i promovišu interese inženjera, dajući podršku legitimnoj borbi inženjera da ostvaruju svoja prava [20]. Materijalno (i moralno) degradiranje inženjera od strane poslodavaca postaje očigledno naročito u društvima gde je sindikat slab ili ne postoji.

## **2.5. PROFESIONALNA PRAVA INŽENJERA**

Profesionalna prava, koja izrastaju iz posebne privilegije i odgovornosti da se neko bavi inženjerskom profesijom, inženjerima obezbeđuju: osnovno pravo na profesionalnu savest (odnosno moralno pravo na odgovorno profesionalno rasuđivanje); pravo da se odbije učešće u nemoralnoj aktivnosti (prevara, falsifikovanje, lažiranje i sl.); pravo da se iskaže sopstveni profesionalni sud (uključujući i pravo na neslaganje); pravo da se javnost upozori na opasnosti; pravo na pravednu materijalnu nadoknadu za profesionalne usluge; pravo na profesionalnu afirmaciju; pravo na materijalnu nadoknadu ukoliko dostignuća inženjera mogu da se patentiraju i unovče [4].

Posebnu pažnju treba obratiti na pravo inženjera da upozori javnost na opasnost, rizik ili da skrene pažnju javnosti na važan moralni problem. "Duvanje u pištaljku" (whistle blowing) kako se to još može metaforički nazvati, najčešće znači namerno puštanje informacija mimo zvaničnih kanala firme ili protiv naredbe pretpostavljenog [21]. Ono je moralno prihvatljivo u onim situacijama kada je u pitanju ozbiljan problem i kada su oni

koji "duvaju u pištaljku" prethodno načinili razumne pokušaje da upozore druge na opasnost putem zvaničnih kanala firme. Šta više, "duvanje u pištaljku" je moralno obavezno (prima facie) ukoliko su oni koji to rade sigurni da mogu da ubede javnost da su njihovi stavovi ispravni, a politika kompanije pogrešna, i kada postoje dokazi da će biti pozitivnog rezultata kada se upozorenje objavi [22].

### 3. ZAKLJUČAK

Inženjeri, kao profesionalci i moralno autonomne ličnosti, moraju uvek da budu svesni svojih obaveza, odgovornosti i prava, kao i svih moralnih implikacija koje iz njih proizilaze, uvažavajući ne samo etičke kodekse i važeće zakone, već i moralne obaveze prema javnosti i javnom interesu, u smislu bezbednosti i kontrole rizika.

### LITERATURA

- [1] H. C. Francis and D. T. Canfield: " Legal and Ethical Phases of Engineering " , McGraw – Hill, New York, 1936.
- [2] M.I. Mantell: " Ethics and Professionalism in Engineering " , Macmillan, New York, 1964.
- [3] P. L. Alger, N. A. Christensen, and S. P. Olmsted: " Ethical Problems in Engineering " , Willey, New York, 1965.
- [4] M. W. Martin & R. Schinzinger: " Ethics In Engineering " , McGraw-Hill, NY, 1989, 404
- [5] W. D. Rowe: " An Anatomy of Risk " , Wiley, New York, 1977.
- [6] W. W. Lowrance: " Of Acceptable Risk " , William Kaufmann, Los Altos, California, 1976.
- [7] S. Milgram: " Obedience to Authority " , Harper and Row, New York, 1974.
- [8] P. Slovic, B. Fishhoff, and S. Lichtenstein: " Risky Assumptions " , Psychology Today, vol.14, no.1, Sussex Publishers, USA, 1980, pp.44-48.
- [9] J. Ladd: " The Quest for a Code of Professions Ethics " , in Chalk, Frankel, and Chafer, op.cit., pp.154-159.
- [10] Hammurabi: " The Code of Hammurabi " , trans. R.F.Harper, University of Chicago Press, Chicago, 1904, pp.80-83.
- [11] R. W. Kates (ed.): " Managing Technological Hazards: Research Needs and Opportunities " , Institute of Behavioral Science, University of Colorado, Boulder, 1977.
- [12] E. W. Lawless: " Technology and Social Shock " , Rutgers university Press, New Brunswick, New Jersey,1977.
- [13] R. L. Whitelaw: " The Professional Status of the American Engineer: A Bill of Rights " , Professional engineer, vol.45, USA, 1975, pp.37-41.
- [14] S. C. Florman: " Moral Blueprints " , Harpers, vol.257, no. 1541, New York City, 1978, pp.30
- [15] H. A. Simon: " Administrative Behavior " , 3d ed., Free Press, New York, 1976.
- [16] J. Ladd: " Loyalty " , in Paul Edwards (ed.), The Encyclopedia of Philosophy, vol.5, Macmillan, New York,1967, pp.97-98.
- [17] M. Baron: " The Moral Status of Loyalty " , Kendal/Hunt, Dubuque, Iowa, 1984.
- [18] M. S. Baram: " Trade Secrets: What Price Loyalty? " , Harvard Business Review, Boston, 1968; reprinted in Barry, pp.207-216.
- [19] J. Seidman: " Engineering Unionism " , in Robert Perrucci and Joel E. Gerstl (eds.), The Engineers and The social System, Wiley, New York, 1969, pp.219-245.
- [20] J. F. Burton: " Public sector strikes " , in Richard T De George and Joseph A. Pichler (eds.), Ethics, Free Enterprise and Public Policy, Oxford, New York, 1978, pp.127-154.
- [21] R. Nader, P. J. Petkas, and K. Blackwell: " Whistle Blowing " , Grossman, New York, 1972.
- [22] R. T. De George: " Business Ethics " , 2d ed., Macmillan, New York,1986.



*Vladimir Kovač<sup>1</sup>*

## **ISTORIJSKI KONTEKST ODNOSA ARHITEKTONSKE FORME I FUNKCIONALNOSTI**

### ***Rezime***

Kroz rad se analizira odnos arhitektonske forme i funkcionalnosti, odnosno njihova jaka estetska sprega stvarana tokom dugog perioda istorije. Osnovna namera jeste da se istraži i prikaže uslovljenost estetičnosti arhitektonske forme i njene funkcionalne opravdanosti kroz istorijski kontekst građenja, što bi bila i osnovna teza rada. Na ovaj način naglašava se značaj razumevanja istorije u procesu arhitektonskog stvaralaštva, gde sama istorija postaje jedan od osnovnih temelja kritičke analize u domenu arhitekture.

### ***Ključne reči***

Arhitektonska forma, funkcionalnost, istorijski kontekst, estetika, stil.

## **HISTORICAL CONTEXT OF RELATION BETWEEN ARCHITECTURAL FORM AND FUNCIONALITY**

### ***Summary***

This paper analyze relation between architectural form and functionality, more exactly, their strong aesthetic conjugation established during long period of history. The main intention is to explore and present the dependance between aesthetics of architectural form and its functional justification through historical context of building, which is the main thesis of the study. In this way, the stress is placed on the importance of understanding history in the process of architectural creativity, where the history herself becomes one of the basic foundations of critical analyzis in the architectural domain.

### ***Key words***

Architectural form, functionality, historical context, aesthetics, style.

---

*<sup>1</sup> Master inženjer arhitekture, asistent, Univerzitet u Beograd – Arhitektonski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd, Srbija, kovachshach@yahoo.com*

## 1. UVOD

Cilj rada jeste prikazivanje estetičnosti i oblikovnosti arhitektonske forme kao rezultata njene predašnje funkcionalnosti dokazane u istorijskom kontekstu. Kroz istraživanje analizirani su stavovi autoriteta iz oblasti istorije i teorije arhitekture, filozofije, kao i istorije umetnosti, koji govore o potrebama arhitektonskog dela, koje je kroz istorijski period trebalo da zadovolji, kako bi dobilo status estetski prihvatljivog i etabliranog unutar stila. Većina ovih tekstova usmerena je ka stanovištu da se estetika forme nekog perioda u arhitekturi bazirala na celokupnom istorijskom nasleđu i iskustvu iz graditeljstva. Ovi stavovi razmatrani su sa različitih aspekata, preko značaja istorijskog diskursa u tumačenju odnosa arhitektonske forme i funkcije, kao i uloge tog odnosa u kontekstu stila, pa sve do „estetizacije građevinarstva” koje je tako prerastalo u arhitekturu.

## 2. ISTORIJSKI KONTEKST ODNOSA ARHITEKTONSKE FORME I FUNKCIONALNOSTI

### 2.1. ULOGA ISTORIJSKOG DISKURSA U TUMAČENJU ODNOSA ARHITEKTONSKE FORME I FUNKCIJE

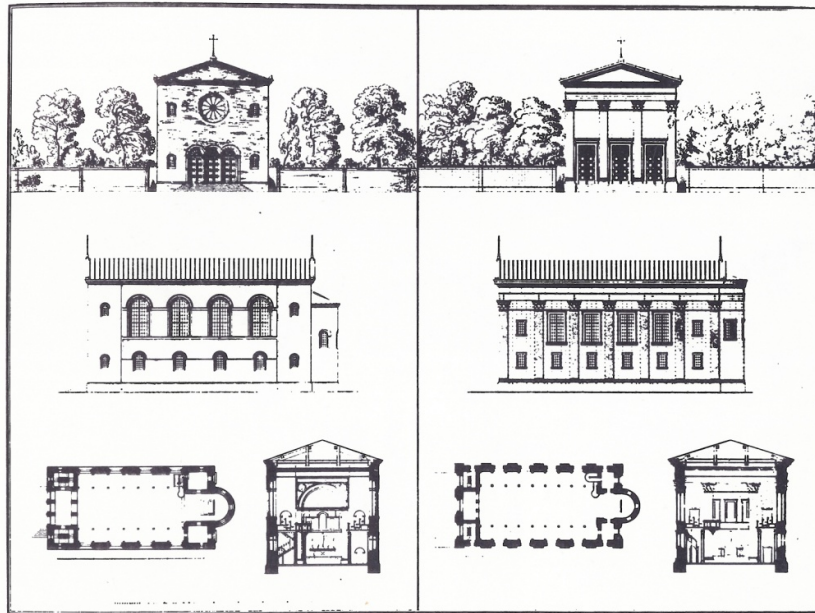
U procesu analize i tumačenja arhitektonske forme i njenog odnosa prema funkcionalnosti primarno mesto zauzima istorijski kontekst arhitektonskog stvaralaštva. Kao što je Mišel Fuko (*Michel Foucault*) isticao da otkrivanje i tumačenje sadašnjosti nije moguće bez razumevanja diskursa istorije [1], tako ni arhitekturu ne možemo razumeti bez upliva u njenu prošlost, njenu istoriju, jer: „*Stvaranje arhitektonskog jezičkog izraza moguće je samo u okviru istorije arhitekture koja omogućava da arhitekturu shvatimo kao poseban vid jezika.*” [2] Analogna stanovišta nalazimo i kod Ranka Radovića koji, analizirajući pristupe učenju iz istorije arhitekture, naglašava da nije primarno „*kako mladog arhitektu učiti arhitekturi, uz pomoć tradicije, nego kako svakog arhitektu, u praksi i teoriji, učiniti osetljivim i sposobnim za stvaralačko reinterpretiranje, (sve do važnog kritičkog odnosa), naslaga i vrednosti prošlosti.*” [3]

Zahvaljujući permanentnom egzistiranju primarnih arhitektonskih oblika, kroz dug istorijski period, danas je moguće tumačiti i čitati, kako one elementarne, tako i složene poruke arhitektonskog dela iskazane pojedinačnim formama ili formom celovitog objekta. O tome govori i Aleš Vodopivec; osvrćući se na Hegela i njegovo delo *Estetika* [4], Vodopivec ističe: „*Svaki oblik je u istorijskom procesu gradnje dobio sadržinu. Pojedinačni oblici, elementi arhitekture, danas su nam razumljivi samo u horizontu već izgrađenog. Prošlost arhitekture čini jasnijim odnose između elemenata i njihovog značenja.*” [5] Izvesno je da ne postoji niti jedan arhitektonski oblik, koji ranije, kroz istorijski kontekst, nije bio potvrđen kao estetski adekvatan. Arhitektura svoj izražajni model bazira na sopstvenom iskustvu, na onome što je u prošlosti već zamišljeno i izgrađeno. U arhitektonskom stvaralaštvu, u procesu komponovanja forme, mnogi se oblici koriste inertno, bez dublje perceptivne analize njihovih oblikovnih i estetskih premisa. Ovakav pristup je moguć, prevasnodno, na osnovu funkcionalne upotrebljivosti, a potom i estetske potvrđenosti ovih elemenata u istorijskom kontekstu.

## 2.2. ODNOS ARHITEKTONSKE FORME I FUNKCIONALNOSTI U KONTEKSTU STILA

Veoma zastupljeno mišljenje, kada je u pitanju stil, smatra Vodopivec bazirajući se na Plečnikovom stanovištu, jeste to: „...da je stil arhitekturi pridodat, uslovljen ne samo duhom vremena, već i prirodom zadatka”, te da: „on nije imanentan i nezamenjliv”. Pored toga, Vodopivec ističe i sledeće: „Menja se, dakle, samo naše poznavanje i tumačenje prirodnih zakona i naša interpretacija osnovnih pravila arhitekture, a to su samo pitanja stila.” [6] Možemo zaključiti da je pojam stila veoma varijabilna instanca, a da se estetika dela bazira na pomenutim osnovnim pravilima arhitekture. Stoga je u potpunosti opravdano da se istinski koren estetičnosti arhitektonske forme može tražiti u funkcionalnim oblicima graditeljskog nasleđa. Ovakvo stanovište slikovito opisuje i grčki arhitekta i teoretičar arhitekture Demetri Porfitios (*Demetri Porphyrios*), koji parafrazirajući Cicerona, kaže: „Ne zbog veselja, već zbog potrebe imaju naši hramovi zabat. Potreba za uklanjanjem kišnice odredila je njegovu formu. Ipak lepota tog oblika je takva... da, ako bi morao postaviti hram na Olimpu gde, kažu, nikada ne pada kiša, osetio bih dužnost krunisati ga timpanonom.” [7]

Čak je istaknuti nemački arhitekta i teoretičar arhitekture Fridrih Šinkel (*Karl Friedrich Schinkel*), da bi potvrdio i naglasio kako nije uvek neophodno slediti stilske odlike pojedinog perioda, često projektovao više rešenja koja su pripadala različitim stilovima, a pri tom su sva bila isprojektovana nad istom osnovom i po istim principima [8]. Ovim je ukazivao da se kvalitet arhitektonskog objekta može postići neovisno od stila, poštujući osnovne istorijske vrednosti forme u kontekstu celovite arhitektonske kompozicije (*slika 1.*).



*Slika 1. Dva različita rešenja iste arhitektonske osnove  
(K. F. Šinkel, Berlin, 1832)*

### 2.3. FORMA I FUNKCIJA: OD GRAĐEVINARSTVA KA ARHITEKTURI

*„Arhitektonski elementi nemaju sami po sebi simboličku i izražajnu snagu. Pojedinačni oblici dobijaju autoritet istine i tradicije tek sa izvesne vremenske distance.”* [9] Ova zaključna razmatranja koje Vodopivec iznosi u tekstu *Istorija kao temelj arhitektonskog stvaranja*, mogla bi se obrazložiti time što je građevinarstvo težilo da zadovolji elementarne potrebe staništa, dok je arhitektura nastojala unaprediti tu potrebu na estetskom nivou poimanja arhitektonske forme. Stoga, neophodno je bilo da se kroz dug istorijski period od praforme građevinarstva, oličene kroz primarnu funkcionalnu oblikovnost, otrgne arhitektonska forma obogaćena simbolikom.

Ako je potrebno da odvojimo arhitekturu od onoga što ona nije, prema tumačenju Dene Arnold (*Dana Arnold*), shvatićemo da arhitektonsko delo razumemo tek u kontekstu *estetskih i funkcionalnih potreba* [10], koje ono mora da ispuni. U protivnom objekat se može smatrati *samo građevinom* [11]. To naglašava i Porfirios, koji kaže: *„Tokom godina i vekova nekoliko probranih građevinskih rešenja zadobilo je autoritet istine. Moć navike i opšteg mišljenja je takva da su, ubrzo, ti građevinski elementi postali univerzalni zakoni... Na taj način se gubi njihova upotrebna vrednost i oni dobijaju estetsku, simboličku vrednost. Potreba za utočištem je na taj način nadograđena estetikom tektonike, simboličnom formom; građevinarstvo je postalo arhitektura.”* [12] Ovi stavovi nam jasno pokazuju razliku između arhitekture i građevinarstva, pri čemu arhitektura podržava građevinarstvo u njegovoj konstruktivnoj logici (*slika 2.*), gde je *„arhitektonska forma posledica prirodnih zakona, na prvom mestu gravitacije, a onda geometrijskih zakona. U oba slučaja reč je o tome da konstrukcijski element građevinarstva vremenom postaje simbolična forma arhitekture.”* [13]



*Slika 2. Partenon. Idealna forma helenske arhitekture  
(Atina, Akropolj, 5. vek p n.e.)*

### 3. ZAVRŠNA RAZMATRANJA I ZAKLJUČAK

Sasvim je izvesno da se konstalacija odnosa arhitektonske forme i funkcije ne može izopštiti iz istorijskog konteksta arhitektonskog stvaralaštva, i da razumevanje istih podrazumeva dubok dijalog sa tradicijom, kao i sa istorijskim vrednostima i njihovom promenom u vremenu. Istina, bilo je pokušaja da se problem forme u kontekstu funkcije krajnje globalizuje, što je pre svega činjeno u periodu moderne, kada je i nastala krilatica *forma prati funkciju*. Međutim, ovakvo stanovište, ispostavilao se, čini samu arhitekturu redundantnom i ugrožava njene osnovne postulate gde se forma svodi i uproštava na nivo upotrebljivosti. Sledeći pomenuto funkcionalističko geslo modernizma neizostavno bi se dovelo u pitanje i svrha postojanja arhitekture same, kao i njenog diferenciranja u odnosu na građevinarstvo. Veza između građevinarstva i arhitekture svakako da postoji, ali se ona prikazuje samo u jednoj tački; tački do koje postoji građevinarstvo, i od koje nastaje arhitektura kao „*posledica umetničke namere, a ne samo gole potrebe za zaklonom*” [14].

#### LITERATURA

- [1] M. Foucault: "Nietzsche, Genealogy, History", in D. F. Bouchard; S. Simon (trans. and ed.): "Language, Counter-memory, Practice: Selected essays and interviews", NY Cornell University Press, Ithaca, 1977, pp. 151– 152
- [2] A. Vodopivec: „Istorija kao temelj arhitektonskog stvaranja”, De re Aedificatoria: arhitektura i istorija (Beograd: Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu),1/1990, str.56
- [3] R. Radović: „Podsticajno, zagonetno i varljivo mesto tradicije u arhitekturi”, De re Aedificatoria: arhitektura i istorija (Beograd: Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu),1/1990, str.14
- [4] V. F. H. Hegel: „Estetika 3”, BIGZ, Beograd, 1975, str.35-36
- [5] A. Vodopivec, str.50
- [6] Ibid.
- [7] D. Porphyrios: "Building and Architecture", Architectural Design (London: John Wiley & Sons, Inc.), Vol. 54, 5-6/84, p.30
- [8] K. F. Schinkel: "Collected Architectural Designs", Academy Editions / St Martin's Press, London, 1982, p.40
- [9] A. Vodopivec, str.56
- [10] D. Arnold: "Reading the past. What is architectural history?", in: D. Arnold (ed.): "Reading architectural history", Routledge, London/New York, 2002, p.6
- [11] Ibid.
- [12] D. Porphyrios, p.30
- [13] A. Vodopivec, str.50
- [14] A. Vodopivec, str.52



*Vladimir Parežanin<sup>1</sup>, Vladimir Kovač<sup>2</sup>, Đorđe Nenadović<sup>3</sup>*

## **SAJBER PROSTOR, KRIZA JAVNIH PROSTORA**

### **Rezime**

U radu se prikazuju i proučavaju razlike *nove opšte realnosti* i tradicionalnog razumevanja fizičkog sveta i prostornosti. Nova prostorna realnost razumevana kao produkt savremenih paradigmi komunikacija i socijalnih interakcija prezentovana je kao nešto što pretilo da udomi ljudske komunikacije, omogućiti im prostorne i ambijentalne kvalitete i time upotpuni hiperindividualizaciju savremenog društva. Virtuelno realne simulacije su za konzumente prezentovane ne kao proširenje fizičke realnosti već kao surrogati, za koje se može reći da su alternativna realnosti u kojoj *biti* ne zahteva fizičku prisutnost i *činiti* ne podrazumeva odgovornost.

### **Ključne riječi**

Sajber prostor, simulacija, socijalna interakcija, javni prostori.

## **CYBER-SPACE , CRISIS OF PUBLIC SPACE**

### **Summary**

This paper presents and studies differences of the new general reality and traditional understanding of the physical world and space. The new spatial reality considered as a product of the modern communication paradigm and social interaction is presented as a kind of threat to accept human communications, to allow them quality of space and ambient and thus to complete hyper-individualism of the modern society. Virtually realistic simulations are presented to the consumers not as extension of physical reality but as surrogate, which can be said that they are alternative reality in which 'to be' do not require physical presence and 'to do' do not imply liability.

### **Key words**

Cyber-space, simulation, social interaction, public space

---

*1 Asistent, mast.inž.arh, Arhitektonski fakulte, Bulevar kralja Aleksandra, Beograd, Srbija, parezanin@arh.bg.ac.rs*

*2 Asistent, mast.inž.arh, Arhitektonski fakulte, Bulevar kralja Aleksandra, Beograd, Srbija, kovachshach@yahoo.com*

*3 Asistent, dipl.inž.arh, Arhitektonski fakulte, Bulevar kralja Aleksandra, Beograd, Srbija, djuk@sezampro.rs*

## 1. O POROBLEMU ISTRAŽIVANJA

“Izvesno je da se malo onog što se obavlja posredstvom kompjuterskih mreža mora obavljati na taj način”

Teodor Rošak (Theodor Roszak, 1986: str 197).

Razumevanje *Sajber prostora* i *Sajber prostornosti* počinje konstituisanjem nove *opšte stvarnosti* koja više nije tradicionalna realnost fizičkog, opipljivog sveta. Svet privida iznova postaje aktuelan, ali sada značajno određeniji i definisaniji od onoga zbog koga se Sokrat žučno sporio sa sofistima. Možemo reći da je paradigma *privida* sa mističnog, magijskog, transcendentnog, pod uticajem medija masovnih komunikacija, Interneta i drugih komunikacionih tehnologija, preoznačena u elektronsku i tehnološku reprodukciju nove realnosti, onu čije osobine i pojavne oblike možemo birati. Generisana, virtuelna realnost zajednice ubrzanog tehnološkog razvoja, digitalnog i elektroničkog konteksta podpomogla je *hiperindividualizaciju* savremenog društava.

U *Nadzirati i kažnjavati* Fuko tvrdi da je među sredstvima za stvaranje pojedinaca bila i institucija hijerarhijske, ili vertikalne komunikacije u zatvorima. Prema Fukoovom mišljenju, “Zatvor mora da bude mikrokosmos jednog savršenog društva u kom su pojedinci izolovani u svojoj moralnoj egzistenciji, ali i ponovo ujedinjeni u jednom strogom hijerarhijskom okviru, bez lateralnog odnosa, pošto je komunikacija moguća samo u vertikalnom smeru” (1997: 238).

Po Aristotelovom shvatanju, snaga naroda je u njegovom broju. Bit upravljanja i manipulisanja bila je u razjedinjavanju, dok savremenim *upraviteljima*, upravo, jedinstvo u virtuelnom, svetu individualnih mreža i komunikacija, pomaže u oblikovanju *realnog društvenog interfejsa*. Zapravo, oni postaju vlasnicima omasovljenih društvenih potreba komunikacije i interakcije na svim nivoima.

## 2. SAJBER PROSTOR I/ILI JAVNI PROSTOR

“Četovanje ima još jedno svojstvo zajedničko gotovo svim kompjuterskim mrežnim tehnologijama: ono kao da čini mesto nevažnim! ... Paradoks je da su, težeći da približe ljude, mrežne tehnologije unele distancu između ljudi na istoj lokaciji.”<sup>4</sup>

U ovakvim okolnostima, očito je izražena egzistencijalna odsutnost organske celine bića i okruženja, ozbiljno je relativizovan pojam *sabornosti* i *individualnosti*, jer se sve može odvijati u neakvim prostorima deregulacionih mogućnosti. Sada, kao da smo objedinjeni u samodovoljnosti!

Okarakterisan kao *Nomadski prostor* (Šuvaković, M, 2005, str125.), bez potpune i konačne identifikacije identiteta kroz korisnika, jer je otvoren, potpuno se ogleđa u “čije su ovce, toga je i livada“. Kako predstavlja povratnu vezu između korisnikovog čulnog sistema i kibernetike logike i kontrole u fenomenološkom smislu *Sajber prostor* suočava:

- fizički i simuliran prostor;
- biće i nebiće;

---

4 Лажов, М: *Культура*, 107/108, сmp78.



· realno i simboličko vreme<sup>5</sup>.

*Najvrednija* sposobnost virtuelnog prostora jeste da je u mogućnosti da poprimi obličje i fizionomiju onoga što je u mašti savremenog korisnika, drugim rečima, kada se to poželi, *Sajber prostor* postaje *Mesto*. Omestovljenje prostora je korak ka humanizaciji virtuelnog i nestvarnog, čime bi se umanjile očigledne razlike među simuliranim i stvarnim ambijentima. Bezbednost i zaštita kroz bivanje u virtuelnom okruženju predstavljaju oblike osnovne *egzistencijalne* sigurnosti koja preporučuje i favorizuje takve prostore, naspram realnih rizičnih i nepredvidivih ambijenata svakodnevnice.

*Strah*, kao primarna emocija koja nastaje usled opažanja trenutne ili očekivanja stvarne opasnosti i pretnje<sup>6</sup>, predstavlja, genetski programiranu reakciju na preteći stimulus i veoma opredjeljujuću argumentaciju onih pobeglih u sigurnost Sajber prostora. Virtuelno ne odaje utisak klaustrofobije niti bilo kakvih ograničenja mogućnosti i delanja.

Frojđ u svojim raspravama pretpostavlja da će *potrebe* deteta biti zadovoljene akcijama drugih, a da je odrastanje proces kroz koji, normalno dete, ne prihvata pasivno pomoć i rizikuje sigurnost zarad spoznaje. Ono će se boriti da samo sebi priušti i zadovolji potrebe. Upravo je to zadovoljenje potreba ključna pozicija za individualno ostvarenje, koje će biti izvesnije u svetu koji sami uređujemo i čija pravila sami normiramo.

“Želja se uobličava na relaciji zahtev-potreba gde je, zapravo, zahtev taj koji formira udaljenje od mogućnosti..”<sup>7</sup>

Ako korisnički interfejs to dozvoli, to mesto se može oblikovati, prilagođavati, menjati za pojedine prilike i u taj se prostor mogu pozvati i drugi korisnici. Osećaj sigurnosti, komunikacije, kontrola pristupa, komfor, intimnost su sada osobine koje mogu posedovati i virtuelne mreže i nisu samo rezervisane za ambijente domova, spavaćih soba, ulica i trgova. Time *Sajber prostor* postaje nova forma interakcije. Oblik socijalne komunikacije je po prvi put kontrolisan i visoko selektivan; u prilici ste da *prihvatite* ili *odbijete*; da budete aktivni ili da posmatrate a da vas pri tom ne vide. Time Sajber prostor postaje *Društvo individua* objedinjenih u želji da odaberu i mogućnosti da odbiju; društvo u kome je *normalno* imati svoje *JA*- svoje isprojektovano, parametarski definisano, samodovoljno *JA*, koje nikome nije odgovorno.

Ideje savremenog pokreta *Novog Metabolizma*<sup>8</sup>, grupe japanskih arhitekata proklamuju tezu o nepostojanju javnog prostora u svome osnovnom značenju. Ne postoje javni prostori, postoje jedino servisi - prostori rezervisani za opsluživanje čovekovih aktivnosti. Javni prostori su nepotrebni jer su samo mesta za ugnjetavanje i obezvređivanje individue.

Aplikativna alatka *Undo* je veliki problem realnog vremena. Neverovatna je sigurnost imati jedan potez *Undo*! Kako ga obezbediti u realnom vremenu, teško je odgovoriti, ali je *Sajber prostor* svojim konzumentima dozvolio jedan *nepromišljen potez bez posledice*. Virtuelno je po želji konzumenta, a po širini njegovog uma, sa *pravom* bezgraničnih mogućnosti i pogodnosti. Nudi mu da zaustavi vreme i dozvoljava beskrajno razmišljanje pred ključne odluke i gestove i time *ga čini* srećnim i uspešnim.

---

5 Šuvaković, M, 2005, str 125.

6 <http://hr.wikipedia.org/wiki/Strah>

7 Lakan, 1983, str 311.

8 K. Kitayama, Y. Tsukamoto, R. Nishizawa: 'Tokyo Metabolizing', 2010.

### 3. ZAVRŠNA RAZMATRANJA

Virtuelno realne simulacije će, tako, omogućiti korisnicima akcije i gestove koje realno društveno i fizičko okruženje onemogućuje. Korisnici takve realnosti je ne razumevaju kao suprotnost *stvarnoj realnosti* već pre kao njeno proširenje. Bilo bi neprikladno virtuelnu realnost nazvati bekstvom, pošto je to što ona pruža jedna *alternativna* realnost u kojoj *biti* negde ne zahteva fizičku prisutnost i *činiti* nešto na proizvodi nikakve promene u fizičkom svetu i time nas lišava svake odgovornosti.

Virtuekna realnost obavlja funkciju zaštite subjekta ili korisnika od nedaća *stvarnog*. Tehnologije uključene u proizvodnju virtuelne realnosti teže da zatvore pukotine kroz koje nadire *stvarno*.

Sajber prostor postaje novi oblik zadovoljstva i sa svim pogodnostima i komforima značajna je pretnja Javnom prostoru.

*Ako Bog ne postoji, je sve dopušteno.*<sup>9</sup>

#### LITERATURA

- [1] Zizek, S. What can psychoanalysis tell us about cyberspace?  
[www.psybc.com/pdfs/library/Psa\\_Cyberspace.pdf](http://www.psybc.com/pdfs/library/Psa_Cyberspace.pdf)
- [2] Kitayama K., Tsukamoto Y., Nishizawa R.: '*Tokyo Metabolizing*' - *Urban public spaces are authoritaian devices for suppresing people*, Tokyo, TOTO Publishing, 2010.
- [3] Лажои, М: Култура 107/108, Сајбер-простор и проблеми разграничења: Психонализа и сајбер простор, Београд, 2003.
- [4] Лакан, Ж.: *Списи*, Просвета, Београд 1983.
- [5] Roszak, T: *The Cult of Information*, Glasgow, Paladin, 1986.
- [6] Фуко, М: *Надзирати и казњавати*, Београд, Просвета, 1997
- [7] Фројд, С.: *Три расправе о сексулној теорији*. у: Одабрана дела Сигмунда Фројда, Нови Сад: Матица српска, књига трећа, 1973.
- [8] Шваковић, М.: *Појмовник савремене умјетности*, Veles&Betон, Загреб, 2005.

---

<sup>9</sup> Ф. М. Достојевски

*Zoran Cekić<sup>1</sup>, Damir Lunić<sup>2</sup>*

### **PROJECT TEAM EFFECTIVENESS IN CONSTRUCTION: IMPACT FACTORS**

#### **Summary**

Delphi method is applied to find inside and outside factors inside the construction project management team which impact team effectiveness. Result of this research is statistically approved consensus about most important project effectiveness factors for construction project management team in Serbia.

#### **Key words**

Construction, Project team, Effectiveness, Delphi, Impact factor.

### **EFEKTIVNOST PROJEKTIH TIMOVA U GRAĐEVINARSTVU: UTICAJNI FAKTORI**

#### **Rezime**

Delphi metod je primenjen u istraživanju unutrašnjih i spoljašnjih faktora koji utiču na efektivnost projektnog tima u građevinarstvu. Rezultat ovog istraživanja je statistički potvrđen konsenzus o najvažnijim faktorima efektivnosti projektnog tima na građevinskim projektima u Srbiji.

#### **Ključne riječi**

Građevinarstvo, Projektni tim, Efektivnost, Delfi metoda, Uticajni faktori.

---

*1 Professor, dr, Faculty of Construction Management, Union University, Cara Dušana 62 - 64, Beograd, Serbia,  
[zoran.d.cekic@gmail.com](mailto:zoran.d.cekic@gmail.com).*

*2 MSc Student, UCL University College London, Bartlett Graduate School of Construction and Project Management, Gower Street, London, UK*

## 1. INTRODUCTION

The construction industry is very competitive for the contractor because profit margins are low and risk is high. The competitive nature of these participants may cause a breakdown of the teamwork crucial to a highly successful project. Teamwork is defined as “cooperative effort by the members of a group or team to achieve a common goal”.

“Not finance. Not strategy. Not technology. It is teamwork that remains the ultimate competitive advantage, both because it is so powerful and so rare (Lencioni, P. 2002).

The importance of work teams appears to be gaining in strength as jobs get bigger, organizational structures get more complex, and more and more companies become multinational in scope (Naquin & Tynan, 2003). In large projects especially in construction industry it seems that the team holds the key to business success. Because many jobs and projects are becoming increasingly complex and global in scope, companies tend to create atmosphere between teams and the new roles being created tend to be team-oriented. To attain a high level of team performance, team leader must have knowledge about what factors influence team dynamics and effectiveness. In an attempt to understand how teams work, in 1995 Michael Lombardo and Robert Eichinger developed the T7 Model. They identified five factors inside the team and two factors outside the team which impact team effectiveness (Figure 1). It does not matter how good a team is on thrust, trust, talent, teaming skills, and task skills, it must have the support from the organization and the leadership fit to be effective (Lombardo & Eichinger, 1995).

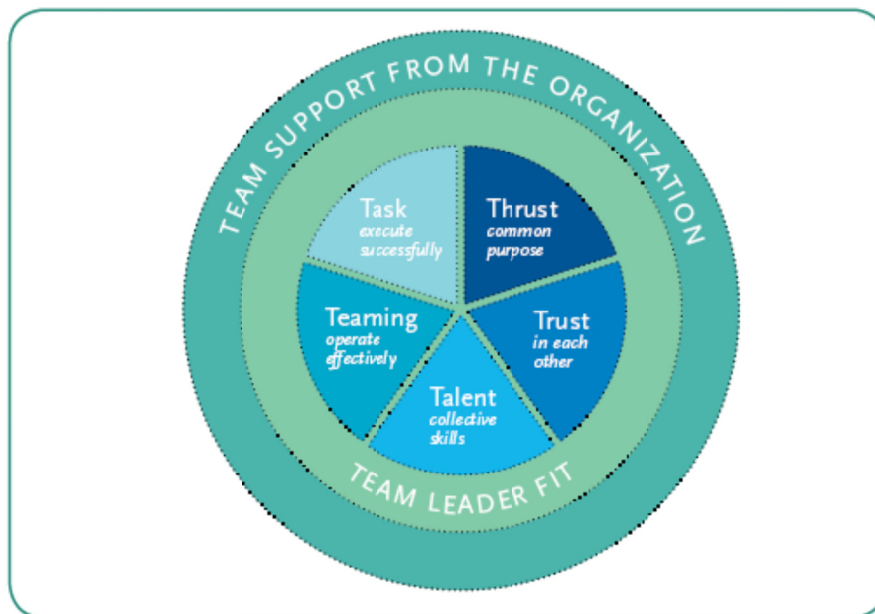


Figure 1- The T7 Model of Team Effectiveness

Model by Rubin, Plovnick, and Fry (1977) is one of the oldest models of team effectiveness. It is sometimes referred to as the “GRPI Model,” which stands for Goals, Roles, Processes, and Interpersonal Relationships. According to the GRPI Model of Team

Effectiveness, a team always should begin with a team level goal. After the goal is defined, the roles and responsibilities will become clearer (Rubin, I. M., Plovnick, and Fry, R. E., 1977). Focusing on Team Basics Katzenbach and Smith (1993) assert most people realize the capabilities of teams, but there is a natural resistance to moving beyond individual roles, responsibilities, and accountabilities (Fig.2). LaFasto and Larson (2001) developed a model of team effectiveness which they refer to as the “Five Dynamics of Team Work and Collaboration”. They theorize that there are five fundamental elements or components which must be understood and actively managed to increase the likelihood of effectiveness.

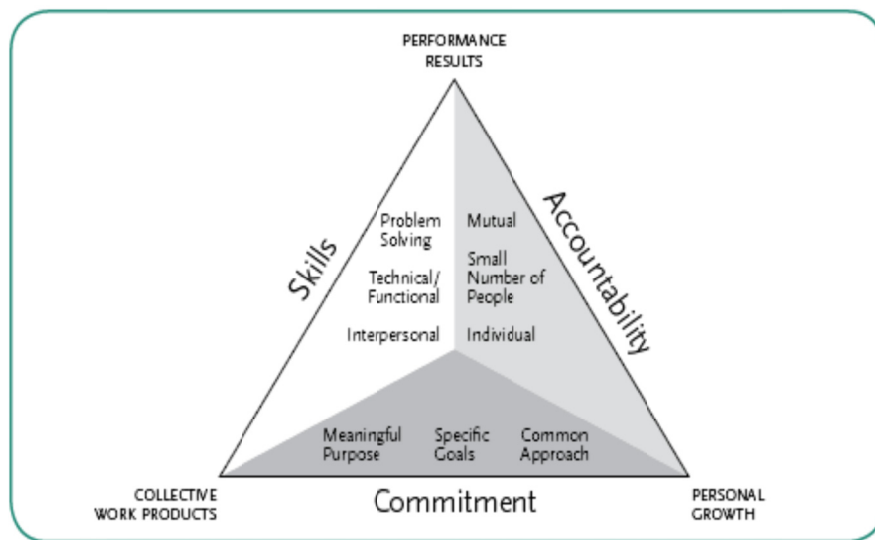


Figure 2 - Focusing on Team Basics Model—Katzenbach and Smith (1993)

One of the most interesting models of team effectiveness was developed by Lencioni (2005). According to him, all teams have the potential to be dysfunctional. Pyramid is used to demonstrate the hierarchical progression of team development.

## 2. RESEARCH METHOD: THE DELPHI TECHNIQUE

Project Delphi was the name of a study undertaken by the Rand Corporation for the US Air Force in the early 1950s concerning the use of expert opinion (Robinson, 1991). The objective of the study was to obtain the most reliable consensus of opinion of a group of experts by a series of intensive questionnaires interspersed with controlled opinion feedback. Delphi is an iterative forecasting procedure characterized by three features (Dickey and Watts, 1978): anonymity; iteration with controlled feedback; and statistical response. It can represent the best forecast available from consensus of experts. The success of Delphi method depends principally on careful selection of the panel. Modolor Company is medium sized Serbian AEC (architecture, engineering and construction) company. Company has a lot of experience in public and private projects, mostly in construction of university and school buildings.

The Delphi method adopted in this research consisted of four rounds. In the first and second rounds of Delphi questionnaire, it was intended to gather team effectiveness factors. The second round of the questionnaire dealt with all the factors provided in the first round, and experts were asked to state the importance of each factor. In the third round of questionnaire, a list of factors with corresponding questions were presented, and the respondents were requested to assess the suitability of three procurement routes (traditional, D&B and Management Contracting) against each factor. In the fourth round of Delphi, respondents were provided with results from round three. They were asked to reconsider the scores of the utility factors and see whether they would adjust them.

### 3. RESULTS OF ROUND ONE AND TWO

The first round of Delphi questionnaire, accompanied by an invitation letter, was sent to the panel members. In this round of Delphi, experts were asked to provide at least five the most important factors that they considered to influence the team effectiveness on D&B project. Six factors were consolidated to form a list of factors for the second round of Delphi. In the second round of Delphi experts were asked to indicate the relative importance of these six factors that had been identified in round one of Delphi survey, using a simple 3-level scale: very important, important and not important. From the results of Delphi round two questionnaires (Table 1), it was found that two out of six factors were 100% agreed by the panel of experts as very important.

*Table 1. Delphi Round 2 Results*

Team effectiveness selection factors	Very important or important (%)
1. Purpose of the project team	100
2. Clear team-oriented goals	100
3. Size of the project team	85,71
4. Complementary skills of team members	85,71
5. Decision making capacity	71,42
6. Communication	57,12

Two factors were agreed by 85,71% of the experts. One factor was agreed by 71,42% and one by 57,12% of the experts. Factors which had a frequency of less than 50% would be excluded from our list of criteria.

### 4. DELPHI ROUND THREE AND FOUR

In the round three Delphi methods, experts were asked to enter a utility factor against three procurement routes. The utility factor is a factor to indicate the degree of suitability of each procurement system against each factor (Skitmore and Marsden, 1998; Chan 1995). Respondents were asked to enter a score from 10 to 110 to eliminate the occurrence of zero. An analysis was performed of the seven questionnaires received in which the mean utility team effectiveness was computed (Table 2). To obtain a measure of consistency, a statistical test was applied involving the calculation of a coefficient of

concordance (W) for the utility factor provided by experts using the SPSS computer package. A concordance coefficient of 1 indicated that the seven experts all ranked the factors identically. Utility factor of project criteria are sufficiently consistent at 0.05 levels of significances ( $\alpha < 0.05$ ) or smaller for six factors.

The results of the Round 3 show that the experts had some difficulty in assessing utility factor for the Purpose of the project team effectiveness factor (sig. level = 0,931), Clear team oriented goals (sig. level = 0,717) and Size of the project team (sig. level = 0,465), in relation to the traditional, integrated and management procurement route. For the round four, the experts were provided with feedback of the results obtained in round three.

**Table 2** Concordance coefficient in Round 3

<i>Team Effectiveness Factors</i>	Average Utility Factors				
	Traditional	Integrated	Management	Kendall	Sig.
1. Purpose of the project team	82,8%	98,5%	97,1%	0,026	0,931
2. Clear team-oriented goals	92,8%	95,7%	95,7%	0,041	0,717
3. Size of the team	84,2%	90%	91,5%	0,081	0,465
4. Complementary skills of members	82,8%	92,8%	95,71%	0,226	0,028
5. Decision capacity	65,71%	77,1%	81,4%	0,316	0,024
6. Communication	52,8%	58,5%	67,1%	0,382	0,032

**Table 3** Concordance coefficient in Round 4

<i>Team Effectiveness Factors</i>	Coefficient of concordance (W)		Significance level	
	Round 3	Round 4	Round 3	Round 4
1. Purpose of the project team	0,026	0,589	0,931	0,005
2. Clear team-oriented goals	0,041	0,462	0,717	0,021
3. Size of the project team	0,081	0,487	0,465	0,010
4. Complementary member skills	0,226	0,638	0,028	0,002
5. Decision making capacity	0,316	0,674	0,024	0,003
6. Communication	0,382	0,412	0,032	0,019

The average of the utility factors of the seven experts for each procurement system against each factor and the respondent's own score in the round three were shown. The respondents were asked to re-assess their score in the light of the average values scored by the panel of experts. The consistency of the utility factors was again computed using the SPSS package to calculate Kendall coefficient of concordance.

The results of level of significance for all factors in round four are shown at table 3. The concordance analysis shows that consistency of the experts ranking for team effectiveness factors had improved over the successive round. The results of the Round 4 show the utility factors of six team effectiveness factors were sufficiently consistent at 0.05 levels of significance or smaller. That means that the panel of experts had statically significant consensus on the weighting of utility factors for all of the six project team effectiveness factors in relation to traditional, integrated and management route.

## 5. CONCLUSION

Four Delphi rounds were conducted in this study. A set of exclusive factors of the team effectiveness in construction project was identified following the first two rounds of the Delphi. The last two rounds of the Delphi were to derive a statistically significant consensus on the weighting of the utility factors for project effectiveness for traditional, integrated and management procurement routes. Future research may be conducted by including utility factors for some more procurement routes.

## REFERENCES

- [1] Adams, S. (1999) Update on design and build. *Architect Journal*, 3 June, 46-8.
- [2] AGC (1991) *Partnering A Concept for Success*, Associated General Contractors, Washington.
- [3] Barret, P. and Sexton, M. (1998) *Integrating to Innovate*, Report for the Construction Industry Council.
- [4] Belbin, M.R. (1993) *Team Roles at Work*, Butterworth-Heinemann, London.
- [5] Bennet, J., Potheary, E. and Robinson G. (1996) *Designing and Building a World Class Industry*, Centre for Strategic Studies, Reading University.
- [6] Chan, A.P.C (1995) Towards an expert system on project procurement. *Journal of Construction Procurement*, 1(2), 124-49.
- [7] Dainty, A.R.J. and Moore D.R. (2000) The performance of integrated D&B project teams in unexpected change
- [8] Dickey, J.; Watts, T.: *Analytic Techniques in Urban and Regional Planning*, McGraw-Hill, New York, 1978
- [9] Downing, M. (1998) Design and build: a specialist contractor's view. *Construction Manager*, November, 21.
- [10] Gattorna, J.L. and Walters, D.W. (1996) *Managing The supply Chain: A Strategic Perspective*, Macmillian, London.
- [11] Katzenbach, J. R., & Smith, D. K. (1993). *The wisdom of teams: Creating the high-performance organization*. Boston: Harvard Business School Press.
- [12] LaFasto, F., & Larson, C. (2001). *When teams work best: 6000 team members and leaders tell what it takes to succeed*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- [13] Lencioni, P. (2002). *The five dysfunctions of a team: A leadership fable*. San Francisco: Jossey-Bass.
- [14] Lombardo, M. M., Eichinger, R. W. (1995). *Team Architect® user's manual*. Minneapolis,: Lominger Limited.
- [15] Maylor, H. (1996) *Project Management*, Pitman, London.
- [16] Moorre, D.R. and Dainty A.R.J. (1999) Integrated project team's performance in managing UCEs. *Team Performance Management Journal*, 5(7), 212-22
- [17] Naquin, C. E., & Tynan, R. O. (2003). The team halo effect: Why teams are not blamed for their failures. *Journal of Applied Psychology*, 88, 332-340.



- [18] Robinson, J. B. L.: Delphi Technology for Economic Impact Assessment, *Transportation Engineering*, 117, 3, 1991
- [19] Rubin, I. M., Plovnick, M. S., & Fry, R. E. (1977). *Task oriented team development*. New York: McGraw-Hill.
- [20] Saxon, R. (2000) Special Report: design and build. *Architect Journal*, 3 February.
- [21] Smit, J. (1995) Projecting success. *New Builder*, 17 March.
- [22] Skitmore, M. And Marsden, D. E. (1998) Which procurement system? Towards a universal procurement selection technique. *CME*, 6, 71-89.
- [23] Wiggins, J., (1985) "ESA Safety Optimization Study." Hernandez Engineering, HEI-685/1026, Houston, TX



prijatelji simpozijuma



**ARHITEKTONSKI FAKULTET BEOGRAD**

**REHAU**

**BUCK**

**ACO**

**hiCAD**

**LKV CENTAR**

**NES Communications**

**Smartko Group**

**FOCUS Computers**

**ROCKWOOL**

Универзитет у Београду  
Архитектонски факултет  
Београд  
Булевар краља Александра 73/II  
факс 00381 11 33 70 193  
тел 00381 11 3225 254  
www.arh.bg.ac.rs



University of Belgrade  
Faculty of Architecture  
Belgrade  
Bulevar kralja Aleksandra 73/II  
fax 00381 11 33 70 193  
tel 00381 11 3225 254  
www.arh.bg.ac.rs

dekan Prof. dr Vladimir **Mako**  
prodekan za nastavu Vanredni prof. Vladimir **Lojanica**  
prodekan za finansije Vanredni prof.dr Gordana **Ćosić**  
prodekan za saradnju sa inostranstvom Vanredni prof. Zoran **Đukanović**  
prodekan za posle diplomске studije Prof. dr Vladan **Đokić**

### **Образовање**

Образовно-научна и образовно-уметничка делатност у  
области архитектуре и урбанизма кроз:

Основне академске студије

Дипломске академске студије

Специјалистичке студије

Докторске студије

Студије за иновацију знања – permanentно образовање

Библиотеке услуге (INDOK центар), издавачка делатност и продаја публикација

### **Научно-истраживачке услуге**

Израда научно-истраживачких студија из области конструктивних система

Иновирање методологија истраживања, планирања, пројектовања и изградње

Иновирање законодавне материје

Иновирање стандарда

Формирање и иновирање критеријума за вредновање

Формирање и иновирање информатичке подршке у различитим областима деловања

## **Ekspertne usluge**

Ekspertize  
Veštačenja  
Revizije  
Recenzije  
Izrada alternativnih rešenja u spornim slučajevima  
Izrada strategije razvoja razmatranih područja  
Strategija dekontaminacije prostora  
Strategija urbane regeneracije  
Formulacija i promocija politika intervencija u prostoru  
Izrada agendi gradova  
Studije zaštite graditeljskog nasleđa  
Preporuke za novu izgradnju u zaštićenim kulturno-istorijskim celinama  
Preporuke za obnovu gradskih centara  
Preporuke za obnovu malih gradskih centara i sela  
Istraživanje stanja izgrađene sredine  
Programsko-prostorne analize  
Procena posledica intervencija u prostoru sa stanovišta zaštite životne sredine i vizuelnih efekata  
Planiranje i projektovanje energetske efikasnosti  
Vrednovanje lokacija na razmatranom području  
Analiza razvojnog potencijala lokacija  
Vrednovanje kvaliteta makro i mikro ambijenata  
Vrednovanje korišćenja prostora i objekata  
Preporuke za unapređenje lokacije u kontekstu  
Preporuke integrisanog razvoja objekata i neposrednog okruženja  
Preporuke za oblikovanje prostora u cilju ostvarivanja uslova bezbednosti i zaštite od kriminala  
Projektanske preporuke i pravilnici  
Predinvesticione i investicione studije  
Izradaprostorno-tehničkih šema  
Istraživanje stručnog i javnog mnjenja-marketinške studije  
Konsultacije u formiranju programa i fondova  
Izrada kalkulativnih elaborata-predmer i predračun građevinskih i zanatskih radova  
Procena vrednosti arhitektonskih objekata  
Izrada mrežnih planova za projektovanje i izvođenje objekata  
Menadžment u oblasti projektovanja, realizacije i održavanja objekata

## **Planerske i projektantske usluge**

Izrada stručnih studija  
Izrada prostornih i urbanističkih planova  
Izrada pravilnika za uređenje prostora i građenje objekata  
Izrada urbanističkih projekata  
Izrada projekata zaštite i rekonstrukcije zaštićenih kulturno-istorijskih celina i objekata  
Izrada generalnih, idejnih i glavnih projekata  
Izrada studija opravdanosti  
Izrada projekata uređenja terena  
Izrada projekata konstrukcije objekata visokogradnje  
Bioklimatsko projektovanje  
Izrada statičkih proračuna  
Izrada projekata spoljnih i unutrašnjih instalacija vodovoda i kanalizacije  
Izrada projekata enterijera  
Specifikacija i razrada detalja i primenjenih materijala  
Dizajn nameštaja i urbane opreme  
Grafički dizajn  
Dizajn  
Kompiuterska vizuelizacija i prezentacija arhitektonskih projekata

## PERFEKTNA ENERGETSKA EFIKASNOST

NOVO REHAU SISTEMSKO REŠENJE - SADA UKLJUČUJUĆI TOPLOTNU PUMPU



Nova REHAU toplotna pumpa upotpunjuje energetske REHAU sisteme unutrašnjih instalacija u Vašem domu. Perfektna usklađenost, ušteda energije, redukcija troškova i očuvanje okoline. **Najtoplija preporuka!**



**BUCK** | Architectural Lighting  
Lighting Design  
Medical Lighting



Kreativnim rešenjima u osvetljenju težimo unapređivanju životnog prostora. Posvećenim radom stvaramo ambijent sa licem korisnika. Imenom i prezimenom naših stručnih timova i potpisom renomiranih dizajnera.


communication  
design  
award  
2010

Kreativnim rešenjima u osvetljenju težimo unapređivanju životnog prostora. Posvećenim radom stvaramo ambijent sa licem korisnika. Imenom i prezimenom naših stručnih timova i potpisom renomiranih dizajnera.

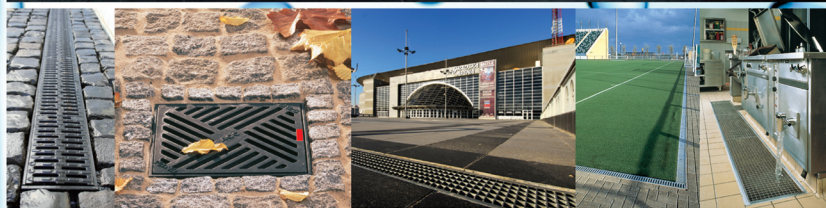


The ACO logo consists of three vertical red bars of varying heights, with the letters 'A', 'C', and 'O' in white, bold, sans-serif font positioned to the right of the bars.

**ACO**

A photograph of a modern shower stall with a glass door and a black shower tray. A silver showerhead is mounted on the wall. The floor is dark grey tiles with a linear drain in the foreground.

**Sistemska rešenja u odvodnjavanju**



- kanali sa rešetkama za linijsko odvodnjavanje
- separatori naftnih derivata i separatori masti
- slivnici: industrijski, sanitarni, garažni, dvorišni, krovni, ulični
- šaht poklopci
- pumpe
- cevi
- uređaji za prečišćavanje otpadnih voda
- svetlosna okna za podrumске prostore
- program proizvoda za ugradnju „Uradi sam“

**ACO**  
**gradjevinski elementi d.o.o.**

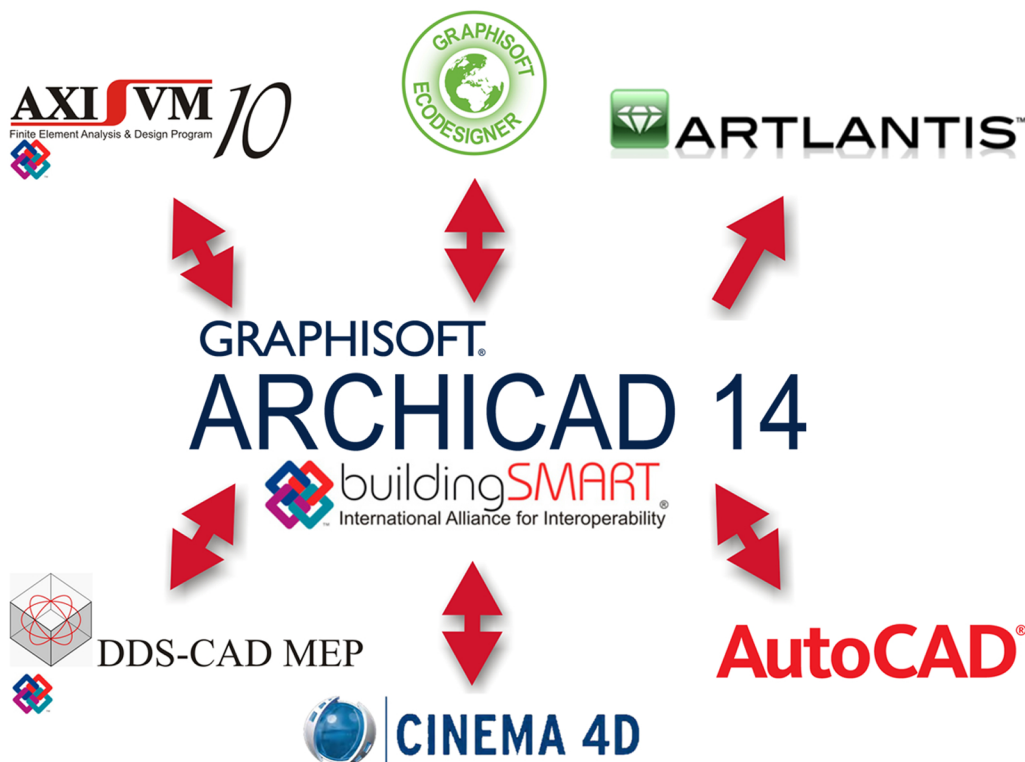
Mala pruga 39a  
11080 Beograd  
Srbija  
Tel: +381 11 377 77 91  
Tel/Fax: +381 11 375 76 18  
Fax: +381 11 377 77 94  
Mob: +381 63 105 84 83  
E-mail: [aco@aco.rs](mailto:aco@aco.rs)

[www.aco.rs](http://www.aco.rs)

**ACO grupa**  
**Jaka porodica na koju se možete osloniti**



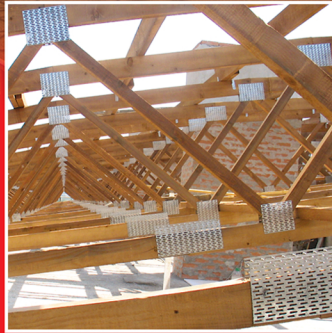
# Pridružite se ... radimo zajedno!



- kompletna izrada projektne dokumentacije i prezentacije -
- revolucionarno rešenje za timski rad i preko Interneta -
  - energetska optimalizacija projekata -
  - automatska izrada predmera količina -
    - presek sa nekoliko klikova -
    - 3D prikaz projekta -
    - lak za učenje, brz u eksploataciji -
- literatura na našem jeziku, tehnička pomoć, obuka i uvođenje -

## [www.hicad.rs](http://www.hicad.rs)

hiCAD, distribucija softvera za građevinarstvo; Novi Sad, Puškinova 17; +381 21 63 68 499; hicad@sbb.rs



→ **Drvene konstrukcije u**  
arhitekturi i građevinarstvu

→ **LKV**  
Laki Krovni Vezači

→ **LLD**  
Lepljeno Lamelirano Drvo

→ **Industrijski i poljoprivredni objekti**  
magacini, proizvodne hale, paletna skladišta, štale, senici...

→ **Sportski LKV objekti**  
montažne "balon" hale i nadstrešnice

→ **Mansardni i lučni krovovi**  
javni objekti, stambene zgrade, kuće...

 **LKV CENTAR**

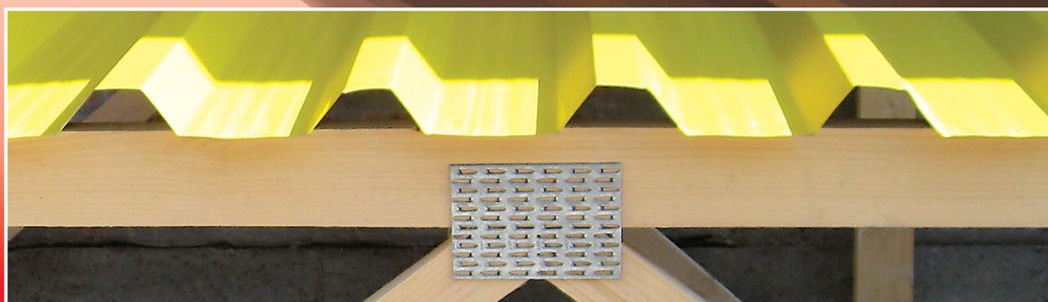
[www.lkvcentar.com](http://www.lkvcentar.com)

Ugrinovačka 270p, Dobanovci, Beograd  
tel./fax: 011/ 8468 090, 8468 096  
e-mail: [office@lkvcentar.com](mailto:office@lkvcentar.com)

[www.limovi.com](http://www.limovi.com)

[www.sport-hala.com](http://www.sport-hala.com)





→ **Proizvodnja čeličnog pocinkovanog bojenog trapeznog lima LKV PRIME®**

- Horizontalni i vertikalni **OLUCI** sa svim pratećim priborom
- Krovni i fasadni **PANELI**
- Antikondenzacijska **FOLIJA**
- **VIJCI** i ostala prateća oprema



**LKV CENTAR**

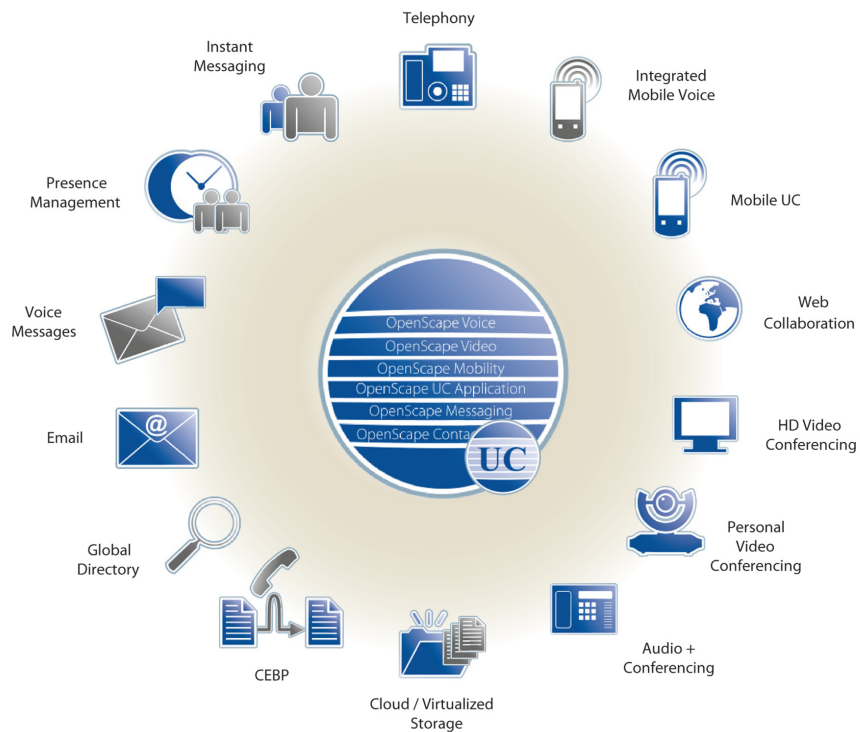
[www.lkvcentar.com](http://www.lkvcentar.com)

Ugrinovačka 270p, Dobanovci, Beograd  
tel./fax: 011/ 8468 090, 8468 096  
e-mail: [office@lkvcentar.com](mailto:office@lkvcentar.com)

[www.limovi.com](http://www.limovi.com)

[www.sport-hala.com](http://www.sport-hala.com)

# NES Communications



## New Enterprise Solutions for Communications

### NES Communications doo, Beograd

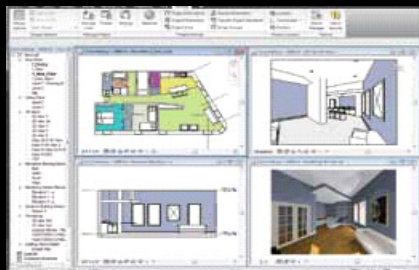
Bulevar Despota Stefana 15  
tel. 011 2258 888  
e-mail: [office@nes-communications.com](mailto:office@nes-communications.com)  
<http://www.nes-communications.com>

Distribution Partner  
Siemens Enterprise  
Communications

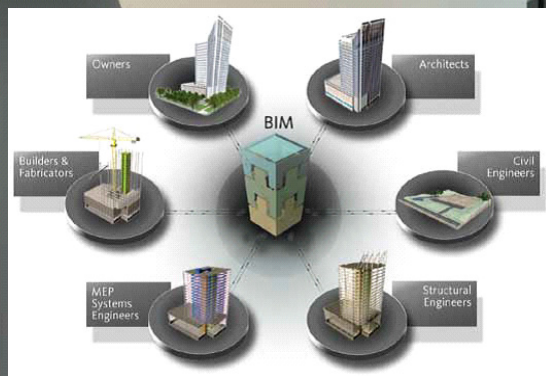
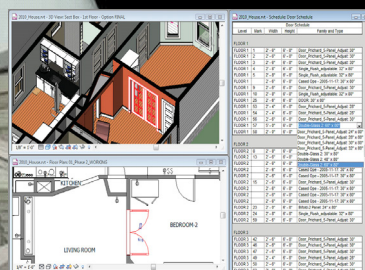
**SIEMENS**

## Autodesk® Revit® Architecture

BIM i program Autodesk Revit Architecture su ključne komponente naše vodeće strategije koje obezbeđuju pružanje sveobuhvatne i integrisane usluge našim klijentima.



Program Autodesk Revit Architecture omogućava istraživanje inovativnih projektnih koncepata i oblika u početnim fazama izrade projekata, kao i praćenje razvoja ideje kroz izradu tehničke dokumentacije.



Sustina BIM-a je da svi ucesnici u projektu koriste jedan model, što omogućava lakše ispravke ukoliko dodje do nekih promena na projektu, čime se izbegava bilo kakva greška...

**FOCUS Computers d.o.o.**

**Gradski park 2 - Zemun, 11080 Beograd 011/316 30 97**

**[info@focus-computers.rs](mailto:info@focus-computers.rs) [www.focus-computers.rs](http://www.focus-computers.rs)**





GALA se temelji na inženjerskom pristupu upravljanja projektima, gdje se promoviše transparentnost kalkulacija i načina odlučivanja i osigurava kvalitet..

Program omogućava i daje uvid u svakom trenutku u količinu i vrijednost obavljenih radova, i utrošenih resursa i podataka koje je trebalo utrošiti za izvedene radove. Svi podaci potrebni za upravljanje projektom su brzo i jednostavno dostupni i vidljivi u brojčanim i grafičkim pregledima.

Brza, precizna i pregledna izrada predmera i predračuna, potrebni resursi, planirana zarada. Import predmera iz Excela ili brzo kreiranje predmera kroz program, ostaviće dosta vremena za analize pojedinih grupa radova.

Iz 3D modela korisnik može dobiti podatke o svakom objektu (zidu, ploči, stupu...) o njegovim dimenzijama (dužini, širini, debljini, površini, količini). Na ovaj način je moguće koristiti modele koji su već kreirani u različitim programima ( Revit Architecture, ARCHICAD itd )

**FOCUS Computers d.o.o.**

- Gradski park 2 - Zemun, 11080 Beograd • 011/316 30 97
- info@focus-computers.rs • www.focus-computers.rs



## Машинске инсталације

- управљање топлотних подстаница, клима комора, расхладних постројења и система за дистрибуцију енергије
- повезивање различитих технологија BUS и TCP/IP комуникације

## Кућна аутоматика

- контрола расвете, жалузина, венецијанера и прозора
- регулисање грејања, хлађења и вентилације
- реализација временских, логичких и сценских функција

## Аудио и видео

- вишезонски аудио и видео системи
- интегрисање уређаја путем локалне мреже
- повезивање са сценским и логичким функцијама кућне аутоматике

## Визуелизација

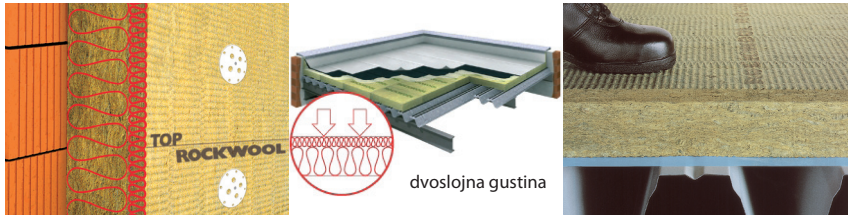
- интуитивна графичка визуелизација свих интегрисаних система са приступом из локалне мреже и преко интернета
- WinCC SCADA визуелизација машинских инсталација
- визуелизација за контролу кућне аутоматике и аудио видео опреме путем рачунара, мобилних и таблет уређаја



**Smartko Group d.o.o.**  
Илије Гарашанина 23  
Београд, 11120 Палилула  
Тел: 011 32 31 673  
info@smartko.com  
www.smartko.com

# Паметна решења за интегрисање система

## Kamena vuna dvoslojne gustine - inovativno i jedinstveno rešenje



### Frontrack MAX E za izolaciju fasade

Ugradnjom Frontrack MAX E ploča dvoslojne gustine dobija se paropropusna, mehanički otpornija fasada vrhunskih toplotno izolacionih svojstava. Sa koeficijentom toplotne provodljivosti od 0,036 W/mK, Frontrack MAX E je za oko 10% bolja izolacija od klasičnih monolitnih ploča. Zbog veće mehaničke otpornosti spoljnog sloja ( $F_p \geq 250$  N), ugradnja Frontrack MAX E ploča preporučuje se na mestima gde su fasade izložene potencijalnim mehaničkim opterećenjima na udar; na primer na školama, vrtićima ili objektima u blizini igrališta.

### Izolacija ravnih krovova

Dvoslojna gustina ploča osigurava veliku otpornost na mehanička opterećenja, naročito na tačkasto opterećenje ( $\geq 600$  N). Uz mehaničke prednosti, krovne ploče dvoslojne gustine imaju odličan koeficijent toplotne provodljivosti od 0,038 W/mK. Monrock MAX E i Durock ploče omogućuju jednoslojno postavljanje bez pojave hladnih mostova, čime se postiže ušteda vremena i novca. Dvoslojna gustina pruža dobru osnovu za lakše mehaničko pričvršćivanje, što je takođe prednost ovih ploča.



### Vodeći svetski proizvođač izolacije od kamene vune

Rockwool je i na tržištu Srbije prisutan sa savremenim proizvodima za toplotnu i protivpožarnu izolaciju ravnih krovova i fasada. Reč je o kamenoj vuni dvoslojne gustine koja obedinjuje izvrsna toplotna svojstva fleksibilnog donjeg sloja sa izuzetno čvrstim i mehanički otpornim gornjim slojem. U poređenju sa standardnim jednoslojnim izolacijama, ploče kamene vune dvoslojne gustine zadovoljavaju više toplotne i mehaničke zahteve, te donose bitne uštede vremena i novca u izgradnji.

### Rockwool 4 u 1 izolacija za svaku zgradu

Rockwool 4 u 1 prednosti svakoj zgradi omogućuju protivpožarnu zaštitu, ugodnu akustiku, dugotrajnost i održivost. Zaštita ljudi od požara i buke, dugotrajno efikasne zgrade te zaštita okoline od uticaja zgrada podjednako su nam važni kao i energetska efikasnost koja se podrazumeva. Rockwool izolacija od kamene vune pruža opipljive koristi – od sigurnih i tiših domova i radnog okruženja do dugotrajno nižih troškova za energiju.

[www.rockwool.rs](http://www.rockwool.rs)