

Univerzitet u Nišu  
GRAĐEVINSKO - ARHITEKTONSKI FAKULTET



ZBORNIK  
RADOVA  
GRAĐEVINSKO-  
ARHITEKTONSKOG  
FAKULTETA

Niš | 2019 | broj 34

Univerzitet u Nišu  
GRAĐEVINSKO - ARHITEKTONSKI FAKULTET



ZBORNIK  
RADOVA  
GRAĐEVINSKO-  
ARHITEKTONSKOG  
FAKULTETA

Niš | 2019 | broj 34

**IZDAVAČ:**

Građevinsko-arhitektonski fakultet  
Univerziteta u Nišu,

Dekan: Prof. dr Petar Mitković

Tel: +38118 588-202  
+38118 588-181  
<http://www.gaf.ni.ac.rs/>

**UREDNICI:**

V. prof. dr Miomir Vasov, glavni i odgovorni urednik,  
Doc. dr Radovan Cvetković, tehnički urednik.

**REDAKCIJA:**

Prof. dr Slaviša Trajković,  
Prof dr Danica Stanković,  
Prof. dr Zoran Grdić,  
Prof. dr Gordana Topličić-Ćurčić,  
Doc. dr Vladan Nikolić.

**LEKTOR ZA ENGLESKI JEZIK:**

Goran Stevanović, dipl. fil.

**Radovi su recenzirani.**

**ISSN 1452-2845**

Tiraž: 250

## **PREDGOVOR**

Poštovani čitaoci, podsećanja radi treba reći da je prvi broj Zbornika izdat 1980. godine. Uprkos najrazličitijim problemima na koje se u proteklom periodu nailazilo, publikovan je i ovaj 34. po redu Zbornik, čime se poštaje dinamika izdavanja jednog broja godišnje. Sadrži osam radova iz skoro svih oblasti građevinarstva i arhitekture. Svi radovi su recenzirani od strane dva priznata stručnjaka iz odgovarajuće naučne oblasti, odnosno discipline.

Koncepcija časopisa je i ovom prilikom ostala nepromenjena, kako u pogledu namene i sadržaja, tako i u pogledu tehničke obrade. Kao i do sada časopis treba da omogući široj naučnoj javnosti uvid u naučno-istraživački rad Fakulteta čime bi se njegov ugled i ugled autora više vrednovao, između ostalog i zbog činjenice da su u našoj zemlji veoma retki fakulteti koji izdaju sopstvene časopise.

Zbornik je dostupan i putem prezentacije preko Interneta, u saradnji sa Narodnom bibliotekom Srbije u punom obimu. Prema kategorizaciji domaćih naučnih časopisa Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Odbora za saobraćaj urbanizam i građevinarstvo, Zbornik je svrstan u kategoriju časopisa M53.

I na kraju, kako je to već običaj, pozivamo sve autore koji se bave naučno-istraživačkim radom da i u buduće daju svoj doprinos redovnom izlaženju Zbornika. Ovaj poziv je posebno upućen mladim saradnicima kojima je Zbornik često i prvi časopis u kojem su prezentovali svoj naučno-istraživački rad. Pozivamo i njihove starije kolege i mentore da im u tim nastojanjima pomognu korisnim savetima.

Glavni i odgovorni urednik,

**V. prof. dr Miomir Vasov, dipl. inž. arh.**

Dekan,

**Prof. dr Petar Mitković, dipl. inž. arh.**



## **SADRŽAJ:**

**Biljana Matejević, Milorad Zlatanović, Jelena Jovanović:**

ANALIZA UČINKA AUTOBETONSKE MEŠALICE  
(MIKSERA).....1-10

**Mila Cvetković, Ana Momčilović-Petronijević:**

PREDLOG ZA MULTI-ANALITIČKU ANALIZU PIGMENATA I VEZIVA  
FRESKE 'ISUSOVO RASPEĆE' MANASTIRA STUDENICA,  
SRBIJA.....11-19

**Jelena Savić, Danijela Milanović, Danijela Đurić Mijović**

UZROCI NASTANKA OŠTEĆENJA ZIDANIH ZGRADA I NJIHOVE  
KLASIFIKACIJE .....20-29

**Katarina Medar, Aleksandar Keković:**

DRUŠTVENO ODGOVORNA ARHITEKTURA – PREGLED  
SAVREMENIH TENDENCIJA U OBLASTI SOCIJALNOG  
STANOVANJA.....30-41

**Branislava Stoilković, Nataša Petković-Grozdanović,  
Vladana Petrović:**

STANOVI SA KARAKTERISTIKAMA KUĆA: ODUTOPIJE DO  
REALNOSTI.....42-51



## **ANALIZA UČINKA AUTOBETONSKE MEŠALICE (MIKSERA)**

**UDK : 666.97.052.3**

**Biljana Matejević<sup>1</sup>, Milorad Zlatanović<sup>2</sup>, Jelena Jovanović<sup>3</sup>**

### **Rezime**

*Prilikom izvođenja betonskih radova na izgradnji objekta, gradilišta se uglavnom snabdevaju gotovim betonom iz fabrike betona koja se nalazi na određenoj udaljenosti. Transport sveže betonske mase od fabrike betona do gradilišta vrše automešalice (mikseri). Zbog prirode betona potrebno je posvetiti posebnu pažnju održavanju sveže betonske mase u stanju koje je pogodno i prihvativljivo za ugradnju, a to se postiže adekvatnim planiranjem i sinhronizovanjem mehanizacije. Potrebno je postići takvu sinhronizaciju mašina da se čekanje bilo koje maštine u sastavu svede na minimum. U radu je izvršena analiza ostvarenog učinka miksera, kao i sinhronizacija sa fabrikom betona i autobetonском pumpom. Podaci korišćeni u analizi dobijeni su na osnovu praćenja radova na betoniranju kontra ploče na gradilištu Naučno – tehnološkog parka u Nišu.*

**Ključne reči:** Autobetonska mešalica (mikser), učinak, trajanje ciklusa, sinhronizacija, betoniranje

## **THE ANALYSIS OF PERFORMANCE OF TRUCK MIXER**

### **Abstract**

*When performing concrete works on the construction of a facility, construction sites are generally supplied with ready-made concrete from a concrete plant located at a certain distance. The transport of fresh concrete mass from the concrete plant to the construction site is done by truck mixers. Due to the nature of concrete, special care must be dedicated to maintain fresh concrete mass in a condition that is suitable and acceptable for installation,*

---

<sup>1</sup> Dr Biljana Matejević, docent, Građevinsko-architektonski fakultet Niš,  
biljana.matejevic@gaf.ni.ac.rs

<sup>2</sup> Dr Milorad Zlatanović, red. prof., Građevinsko-architektonski fakultet Niš,  
milorad.zlatanovic@gaf.ni.ac.rs

<sup>3</sup> Jelena Jovanović, mast. inž. grad., jelena.stojiljkovic@gaf.ni.ac.rs

*and this is achieved through adequate planning and synchronization of the machinery. Such synchronization of machines should be achieved to minimize the waiting of any machine in the combination. This paper analyzes the performance of the truck mixer as well as synchronization with the concrete plant and the concrete pump. The data used in the analysis was obtained on the basis of monitoring the work on concreting foundation slab at the construction site of Science and Technology Park in Niš.*

**Key words:** *Truck mixer, performance, duration of the cycle, synchronization, concreting*

## 1. UVOD

Analiza, određivanje i prognoziranje učinka građevinskih mašina jedan je od osnovnih zadataka kod upravljanja bilo kojim građevinskim projektom. Izračunavanje praktičnih učinaka građevinske mehanizacije od velike je važnosti za utvrđivanje što realnijeg trajanja radova na gradilištu, a time i što veće tačnosti dinamičkih planova izvođenja radova [2]. To je posebno važno kod mašina sa ciklusnim načinom rada, kada je potrebno usvojiti potreban broj mašina i postići dobru sinhronizaciju.

Kada se radi o sinhronizaciji mašina koje se koriste za izvođenje betonskih radova (fabrika betona, mikseri, betonska pumpa), nije uvek lako postići zadovoljavajuću sinhronizaciju. Zbog toga dolazi do čekanja mašina i gubitaka vremena što produžava rok završetka radova, a može imati uticaj i na kvalitet izvedenih radova. Loše upravljanje procesom isporuke i korišćenja betona moglo bi dovesti do prekoračenja roka njegove upotrebljivosti, nedovoljne iskorišćenosti postrojenja, mehanizacije i radne snage, suvišnih radova, a samim tim i do dodatnih troškova.

Mogu nastupiti sledeći slučajevi: fabrika betona ne proizvodi beton jer se čeka na povratak miksera sa gradilišta, mikseri čekaju u redu u fabrici betona i/ili na gradilištu, pumpa čeka na dopremu betona. Ovo se dešava uglavnom zbog manjeg ili većeg broja miksera angažovanih u jednom ciklusu, ali iz zbog brojnih drugih razloga kao što su: učinak fabrike betona i učinak pumpe, broj angažovanih fabrika betona i pumpi, ograničenog broja miksera kojim se raspolaze, različitih zapremina bubnja miksera, kvarova mehanizacije i dr.

U radu se objašnjava učinak miksera i vrši poređenje ostvarenog (merenog) učinka na konkretnom gradilištu sa proračunatom veličinom učinka. Takođe, upoređeno je ostvareno trajanje ciklusa

rada miksera sa računski dobijenim. Data je analiza razmatranih veličina.

## 2. PRIMENJENA MEHANIZACIJA ZA BETONIRANJE KONTRA PLOČE

Izbor građevinske mehanizacije koja će biti primenjena u velikoj meri zavisi od njene raspoloživosti u okviru građevinskog preduzeća izvođača radova, uslova iznajmljivanja ili angažovanja podizvođača i njegovih mogućnosti.

U cilju merenja ostvarenog učinka autobetonske mešalice (miksera) praćeni su radovi na betoniranju kontra ploče na gradilištu Naučno – tehnološkog parka u Nišu. Betoniranje kontra ploče je izvedeno iz pet sekacija, pri čemu je ugrađeno  $3337 \text{ m}^3$  betona u trajanju od 61,5 sati. Radovi su se odvijali bez prekida u dve smene, a betoniranje je završeno za 5 radnih dana.

Ukupno je angažovano 401 mikser za dovoz betona u sinhronizaciji sa dve fabrike betona i dve autobetonske pumpe u 59 radnih ciklusa. Korišćeni su mikseri različitih radnih zapremina bubenja:  $7 \text{ m}^3$ ;  $8 \text{ m}^3$ ;  $8,5 \text{ m}^3$ ;  $9 \text{ m}^3$  i  $10 \text{ m}^3$ . Na slici 1 prikazan je mikser radne zapremine bubenja  $9 \text{ m}^3$  pri operaciji istovara betona u koš autopumpe. Primljena fabrika betona raspolaže sa 2 miksera zapremine bubenja  $7 \text{ m}^3$ , jednim od  $8,5 \text{ m}^3$ , jednim od  $9 \text{ m}^3$  i jednim od  $10 \text{ m}^3$ . Svi ovi mikseri su bili angažovani, ali u pojedinim slučajevima i dodatni mikseri fabrike betona drugog preduzeća: 3 miksera zapremine bubenja  $8 \text{ m}^3$  i 2 miksera od  $9 \text{ m}^3$ . Broj miksera u ciklusu je bio 6, 7 ili 8.



Slika 1. Autobetonska mešalica (mikser) zapremine bubenja  $9 \text{ m}^3$  na istovaru betona u prijemni koš autobetonske pumpe (fotografija: B. Matejević)

Zbog velike količine betona, kako bi planirani segmenti mogli biti betonirani u istom danu, upotrebljene su dve fabrike betona (obe su u okviru istog preduzeća na istoj lokaciji), praktičnog učinka  $45 \text{ m}^3/\text{h}$  i  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  (slika 2). Fabrike betona su na udaljenosti od 6 km od gradilišta. Na ugrađivanju su radile istovremeno dve autobetonske pumpe dužine strele 24 m ( $U_t = 90 \text{ m}^3/\text{h}$ , starost pumpe 13 godina) i 42 m ( $U_t = 160 \text{ m}^3/\text{h}$ , starost pumpe 4 godine) (takođe, obe vlasništvo pomenute fabrike betona). Autobetonska pumpa dužine strele 42 m prikazana je na slici 3 u postupku pripreme za betoniranje.



Slika 2. Mikser na utovaru betona u fabrici betona (fotografija: B. Matejević)



Slika 3. Autobetonska pumpa dužine strele 42 m, priprema za betoniranje (fotografija: B. Matejević)

### 3. VRSTE UČINKA

Bilo koji način izbora mehanizacije da je u pitanju, glavna karakteristika svake mašine je njen učinak.

Najjednostavnija definicija učinka bi bila da je to količina kvalitetno izvršenog rada u odgovarajućoj jedinici mere. Najpoznatiji i najčešće korišćen je satni učinak, ali u primeni su i smenski, dnevni, učinak u jednom radnom ciklusu, mesečni, itd.

Što se tiče veličine učinka, uobičajeno se govori o teorijskom, praktičnom i ostvarenom učinku.

Teorijski (tehnički) učinak ( $U_t$ ) predstavlja maksimalan učinak mašine bez zastoja, koji se događa u stvarnim gradilišnim slovima. To je učinak koji zavisi od konstruktivnih karakteristika mašine i njegova veličina se može naći u u prospektu mašine koji daju proizvođači. On se može postići samo sa novom mašinom u nekim gotovo idealnim uslovima i za kraće vreme, po pravilu za jedan sat rada [5].

Praktični (planski, projektovani) učinak ( $U_{pr}$ ) je učinak koji mašina može ostvariti u realnim gradilišnim uslovima, sa realnom organizacijom rada. Praktični učinak je po pravilu znatno manji od teorijskog (često 50% njegove veličine), a trebalo bi biti što bliži ostvarenom učinku [5]. On zavisi od konstruktivnih karakteristika mašine, ali i od različitih koeficijenata koji se javljaju i umanjuju ga. Ti koeficijenti obuhvataju različite uticaje u zavisnosti od vrste mašine: način rada mašine, obučenost mašiniste, uslovi organizacije, starost mašine, stepen održavanja, iskorišćenje radnog vremena, vrsta materijala, punjenje radnog organa, itd. Uslovi rada na gradilištu se obuhvataju koeficijentom iskorišćenja rada mašine i koeficijentom iskorišćenja vremena [3]. Ovaj učinak se uglavnom izračunava kao redukovani teorijski učinak ili na osnovu odgovarajućih formula i obrazaca različito za svaku mašinu. Služi u svrhu planiranja za determinističko određivanje trajanja radova. Dakle, ovaj učinak je uvek pretpostavljena vrednost, a proračun je samo formalni dokaz te prepostavke, odnosno očekivanja [1].

Ostvareni (ostvarivi) učinak ( $U_o$ ) je učinak koji mašina ostvaruje na konkretnom gradilištu i dobija se merenjem. On je promenljiva veličina zbog promene uslova u procesu rada mašine. Uglavnom je manji od praktičnog učinka.

Odnos između pomenutih učinaka može se dati izrazom (1):

$$U_t > U_{pr} > U_o \quad (1)$$

Dakle, praktični (projektovani) učinak nikada ne može biti u potpunosti tačno izračunat i njegova pouzdanost zavisi od valjanog izbora koeficijenata. Veličina ostvarenog učinka je poznata tek posle izvršenja radova. Zato je potrebno da se na osnovu izmerenih vrednosti i formirane baze podataka redovno ažuriraju koeficijenti kako bi proračun bio što je moguće tačniji. Uz to uvek treba raditi na formiranju stohastičkih modela za prognoziranje učinka koji su realniji u odnosu na determinističke.

#### 4. UČINAK AUTOBETONSKE MEŠALICE (MIKSERA)

Autobetonska mešalica – mikser je najčešće korišćeno transportno sredstvo za prevoz svežeg betona od fabrike betona do gradilišta. Izračunavanje praktičnog učinka miksera, kao ciklusne mašine, od velike je važnosti za utvrđivanje što realnijeg trajanja radova na gradilištu, a time i što veće tačnosti planova izvođenja radova. Posebno je važno što tačnije izračunavanje trajanja ciklusa rada, kao važnog podatka u postupku za izračunavanje praktičnog učinka.

U literaturi se najčešće praktični učinak miksera izračunava prema:

$$U_{pr} = \frac{60}{t_c} \cdot q \cdot k_p \cdot k_v \quad [m^3/h] \quad (2)$$

gde je:

- $t_c$  – trajanje ciklusa rada miksera (min)
- $q$  – geometrijska zapremina bubenja miksera ( $m^3$ )
- $k_p$  – koeficijent punjenja bubenja
- $k_v$  – koeficijent iskorišćenja vremena

Trajanje ciklusa rada transportnog vozila, pa i autobetonske mešalice, izračunava se kao zbir vremena potrebnog za utovar, odlazak punog vozila, istovar i povratak praznog vozila [6]:

$$t_c = t_u + t_o + t_i + t_p \quad [min] \quad (3)$$

gde je:

- $t_u$  – vreme potrebno za utovar miksera (min)
- $t_o$  – vreme potrebno za odlazak punog miksera (min)
- $t_i$  – vreme istovara betona iz bubenja (min)
- $t_p$  – vreme potrebno za povratak praznog miksera (min)

Vreme utovara miksera zavisi od praktičnog učinka mašine koja spravlja beton ili vrši punjenje miksera (mešalica, fabrika betona) kao i od zapremine bubenja misera. Vreme istovara je u zavisnosti od praktičnog učinka mašine u koju se vrši istovar betona (pupma, kran, dizalica, i sl.) i zapremine bubenja misera.

Vreme odlaska i povratka miksera zavisi od transportne daljine i prosečne brzine kretanja [6]:

$$t_o = \frac{L_o}{V_o}; \quad t_p = \frac{L_p}{V_p} \quad [min] \quad (4)$$

gde je:

$L$  – transportna daljina (km)

$V_o, V_p$  – brzina odlaska/povratka miksera (km/h)

Kako je transportna daljina merljiva i poznata veličina, da bi se odredilo što tačnije trajanje prevoza betona, potrebno je predvideti prosečnu brzinu kretanja vozila. Brzina kretanja je promenljiva veličina i zavisi od velikog broja faktora, kao što su:

- stanje puta (vrsta kolovoza, stanje kolovoza, ...)
- trasa kretanja miksera (vožnja kroz grad ili vangradskim putevima)
- stanje kolovoza (starost, pouzdanost, održavanje, tip, ...)
- vremenski interval (doba dana, nedelje, godine, ...)
- osposobljenost vozača (iskustvo, obučenost, motivisanost, ...)
- vremenski uslovi (letnji, zimski uslovi, padavine, ...) i sl.

Transport betona mikserom ne sme biti prema našim propisima duži od 30 min, u cilju očuvanja njegovog projektovanog kvaliteta [4]. Maksimalna dužina trase je 35 km, a za duži prevoz potrebno je dodavanje usporivača vezivanja betonu.

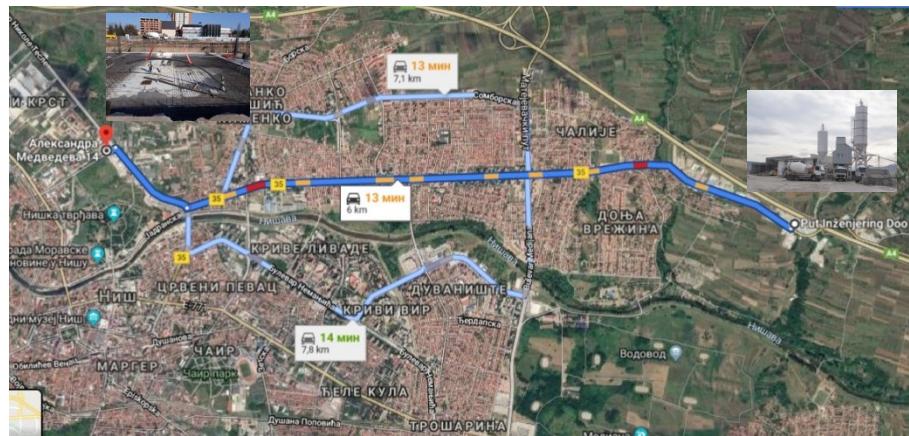
## 5. OSTVARENI UČINAK MIKSERA NA GRADILIŠTU

Merenjem na gradilištu dobijene su veličine ostvarenog trajanja ciklusa, kao i ostvarenog učinka miksera (tabela 1).

Na osnovu praćenja radova na betoniranju izmerene su vrednosti trajanja ciklusa pojedinih miksera. U trajanje ciklusa uključena su sledeća vremena: utovar betona u bubanj u fabrici betona, prevoz do

gradilišta, čekanje na gradilištu, pozicioniranje u položaj za istovar, istovar betona, pranje levka miksera i povratak miksera u fabriku betona.

Prevoz betona do gradilišta vršen je gradskim putem dužine 6,00 km (slika 4) i ostvarivana je prosečna brzina kretanja miksera od 19,72 km/h.



Slika 4. Putanja miksera: od fabrike betona do gradilišta (Google mape)

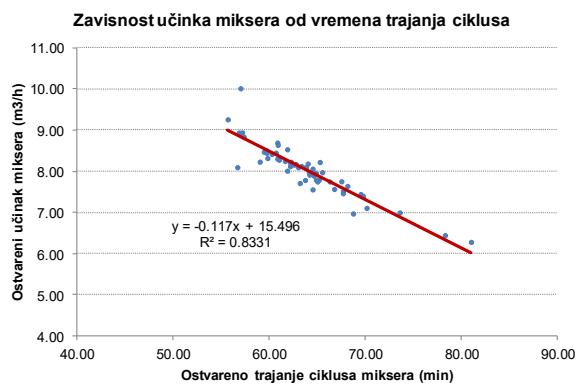
U tabeli 1 prikazane su veličine ostvarenog trajanja ciklusa miksera u zavisnosti od zapreminе njegovog bubenja, kao i veličine ostvarenog učinka miksera. Takođe, date su izračunate vrednosti (na osnovу izraza 2-4) ovih veličina. Za koeficijent iskorišćenja radnog vremena pri proračunu učinka usvojena je vrednost  $k_v=0.8$ , dok je prepostavljena srednja brzina kretanja miksera  $V_{sr}=20$  km/h.

Tabela 1. Prosečne ostvarene (merene) i računski dobijene vrednosti trajanja ciklusa i učinka miksera

	Radna zapremina miksera ( $m^3$ )				
	7	8	8,5	9	10
$t_{c,o}$ (min)	63,22	66,83	63,05	63,99	65,69
$t_{c,rač}$ (min)	47,67	49,33	50,17	51,00	52,67
$U_o$ ( $m^3/h$ )	6,74	7,31	8,20	8,57	9,30
$U_{pr}$ ( $m^3/h$ )	7,05	7,78	8,13	8,47	9,11

Može se zapaziti da je računsko trajanje ciklusa manje od ostvarenog, ali da je ostvareni učinak uglavnom jednak izračunatom

praktičnom učinku (najveće odstupanje je oko 6%). To je iz razloga dobro prepostavljenog koeficijenta iskorišćenja radnog vremena. Kako su uslovi organizacije na gradilištu bili dobri i sinhronizacija miksera sa autopumpama zadovoljavajuća, to nije dolazilo do većih zastoja, pa je primena ovakvog koeficijenta opravdana.



Slika 5. Zavisnost ostvarenog učinka miksera od ostvarenog trajanja ciklusa

Na slici 5 prikazana je zavisnost ostvarenog učinka miksera od ostvarenog trajanja ciklusa. Koeficijent determinacije je  $R^2=0,8331$  što ukazuje na dobru korelaciju promenljivih. Na osnovu izraza 5 može se izračunati veličina očekivanog učinka ukoliko je poznato trajanje ciklusa.

$$U_o = -0,117 \cdot t_{c,o} + 15,496 \quad [m^3/h] \quad (5)$$

## 6. ZAKLJUČAK

U radu je dat prikaz proračuna praktičnog (planskog) učinka miksera i trajanja ciklusa rada. Date su i veličine ostvarenog učinka i trajanja ciklusa miksera dobijene na osnovu merenja odgovarajućih vremena prilikom betoniranja kontra ploče na gradilištu Naučno – tehnološkog parka u Nišu. Dobijen je izraz koji može poslužiti za proračun učinka ako je poznato trajanje ciklusa. Na osnovu analize ostvarenih i izračunatih vrednosti može se zaključiti da je opravdana primena koeficijenta iskorišćenja radnog vremena veličine 0,8 na pomenutom gradilištu. Praktični učinak koji služi u svrhu planiranja potrebno je

odrediti što tačnije kako bi broj usvojenih vozila u ciklusu bio adekvatan, kao i dinamički plan izvođenja radova realniji. Kako se veličina ovog učinka zasniva i na određenim pretpostavkama, nije uvek jednostavno usvojiti što približnije vrednosti pretpostavki.

## 7. LITERATURA

- [1] Bezak, S.; Linarić, Z.; Vukomanović, M.: *Metodologija pojednostavljenog proračuna učinka vozila*, Građevinar br. 61, vol. 11, 2009, str. 1059-1064.
- [2] Car-Pušić, D.; Husić, F., Marović, I.: *Analiza učinaka standardne građevinske mehanizacije na izgradnji ceste Vodnjan-Pula*, Zbornik radova Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, Rijeka br. 11, 2008, str. 175-188.
- [3] Kozlovská, M.; Krajnak, M.; Sirochmanova, L.; Bašková, R.; Strukova, Z.: *New approaches to specifying performance of construction machinery*, Građevinar, br.67, vol. 7, 2015, str. 673-680.
- [4] Tehnički uslovi za transportovani beton SRPS U.M1.045
- [5] Vidaković, D.; Gušić, I.: *Učinak građevinskih strojeva*, Graditelj: sajmovi, građenje, konstrukcije, opremanje, završni radovi, 2004, str. 8-15.
- [6] Zlatanović, M., Matejević, B.: *Tehnologija i organizacija građenja – zbirka rešenih zadataka sa izvodima iz teorije*, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, 2012.

## PREDLOG ZA MULTI-ANALITIČKU ANALIZU PIGMENATA I VEZIVA FRESKE ‘ISUSOVO RASPEĆE’ MANASTIRA STUDENICA, SRBIJA

UDK : 7.021.333(497.11)

Mila Cvetković<sup>4</sup>, Ana Momčilović-Petronijević<sup>5</sup>

### Rezime

Freska ‘Isusovo raspeće’ nalazi se u Bogorodičinoj crkvi manastira Studenica u Srbiji. Predstavlja jednu od najlepših i najznačajnijih freski ovog perioda na našim područjima.

Ovaj rad predlaže multi-analitičku analizu pigmenata i veziva freske, a u cilju njene konzervacije i restauracije, kako i novih znanja o tehnikama oslikavanja. Predložene su in-situ analize, kao i analize u laboratoriji. Predložene tehnike su minimalno invazivne..

**Ključne reči:** muralne slike, freske, Studenica, XRD, XRF, Raman Spektroskopija, SEM

## PROPOSAL FOR MULTI-ANALYTICAL ANALYSIS OF PIGMENTS AND BINDERS OF FRESCO ‘JESUS CRUCIFIXION’ FROM MONASTERY STUDENICA, SERBIA

### Abstract

Fresco painting ‘Jesus Crucifixion’ is located in Virgin Mary Church in Studenica Monastery in Serbia. It represents one of the most beautiful and significant frescoes from this period in our area.

This paper purposes multi-analytical analysis of pigments and binders of the fresco, concerning possible further conservation and restoration work, but also understanding the painting technique. Suggested analysis are both in-situ and laboratory research. Techniques proposed are minimally invasive.

**Key words:** Mural paintings, Studenica, XRD, XRF, Raman Spectroscopy, SEM

---

<sup>4</sup> Mila Cvetković, student doktorskih studija, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu, cvetkovic.mila93@gmail.com

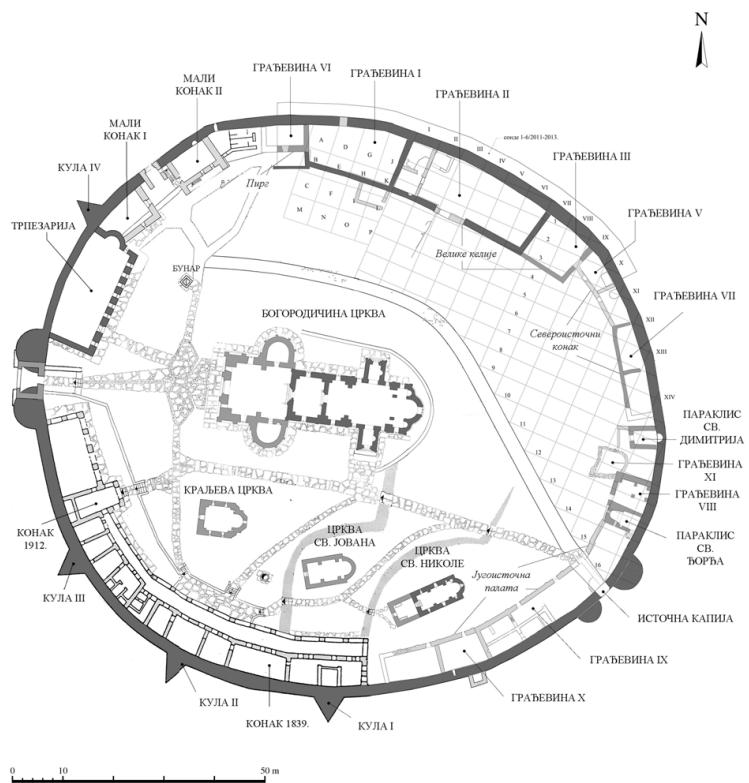
<sup>5</sup> Ana Momčilović-Petronijević, Doc. Dr, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu, momcilogicanact@gmail.com

## 1. UVOD

Manastir Studenica građen je u XII veku kao zadužbina i mauzolej dinastije Nemanjić. Manastir ima bogatu i slojevitu istoriju i riznicu, a od 1986. godine ubraja se u listu UNESCO svetske baštine (Slika1). Tokom istorije, ovaj manastir prošao je kroz rušenja, razaranja, požare i zemljotrese, ali i nadogradnje i manje intervencije. U kompleks se ubrajaju četiri crkve, tri koje su očuvane do danas: *Bogorodičina crkva, Kraljeva crkva i crkva Nikoljača*, i jedna koja je na žalost očuvana samo u temeljima.

Sa sigurnošću se može reći da su muralne slike jedno od najvećih blaga ovog kompleksa. Jedna od njih: *freska Isusovo Raspeće*, krasiti zapadni zid Bogorodičine crkve. [6][7][11]

Ovaj rad predlaže multi-analitičku analizu njenih pigmenata i veziva, a u cilju mogućih konzervatorskih i restauratorskih radova, kao i obogaćenja trenutne literatura na temu paleta i stilova oslikavanja muralnih slika vizantijiske umestnosti na ovim područjima.



*Slika 1. Osnova manastira [7]*

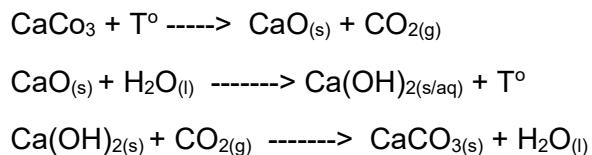
## 1.1. Tehničko stanje

Dosasašnje analize muralnih slika na ovim područjima, iz perioda Vizantije, oblikovale su naše zanje o korišćenim pigmentima i tehnikama. Analize pigmenata otkrile su da su se za plave nijanse koristili najčešće *azurit* i *lapis lazuli*, zlena zemlja u svojim oblicima *celadonite* i *glauconite*, *hematite* za crvene nijanse, *karbon* za crne i *kalcit* za bele. Pokazalo se takođe i da su *karbon* i *kalcit* često korišćeni u kombinaciji sa ostalim pigmentima kako bi se dobile tamnije i svetlijе nijanse. [8][10][12]

Muralne slike su tokom vizantijskog perioda u Srbiji gotovo po pravilu slikane *fresco* tehnikom. Pigmenti su nanošeni na tanak sloj svežeg maltera, i tokom sušenja murala karbon dioksid iz vazduha bi, u reakciji sa krečnjakom stvorio kalcijum karbonat i na taj način trajno fiksirao pigmente. [5][10]

Krečnjak korišćen za spravljanje maltera dobijao se iz krečnjačke stene, a tokom stvaranja maltera mešan je sa vodom i agregatom u karakterističnoj proporciji koja bi zavisila od željene 'finoće' spravljanog sloja.

Navedeni procesi predstavljeni su u daljem tekstu kroz hemijske reakcije [5]:



Odnos aggregata, krečnjaka i vode zavisi od sloja spravljanog maltera, a broj slojeva i njihove karakteristike zavise od područja i vremena izgradnje. Dva sloja se izdvajaju kao najčešća i u literaturi su priznati kao *intonaco* i *arriccio*. Arriccio je prvi sloj, veće granulacije aggregata, dok je intonaco finalni sloj na koji se nanosi pigment, i čija je zganulacija finija, a sam sloj manje debljine. Sastav maltera često bi bio obogaćivan aditivima za unapređenje njegovih karakteristika. Tako su za spravljanje hidrauličkih matera kao aditivi često korišćeni keramika i puzzolana. [5][10]

## 1.2. Cilj istraživanja

Muralne slike su bez sumnje jedna od nabogatijih zaostavština srpske istorije i kulture. Neizbežno je još pomenuti i loše stanje u kome se većina njih nalazi, i potrebu za konzervacijskim i restauratorskim intervencijama.



Slika 2. Mural Isusovo Raspeće. Bogorodičina crkva. [11]

Ovim radom dat je predlog za analizu muralne slike 'Isusovo raspeće' koja se nalazi u Bogorodičinoj crkvi, Manastira Studenica. Istraživanje bi obuhvatilo identifikaciju pigmenata i tehnike oslikavanja, a u cilju budućih restauratorskih i konzervatorskih radova. Znanje koje imamo o tehnikama i paletama korišćenih na ovim područjima tokom perioda Vizantije jako je siromašno. Ovakvo istraživanje obogatilo bi postojeću literaturu i stvorilo temelje za dalje analize.

## 2. MATERIJALI I METODE

Kao što je naglašeno u prethodnom tekstu, predloženo istraživanje bi obuhvatilo analizu pigmenata i maltera muralne slike istočnog zida Bogorodičine crkve.

Prvi korak istraživanja bio bi prikupljanje postojećih podataka dostupnih o muralu, a koji su u posedu arhiva manastira Studenica, kako bi se otkrile eventualne intervencije iz prošlosti ali i mogući uzroci degradacije.

Za identifikaciju pigmenata bile bi korišćene sledeće metode:

- *Prenosni XRF*: Za elementalne analize i identifikaciju različitih hemijskih karakteristika pigmenata, koje mogu biti ključne za njihovu identifikaciju. XRF bi se koristio kao primarna in-situ metoda za utvrđivanje elementalne razlike između istih boja i na taj način odredio broj uzoraka potrebnih za laboratorijske analize.
- *Optički mikroskop (OM)*: Za analizu stratigrafske structure oslikanih slojeva u tankom preseku. Optičkim mikroskopom je u nekim slučajevima moguće identifikovati pigment.
- *Elektronski mikroskop (SEM)*: Za informacije poput hemijskog sastava i difuziju određenih elemenata unutar matriksa. Ova tehnika može biti korišćena kako za kvalitativne, tako i za polu-kvantitativne analize.
- *Raman Spektrometar*: Za identifikaciju različitih minerala, kroz kvalitativnu i kvantitativnu analizu.

U skladu sa time, za analizu maltera predlažu se sledeće metode:

- *Petrografski mikroskop*: Za analizu stratigrafske structure oslikanih slojeva u tankom preseku, kao i za identifikaciju optičkih karakteristika agregata i inkluzija.
- *Elektronski mikroskop (SEM)*: Za analizu hemijskog sastava i difuzije određenih elemenata u okviru matriksa. SEM se može koristiti za kvalitativne ali i polu-kvantitativne analize.
- *X-ray Difrakcija*: Za kvalitativne analize strukturalnih karakteristika minerala, u cilju prikupljanja informacija o kompoziciji i sastavu korišćene paste.
- *Termogravimetrijske analite (TGA)*: Za analizu plastera, a u pogledu temperaturnih karakteristika. TGA se predlaže kao metoda koja bi omogućila razumevanje tipa maltera: kalcitnog ili dolomitskog,

a što bi impliciralo na vreme potrebno za sušenje plastera i samim tim tehniku koja je korišćena u oslikavanju.<sup>6</sup>

Kako bi se izbeglo uzimanje uzoraka na delovima sa intervencijom restauracije, prve analize koje se predlažu su analize UV svetlom, kao i IRFC fotografija. Na ovaj način došlo bi se do informacija o originalnim pigmentima, te bi kolekcija uzoraka bila preciznija, a njihov broj bi se sveo na minimum.

Nakon toga, prenosni XRF bi utvrdio različite elementalne karakteristike u okviru istih boja murala što bi ukazalo na korišćenje različitih pigmenata za oslikavanje freske.

Ova in-situ analiza bila bi potpuno neinvanzivna i na jedan način ne bi ugrozila bezbednost murala.

Priprema uzoraka zavisila bi od tehnike koja se koristi i obuhvalatala tanke sekcije, za korišćenje optičkog i elektronskog mikroskopa, puder uzorak za korišćenje TGA i XRD tehnike, uzorak obložen epoxy-jem ili KBr pločama za korišćenje Raman Spektrometra i SEM miksroskopa. Potrebno je još naglasiti i da je u slučaju analize SEM elektronskim mikroskopom potrebno oblaganje karbonom, kako bi se izbegao efekat punjenja.

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Multi-analitička analiza freske ‘Isusovo raspeće’ Bogorodičine crkve bi, pre svega, pružila informacije o socijalnom i ekonomskom statusu manastira Studenica, kao i značaju same muralne slike. Informacije o korišćenim pigmentima ukazivale bi na trgovinske veze ovog perioda.

Sa druge strane, analize maltera korišćenog za oslikavanje freske, obogatilo bi naše trenutno znanje o ovoj tehnici, a u smislu spravljanja paste, debljine i broja slojeva kao i vremena potrebnog za oslikavanje.

Za istraživanje se predlažu minimalno invanzivne tehnike kako bi se izbeglo oštećenje freske.

XRF analize pokazale bi većinske elemente kompozicije pigmenata, što bi bilo dovoljno za njihovu in-situ separaciju, i

---

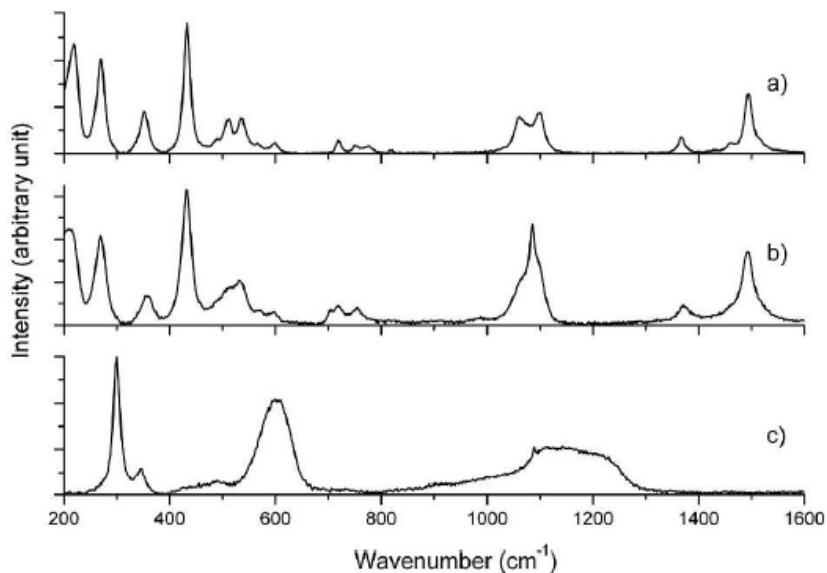
<sup>6</sup> Kalcitni i dolomitski materijali imaju različito vreme reakcije sa ugljen-dioksidom iz vazduha, te i različito vreme stvrdnjavanja.

utvrđivanje potrebne količine uzoraka. Takođe, ova tehnika je često dovoljna za preliminarnu identifikaciju pigmenata što bi ubrzalo process ukupne analize. [1]

Optički mikroskop bi pre svega pružio informacije o načinu nanošenja boje u oslikavanju murala. Takođe, dosadašnja istraživanja pokazala su da je na osnovu određenih optičkih karakteristika moguće izvršiti diferencijaciju i identifikaciju određenih pigmenata.

Sa druge strane, dva različita režima elektronskog mikroskopa pružila bi dve vrste informacija. *Secondary electrons* režim, uvid u distribuciju različitih elemenata u okviru matriksa, kao i detaljan prikaz tankog preseka, a *Backscattering* režim, dao bi informacije o hemijskom sastavu uzorka što bi ukazalo na različite pigmente. [4]

Nasuprot hemijskoj analizi dobijenoj elektronskim mikroskopom, Raman Spektrometar bi pružio uvid u strukturu određenih minerala, te bi se na taj način mogla izvršiti diferencijacija među različitim faza istog hemijskog sastava.



Slika 2. Raman spektar. Analiza tri različita pigmenta – komercijalni malachite (a), tradicionalni malachite (b) i tenorite (c), preuzeto iz istraživanja: [3]

Definitivna identifikacija pigmenata bila je dobijena kombinacijom navedenih tehnika. [3]

U slučaju analize maltera, petrografske mikroskopom utvrdilo bi se poreklo agregata i inkluzija prisutnih u matriksu maltera, ali i definisale karakteristike poput veličine zrna i količine agregata, finoće sloja i slično. Elektronski mikroskop bi, nalik analizi pigmenata pružio informacije o hemijskom sastavu kroz dva svoja režima. Na taj način bi se utvrdilo poreklo paste i njene osnovne elementalne karakteristike. [2][9]

X-ray Difraktometar slično Raman Spektrometru pružio bi uvid u strukturalnu kompoziciju minerala koji čine agregat maltera i na taj način izvršio separaciju faza koje imaju istu hemijsku formulu. [2]

Na kraju, TGA analize pokazale bi sastav maltera u slučaju kalcitnog ili dolomitskog krečnjaka, kao i termalnih karakteristika maltera. Termogravimetrijska analiza bila bi ključna za razumevanje načina spravljanja korišćenog matera i samim tim uzrok njegove dekompozicije. [9]

#### **4. ZAKLJUČAK**

Muralne slike manastira Srbije znatno su ugrožene. Njihovo stanje proističe iz loših uslova njihovog očuvanja, i.e. vlažnosti vazduha, smene visokih i niskih temperatura, zagađenja vazduha i slično.

Prvi korak u njihovoj konzervaciji i restauraciji bila bi identifikacija tehnike kojom su oslikane, u pogledu secco i frescoe nanošenja boje, zatim, identifikacije različitih pigmenata, kao i sastava maltera i prisustva organskih materija u vezivu.

Sve ove analize stvorile bi temelje razumevanja tehnologije oslikavanja, ali i načine intervencija konzervacije i restauracije u budućnosti.

Važno je još i napomenuti da je postojeća literatura analize murala na ovim područjima jako siromašna, i da bi ovakav projekat bio od velikog značaja za sva buduća istraživanja.

## 5. LITERATURA

- [1] Crupi, Vincenza; Galli Giuliana; La Russa Mauro Francesco; Longo Francesca; Maisano Giacomo; Majolino Domenico; Malagodi, Marco: *Multi-technique investigation of Roman decorated plasters from Villa dei Quintili (Rome, Italy)*, Applied Surface Science 349, 2015., 924-930.Freire-Lista, David Martin; Kahraman, Gizem; Carter, Robert: *Multi-analysis characterization of a vernacular house in Doha (Qatar)*, Minerals 9, 2019.
- [2] Gil, Milene; Carvalho, Maria Luisa; Longelin, Stephane; Ribeiro, Isabel; Mirao, Jose; Candeias, Antonio: *Blue pigment colours from wall painting Churches in danger (Portugal 15th to 18th century): Identification, diagnosis and colour evaluation*, Applied spectroscopy 65, 2011., 782-789.
- [3] Mahmoud, Hussein Marey; Kantiranis, Nikolaos; Ali, Mona; Stratis, John: *Characterization of Ancient Egyptian Wall Paintings, The excavations of Cairo University at Saqqara*, International Journal of Conservation Science, 2011, 145-154.
- [4] Mora, Paolo; Mora, Laura: *Conservation of wall paintings*, Butterworths, London, 1984.
- [5] Pavlović, Leontije: *Saopštenje XIX 1987, Beleške o Manastiru Studenici*, 1987.
- [6] Popović, Marko: *Manastir Studenica Arheološka Otkrića*, Republički zavod za zaštitu spomenika kulture Beograd, 2015.
- [7] Marić-Stojanović, M; Bajuk-Bogdanović, D; Uskoković-Marković S; Holclajter-Antunović, I: *Spectroscopic analysis of XIV century wall paintings from Patriarchate of Peć Monastery, Serbia*, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2017.
- [8] Thirumalini, S; Ravi, R; Sekar, S; Nambirajan, M: *Knowing from the past – Ingredients and technology of ancient mortar used in Vadakumnathan temple, Tirussur, Kerala, India*, Journal of Building Engineering, 2015, 101-112.
- [9] Varella, Evangelia: *Conservation Science for Cultural Heritage. Applications of Instrumental Analysis*, Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 2013.
- [10] Vojvodić, Dragan; Popović, Danica: *Sakralna umetnost srpskih zemalja u srednjem veku*, Srpski komitet za vizantologiju, JP Službeni glasnik Beograd, 2016.
- [11] Zorba, T; Pavlidou, M; Stanojlović, M; Bikaris, D; Paraskevopoulos, K.M; Nikolić, V; Nikolić, P.M: *Technique and palette of XIIIth century painting in the monastery of Mileševa*, Applied Physics A; Materials Science and Processing, 2006, 719-725

## UZROCI NASTANKA OŠTEĆENJA ZIDANIH ZGRADA I NJIHOVE KLASIFIKACIJE

UDK : 69.059.2

Jelena Savić<sup>7</sup>, Danijela Milanović<sup>8</sup>, Danijela Đurić Mijović<sup>9</sup>

### Rezime

Zidane zgrade čine većinu graditeljskog nasleđa, posmatrano i kod nas i u svetu. Veliki broj tih objekata je, pod uticajem niza faktora iz unutrašnje i spoljašnje sredine, oštećen sa narušenom čak i osnovnom strukturom. Kako bi sanacija i rekonstrukcija zidanih zgrada bila uspešno izvedena, potrebno je detaljno istražiti moguće uzroke nastanka oštećenja i utvrditi onaj koji je dominantan. U radu su prikazane klasifikacije i sistematizacije oštećenja i njihovih uzroka, prema različitim parametrima.

**Ključne reči :** Zidane zgrade, uzroci oštećenja, klasifikacije, sanacija

## MASONRY BUILDING DAMAGE CAUSES AND THEIR CLASSIFICATION

### Abstract

Masonry buildings make up most of the architectural heritage, both in our country and in the world. A large number of these structures is damaged or their basic structure is compromised due to many factors from the inner and outer environment. For the rehabilitation and reconstruction of masonry buildings to be successfully carried out, it is necessary to thoroughly investigate the possible causes of damage and, in doing so, to identify the dominant one. The paper presents the classification and systematization of damage and their causes, according to different parameters.

**Key words:** Masonry buildings, causes of damage, classifications, rehabilitation

---

<sup>7</sup> Jelena Savić, Dr, asistent, Građevinsko-architektonski fakultet, jelena.savic@gaf.ni.ac.rs.

<sup>8</sup> Danijela Milanović, doktorand, saradnik u nastavi, Građevinsko-architektonski fakultet, danijela.milanovic@gaf.ni.ac.rs.

<sup>9</sup> Danijela Đurić Mijović, Dr, asistent, Građevinsko-architektonski fakultet, danijela.djuric.mijovic@gaf.ni.ac.rs.

## 1. UVOD

U kategoriju postojećih stambenih zgrada, građenih u prošlosti na tradicionalan način, najvećim delom spadaju zidane zgrade. Izložene svim vrstama oštećenja, posebno onih koja nastaju od seizmičkog dejstva, one su najosetljivije, "najpovredljivije", kako ih opisuje Tomažević [6] zahtevajući primenu odgovarajućih mera sanacije. Poznato je da su ti objekti vrlo često, tokom godina eksploatacije, dograđivani, rekonstruisani ili adaptirani. Ovi zahvati na objektima su u velikom broju slučajeva izvođeni nestručno, bez odgovarajuće dokumentacije i sagledavanja stvarnog činjeničnog stanja, čineći na taj način da oni postanu još nesigurniji i nestabilniji. Rešavanjem nastalih problema, u cilju obezbeđenja potrebne sigurnosti konstrukcije u prvom redu i unapređenja kvaliteta stanovanja, kako se navodi i u [2], bave se čitavi timovi stručnjaka različitih profila. Njih treba da čine arhitekte i urbanisti, građevinski inžinjeri različitih specijalnosti, prvenstveno iz oblasti konstrukterstva i geomehanike, zatim geodete, geolozi i po potrebi konzervatori, arheolozi i istoričari umetnosti. Svako od njih ima svoje viđenje rešenja, pa je neophodna koordinacija od strane vođe tima koji mora imati sposobnost najšireg sagledavanja problematike i mogućnost samostalnog odlučivanja [5]. S obzirom da proces obnove i sanacije zidanih objekata zahteva značajna finansijska sredstva, veoma je važno da uzroci nastanka oštećenja budu adekvatno i precizno utvrđeni kako bi na najbolji način mogli biti otklonjeni. U ovom radu je dat pregled mogućih uzroka oštećenja zidanih zgrada i njihova klasifikacija.

## 2. UZROCI NASTANKA OŠTEĆENJA ZIDANIH ZGRADA

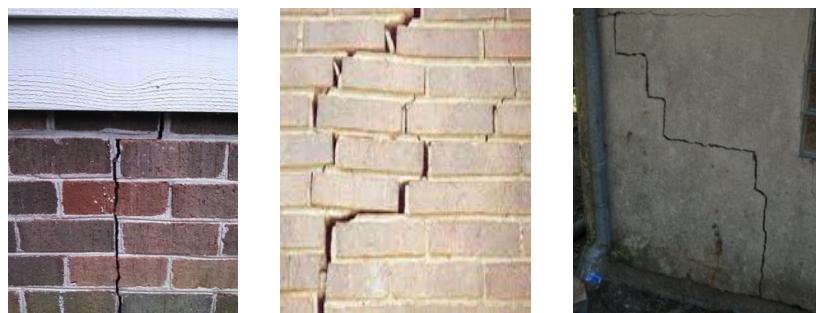
Mnogi postojeći zidani objekti su građeni još početkom prošlog veka i ranije, pa su pod uticajem različitih faktora gubili od svoje prvobitne vrednosti i značaja. Zavisno od vremena gradnje, kvaliteta radova i primenjenih materijala, veliki broj zidanih objekata je u ruiniranom stanju zahtevajući neodložne intervencije. Na dodatno narušavanje stabilnosti i nosivosti konstrukcije tih objekata posebno su uticala neplanska i nestručna dograđivanja i rekonstrukcije. S druge strane, izvestan broj objekata i pored solidne gradnje biva oštećen iznenadnim dejstvima, kao što su zemljotresi, požari, orkanski vetrovi, eksplozije unutar ili izvan objekta i tome slično. Ako se tome dodaju i drugi uzroci oštećenja, kao što su neodržavanje, prevelika sleganja ili blizina susednih objekata, onda se može zaključiti koliko je složen posao definisanja oblika iskazivanja oštećenja.

Na zgradama se najlakše uočavaju oštećenja u vidu prslina i pukotina koje nastaju usled prekoračenja otpornosti osnovnih materijala ili veziva na zatezanje, pritisak ili smicanje [3], [4]. Uzroci su najčešće neravnomerna sleganja temelja, uvećanje deformacija oslonaca, razlike u vlažnosti pojedinih elemenata koje izazivaju skupljanja ili bubrenja materijala, kao i velike temperaturne razlike usled kojih nastaje dilatiranje pojedinih konstruktivnih elemenata.



Slika 1. Pojava prslina u zidovima usled različitih uticaja

Oštećenja usled sleganja tla su najčešća jer je sleganje normalna pojava kod svih vrsta tla izuzimajući stenski materijal. Ravnomerna sleganja nisu štetna, ukoliko su u dozvoljenim granicama. Neravnomerna sleganja, bez obzira na veličinu, predstavljaju opasnost po stabilnost objekta i uzrok su pojavi prslina i pukotina na zidovima i drugim konstruktivnim elementima (Sl. 1 i 2).



Slika 2. Pojava prslina i pukotina na fasadama

Najčešći uzroci sleganja tla su: dodatna povećanja opterećenja od objekata od samih objekata i iz okruženja (saobraćaj, miniranja, rad mašina, zabijanje šipova), zapreminske promene u tlu usled promene vlažnosti, promene nivoa podzemne vode, osetljivost tla na dejstvo

mraza, uticaj podzemnih radova, kopova i komunikacija, bočni pritisak tla i slično.

Drugu veliku grupu oštećenja, koju navodi i Tomažević u [7], čine ona koja nastaju usled nedostataka u konstruktivnim sistemima zgrada i sistemima i tehnologijama građenja. U fundiranju objekata se prave greške koje je veoma teško ili nemoguće ispraviti. Fundiranje pojedinih delova jedne zgrade ili nove uz postojeću zgradu, na različitim dubinama, kao i fundiranje na starim temeljima, dovode do nastanka pukotina na mestima prelaza sa plitkog na duboko fundiranje ili sa starog na novi temelj.

Veliko preopterećenje zgrada nastaje dogradnjom, nadgradnjom, proširenjem ili promenom namene (Sl.3), usled čega dolazi do naknadnog sleganja, najčešće i neravnomernog, pa se oštećenja manifestuju u vidu karakterističnih pukotina i u zidovima i u temeljima. Oštećenja u vidu prslina i pukotina su karakteristična i kod zgrada bez dilatacionih razdelnica kao i kod zgrada sa nepovezanim temeljima i neukrućenim i nepovezanim zidovima.



Slika 3. Primeri nepropisnih nadogradnji zgrada

Jedan od najnepovoljnijih faktora u pogledu uticaja na objekte je voda koja se može javiti u različitim vidovima (podzemna, atmosferska, slobodna, u kretanju, mirna) i svim agregatnim stanjima. Njen uticaj je posebno nepovoljan na temelje zgrada jer dovodi do narušavanja strukture tla, umanjenja nosivosti i agresivnog dejstva na materijal temelja ako sadrži agresivne sastojke. U zoni temelja se pri niskim temperaturama stvaraju ledena sočiva pri čemu bubreњe zamrznutog tla izaziva pritisak na temelje a kasnije otapanje dovodi do većih sleganja.



Slika 4. Nastanak oštećenja zidova usled kapilarnog penjanja vode

Kapilarno penjanje vode preko temelja i temeljnih zidova, kretanjem naviše, zahvata zidove na kojima nastaju oštećenja završne obrade zidnih površina i elemenata koji su izrađeni od drveta ili metala (Sl. 4).

Fasade zgrada su direktno izložene atmosferskim uticajima i temperaturnim promenama. Posebno su osjetljive stilski obrađene i dekorisane fasade sa naglašenim vencima i ostalim ukrasnim detaljima oko otvora. Loše rešeno pitanje odvođenja atmosferske vode stvara vrlo ružne slike na fasadama i ravnim krovovima (Sl. 5).



Slika 5. Oštećenja fasada objekata

Zemljotresi spadaju u spoljašnje faktore koji izazivaju znatna oštećenja objekata, a ne mogu se predvideti. Zavisno od njihove prirode i jačine ta oštećenja mogu ići od neznatnih do razornih (Sl. 6). Naša zemlja se nalazi u zoni znatne seizmičke aktivnosti, pa je ova problematika obuhvaćena odgovarajućom tehničkom regulativom. Za vreme zemljotresa najviše bivaju oštećeni zidani objekti, a glavni uzroci konstruktivnih oštećenja su različiti.



Slika 6. Oštećenja objekata nastala usled dejstva zemljotresa

### 3. KLASIFIKACIJA OŠTEĆENJA ZIDANIH ZGRADA

S obzirom na složen posao definisanja načina iskazivanja oštećenja daju se detaljne klasifikacije oštećenja elemenata zgrada i njihovih uzroka u zavisnosti od načina ispoljavanja, brzine i vremena nastajanja, ozbiljnosti, rasprostranjenosti i drugih karakteristika. Utvrđivanje sigurnosti i stepena upotrebljivosti postojećih zidanih zgrada vrši se na osnovu analize prikupljenih podataka o karakteristikama materijala, osnovnim gabaritima i geometriji elemenata, uočenim oštećenjima i nepravilnostima po obimu i mestu nastajanja, o izvršenim intervencijama i drugim preduzetim merama tokom eksploracije.



Slika 7. Veća i manja oštećenja na zidovima

Vidljiva oštećenja na zidovima ( Sl. 7), kako navodi Tomažević [7], se prema ozbiljnosti mogu klasifikovati u nekoliko kategorija u zavisnosti od veličine oštećenja i obima i težine potrebnih sanacionih radova (Tab.1).

*Tabela 1 Kategorizacija oštećenja zidova prema ozbiljnosti sanacije [7]*

0. stepen	Zanemarljiva	Prsline manje od 0.1mm
1. stepen	Veoma mala	Male prsline, vidljive najčešće na unutrašnjoj strani zida, koje se mogu ukloniti krečenjem. Širina pukotine je najviše 1mm.
2. stepen	Mala	Pukotine su širine do 5mm. Neophodno je popunjavanje pukotina odgovarajućim materijalima, sa spoljašnje i unutrašnje strane.
3. stepen	Umerena	Pukotine je potrebno očistiti i popuniti odgovarajućim materijalom. Na spoljašnjoj strani zida neophodno je zameniti oštećene opekarske elemente. Širina pukotina od 5-15mm.
4. stepen	Ozbiljna	Obimna popravka, uključuje zamenu delova zidova, posebno vrata i prozora. Zidovi izboženi ili nakrivljeni, gubitak nosivosti pojedinih elemenata. Širina pukotina 15-25mm.
5. stepen	Veoma ozbiljna	Velika oštećenja koja zahtevaju delimičnu ili potpunu obnovu. Gubitak nosivosti pojedinih elemenata. Opasnost od nestabilnosti. Širina pukotina veća od 25mm.

Brojni uzroci nastajanja oštećenja takođe se mogu svrstati u kategorije, prvo dve najopštije, a zatim detaljnije prema narednoj tabeli.

*Tabela 2. Podela oštećenja prema uzrocima nastajanja [3]*

Oštećenja čiji uzroci proističu iz prirode samog objekta (unutrašnji faktori)	Lokalni uslovi tla na kojem je objekat podignut (geomorfološki i geotehnički)
	Tip primjenjene konstrukcije i materijala, tolerancije pri građenju, greške u projektovanju i građenju
Oštećenja čiji uzroci proističu iz same	Dugotrajna dejstva čiji su rezultat fizički, higijenski ili mikrobiološki procesi koji dovode postepeno do narušavanja objekta

prirode ili namernog i nemernog delovanja ljudi (spoljni faktori)	Prirodni slučajni uzroci koji se ne mogu predvideti: zemljotresi, oluje, atmosferski uticaji  Uzroci oštećenja su iz domena delovanja ljudi pri korišćenju objekata ili izvođenju drugih radova u okolini posmatranih objekata (požari, eksplozije, vibracije, potkopavanja i dr.)
--	--

Posebnu grupu čine oštećenja kod kojih su uzroci nepoznati, pa zahtevaju dalja detaljnija istraživanja. Takođe je teško ustanoviti preovladajući uzrok oštećenja kada postoji superponiranje više različitih uticaja na objektima, a prosto je nemoguće izbeći takve situacije [4]. Najčešći parametri, po kojima se vrši klasifikacija oštećenja su međusobno povezani i daju određenu sliku prirode oštećenja (Tab. 3).

*Tabela 3. Osnovni parametri klasifikacije i priroda oštećenja [1]*

Osnovni parametri klasifikacije	Priroda oštećenja
Brzina nastajanja	Postepena i iznenadna
Zahvaćenost i opasnost	Postupna i delimična veća kritična i manja
Način ispoljavanja	Vidna-predvidiva, iznenadna, skrivena
Uzrok i vreme nastajanja oštećenja	Oštećenja usled spoljnih ili unutrašnjih faktora, oštećenja tokom građenja, oštećenja u eksploataciji
Elementi na kojima se pojavljuju	Temelji, stubovi, ploče, grede, krov, izolacije, obloge, instalacije

Detaljno se izučavaju i u stručnoj praksi koriste savremene metode proračuna i principi aseizmičkog projektovanja. U narednoj tabeli dat je primer klasifikacije oštećenja koja su nastala usled dejstva zemljotresa.

*Tabela 4. Klasifikacija oštećenja prouzrokovana dejstvom zemljotresa [5]*

Stepen oštećenja	Tip oštećenja
Prvi stepen	Laka oštećenja: sitne pukotine u malteru, osipanje komadića i ljuspica maltera i boje sa zidova i tavanica
Drugi stepen	Usmerena oštećenja: manje pukotine u zidovima, opadanje krupnih komada maltera, padanje crepova sa krovova, pojava pukotina na dimnjacima i opadanje delova dimnjaka
Treći stepen	Teža oštećenja: veće i dublje pukotine u zidovima, rušenje dimnjaka
Četvrti stepen	Razaranje: pucanje zidova-zjapeće pukotine-delimično rušenje zgrada, razaranje konstruktivnih veza, rušenje unutrašnjih zidova
Peti stepen	Totalna oštećenja: potpuno rušenje zgrada

Stepen oštećenja pojedinih objekata na određenoj lokaciji ukazuje na povoljno ili nepovoljno ponašanje nosećih konstrukcija usled pomeranja tla izazvanih zemljotresom.

#### 4. ZAKLJUČAK

Preduslov za uspešno izvođenje sanacije, ojačanja, rekonstrukcije ili kompletne revitalizacije postojećih zidanih objekata je pronalaženje i definisanje uzroka nastanka oštećenja, a zatim i njihovo otklanjanje. S obzirom da su radovi koji se izvode na postojećim objektima često skupi i zahtevni, vrlo je važno pronaći preovlađujući uzrok koji dovodi do nastanka oštećenja. Zato je neophodno dobro poznavanje različitih disciplina u građevinarstvu, počev od geotehnike, konstrukterstva, tehnologije građenja, građevinskih materijala, arhitektonskog projektovanja i drugih oblasti. U radu su navedeni najčešći razlozi koji dovode do nastanka oštećenja na konstrukciji, a zatim i klasifikacija tih oštećenja prema različitim parametrima kao što su: uzroci nastajanja, načini ispoljavanja, stepen i tip oštećenja, obim i težina sanacionih

radova. Ovako sistematizovana i uređena klasifikacija pomaže u otkrivanju i prepoznavanju najvažnijih uzroka oštećenja i predlaganju mera za njihovo otklanjanje.

## 5. LITERATURA

- [1] Folić Radomir, Kurtović-Folić Nađa, *Oštećenja i održavanje višespratnih stambenih zgrada*, Naučni skup "Unapređenje i dalji razvoj stanovanja u višespratnim stambenim zgradama u uslovima različitih vlasničkih odnosa", Zbornik radova, Građevinski fakultet Niš,1995, str. 429-440.
- [2] Folić Radomir, Kurtović-Folić Nađa , *Pouzdanost i održavanje stambenih zgrada*, Stanovanje u višeporodičnim spratnim zgradama u novim tržišnim uslovima, Stanovanje 1, Monografija, Građevinski fakultet Niš, Prosveta, 1996, str.65-76
- [3] Kurtović-Folić Nađa, Folić Radomir, Stare zgrade – karakteristična oštećenja i njihovi uzorci, Časopis Građevinar 38, br. 4, Zagreb, 1986, str. 153-168.
- [4] Radonjanin Vlastimir, Malešev Mirjana, *Karakteristična oštećenja zidanih konstrukcija*, Izgradnja 59, br. 7-9, Beograd, 2005, str. 214-220
- [5] Savić Jelena, *Revitalizacija stambenih zgrada u konstruktivnom kontekstu*, Doktorska teza, Univerzitet u Nišu, Građevinsko- arhitektonski fakultet, 2016, str.178.
- [6] Tomažević Miha, *Obnova postojećih zidanih zgrada u seizmičkim područjima: iskustva i pravila*, Časopis Izgradnja 68, br.5-6, Beograd, 2014, str. 193-208.
- [7] Tomažević Miha, *Earthquake - Resistant Design of Masonry Buildings*, Series on Innovation in Structures and Construction - Vol. 1, Imperial College Press, 1999, str.290.

## **DRUŠTVENO ODGOVORNA ARHITEKTURA – PREGLED SAVREMENIH TENDENCIJA U OBLASTI SOCIJALNOG STANOVANJA**

**UDK : 728.2(497.11)  
351.778.532(497.11)**

**Katarina Medar<sup>10</sup>, Aleksandar Keković<sup>11</sup>**

### **Rezime**

*U kontekstu tekućih ekonomskih i ekoloških kriza, „socijalna arhitektura“ je našla svoje mesto u arhitektonskoj praksi o čemu mogu posvedočiti brojni primeri, prvenstveno iz zapadne Evrope. Okretanje socijalno angažovanom planiraju, građenju i uopšte razmišljanju uz napuštanje “arhitekture projektantskih zvezda” predstavlja pozitivan trend u današnjoj arhitektonskoj praksi. Definisanje sistema socijalnog stanovanja je u svetskoj praksi sprovedeno na različite načine i svakodnevno se unapređuje. Tumačenje arhitekture socijalnog stanovanja razlikuje se u zavisnosti od sistema iz koga se ona posmatra i nivoa do koga je njena politika sprovedena i definisana. Fond socijalnog stanovanja u našoj zemlji postoji i ima tendenciju porasta, uprkos prolongiranju i poteškoćama pri definisanju sistema socijalnog stanovanja na prostoru Srbije.*

**Ključne reči:** Socijalno stanovanje, socijalna inkluzija, arhitektura, pristupačno stanovanje

## **SOCIALLY RESPONSIBLE ARCHITECTURE – REVIEW OF CONTEMPORARY TRENDS IN SOCIAL HOUSING**

### **Abstract**

*In the context of ongoing economic and environmental crises, "social architecture" has found its place in architectural practice, as evidenced by numerous examples, primarily from Western Europe. Turning to socially engaged planning, building and thinking in general, and walking away from starchitect architecture, is a positive trend in today's architectural practice. Defining the social housing system has been implemented in different ways in the world practice and is being improved on a daily basis. The interpretation of*

---

<sup>10</sup>Katarina Medar, mia, istraživač pripravnik, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

<sup>11</sup> Dr Aleksandar Keković, dia, redovni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

*social housing architecture differs depending on the system from which it is observed and the extent to which its policy is implemented and defined. The social housing fund in our country exists and tends to increase, despite the prolongation and difficulties in defining the social housing system in Serbia.*

**Key words:** Social housing, social inclusion, architecture, affordable housing

## 1. UVOD

Obezbeđivanje socijalnog stambenog fonda za one koji nisu u mogućnosti da pristupe tržištu stanovanja od suštinskog je značaja za njihov pravilan razvoj, ali i normalno funkcionisanje društva u celini. Razvoj socijalnog stanovanja je u permanentnom usponu, praćen konstatnim rastom provizije stanova ove namene. Pored toga, beleži se i stalni godišnji rast broja stambenih udruženja i upravljačkih tela koja se prilagođavaju novim političkim i ekonomskim silama. Malo je zemalja na svetu u kojima ne postoji neki oblik subvencionisanog stanovanja, a ukupan broj socijalnih domova verovatno će rasti širom sveta, kao i izazovi ovog sektora [8].

### 1.1. Značaj socijalnog stanovanja

Gradovi se danas suočavaju sa izazovom sve većeg nedostatka adekvatnog stambenog prostora. Sa ekonomskog staništa, ulaganje u adekvatno stanovanje za socijalno ugrožene grupe, beskućnike ili osobe koje su u riziku od beskućništva dugoročno je isplativo za društvo. Studije su pokazale da upravo pomenute kategorije stanovništva koriste više socijalnih i zdravstvenih usluga nego bilo koja druga društvena grupa. Urbano-arhitektonske promene i dešavanja u gradovima u dvadeset prvom veku, se trenutno mogu opisati kao pokušaj uspostavljanja ravnoteže između plodnog okruženja za investitore i poboljšanja životnog standarda njihovih najugroženijih građana (uključujući siromašne, starije, imigrante itd.) i zahteva sveopšte održivosti. Obezbeđivanje sigurnog i pristupačnog stanovanja koristi svima u društvu, a danas je sve više usmereno i na srednju klasu, koja često može imati potrebu za pristupačnim smeštajem. Smanjenje troškova stanovanja posledično utiče i na preusmeravanje novca na druge aktivnosti, poput obrazovanja, slobodnih aktivnosti, putovanja itd., te se na ovaj način stvara zdravija i uravnoteženija ekonomija.

Socijalna inkluzija i jednakost predstavljaju jedno od osnovnih načela pri planiranju i projektovanju objekata socijalnog stanovanja. "Lokacija kompleksa socijalnih stanova u praksi često nije planirana u okviru postojeće urbane matrice. Kao rezultat toga, ovi stambeni kompleksi bili su odsečeni od ostatka gradskog područja. Ovaj koncept stvario je izolova "urbana ostrva", što je prouzrokovalo društvenu segregaciju i stvorilo dodatne sukobe unutar ovih područja" [6]. Raznovrsnost u oblikovnosti, izbegavanje tipiziranih rešenja i dobra lokacija pozitivno utiču na nivo socijalne inkluzije stanovnika ovih objekata.

## 2. SOCIJALNO STANOVANJE U EVROPI DANAS

### 2.1. Hauptbahnhof II, Geiswinkler & Geiswinkler, 2016, Beč, Austrija

Grad Beč se danas može nazvati gradom socijalne izgradnje, o čemu svedoče brojni impresivni primeri iz savremene prakse. Socijalno stanovanje u Beču je i ranije imalo formativnu funkciju na gradskom nivou, a tako je i danas. Socijalna stanogradnja svojim kvalitetom nadmašuje privatno finansiranu, pa u izvesnom smislu predstavlja i izazov na koji privatna mora da odgovori. Ova pojava karakteriše socijalnu stanogradnju kao uzor, koja osim što reguliše finansijske aspekte stanovanja, nameće i standarde kompletne prakse stambenog planiranja i projektovanja [10].

Jedan od aktuelnih primera bečke socijalne stambene arhitekture je projekat Hauptbahnhof II, delo biroa Geiswinkler & Geiswinkler. Ovaj projekat je primer kompaktnih SMART stanova, čiju je izgradnju finansirao grad Beč. Mala kvadratura stanova od svega 40 do 70m<sup>2</sup> kompenzovana je prostranim, otvorenim zajedničkim površinama (slika 1.). Linearna struktura galerijskog sklopa objekta koja prati ulični front je sa dvorišne strane proširena i razbijena otvorenim prostorima različitih stepena privatnosti. Stanovi su na ovaj način dobili privatne i poluprivate bašte, a stvorena je i interesantna prožimajuća veza između spoljašnjeg i unutrašnjeg prostora. Galerije i balkoni su smeđe konzolne konstrukcije koje lebde iznad ozelenjenog zajedničkog dvorišnog vrta i stvaraju osećaj lakoće (slika 2.). Naglašavanje otvorenog prostora stana nije specifičnost samo ovog projekta, već znak vremena u kome javni prostor i socijalna inkluzija dobijaju sve veći značaj.



*Slika 1. Hauptbahnhof II, Geiswinkler & Geiswinkler, 2016, Beč, Austrija,  
osnova tipske etaže*

Projektanti su se vodili osnovnim principima socijalnog stanovanja pri projektovanju: aktivno prizemlje koje obezbeđuje socijalnu inkluziju, visok koeficijent izgrađenosti, mešovitost funkcija gde se, pored primarnog stanovanja, pojavljuju i obrazovne i zdravstvene usluge itd.



*Slika 2. Hauptbahnhof II, Geiswinkler & Geiswinkler, 2016, Beč, Austrija,  
dvorišni prikaz objekta*

## **2.2. LAN, urbana obnova, Lacaton & Vassal, 2014, Lormont, Francuska**

Projekat urbane obnove četvrti Genicart, Lormont u Fransuckoj, od strane arhitekata iz biroa Lacaton & Vassal može poslužiti kao reprezentativan primer sagledavanja današnjih prilika u socijalnom stanovanju iz jednog drugog ugla, obnove i rekonstrukcije. Ovaj projekat deo je stambenog programa "Rezidencijalizacija", utvrđenog 2000. godine, koji se bavi sanacijom stambenih blokova iz perioda osamdesetih godina prošlog veka.

Intervencije sprovedene na pomenutom bloku imale su za cilj rešavanje širokog dijapazona problema koji su karakteristični za gusto naseljene četvri iz ovog perioda. Getoizirano naselje, divlje parkiranje i njegove posledice (neuređene i skoro nepostojeće javne površine), nedostatak identiteta naselja, tehnički i funkcionalni problemi u samim stambenim jedinicama samo su neki od njih.

Racionalizacijom i izmeštanjem parkiranja na obodne ivice bloka oslobođena je značajna otvorena površina. Odsustvo vozila u unutrašnjosti bloka stvorilo je ambijent parka, a uticalo i na bezbednost u samoj četvrti. Adekvatnim pozicioniranjem urbanog mobilijara stvoren su novi javni prostori za okupljanje koji utiču i na ostvarivanje dobrosusedskih odnosa.



Slika 3 i 4.. LAN, urbana obnova, Lacaton&Vassal, 2014, Lormont, Francuska; Osnova prizemlja; Novi identitet bloka

Intervencije na fasadama, primarno planirane zbog ostvarivanja zadovoljavajuće energetske efikasnosti, otvorile su mogućnost za dualistički pristup sanaciji. Sa jedne strane, sanacija je omogućila povećanje površina stambenih jedinica formiranjem novih lođa (slika 3.) i tako značajno uticala na funkcionalnost i kvalitet stambenog prostora, dok je materijalizacijom fasade definisan novi arhitektonski identitet celine (slika 4.).

Krucijalni parametri kvaliteta socijalnog stanovanja su zadovoljeni, getoiziranost naselja je anulirana i otklonjeni su svi tehnički problemi koji su bili karakteristični za ovu lokaciju. Analizirani primer na odličan način oslikava sve mogućnosti i povoljnosti uvođenja tipologije socijalnog stanovanja u centralno gradsko jezgro, kroz proces revitalizacije postojećih gradskih četvrti.

### **2.3. Dujardin Mews, 2017, Karakusevic Carson Architects, London, Engleska**

Dujardin Mews je projekat socijalnog stanovanja pokrenut i finansiran od strane londonske opštine Enfield Council, što je prvi takav slučaj nakon tačno 40 godina.

Individualizacija socijalnog stanovanja je najkarakterističnija odlika ovog projekta. Objekti su organizovani u dva neprekinuta niza, između kojih je formirana pešačka komunikacija, koja ujedno predstavlja i polujavni prostor za okupljanje. Objekti su dvoetažni i troetažni, a većina stambenih jedinica ima obezbeđen privatni pristup sa zajedničke otvorene površine ili preko privatnog stepeništa koje vodi ka višim etažama. Ovaj koncept ima dvostruki efekat: osim što povećava nivo individualizacije, grupisanje ulaznih partija podstiče aktivnost i stvara prilike za nove susrete (slika 5.).



*Slika 5. Dujardin Mews, Karakusevic Carson Architects, 2017, London, Engleska, osnova prizemla sa parternim uređenjem*

Upotreba klasičnih materijala i visok nivo obrade detalja stvaraju identitet tipične londonske ulice (slika 6.).



*Slika 6. Dujardin Mews, Karakusevic Carson Architects, 2017, London, Engleska, pogled sa zajedničke otvorene pristupne povšine*

### **3. SOCIJALNO STANOVANJE – POLOŽAJ SRBIJE**

Pojam socijalnog stanovanja u Srbiji i atribut „socijalan” često izazivaju nerazumevanje i mahom se vezuju za graditeljske modele društvene stanogradnje iz perioda posle Drugog svetskog rata, karakteristične po prefabrikaciji i stanovanju minimalnog standarda [2]. U istočnoevropskom stambenom modelu socijalno stanovanje je označavalo državno kontrolisano stanovanje u javnom sektoru, a stanovi su dodeljivani prema kriterijumu „zasluge” umesto stambene potrebe, koji je u bivšoj Jugoslaviji privilegovao zaposlene u državnoj upravi [3].

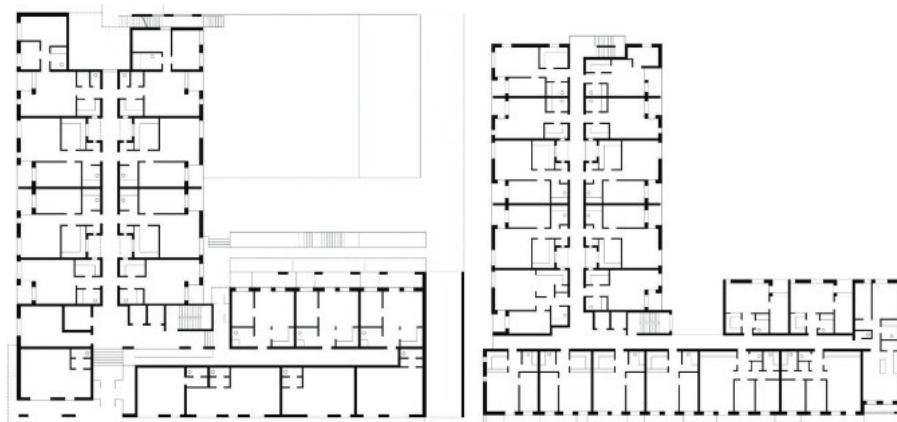
Socijalno stanovanje se u Zakonu o stanovanju i održavanju zgrada definiše kao „stanovanje odgovarajućeg standarda koje se obezbeđuje uz podršku države domaćinstvima koja iz socijalnih, ekonomskih i drugih razloga ne mogu da obezbede stan po tržišnim uslovima” [12]. Uspostavljanje stambene politike socijalnog stanovanja u Srbiji se može opisati kao dugotrajan i još uvek aktuelan proces. Ipak, i pre usvajanja Nacionalne strategije socijalnog stanovanja, Zakona o stanovanju i održavanju zgrada i Uredbe o standardima i normativima za planiranje, projektovanje, građenje i uslovima za korišćenje i održavanje stanova za socijalno stanovanje sprovedeno je nekoliko programa socijalne stanogradnje, uglavnom preko arhitektonsko-urbanističkih konkursa.

### 3.1. **Socijalno stanovanje u bloku 61, 2009, Dejan Milanović i Grozdana Šišović, Novi Beograd, Srbija**

Projekat po kome je izведен objekat u bloku 61 predstavlja jedno od dva drugonagrađena rešenja na konkursu koji je Grad Beograd raspisao u okviru programa 2.000 socijalnih i neprofitnih stanova. Kao prvi relevantan primer ove vrste stanovanja, objekat je publikovan u nekoliko časopisa i nagrađen prestižnim priznanjima.

Rešenje odgovara aktuelnoj planerskoj praksi poguščavanja otvorenih novobeogradskih blokova. Konceptualno rešenje zasnovano je, prema rečima autora, na istraživanju mogućnosti arhitekture da koriguje urbanističku postavku zadatu kroz uslove usvojenog urbanističkog projekta za ovu lokaciju [9].

Primenom dvostrukog galerijskog sklopa i dobrom orientacionom postavkom autori teže da postignu visok nivo komfora koji često nije karakteristika socijalnog stanovanja (slika 7.). Stanovi su jednostrano orijentisani, a pomoćne prostorije su grupisane ka zajedničkom hodniku. Strogi zahtevi u pogledu unutrašnjeg rasporeda nisu ostavljali puno prostora za eksperimentisanje. Uprkos tome, kad god je to bilo moguće, arhitekti su se odlučili za fleksibilnost koju pružaju prostori otvorenog plana kako bi se stanovi mogli prilagoditi različitim životnim stilovima.



*Slika 7. Socijalno stanovanje u bloku 61, Dejan Milanović i Grozdana Šišović, 2009, Novi Beograd, Srbija, osnova prizemlja i tipskog sprata*

Kritički stav prema ideji „kontinualnog uličnog niza” autori iskazuju oblikovanjem ulične fasade kao porozne strukture [9]. Zamišljena je kao dinamična i porozna, pa se postiže neprekidna interakcija svetlosti i senki (slika 8.). Povećavanje površina otvora na fasadi, pored estetskih

razloga, za rezultat ima i omogućavanje maksimalnog upada prirodne svetlosti i unapređenje komfora u projektovanim stambenim prostorima.



*Slika 8. Socijalno stanovanje u bloku 61, Dejan Milanović i Grozdana Šišović, 2009, Novi Beograd, Srbija, prikaz sa bulevara*

Ipak, izvedeno rešenje je dosta odstupilo od projekta, najviše na štetu zajedničkih otvorenih prostora. Atrijum i krovna bašta su ukinuti, smanjene su površine horizontalnih komunikacija, povećan je broj stanova i njihova površina. Opisane promene značajno su uticale na odstupanje od principa projektovanja socijalnog stanovanja, što nažalost govori o neosvešćenosti i načinu implementacije socijalnog stanovanja u Srbiji koji još uvek nije na odgovarajućem nivou.

### **3.2. Socijalno stanovanje Kamenjak, Housing Center, 2016, Šabac, Srbija**

Objekat za Socijalno stanovanje u zaštićenim uslovima (slika 7.) izgrađen je u okviru projekta „[Podrška poboljšanju uslova života prisilnih migranata u Srbiji i zatvaranje kolektivnih centara](#)“. Forma objekta odgovorila je na longitudinalni oblik parcele koju prati. Objekat se sastoji od 36 stanova grupisanih u 5 funkcionalno i oblikovno jasno diferenciranih lamela. Svi stanovi jednostrano su orientisani, što se nadomešćuje povoljnom južnom orientacijom (slika 7. i slika 8.).



Slika 7. Socijalno stanovanje Kamenjak, Housing center, 2016, Šabac, Srbija, osnova tipskog sprata



Slika 8. Socijalno stanovanje Kamenjak, Housing center, 2016, Šabac, Srbija, prikaz sa ulice

Niska spratnost objekta, P+2, omogućava laku integraciju novog objekta u neposredno okruženje koje se uglavnom sastoji od jednoporodičnih objekata. Ovaj objekat se može opisati kao dobar primer prelaznog rešenja između jednoporodičnog i višeporodičnog stanovanja. Privatnim dvorištima zadržavaju se povoljnosti jednoporodičnog stanovanja, a zajedničkim otvorenim površinama se zastupa socijalna inkluzija, kao jedan od osnovnih principa pri projektovanju objekata socijalnog stanovanja.

#### 4. ZAKLJUČAK

Savremena kretanja u socijalnoj stambenoj arhitekturi, izvedeni objekti, sve veći broj projektantskih biroa koji se bave ovom oblašću, svedoče o značaju, razvoju i procвату socijalnog stanovanja,

prevashodno u razvijenijim zemljama sveta. Poštovanje principa energetske efikasnosti, upotreba kvalitetnijih materijala, unapređena funkcionalna organizacija, značajne otvorene površine i kvalitet zajedničkih sadržaja, atraktivnost područja, raznolikost i inovativnost u oblikovnosti i izrazu, odlikuje većinu izvedenih savremenih objekata socijalnog stanovanja u zemljama zapadne Evrope. Sve gore navedeno, osim što podiže kvalitet socijalnom stanovanju, nameće i nove standarde u tržišnom projektovanju svih tipova objekata višeporodičnog stanovanja.

Socijalna stambena arhitektura treba da bude uzorni model, a nikako najniži oblik višeporodičnog stanovanja, kako se na ovim prostorima, u širim krugovima, i dalje doživljava.

Dobijanje rešenja putem javnih konkursa zasigurno predstavlja odličan model za planiranje objekata socijalnog stanovanja u Srbiji, i u budućnosti. Na ovaj način, investitor, u ovom slučaju država, uz minimalne troškove dobija raznovrsna i kvalitetna projektantska rešenja, što potvrđuju rezultati sa nekoliko već sprovedenih konkursa. Međutim, ozbiljan problem nastaje u tranziciji od projektovanog rešenja do izведенog objekta.

Analiza primera iz Srbije govori o velikom angažmanu struke, ali i o još uvek niskom stepenu osvešćenosti svih uključenih u proces sprovođenja projekta, navici da se gradi za tržište, slabom poštovanju principa socijalnog stanovanja, posebno u finalnoj fazi – fazi izvedbe. Nemoguće je ne primetiti konstantu težnju za preoblikovanjem rešenja u fazi izvođenja koje ih poistovećuje sa tržišnim stanovima. Smanjenje površina zajedničkih prostora zarad povećavanja stambenih površina, ukidanje zelenih površina zarad dobijanja dodatnog parking prostora i slično, nedvosmisleno ukazuju na ovu težnju. Trebalo bi da se, u budućoj praksi, obrati veća pažnja na poštovanje projekata u izvođenju, pogotovo na tržišno privlačnim lokacijama.

## **IZJAVA ZAHVALNOSTI**

Rezultati istraživanja u radu finansirani u okviru naučnoistraživačkog projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Republike

Srbije, 2011-2019 (TR36045: rukovodilac naučno istraživačkog projekta dr Danica Stanković).

## 5. LITERATURA

- [1] Bajić T., Manić B., Kovačević B.: *Socijalno stanovanje u Beogradu: Praksa arhitektonsko-urbanističkih konkursa (2003-2014)*, Arhitektura i Urbanizam, br. 39, 2014, str. 29-43
- [2] Bajić, T., Pantović K.: *Mogućnosti primene modularnih sistema u projektovanju održivog i klimatski odgovornog socijalnog stanovanja*, Arhitektura i urbanizam, br. 33, 2011, str. 42–59
- [3] Damjanović, D., Gligorijević, Ž.: *Socijalno stanovanje: Prikaz stambenih politika Srbije i odabralih zemalja Evrope*, 2009, PALGO centar, Beograd
- [4] Maschaykh U.: *The Changing Image of Affordable Housing: Design, Gentrification and Community in Canada and Europe*, Routledge, New York USA, 2016
- [5] Nacionalna strategija socijalnog stanovanja, Službeni glasnik RS, br. 13/2012, 2012
- [6] Petković G. N., Jovanović G., Stoilković B., Stanimirović M.: *Parameters for improvement of the housing quality in social housing dwellings*, Facta Universitatis, series Architecture and Civil Engineering, Vol 12, No 2, 2015, pp. 149-160
- [7] Pevsner N.: *Pioneers of Modern Design: From William Morris to Walter Gropius*, Palazzo Editions, London, 2011
- [8] Reeves P.: *An Introduction to Social Housing*, Elsevier, Oxford, 2005
- [9] Šišović, G.: *Architectural competition as a field of autonomy? In Bogdanović R. (ed), On Architecture, International Conference and Exhibition, Conference Proceedings*, Belgrade: Sustainable Urban Society Association, 2013, str. 407-416
- [10] Ulama M.: *Paradigmatski pomak*, Oris, Oris d.o.o., Zagreb, br. 112, 2018, str. 6-13
- [11] *Uredba o standardima i normativima za planiranje, projektovanje, građenje i uslovima za korišćenje i održavanje stanova za socijalno stanovanje*, Službeni glasnik RS, br. 26/2013, 2013
- [12] *Zakon o stanovanju i održavanju zgrada*, Službeni glasnik RS, br. 104/2016, 2016

## **STANOVI SA KARAKTERISTIKAMA KUĆA: ODUTOPIJE DO REALNOSTI**

**UDK : 728.2  
728.3**

**Branislava Stoilković<sup>12</sup>, Nataša Petković-Grozdanović<sup>13</sup>,  
Vladana Petrović<sup>14</sup>**

### **Rezime**

*Stanovanje u porodičnim kućama se po mnogim parametrima smatra humanijim i kvalitetnijim tipom od višeporodičnog stanovanja i oduvek je bilo želja većine ljudi. S druge strane, stanovanje u stambenim zgradama se, danas više nego ikad ranije, nameće kao racionalno rešenje za brojne stambene probleme u gradu. Stoga se rešenja stambenih zgrada sa stanovima koji imaju karakteristike kuća može smatrati kompromisom između ove dve krajnosti kome treba težiti. Arhitekte već duže vreme tragaju za novim konceptima koji spajaju prednosti mirnog, individualnog doma u zelenilu i stana u višespratnici u gradu. U radu je dat pregled nekih od najzanimljivijih rešenja nastalih tokom prethodnog veka – od utopiskih projekata do konkrenih realizacija. Zajednička karakteristika svih predloga je planiranje jednoporodičnih domova u okviru stanovanja sa velikim gustinama.*

**Ključne reči:** kuća, stan, kvalitet, bašta, utopija, realizacija

## **HOUSE-LIKE APARTMENTS: FROM UTOPIA TO REALITY**

### **Abstract**

*Single-family housing is considered, by many parameters, a more humane and better quality type than multi-family housing and has always been the desire of most people. On the other hand, housing in apartment buildings is now more than ever imposed as a rational solution to many housing problems in the city. Therefore, the schemes of apartment buildings with house-like apartments can*

---

<sup>12</sup> dr Branislava Stoilković, docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu,  
branislava.stoilkovic@gaf.ni.ac.rs

<sup>13</sup> Nataša Petković-Grozdanović, mast. inž. arh, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, nataса.petkovic@gaf.ni.ac.rs

<sup>14</sup> Vladana Petrović, mast. inž. arh, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu,  
vladana.stankovic@gaf.ni.ac.rs

*be considered as a compromise between the two extremes to aspire to. Architects have been searching for new concepts for a long time, combining the benefits of a quiet, individual home in greenery and a multi-storey apartment in the city. The paper gives an overview of some of the most interesting solutions created during the last century – from utopian projects to some concrete realizations. A common feature of all proposals is the planning of single-family homes within high-density housing.*

**Key words:** *house, apartment, quality, garden, utopia, realization*

## 1. UVOD

Stanovanje u porodičnim kućama odlikuju brojne prednosti u odnosu na stanovanje u stambenim zgradama: 1) porodična kuća ima sopstveno dvorište – prostor za odmor i privatno utočište od svakodnevnih poslovnih obaveza, prostor za bavljenje baštovanstvom i ostvarivanje veze sa prirodom i prostor koji doprinosi stvaranju osećaja pripadnosti [2, 7, 14, 15]; 2) stanovanje u kući nudi veću privatnost [2, 6, 16]; 3) stanar se sa kućom lakše može identifikovati jer je korisnik objekta u celosti, a ne samo jednog njegovog dela [5, 11, 13]. Za razliku od kuća, stan karakterišu izvesni problemi udaljenosti od tla, pristupa, bezbednosti, privatnosti, identiteta itd. [4, 8, 9, 16]

S druge strane, stanovanje u kućama odlikuju niske gustine, te predstavlja neekonomičan urbani sistem koji ne doprinosi formiranju gradskog tkiva. *Urban sprawl* – nekontrolisano i neplansko širenje gradova i njihovo rasprostiranje na sve većim površinama – je neefikasan model urbanizacije koji je neophodno držati pod jakom kontrolom. Gustina i tip stanovanja su neki od glavnih indikatora u merenju uspeha kontrole neplanskog širenja grada [1, 3, 4], te se u razvijenim zemljama može videti sve jača posvećenost povećanju gustina stanovanja u određenim područjima i izgradnji kompaktnijih stambenih naselja. Primenom stanovanja u stambenim zgradama, kao dominantnog tipa, mogu se postići ovi ciljevi [10, 13].

Kvalitet života u kućama u predgrađu, kakav mnogi preferiraju, može se dostići u stanovima u gradskim sredinama primenom koncepta stanova sa karakteristikama kuća [12]. Ovakav koncept podrazumeva spajanje prednosti koje ima stanovanje u kućama u predgrađu sa onima koje poseduje stanovanje u stanovima u gradu, kako bi se stanovanje u stanu učinilo atraktivnijim i kvalitetnijim.

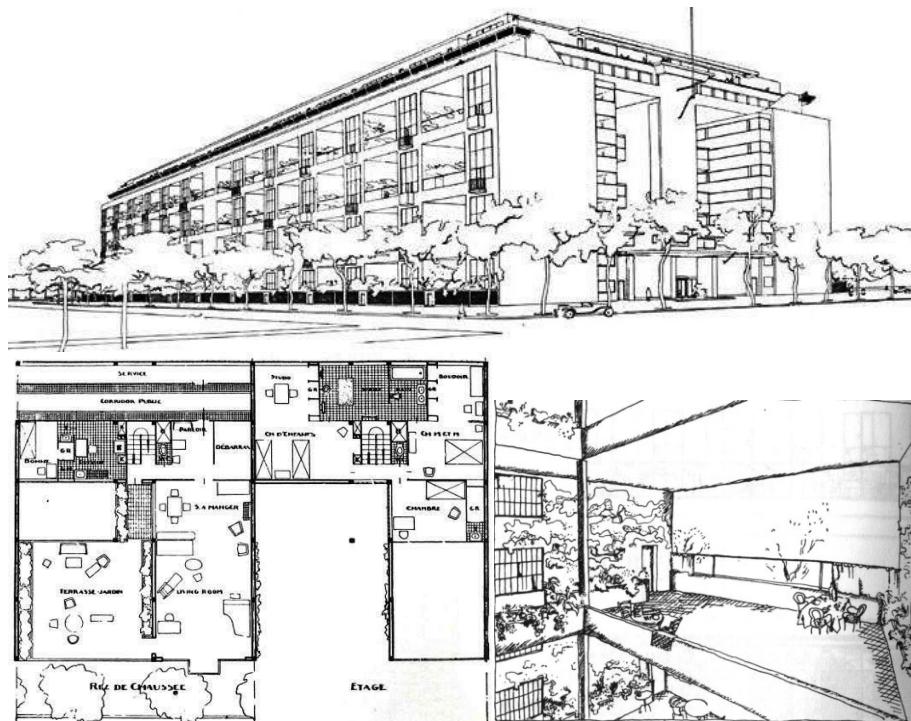
U proteklih sto godina ovom temom su se bavili brojni arhitekti i teoretičari arhitekture. Koncept mirnog, individualnog doma okruženog zelenilom, izgrađenog u stambenoj višespratnici – sinteza vile iz predgrađa i stana u gradu – tema je koja je veoma bogata mogućnostima za budući urbani razvoj. Prepoznavanjem pozitivnih karakteristika porodičnih kuća i njihovom primenom u stambenim zgradama, uobičajeno stanovanje u stambenim zgradama dobija alternativu. Primeri prikazani u naredna dva poglavlja obuhvataju neke od najzanimljivijih rešenja za stanove sa karakteristikama kuća, kako utopijske predloge koji su bili isuviše ekstravagantni ili ekonomski neisplativi da bi bili realizovani, tako i izvedene objekte koji su se tokom eksploatacije pokazali manje ili više održivim.

## 2. "BAŠTA ZA SVAKOGA"<sup>15</sup> – UTOPIJSKI PROJEKTI STANOVA SA KARAKTERISTIKAMA KUĆA

U Korbizijeovom projektu *Immeuble Villa* iz 1922. godine nailazimo na pokušaj da se stanovima u stambenoj višespratnici obezbedi sopstveno dvorište. Projekat predstavlja stambeni blok za višeporodično stanovanje sastavljen od jedinica za jednoporodično stanovanje. Stambene jedinice – kuće – su dvospratne, oblika slova "L", organizovane oko dvorišta. Pristup u stanove je iz galerije sa strane unutrašnjeg dvorišta stambenog bloka. Na pristupnoj etaži su prostorije za vođenje domaćinstva, trpezarija i dnevna soba dvostrukе visine iz koje se izlazi na veliku terasu, takođe dvovisinsku u jednom delu, a na etaži iznad sobe za spavanje. (Slika 1) Tipična trosobna jedinica je znatne površine, oko 370m<sup>2</sup>, od kojih je oko 230m<sup>2</sup> stambenog prostora. Sa baštom duple visine od oko 65m<sup>2</sup>, dvovisinskom dnevnom sobom, sobom za pomoćnicu, dva kupatila, sobom za rad i odvojenim servisnim i javnim koridorom, *Immeuble Villa* je izuzetno ekstravagantna i potpuno nekompatibilna sa slikom socijalnog stanovanja koje je trebalo da predstavlja. Projekat nikada nije izведен, osim kao paviljon *'l'Esprit Nouveau* za Izložbu dekorativnih umetnosti 1925. u Parizu.

---

<sup>15</sup> *For everyone a garden*. Naziv knjige izraelsko-kanadskog arhitekte M. Safdija (Moshe Safdie) u kojoj, između ostalog, ističe značaj postojanja pripadajuće otvorene površine za svaki stan u stambenoj višespratnici.



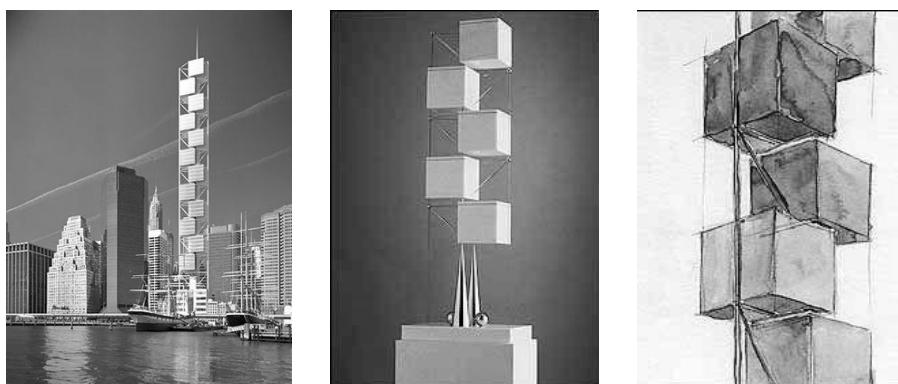
Slika 1. Immeuble Villa, Le Corbusier, 1922.god.

Nešto manje od 60 godina kasnije, arhitekte su se i dalje bavile eksperimentalnim predlozima tog tipa. *High-rise of Homes*, teoretski projekat grupe arhitekata S.I.T.E., predstavlja višespratnicu sastavljenu od privatnih kuća sa svojim dvorištima, grupisanih po spratovima u zajednice sa internim ulicama. Svaki sprat predstavlja prepoznatljivu zajednicu porodičnih kuća. Sa 15-20 spratova, predviđena je za gusto naseljena gradska područja. Motivacija koja je pokrenula ovaj koncept je kritika tradicije homogenizovanih i bezličnih višespratnih objekata – namera je da se estetska vrednost pomeri sa konvencionalnih projekata u korist vrednosti koje ima kolažna arhitektura. Ovakav projekat pruža stanarima mogućnost da ostvare svoj personalizovani arhitektonski identitet u višespratnoj stambenoj zgradi i da njime obeleže svoje prisustvo u gradu. (Slika 2)



Slika 2. *High-rise of Homes*, S.I.T.E., 1981.god.

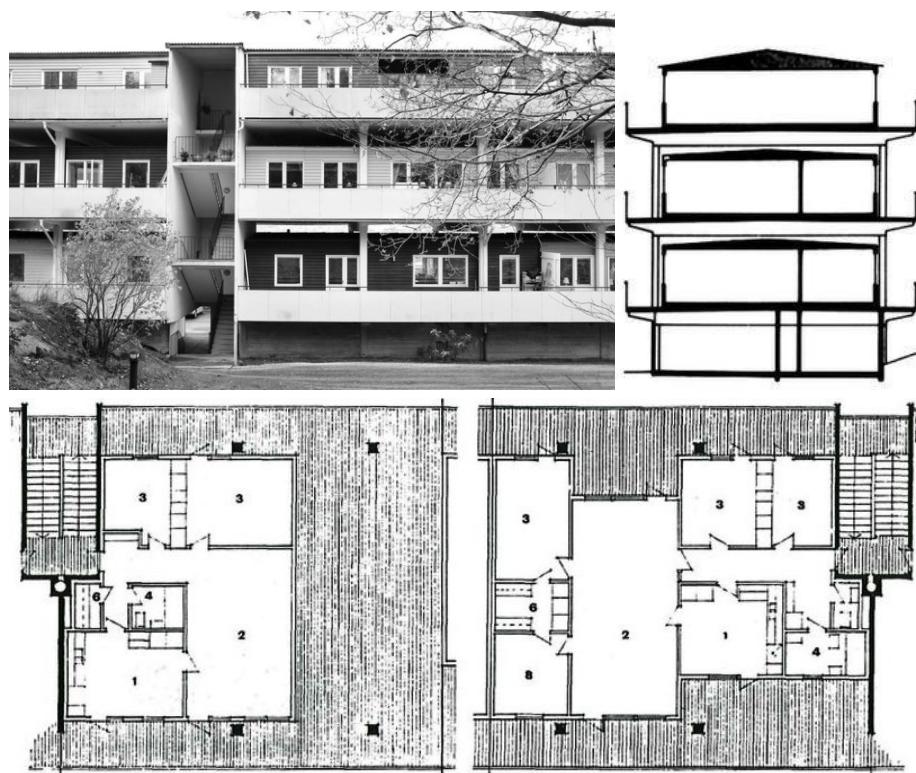
Kalatravin projekat *Townhouses in the Sky* na Menhetnu predstavlja vitku, laganu zgradu, sastavljenu od dvanaest naslaganih kocki koje se uzdižu kao stepenice ka nebu. Sve kocke su modularne, dimenzije stranice od oko 14m i konzolno obešene o vertikalno jezgro kule. Jezgro i par vitkih vertikalnih podupirača stabilizuju strukturu. Kocke predstavljaju modernu ekspresiju četvorospratne gradske kuće sa privatnim dvorištem, otuda i naziv "gradske kuće na nebu". U svim "kućama" su predviđene dnevne sobe sa dvovisinskim prostorom, kao i privatni lift. Takođe, predviđena je i mogućnost različitog unutrašnjeg uređenja jedinice, prema željama i potrebama korisnika. Velike krovne terase – privatna dvorišta svakog stana – planirane su na krovu jedinice na etaži ispod. Ova dvorišta i vizuelno stvaraju utisak gradskih kuća. Sa svega dvanaest ekskluzivnih stanova u kuli visine čak 255 metara projekat je bio absurdno skup i nije privukao dovoljno investitora, te se od gradnje odustalo. (Slika 3)



Slika 3. *Townhouses in the Sky*, NY, Santiago Calatrava, 2005.god.

### 3. MODERNA UTOPIJA ILI REALNOST – REALIZOVANI OBJEKTI SA STANOVIMA SA KARAKTERISTIKAMA KUĆA

Jedan od retkih projekata ove vrste realizovan do sada je Fribergerova *Däckshuset* u Geteborgu koja predstavlja proizvod autorove utopije da korišćenjem prednosti vile, prebačene u višeporodičnu stambenu zgradu, reši stambeni problem u gradovima. Osnovna ideja je betonska parkingolika konstrukcija kao predstava parcele u vazduhu, na kojoj je moguće izgraditi bilo kakvu kuću prema potrebama i željama vlasnika. Prednost ovakve strukture je u tome što su, kao i u uobičajenim višeporodičnim stambenim zgradama, sanitarije i sistemi za grejanje i ventilaciju centralizovani i samim tim jeftiniji.



Slika 4. *Däckshuset*, Göteborg, Sweden, Erik Friberger, 1960.god.

Objekat se sastoji od 3 betonske ploče, postavljene na 4m jedna iznad druge. Tri stepeništa vode do po dva stana na spratu, što čini ukupno 18 jednoetažnih porodičnih domova. Površine "parcela" se

kreću od 144m<sup>2</sup> do 210m<sup>2</sup>. Svakoj jedinici je obezbeđen veliki pripadajući natkriveni spoljašnji prostor sa zelenilom i većom privatnošću nego što je slučaj kod kuća. Nijedna jedinica nije smela biti izgrađena do ivice betonskih ploča, tako da se kontinualni balkon prostire duž oboda celog objekta. Sve jedinice imaju drvene fasade različitih boja, čime se takođe potencira individualnost i personalizovani karakter doma.

Prema samom autoru, projekat je tek delimično bio uspešan. Zbog ekskluzivne pozicije u gradu, parcele su kupovali imućniji ljudi koji su želeli za sebe veće stanove od prvobitno planiranih, tako da objekat nije onoliko pozračan koliko je isprva trebalo da bude. Još jedno razočarenje je bilo to što investitor nije dozvolio postavljanje sloja zemlje u debljini od 80cm kako bi na terasama moglo da se razvije bujnije zelenilo. (Slika 4)

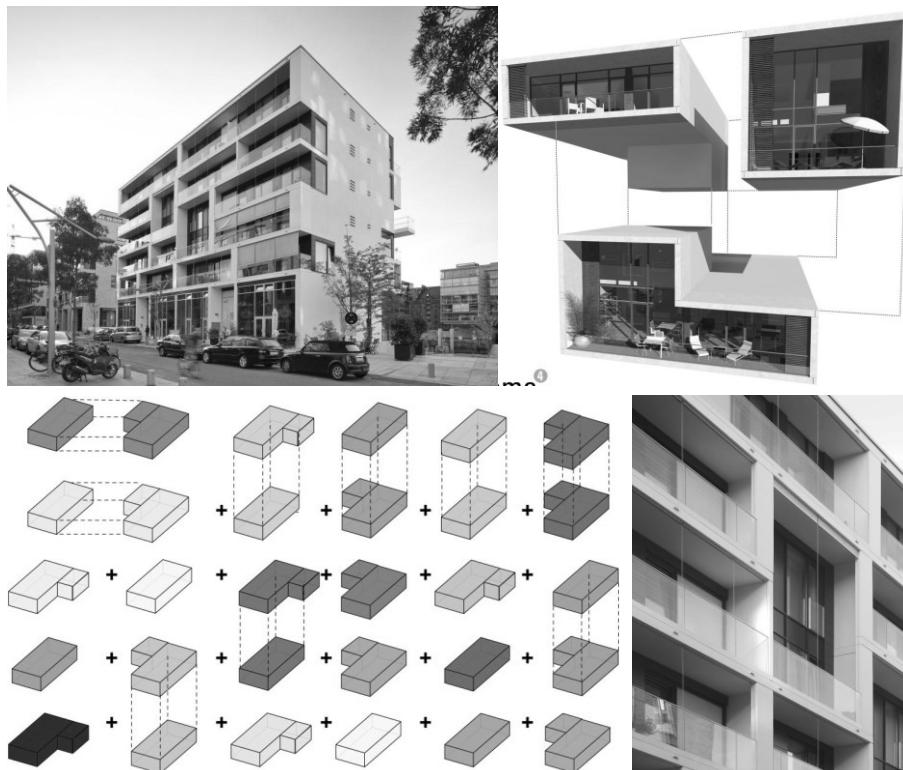


Slika 5. Habitat 67, Montreal, Canada, Moshe Safdie, 1967.god.

Svakako jedan od najupečatljivijih objekata ovog tipa je stambeni kompleks *Habitat '67* u Montrealu, izgrađen za Svetsku izložbu 1967. godine. Kompleks je nastao kao rezultat autorovog istraživanja stanovanja u visokim stambenim zgradama i neodrživih modela urbanizacije prigradskih naselja, sa željom da se osmisli novi tip stanovanja u gradu, gde će se svakoj jedinici u okviru stambene zgrade dati kvalitet kuće. Projektovan je sa ciljem da pruži maksimum privatnosti, kvalitetnih otvorenih površina i drugih kvaliteta predgrađa, u potpuno gradskom okruženju. Kompleks se sastoji od 354 "kutija" – prefabrikovanih betonskih modularnih jedinica. Prepusti i povlačenja kutija su organizovani tako da svaka stambena jedinica ima pristup krovnoj baštiji izgrađenoj na kutiji ispod. Ceo kompleks je zamišljen da bude u baštama, dodiru s prirodom i sa pešačkim ulicama umesto hodnika. (Slika 5)

*Habitat 67* je bio pilot projekat, zamišljen samo kao prva primena rešenja koje se, iako nije bilo potpuno novo, u tom trenutku smatralo sasvim prikladnim za urbane probleme koji su se proširili po svetu. Uprkos prefabrikованој izgradnji, budžet je daleko probijen, te da bi nadoknadila troškove izgradnje vlada je stanarine podigla toliko visoko da ih niko nije mogao priuštiti. Iako napredan i inovativan po idejama na kojima je zasnovan, projekat je u velikoj meri bio utopijski i, zbog brojnih razloga pre svega finansijske prirode, nije imao daljeg uspeha. Kakogod, u decenijama koje su usledile poslužio je kao inspiracija za mnoge stambene projekte.

Nasuprot uobičajenim snovima i vizijama i često projektima megalomanskih struktura, Teheranijev *Home4* je projekat malih razmara, te stoga mnogo realniji za stanovanje u gradu. Razvijen je sa željom da spoji prednosti stanovanja u vili u predgrađu, sa velikom terasom i predivnim pogledom, i stanovanja u gradu, sa svim kvalitetima koje ono nosi. Stanovi su projektovani modularno, te su budući vlasnici mogli da učestvuju u oblikovanju svog budućeg doma i da svojim životnim potrebama dodele odgovarajući životni prostor. Svaki pojedinačni stan se ocrtava i "čita" na neobičnoj staklenoj fasadi. Ovaj projekat na savremen način interpretira san o sopstvenom domu, individualnoj adresi, personalizovanom stambenom prostoru i srazmernom vrtu u urbanim korelacijama, dajući na taj način svoj doprinos suzbijanju neplanskog i nekontrolisanog širenja gradova. Kao sinteza između efikasnosti i individualnosti, ovaj inovativni proizvod za stanovanje nudi alternativu uobičajenim i konvencionalnim predlozima rešenja stambenih kompleksa i može biti odgovor na potražnju za visokokvalitetnim i pristupačnim stambenim prostorom u urbanom kontekstu.



Slika 6. Home4, Hamburg, Germany, Hadi Teherani, 2008.god.

#### 4. ZAKLJUČAK

U današnje vreme, kada se svakim danom povećava broj stanovnika u gradovima i kada se stanovanje u stambenim zgradama nameće kao racionalno rešenje stambenih problema a istovremeno većina stanovništva teži mirnoj porodičnoj kući u predgrađu, primena koncepta stanova sa karakteristikama kuća je izuzetno potrebna, jer ima za cilj kompromis između ova dva ekstrema.

Napredne arhitekte kroz čitav XX vek, ali i danas, tragaju za inovativnim stambenim rešenjima: Kako kreirati komplekse sa povećanim gustošćama u kojima će se stanari osećati kao da žive u porodičnoj kući? Prikazani realizovani objekti, ali i utopijski pokušaji, daju odgovor na ovo pitanje i u velikoj meri mogu da odgovore na potrebe savremenog stanovnika grada a da istovremeno budu antidot širenju gradova i svim negativnim pojavama koje su sa tim povezane.

## 5. LITERATURA

- [1] Bardhan Ronita, Kurisu Kiyo, Hanaki Keisuke: "Does compact urban forms relate to good quality of life in high-density cities of India? Case of Kolkata", *Cities* 48, 55-65, Pergamon, Oxford, 2015
- [2] Bhatti Mark, Church Andrew: "Home, the culture of nature and meanings of gardens in late modernity", *Housing Studies*, 19(1), 37-51, Routledge, Abingdon, 2004
- [3] Couch Chris, Karecha Jay: "Controlling urban sprawl: Some experiences from Liverpool", *Cities* 23(5), 353-363, Pergamon, Oxford, 2006
- [4] Evans Alan, Unsworth Rachael: "Housing densities and consumer choice", *Urban Studies* 49(6), 1163-1177, Routledge, Abingdon, 2012
- [5] Gaković Stanko: *Četiri stanja sklopa u strukturi stambene sredine*, Arhitektonski fakultet Beograd, 1991
- [6] Habeck Joachim Otto, Belolyubskaya Galina: "Fences, private and public spaces and traversability in a Siberian city", *Cities* 56, 119-129, Pergamon, Oxford, 2016
- [7] Hoyles Martin: *The story of gardening*. Journeyman Press, London, 1991
- [8] Karsten Lia: "Middle-class households with children on vertical family living in Hong Kong", *Habitat International* 47, 241-247, Pergamon, Oxford, 2015
- [9] Levitt David: *The housing design handbook - A guide to good practice*, Routledge, Abingdon, 2010
- [10] McMillan Andrew, Lee Sugie: "Smart growth characteristics and the spatial pattern of multifamily housing in US metropolitan areas", *Urban Studies* 54(15), 3500-3523, Routledge, Abingdon, 2017
- [11] Ralević Miodrag, Đukić Aleksandra: "Procedures, Methods and Models of Individualization of Multistory and Apartment Houses Urban Structure, Case Study - Serbia and Montenegro", u *Proceeding Sustainable Building SB04*, Warsaw, 2004
- [12] Schittich Christian (ed.): *High-density Housing: Concepts, Planning, Construction*, Birkhäuser, München, 2004
- [13] Stoiljković Branislava, Petković-Grozdanović Nataša, Jovanović Goran: "Individualization concept in housing architecture", *Facta universitatis, series Architecture and Civil Engineering*, Vol. 13, No 3, 207-218, University of Niš, 2015
- [14] Tuan Yi-Fu: *Topophilia: A study of environmental perception, attitudes and values*. Columbia University Press, New York, 1990
- [15] Williams Stephen: *Outdoor recreation and urban environment*. Routledge, London, 1995
- [16] Wong, Tai-Che, Yap Adriel: "From universal public housing to meeting the increasing aspiration for private housing in Singapore", *Habitat International* 27, 361-380, Pergamon, Oxford, 2003