

# nauka + praksa

Institut za građevinarstvo i arhitekturu Niš

14 / 2011

## **GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK**

*Prof. dr Slaviša Trajković, dipl. inž. građ.*

## **REDAKCIONI ODBOR**

*Prof. dr Dragoslav Stojić, dipl. inž. građ.*

*Prof. dr Nikola Cekić, dipl. inž. arh.*

*Prof. dr Đorđe Đorđević, dipl. inž. el.*

*Prof. dr Zoran Grdić, dipl. inž. građ.*

*Docent dr Branko Turnšek, dipl. inž. građ.*

*Asistent mr Marina Trajković, dipl. inž. građ.*

## **TEHNIČKI UREDNIK**

*mr Milan Gocić, dipl. inž. el.*

## **AUTOR NASLOVNE STRANE**

*Vladan Nikolić, dipl. inž. arh.*

## **TEHNIČKA OBRADA**

*mr Milan Gocić, dipl. inž. el.*

*Mladen Milanović, dipl. inž. građ.*

## **Nauka + Praksa**

*Časopis Instituta za građevinarstvo i arhitekturu  
Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu*

***Broj 14, 2011., ISSN 1451-8341***

## **IZDAVAČ**

**GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET  
UNIVERZITET U NIŠU**

Štampa M KOPS CENTAR

Tiraž: 200 primeraka

## **Predgovor**

Jedan od važnih segmenata rada nastavnika i saradnika Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu je rešavanje praktičnih zadataka iz različitih oblasti građevinarstva i arhitekture. Ta aktivnost se na Fakultetu odvija preko posebne organizacione jedinice, Instituta za građevinarstvo i arhitekturu, izradom raznih projekata, studija, ekspertiza, tehničkih kontrola, laboratorijskih ispitivanja, naučno-istraživačkih projekata, itd. U rešavanju konkretnih praktičnih zadataka, s obzirom na osnovnu vokaciju učesnika u tom poslu, pored stručnog znanja koriste se i stečena naučna saznanja, te rezultat tog rada predstavlja svojevrsnu sintezu nauke i prakse. Rešavanje nekog stručnog zadatka često nije samo rešenje nekog konkretnog problema već ima i širi značaj i sadržaj.

Zbog toga je 1992. godine, na tridesetogodišnjicu postojanja Instituta za građevinarstvo i arhitekturu Fakultet odlučio da rezultate svog stručnog i naučnog rada učini dostupnim široj javnosti i počeo sa objavljivanjem časopisa Nauka + Praksa. Najpre je u kontinuitetu, jednom godišnje objavljeno pet brojeva, da bi se posle pauze od sedam godina, nastavilo sa objavljivanjem po jednog broja časopisa svake godine. Inače, koncepcija časopisa se nije promenila.

Ovaj četrnaesti broj časopisa sadrži četrnaest radova iz oblasti arhitektonskog projektovanja, urbanizma, enterijera, arhitektonskog konstrukterstva. Pored arhitekata, autori i koautori nekih radovasa i nastavnici i saradnici građevinske struke kao i stručnjaci iz drugih institucija. Nadamo se da će čitaoci ovog časopisa pored informativne imati i šire stručne i naučne koristi.

Koristim ovu priliku da se zahvalim svim autorima i koautorima radova, recenzentima, kao i nastavnicima i saradnicima angažovanim na tehničkoj pripremi ovog broja časopisa.

Dekan,

Prof. dr Dragan Arandelović



## SADRŽAJ

1. <i>Borislava Blagojević, Milica Vujisić, Olivera Potić</i> .....	1
<b>IZLOŽENOST SUŠAMA, POPLAVAMA I EROZIJI NA PODRUČJU NIŠAVSKOG, PIROTSKOG I TOPLIČKOG UPRAVNOG OKRUGA</b>	
2. <i>Dubravka Jovanović, Danijela Đurić-Mijović</i> .....	9
<b>INTEGRACIJA FOTONAPONSKIH MODULA U FASADNI OMOTAČ ZGRADE</b>	
3. <i>Biljana Matejević</i> .....	15
<b>ANALIZA IZRADE I PRAĆENJA DINAMIČKIH PLANOVA</b>	
4. <i>Aleksandar Milojković, Marko Nikolić</i> .....	25
<b>ARHITEKTONSKO REŠENJE I REALIZACIJA ANEKSA MEDICINSKOG FAKULTETA U NIŠU</b>	
5. <i>Aleksandar Milojković, Marko Nikolić</i> .....	31
<b>ARHITEKTONSKO REŠENJE I REALIZACIJA HOTELA VIŠOKE KATEGORIJE – BEST WESTERN HOTEL „MY PLACE“ U NIŠU</b>	
6. <i>Danka Milojković, Nebojša Stojković</i> .....	37
<b>UPRAVLJANJE PROJEKTNIM CIKLUSOM (PCM) – PRIMER PROJEKTA POSTROJENJE ZA TRETMAN OTPADNIH VODA</b>	
7. <i>Slobodan Mirković</i> .....	41
<b>SAVREMENE METODE ISTRAŽIVANJA I UPRAVLJANJA TOKOVIMA GRAĐENJA PUTNIH SAOBRAĆAJNICA</b>	
8. <i>Biserka Mitrović</i> .....	47
<b>(NE)ODRŽIVO LOKALNO PLANIRANJE U ČELJUSTIMA TRANZICIJE: SUDBINA SPORTSKIH I REKREATIVNIH POVRŠINA U PRAKSI PLANIRANJA U BEOGRADU</b>	
9. <i>Biserka Mitrović</i> .....	51
<b>PRILOG ISTRAŽIVANJU KRITERIJUMA I INDIKATORA RAZVOJA JAVNIH SLUŽBI U SEOSKIM PODRUČJIMA U SRBIJI</b>	

10. <i>Olivera Nikolić, Vladan Nikolić, Sonja Krasić</i> .....	55
<b>STAMBENI I POSLOVNI OBJEKTI ŽELEZNICE U NIŠU IZ DRUGE POLOVINE 19. VEKA</b>	
11. <i>Petar Pejić, Vojislav Nikolić</i> .....	63
<b>PRIKAZ PROJEKTA STAMBENOG NASELJA UZ REKU NIŠAVU</b>	
12. <i>Marija Stamenković, Aleksandar Keković</i> .....	69
<b>ANALIZA ENTERIJERA KROZ POVEZIVANJE UNUTRAŠNJEG PROSTORA SA SPOLJAŠNJOM SREDINOM</b>	
13. <i>Slavko Zdravković, Dragana Turnić, Sandra Šaković, Marija Spasojević Šurdilović, Milan Gligorijević</i> .....	75
<b>STABILNOST KONSTRUKCIJA</b>	
14. <i>Slavko Zdravković, Biljana Mladenović, Mirza Hadžimujović</i> .....	83
<b>SIGURNOST KONSTRUKCIJA</b>	

## IZLOŽENOST SUŠAMA, POPLAVAMA I EROZIJI NA PODRUČJU NIŠAVSKOG, PIROTSKOG I TOPLIČKOG UPRAVNOG OKRUGA

Borislava Blagojević<sup>1</sup>, Milica Vujisić<sup>2</sup>, Olivera Potić<sup>3</sup>

**Rezime:** Rad predstavlja rezultate prikupljanja, obrade, analize podataka i primene naučnih dostignuća za potrebe izrade Regionalnog prostornog plana Nišavskog, Pirotskog i Topličkog Upravnog okruga. Izneti prikaz tiče se ekstremnih hidroloških situacija-poplava i suša, kao i erozije tla. Ekstremne suše i poplave prikazane na kartama područja imaju velike povratne periode (77 do 1000 godina). U pogledu poplava, dat je još i grubi prikaz potencijalno plavnih površina i rangiranje opština prema izloženosti poplavama. Na sličan način su prikazane i rangirane opštine prema izloženosti ekcesivnoj i jakoj eroziji, a dinamika procesa je ilustrovana stanjem u vremenskom opsegu od pre 30 godina do danas. Na kraju su naglašene zakonske obaveze i mere u domenu odbrane od poplava i zaštite od erozije.

**Gljučne reči:** hidrološka suša, poplava, erozija tla, regionalni prostorni plan

**Abstract:** The paper presents results of data acquisition, processing, and analyses as well as application of scientific achievements for the purpose of the Nisava, Pirot and Toplica County Regional spatial plan composition. The presented review concerns extreme hydrological situations – floods and droughts, as well as soil erosion. Extreme droughts and floods of high return periods (77 to 1000 years) are mapped. In addition a brief table review of potentially flooded area is given and municipalities' exposure to floods is ranked accordingly. Similarly, municipalities are shown and ranked according to their exposure to excessive and strong erosion, while the process dynamics is illustrated by figures showing 30 year process time range up till now. At the end, legal obligations and measures in the domain of flood control and soil erosion control are given.

**Key words:** Hydrologic drought, Flood, Soil erosion, Regional spatial plan

---

<sup>1</sup> dr, dipl. inž. građ., asistent, b.blagojevic@eunet.rs, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

<sup>2</sup> dipl. inž. građ.

<sup>3</sup> Prof. dr, dipl. inž. građ., redovni profesor, olivera\_p@yahoo.com, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

## 1 UVOD

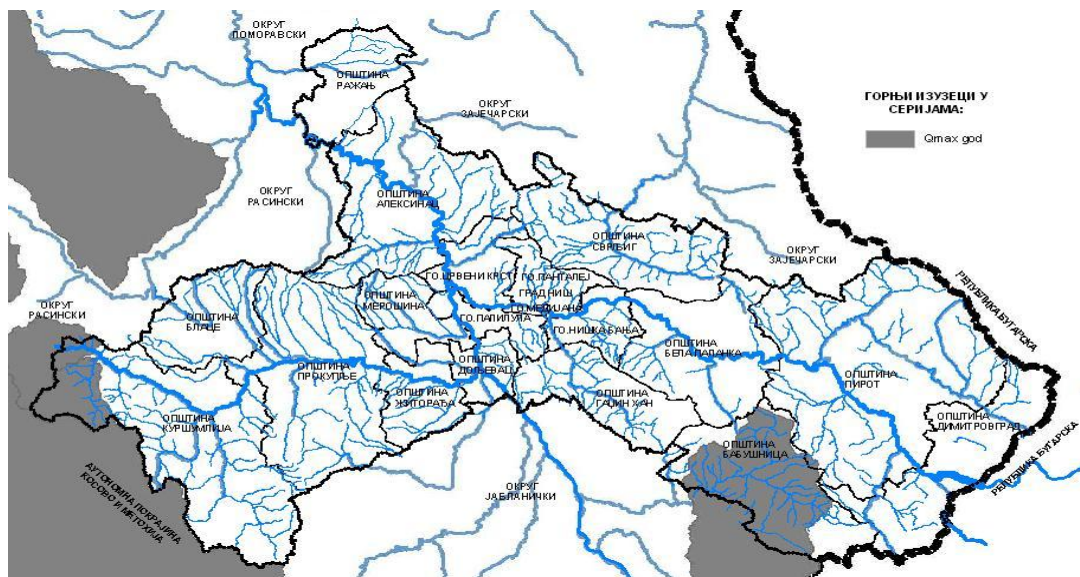
U okviru izrade hidroloških podloga za Regionalni prostorni plan Nišavskog, Pirotskog i Topličkog Upravnog okruga (RPP) [1], deo koji direktno omogućava preispitivanje planiranih rešenja u oblasti vodoprivrede, odnosi se na ekstremne hidrološke situacije i eroziju zemljišta. Situacija koja se utvrđuje u ovim oblastima, a prikazana je u radu, bitna je i sa stanovišta odbrane od prirodnih nepogoda.

Prostorne i vremenske specifičnosti hidroloških podloga uvažene u procesu izrade RPP, objašnjene su u radu [2], dok su okviri hidrološke analize prikazani kroz vodni bilans, izbor karakterističnih profila reka, unutargodišnju raspodelu oticaja i režim voda [3].

## 2 IDENTIFIKACIJA PODRUČJA UGROŽENIH EKSTREMNIM HIDROLOŠKIM SITUACIJAMA: POPLAVAMA I SUŠAMA

Područja ugrožena ekstremnim hidrološkim pojavama: poplavama i sušama, prikazuju *Slika 1* i *Slika 3*. Na slikama su kartirane površine slivova HS u čijim je profilima vršen proračun, što ne podrazumeva da su se ekstremne hidrološke pojave ostvarile na celoj slivnoj površini.

Kartirana područja dobijena su na osnovu analize pojave



*Slika 1 - Područja izložena ekstremnim poplavama na teritoriji RPP*

donjih izuzetaka u serijama minimalnih proticaja i gornjih izuzetaka u serijama maksimalnih proticaja.

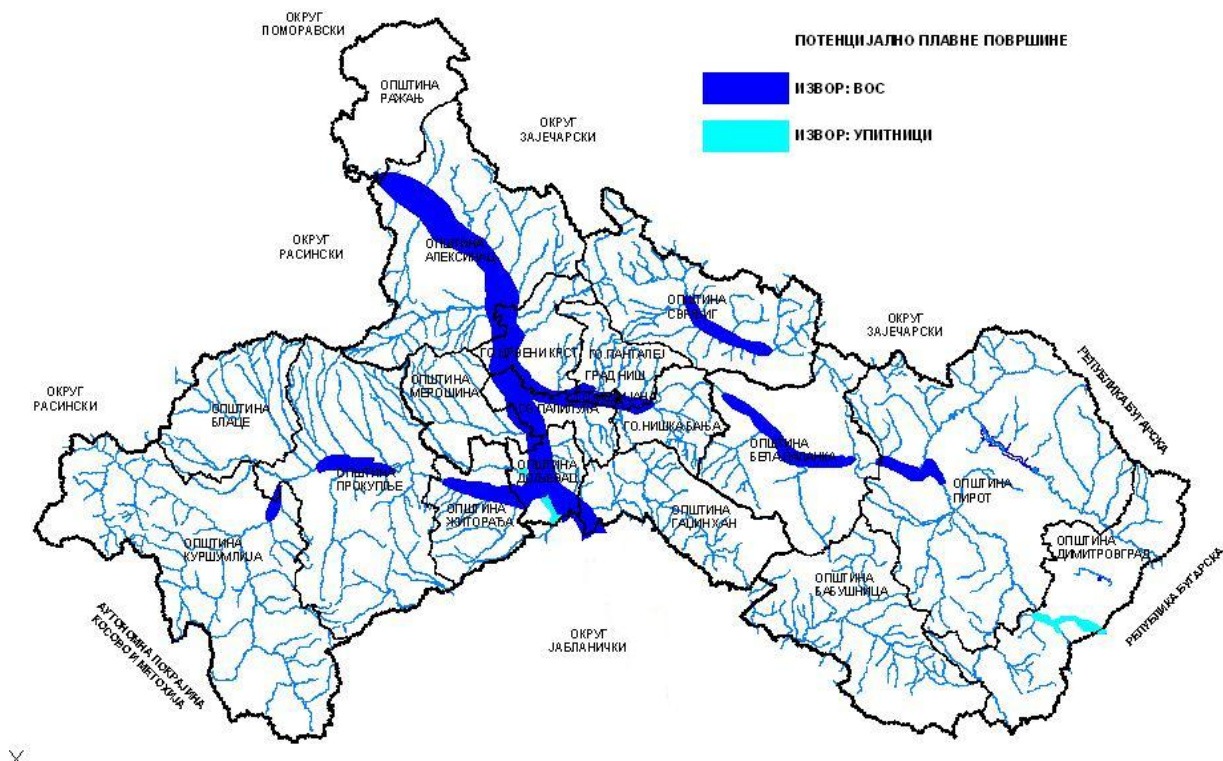
Za identifikaciju izuzetaka u hidrološkim serijama korišćen je test Pilot-Harvi [4]. Kao pokazatelj poplava korišćeni su gornji izuzeci u podacima o maksimalnim godišnjim proticajima, a za suše donji izuzeci u serijama apsolutno minimalnih godišnjih proticaja i minimalnih srednjednevnih proticaja trajanja 30 dana [5].

### 2.1 PODRUČJA UGROŽENA POPLAVAMA

Prema rezultatima sprovedene analize, u Srbiji se do sada pojavilo 14 značajnih poplava registrovanih u profilima HS u periodu rada, sa povratnim periodima 77 do 1000 godina. Od ovog broja, 3 poplave su se javile na teritoriji RPP [5].

Na području RPP postoji više stotina vodotokova bujičnog karaktera, sa povremenim i stalnim proticajem i skoro svaki od njih predstavlja potencijalnog uzročnika poplava. Veliki i česti uzročnici poplava jesu reka Nišava, Toplica, Južna Morava, Moravica, koje u periodu velikih kiša ili topljenja snega, predstavljaju opasnost po obradive površine i okolna naselja. Na području RPP podzemne vode u dolini većih reka nalaze se na veoma maloj dubini, što u periodima visokog vodostaja reka, prouzrokuje plavljenje obradivih površina i naselja u blizini reka.





Slika 2- Potencijalno plavne površine na teritoriji RPP

Izrada karata potencijalno plavnih površina je drugi način za prikaz područja neposredno ugroženog od poplava. Postojeća karta iz Vodoprivredne osnove Republike Srbije (VOS) [6] je ažurirana površinama iz dokumentacije novijeg datuma [7] (Studija JM) i dopunjena na bazi informacija iz Upitnika koje su dostavljale opštine sa teritorije obuhvaćene RPP (Slika 2). Naglašava se da je Upitnike o stanju u oblasti vodoprivrede predao mali broj opština, te da prikazana slika nije potpuna, kada su u pitanju vodotokovi lokalnog karaktera.

Potencijalno plavne površine nalaze se u dolinama većih reka: Nišava, Toplica, Južna Morava, Moravica i Svrliški Timok. Procentualna izloženost poplavama u odnosu na površinu teritorije opštine, prikazana je tabelarno (Tabela 1), a opštine su rangirane prema tako određenom stepenu izloženosti poplavama, prema raspoloživim informacijama. Ovo je orijentacioni prikaz, dok je za dalju analizu stanja potrebno uporediti sadržaj tabelarnog priloga i ilustracije sa spiskom izvršenih regulacionih radova.

Napominje se da je ovo grubi prikaz površina ugroženih plavljenjem i ne predstavlja preliminarnu procenu ugroženosti od poplava u smislu Zakona o vodama [8], čl. 47. Kartu ugroženosti i kartu rizika od poplava izrađuje javno vodoprivredno preduzeće [8],

48). Granice poplavnih područja unose se i u prostorne i urbanističke planove, a katastarske parcele u tim zonama vode se u vodnom informacionom sistemu ([8], čl. 48).

Tabela 1- Opštine rangirane prema udelu potencijalno plavnih površina u ukupnoj površini opštine

opština	% površine ugrožene plavljenjem
Doljevac	37
Niš	16
Aleksinac	13
Žitorađa	10
Bela Palanka	7
Svrljig	5
Prokuplje	3
Gadžin Han	3
Merošina	2
Kuršumlija	1
Pirot	1
Dimitrovgrad	1
Blace	0

## 2.2 PODRUČJA UGROŽENA SUŠAMA

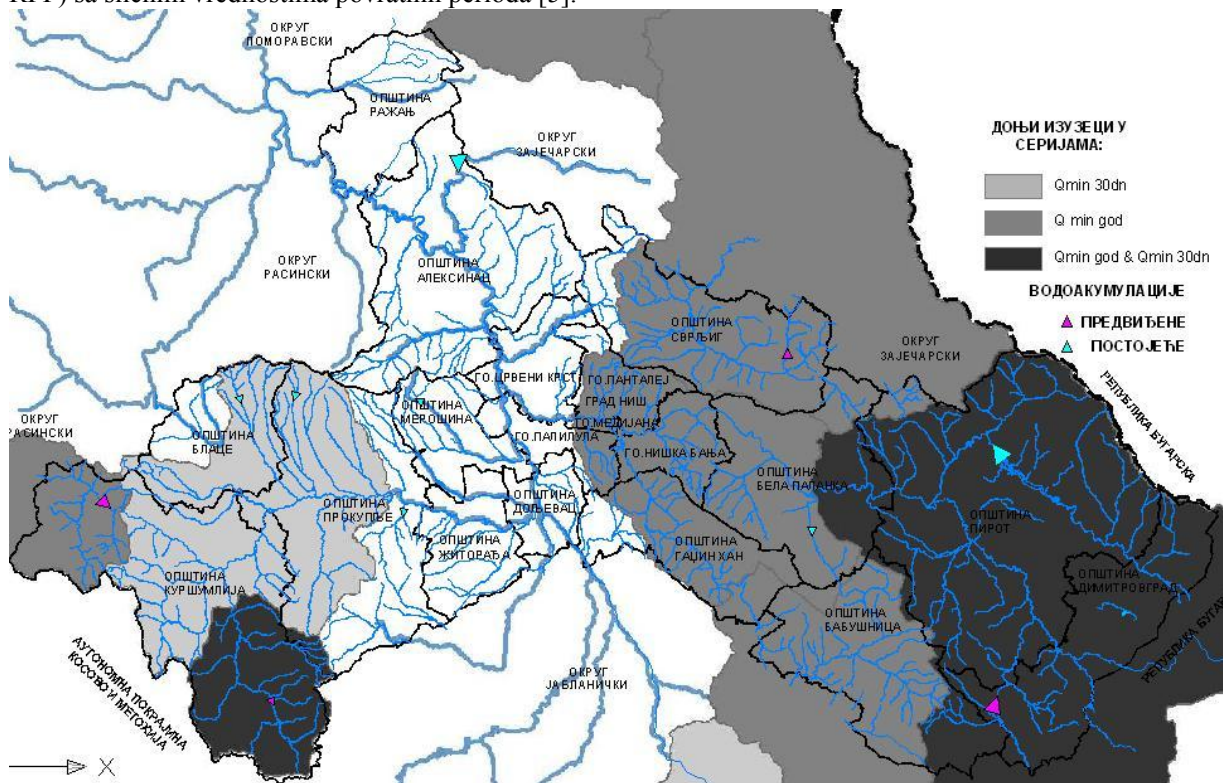
Pod terminom suša, ovde se tretira hidrološka suša, koja predstavlja značajno smanjenje proticaja u odnosu na normalno stanje u vodotoku, što se razlikuje od pojma meteorološke suše, koja podrazumeva nedostatak padavina i poljoprivredne suše, koja se vezuje za smanjenu količinu zemljišne vlage.

Sa gledišta minimalnih godišnjih proticaja, na teritoriji Srbije registrovano je 26 značajnih suša (7 na teritoriji RPP), sa povratnim periodima 80 do 1500 godina a sa stanovišta minimalnih tridesetodnevnih proticaja, ukupno 20 značajnih suša (11 na teritoriji RPP) sa sličnim vrednostima povratnih perioda [5].

spada u najizrazitija eroziona područja Srbije. U tom pogledu posebno se ističu pojedini delovi ovog područja slivova Nišave i Vlasine, što je značajno zbog sliva Lužnice-desne pritoke reke Vlasine [9].

U slivu Južne Morave zastupljena su oba glavna tipa vodne erozije - površinski i dubinski. Imajući u vidu veličinu sliva, raznolikost i podložnost geološke podloge eroziji, klimatske karakteristike (koje odgovaraju razvoju vodne erozije) i način iskorišćavanja zemljišta u slivu, razumljivi su raznolikost, raspostranjenost i intenzitet erozionih procesa.

Površinska erozija zastupljena je u celom slivu, sa različitim intenzitetom. Veliki intenzitet površinske erozije uočava se na području RPP u izvorišnim



Slika 3- Područja izložena ekstremnim hidrološkim sušama na teritoriji RPP

## 3 IDENTIFIKACIJA PODRUČJA UGROŽENIH EROZIJOM

U sistemu odbrane i zaštite od poplava zbog povezanosti poplava od bujičnih voda i vodne erozije zemljišta, razmatra se stanje razvoja procesa erozije.

Sa aspekta erozije, južnomoravski region spada u najznačajnije delove teritorije Srbije. Sliv Južne Morave, zbog svojih geomorfoloških karakteristika,

delovima sliva reke Toplice, desnoj padini reke Visočice (u njenom srednjem toku), kao i u slivu reke Vlasine [7, 9].

Dinamika procesa erozije očigledna je poređenjem erozionih površina zahvaćenih ekcesivnom (I kategorija) i jakom erozijom (II kategorija), koje su rangirane prema udelu u površini opština (Tabela 2 i Tabela 3).

**Tabela 2 - Opštine rangirane prema udelu erozionih površina kategorija I i II u ukupnoj površini opštine, prema Karti erozije SR Srbije iz 1983. godine [10].**

Opština	Karta erozije		
	I kategorija	II kategorija	I+II; ukupno
	%	%	%
Babušnica	2	53	55
Gadžin Han	0	50	50
Niš	0	29	29
Bela Palanka	0	29	29
Pirot	0	25	25
Aleksinac	0	21	21
Dimitrovgrad	0	17	17
Merošina	0	16	16
Ražanj	0	16	16
Svrljig	0	15	15
Doljevac	0	14	14
Blace	0	13	13
Kuršumljia	0	10	10
Prokuplje	0	7	7
Žitorađa	0	1	1
na ukupnoj površini RPP	0	21	22

**Tabela 3- Opštine rangirane prema udelu erozionih površina kategorija I i II u ukupnoj površini opštine, prema Studiji JM [7] koja odgovara trenutnom stanju. Opštine čije površine nisu obuhvaćene u celini (delovi površine van sliva Južne Morave) ispisane su kurzivom**

Opština	Studija JM		
	I kategorija	II kategorija	I+II; ukupno
	%	%	%
Kuršumljia	9	21	30
Žitorađa	10	17	27
Prokuplje	8	19	27
Gadžin Han	10	16	26
<i>Blace</i>	<i>10</i>	<i>14</i>	<i>24</i>
<i>Pirot</i>	<i>2</i>	<i>11</i>	<i>13</i>
<i>Bela Palanka</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>11</i>
Niš	2	7	9
Dimitrovgrad	1	8	9
Merošina	2	6	8
Aleksinac	1	6	7
Babušnica	0	6	6
Doljevac	0	5	5
<i>Ražanj</i>	<i>0</i>	<i>3</i>	<i>3</i>
<i>Svrljig</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>na ukupnoj površini RPP u slivu Južne Morave</i>	<i>4</i>	<i>11</i>	<i>15</i>

U periodu od oko 30 godina, situacija je poboljšana u opštinama Babušnica, Gadžin Han, Niš i Bela Palanka, a drastično pogoršana u opštinama u slivu Toplice. Takođe zabrinjava udeo ekscesivne erozije na ukupnoj površini RPP u odnosu na prethodni period.

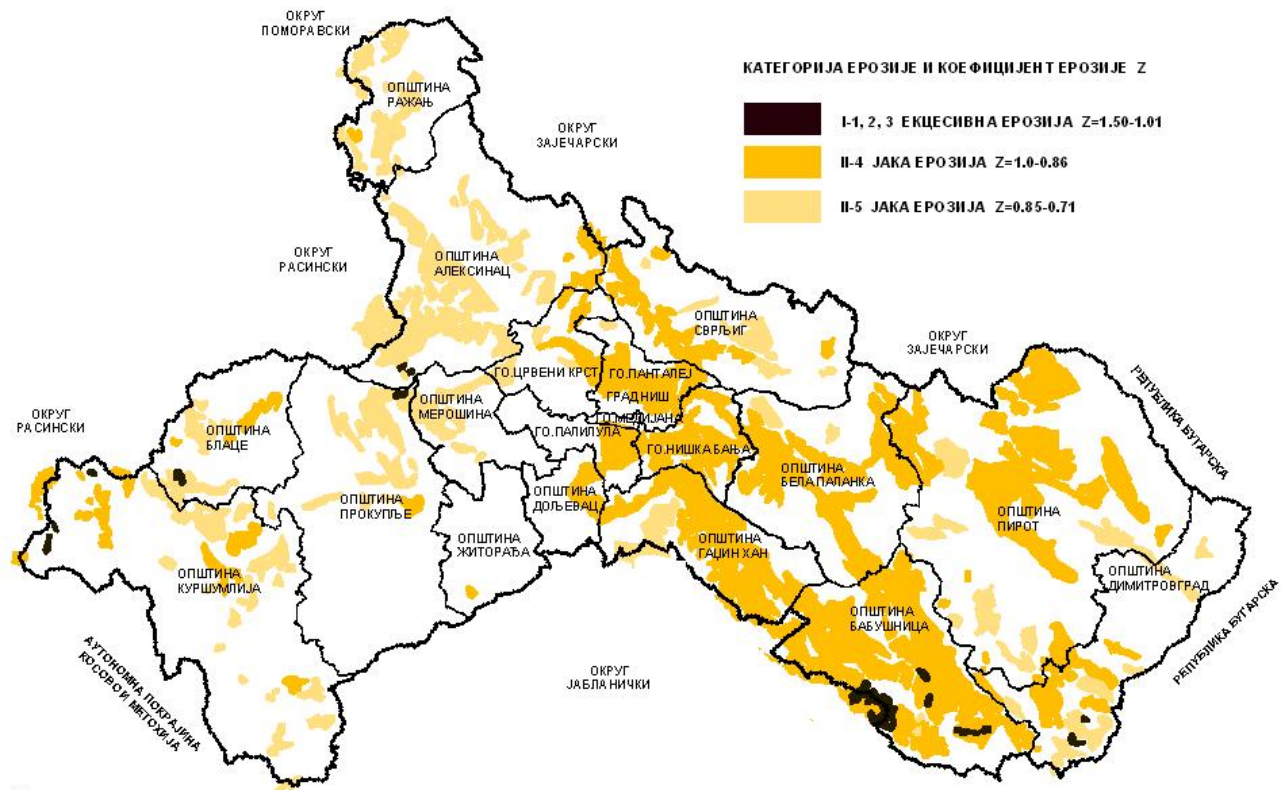
Od procesa dubinske erozije najznačajnija su klizišta, brazdasta i jaružasta erozija. Klizišta se na području RPP ne javljaju u velikoj meri. Jaružasta i brazdasta erozija javljaju se u slivu Toplice, Visočice, Jerme i dr. Pored toga, u celom slivu Južne Morave javljaju se procesi fluvijalne erozije, kako u malim brdskim vodotocima i povremenim tokovima, tako i u većim rekama (Južna Morava, Nišava i dr.).

Intenzivni procesi erozije (ekscesivna i jaka erozija) uglavnom se javljaju u istočnim delovima sliva Južne Morave. Zapadni delovi sliva (zapadni delovi područja RPP) nizvodno od Jablanice pa sve do sastava sa Zapadnom Moravom uglavnom su napadnuti osrednjom, slabom i vrlo slabom erozijom (osim nekih površina u slivu Toplice i u blizini Aleksinca).

Procesi vrlo jake (ekscesivne) erozije postoje na sledećim lokalitetima u okviru RPP u slivu: duž reke Jerme (od granice sa Bugarskom do sela Vlasi); manja površina na desnoj padini reke Nišave između Bele Palanke i Niša. Kao što se vidi (*Slika 4* i *Slika 5*), procesi ekscesivne erozije zauzimaju relativno malu površinu sliva Južne Morave i to uglavnom u desnim pritokama Južne Morave.

Procesi vrlo jake erozije uglavnom se javljaju u u slivu Jerme (izvorišni deo pre ulaska Jerme u Bugarsku); u slivovima desnih pritoka i na padinama Južne Morave na potezu Grdelica–Niš; u delovima sliva Nišave na potezu Pirot–Niš; u slivu Toplice uzvodno od buduće akumulacije Selova; u slivu Moravice i u levim pritokama Južne Morave na sektoru od ušća Nišave do Stalaća.

Veliki deo područja RPP nalazi se u brdsko-planinskom području, gde je zemljište, osim prirodne ugroženosti, izloženo i antropogenom uticaju, usled čega se javljaju opisani erozioni procesi različitih formi i inteziteta. Kao posledica tih procesa javljaju se spiranje plodnog zemljišta, transport erozionog materijala i polutanata u hidrografsku mrežu, pojava bujičnog nadolaska voda itd. Na nagibima se mora odvijati kompleksno korišćenje zemljišta (sa pozitivnim ekonomskim efektima, uz istovremenu zaštitu od erozije i gubitka plodnosti) što podrazumeva primenu sistema agrotehničkih mera poznatih kao agro-šumarstvo, koji se primenjuje do nivoa katastarskih parcela. Sistem se primenjuje kroz propisane obaveze (konturno oranje, pretvaranje degradiranih njiva u livade, melioracije degradiranih pašnjaka...) i administrativne zabrane (gajenje okopavina na nagibima, oranje i čista seča niz nagib, ispaša na degradiranim pašnjacima i kresanje lisnika za ishranu stoke...)



Slika 4- Površine pod erozijom kategorije I i II (ekcesivna i jaka erozija) na osnovu karte erozije iz 1983. godine

Na padinama u neposrdnom okruženju akumulacija za vodosnabdevanje, kao deo ovog sistema mera trebalo bi da bude i izgradnja ilofilterskih pojaseva (naizmenični pojasevi travne i drvenasto-žbunske vegetacije).

Anterozioni radovi su obavljani na pošumljivanju i zatravljivanju erozijom ugroženih površina. Izvedeni su u manjem obimu i uglavnom na lokacijama u blizini naselja.

Odluku o primeni administrativnih mera donose skupštine opština na osnovu Usvojenih planova o proglašenju erozionih područja na teritoriji opština [8].

Determinisanje kritičnih deonica u zoni bujičnih vodotokova, nivoa rizika kao i izdvajanje plavnih zona, obavlja se na osnovu Plana odbrane od bujičnih poplava na vodotokovima van sistema redovne odbrane [8].

## 4 ZAKLJUČAK

Prema prikazanim područjima pod uticajem registrovanih ekstremnih suša na razmatranoj teritoriji, položaj postojećih i planiranih akumulacija trebalo bi da dovede do ublažavanja negativnih posledica hidrološke suše merama oplemenjivanja malih voda.

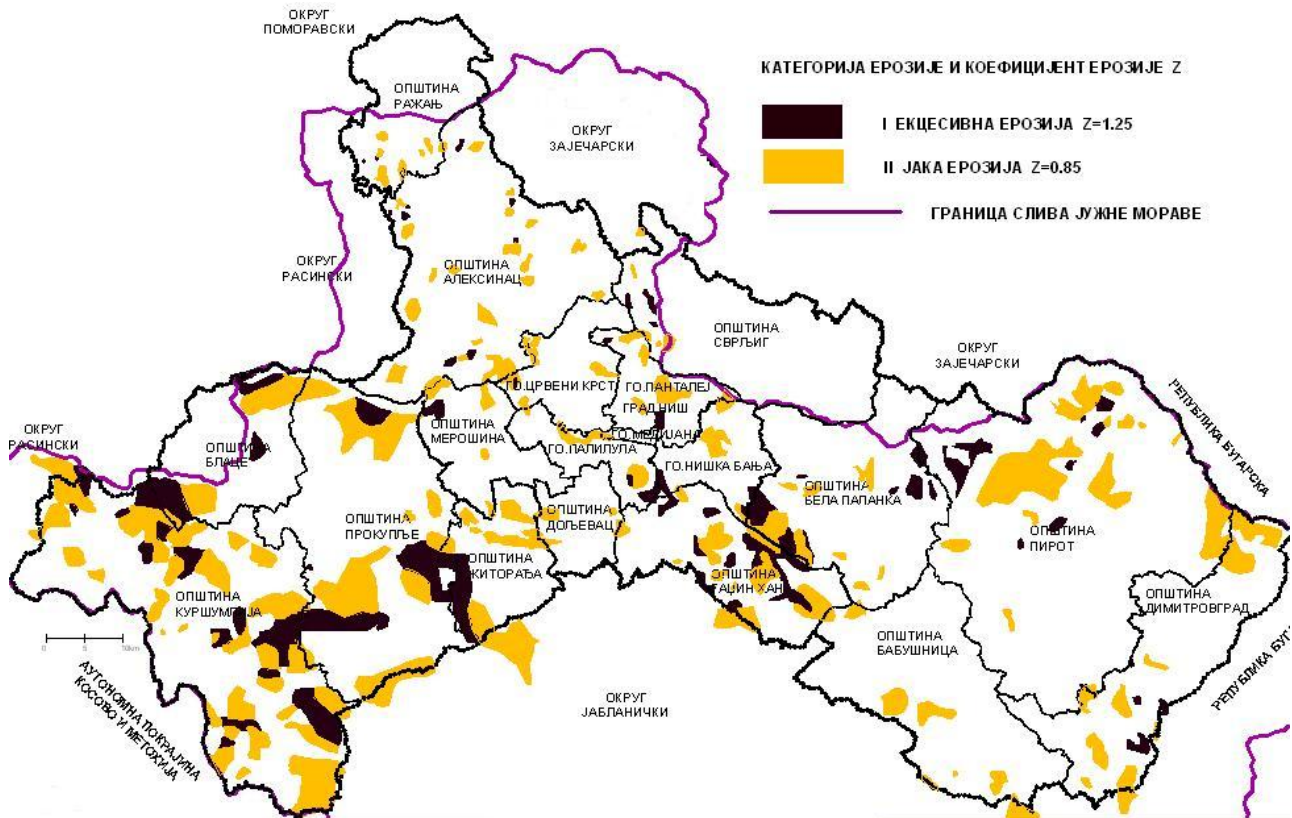
Kod odbrane i zaštite od poplava, prema registrovanim ekstremnim poplavama, završetak akumulacija u slivu Toplice trebalo bi da dovede do poboljšanja situacije, dok područje Babušnice ostaje naizgled i dalje izloženo i poplavama i sušama. Međutim, na slikama su kartirane površine slivova HS u čijim je profilima vršen proračun, što ne podrazumeva da su se ekstremne hidrološke pojave ostvarile na celoj slivnoj površini.

U sistemu odbrane i zaštite od poplava zbog povezanosti poplava od bujičnih voda i vodne erozije zemljišta, razmotreno je stanje razvoja procesa erozije.

Opisani erozioni procesi u slivu Južne Morave su uslovljeni interakcijom prirodnih i antropogenih faktora. Prirodni uslovi u slivu pogoduju razvoju erozionih procesa. Jedini faktor koji te procese usporava ili zaustavlja je vegetacioni pokrivač (pre svega šuma). Negativni antropogeni uticaji su najviše bili prisutni na kraju XIX veka, i u prvoj polovini XX veka, kada su uništavanjem šuma stvoreni povoljni uslovi za razvoj erozije. Zbog toga se može zaključiti da su erozioni procesi u slivu Južne Morave uglavnom antropogenog porekla.

## LITERATURA

- [1] *Regionalni prostorni plan za područje Nišavskog, Pirotskog i Topličkog Upravnog okruga-Nacrt plana*, Zavod za urbanizam, Niš, 2011
- [2] *Hidrološki pristup analizama za potrebe prostornog planiranja*, Blagojević B., Milićević D., Potić O., Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta br. 26 (u štampi), Niš, 2011
- [3] *Hidrološka analiza područja za potrebe gionalnog prostornog plana*, Blagojević B., Vujić M., Potić O., Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta br. 26 (u štampi), Niš, 2011
- [4] *Interrelation of droughts and floods through outlier identification in Serbia*, Blagojević B., Ilić A., Prohaska S.,



Slika 5 Karta erozije u slivu Južne Morave sa označenom granicom RPP (modifikovano iz [7].)

## ZAHVALNOST

Rezultati istraživanja prikazani u radu delom su finansirani u okviru projekta Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije br. 37003 "Razvoj hidroinformacionog sistema za praćenje i ranu najavu suša".

Proceedings of BALWOIS 2010 conference, Vol. II Conference e-papers, Ohrid, 2010

[http://www.balwois.com/balwois/administration/full\\_paper/ffp-1634.pdf](http://www.balwois.com/balwois/administration/full_paper/ffp-1634.pdf)

[5] *Nova metoda za proračun uslovnih verovatnoća pojave katastrofalnih poplava i suša*, Prohaska S., Ilić A., Blagojević B., *Vodoprivreda* 0350-0519, 42 (2010) 246-248, str. 149-156, 2010

[6] *Vodoprivredna osnova Republike Srbije*, Institut za Vodoprivredu "Jaroslav Černi" RJ Zavod za uređenje vodnih tokova, Beograd, 1996

[7] *Generalni projekt sa prethodnom studijom opravdanosti uređenja Južne Morave od Grdelice do sastava sa Zapadnom*

Moravom, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi" Beograd, 2005

[8] *Zakon o vodama*, Službeni glasnik RS br. 30/2010, Beograd, 2010

[9] *Projekat hitnih radova za smanjenje šteta od erozije i bujičnih poplava u slivovima reka Vlasine i Nišave*, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi" AD, Beograd, 2008

[10] -, *Karta erozije SR Srbije (R=1:500 000) i pripadajući Tumač*, Institut za šumarstvo i drvnu industriju, Odeljenje za eroziju i melioracije, Beograd, (1983)

## INTEGRACIJA FOTONAPONSKIH MODULA U FASADNI OMOTAČ ZGRADE

Dubravka Jovanović<sup>1</sup>, Danijela Đurić-Mijović<sup>2</sup>

**Rezime:** Fotonaponski (FN) modul predstavlja veliku inovaciju 20-tog veka. Usavršavanje načina izrade dovodi do sve češće implementacije u arhitekturi i podstiče razvoj i upotrebu obnovljivih izvora energije. U ovom radu dat je prikaz različitih vrsta modula i konstrukcijskih karakteristika panela koji se mogu koristiti na fasadama objekata.

**Ključne reči:** Fotonaponski modul, paneli, fasada, energija, svetlost.

**Abstract:** Photovoltaic (PV) module is a great innovation of the 20<sup>th</sup> century. The improvement of construction method leads to a more frequent implementation in architecture and encourages the development and use of renewable energy sources. The paper gives an overview of different types of modules and structural characteristics of panels that can be used on the facades.

**Key words:** Photovoltaic panels, facade, energy, light.

---

<sup>1</sup> Inženjer arhitekture, BSc, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, Srbija

<sup>2</sup> Asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, Srbija

## 1 UVOD

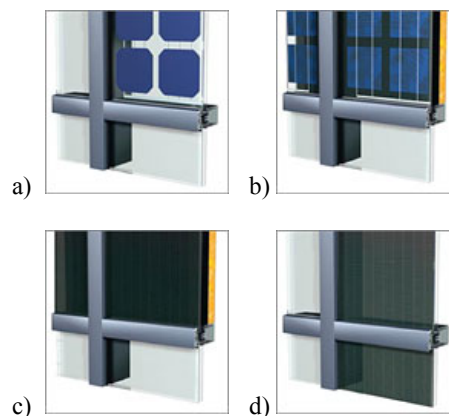
Za oblaganje savremenih objekata pored tradicionalnih materijala [1] koji se koriste od davnina, sve češće je fasadni omotač izrađen od materijala visoke tehnologije. Takvi su i fotonaponski (FN) moduli odnosno FN paneli, koji se mogu koristiti za oblaganje dela fasade ali i celokupnih fasadnih i krovnih površina.

Arhitektonska, konstrukcijska i estetska integracija FN panela u objekte (eng. BIPV- Building Integrated Photovoltaic) jedna je od rastućih grana industrije obnovljivih izvora energije. Budućnost je u nastojanju da se solarna energija utka u objekte svakodnevne upotrebe kao što su stambeni objekti, škole i kancelarije.

Proizvodnja električne energije uz pomoć fotonaponskih ćelija ima daleko manji uticaj na životnu sredinu nego tradicionalni metodi kojima se ona proizvodi (termo elektrane, nuklearne elektrane). Za vreme funkcionisanja, FN ćelije ne koriste nijedno drugo gorivo izuzev sunčeve svetlosti, ne ispuštaju nijedan zagadivač atmosfere ili vode, i ne zahtevaju hladjenje vodom. Za razliku od fosilnih goriva (uglja, nafte, prirodnog gasa) kojima se snabdevaju elektrane, foto ćelije ne doprinose globalnom zagrevanju ili kiselim kišama. Jedini negativan uticaj na sredinu koji foto ćelije mogu imati, jeste u procesu njihove proizvodnje kada se koriste pojedini otrovni elementi kao i velike površine zemljišta koje se koristi za njihovo masovnije instaliranje [2].

Solarni moduli mogu biti integrisani u omotač zgrade u takozvanim "zid zavesama", strukturalnim ili polustrukturalnim fasadama, dvostrukim fasadama [3] (sl. 1), itd. Moduli mogu zameniti tradicionalne materijale za oblaganje površina (mermer, granit...) ali i prozorska stakla. Za tu namenu proizvode se kao laminirana stakla (sa amorfnim ćelijama i kistalinom) i dvostruka stakla sa izolacionim termalnim i akustičnim osobinama. Razvodna kutija i instalacije se nalaze unutar ili iza ramova prozora [4].

Primena fotonaponskih izvora električne energije moguća je nezavisno od broja sunčanih dana u godini u primorskim i u kontinentalnim krajevima.



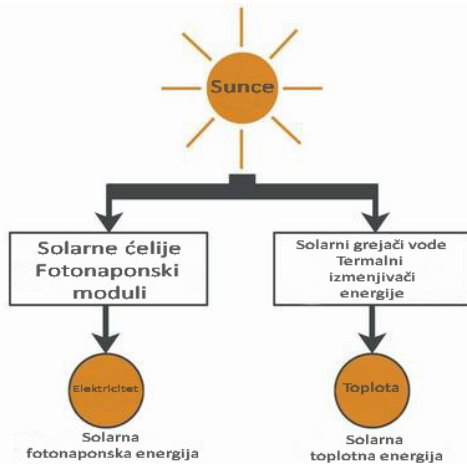
*Slika 1- a) monokristalne ćelije na ramu, b) polikristalne ćelije, c, d) tankoslojna folija - amorfne ćelije*

Sama reč fotonaponski (eng. Photovoltaic - PV) se sastoji od dva termina: foto što znači svetlo i napon od reči voltaic, koja označava jedinicu za merenje električnog potencijala u datom trenutku.

Ovi solarni sistemi koriste ćelije za pretvaranje sunčeve svetlosti u električnu struju, za razliku od solarnih toplotnih panela, gde sistem generiše svetlost i proizvodi toplotu koja se može koristiti za grejanje vode ili vazduha. Oba koriste sunčevo zračenje iako je tehnologija potpuno drugačija (sl. 2).

Fotonaponska tehnologija je originalno razvijena u Bell-ovoj laboratoriji u SAD sredinom pedesetih godina dvadesetog veka. Sve do sredine sedamdesetih godina, osnovna primena fotonaponskih ćelija bila je na satelitima i objektima u udaljenim područjima bez pristupa mrežama električne energije (polarne stanice, brodovi, jahte, vikendice). Baziranost na istoj tehnologiji koja se koristi u tranzistorima i kompjuterskim čipovima, kao i poboljšanja postignuta poslednjih dvadesetak godina dovela su do toga da se cena FN ćelija spusti i do 20 puta, što omogućava širu primenu ovog sistema. Tada nastaju fotonaponski moduli specijalno dizajnirani da budu integrisani u fasade objekata i kao takvi postaju komercijalno dostupni.





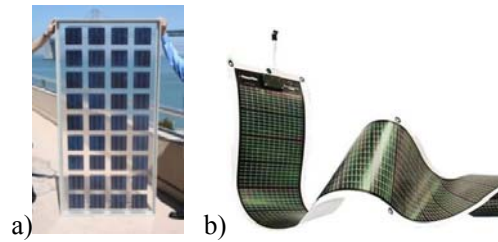
Slika 2 - Poređenje FN i solarnih toplotnih kolektora

## 2 VRSTE FN MODULA

Osnovni element FN modula je solarna ćelija koja može biti napravljena od različitih poluprovodničkih materijala, najčešće silicijuma. Boja i izgled FN modula zavisi od sastava ćelija [5].

Postoje dve osnovne vrste FN modula: moduli napravljeni od ćelija silicijuma kristalne strukture (monokristalne i polikristalne) i od ćelija amornog silicijuma (a-Si).

Monokristalne, predstavljaju prvu generaciju solarnih ćelija, veoma su efikasne ali i skupe. Mogu se prepoznati po crnoj boji. Polikristalne zahtevaju niže troškove proizvodnje ali su manje efikasne i imaju plavu, sjajnu boju [5]. Mogu biti polu-transparentne i neprozirne (sl. 3a). Amorfne ćelije su najmodernije i najmanje delotvorne. Prepoznaju se po braon polutransparentnoj boji ali mogu biti i netransparentne. Najčešći materijali koji se upotrebljavaju kod tankih folija su a-Si (amorfni silicijum), CIS (bakar indijum diselenid) i CdTe (kadmijum telurid). Posebnom tehnikom se vrlo tanki slojevi amornog silicijuma (0,3 do 1 mikrona u odnosu na 500 mikrona za druge vrste) nanose na fleksibilne plastične površine što ih čini posebno unapređenim površinama jer ne postoji opasnost od sakupljanja prljavštine na ivicama rama, pa su pogodni za pokrivanje krovova (sl.3b). Upotrebom antireflektujućih premaza mogu se dobiti različite boje – zlatna, čelično plava, tamno plava, roze, zelena, pružajući arhitektama fleksibilnost u izboru i uklapanju u okruženje.



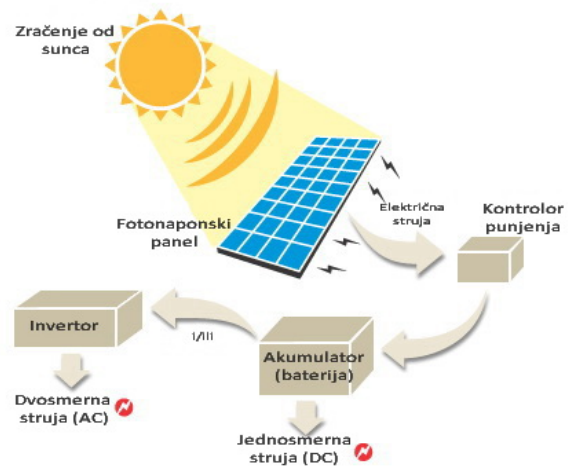
Slika 3- a) panel od polikristalnih ćelija, b) izgled tankoslojne folije

Standardne komponente fotonaponskih sistema su fotonaponski moduli, kontroleri punjenja akumulatora, akumulatori, provodnici i noseći sistemi (sl. 4). Za dobijanje napona od 220 volti koristi se uređaj koji se zove inverter i koji pretvara jednosmernu struju iz akumulatora u naizmeničnu odgovarajućeg napona.

Broj modula i kapacitet akumulatora se određuju prema potrebama potrošača koji će se priključiti na fotonaponski sistem.

U zavisnosti od načina rada postoje dve vrste FN sistema. To su:

- samostalni, za čiji rad mreža nije potrebna i
- mrežni, spojeni na električnu mrežu.



Slika 4- Komponente FN sistema

Samostalni sistemi ne zahtevaju povezivanje sa elektro mrežom. To ih čini pogodnim za upotrebu u udaljenim ili izolovanim oblastima. Mrežni se dele na pasivne i aktivne. Pasivni sistemi električnu mrežu koriste u razdobljima kada moduli ne mogu da proizvedu dovoljnu količinu energije ili noću kada su akumulatori prazni. Aktivni ili interaktivni sistemi uzimaju struju u slučaju većih potreba ili je predaju mreži u slučaju prekomerne proizvodnje.

### 3 PROJEKTOVANJE FN SISTEMA

U fazi projektovanja, pri dimenzionisanju sistema, sa ciljem da se postigne najveća moguća iskorišćenost kapaciteta FN panela, moraju se razmotriti različiti faktori. Dva najvažnija su klimatski uslovi odnosno količina sunčevog zračenja i količina potrebne energije odnosno izlazne snage.

#### 3.1 INSOLACIJA

U zavisnosti od strukture silicijumovih kristala određuje se količina i kvalitet svetla koji će uticati na izlaznu snagu sistema.

Tankoslojne folije primenljive su na fasadama i krovovima orijentisanim prema severu ili istoku. Amorfne ćelije koje se koriste kod tankoslojnih folija bolje generišu difuzno svetlo kada je oblačno, u sumrak ili u senci, dok je direktno svetlo potrebno modulima od polikristalnih ili monokristalnih ćelija koji se optimalno orijentišu u pravcu jug-jugoistok-jugozapad. Nijednom od njih ne odgovara pregrejavanje pa se u tu svrhu moduli prave sa provetrenom pregradom.

#### 3.2 ELEKTRIČNE KARAKTERISTIKE MODULA

Električne karakteristike važne za FN module su sažete u odnosu između struje elektrona i izlaznog napona. Količina i intenzitet insolacije kontrolišu struju (I), temperatura solarnih ćelija utiče na napon (V) FN modula. Model I-V krive (dat u katalogu proizvođača) projektantima obezbeđuje informacije potrebne za odabir kapaciteta sistema u odnosu na potrebe potrošača.

Dimenzionisanje fotonaponskih izvora električne energije zavisi od specifičnih potreba potrošača. Pri dimenzionisanju treba izračunati potrošnju tako što snagu pojedinih potrošača pomnožimo sa dnevnim vremenom upotrebe odnosno brojem sati. Tako se dobija ukupna količina električne energije potrebna za određeni objekat [6]. Jedan fotonaponski modul je sastavljen od više ćelija i najčešće obezbeđuje napon od 12 ili 24 volta a jedna ćelija uvek daje napon od oko 0.5 volta, a dimenzija je 100x100 mm [5].

### 4 PRIMERI U SVETSKOJ PRAKSI

Dva dobra primera solarnih fasada se mogu naći u Mančesteru u Velikoj Britaniji. Zgrada društva za osiguranje je toranj visok 118 m (sl. 5a), prvobitno izgrađen 1960. , ali 2005. god. dobija kompletnu rekonstrukciju, uključujući i najveći svetski vertikalno integrisan FN sistem. Instaliran je od strane Solarcentury kompanije koristeći module od 80 vati firme Šarp (Sharp's 80W). Ovi solarni paneli godišnje stvaraju dovoljno električne energije potrebne za napajanje 60 kuća za narednih 305 godina i na taj način smanjuje ispuštanje preko 100 tona ugljen-dioksida godišnje,.

Uspeh ovog projekta uticao je i na biblioteku kampusa na Koledžu za umetnost i tehnologiju (MANCAT) u Mančesteru (sl.5b), gde su fotonaponski paneli integrisani u fasadu objekta. Na važnost ovakvih investicija u održivi razvoj skrenuta je pažnja javnosti dodelom nagrade britanskog Kraljevskog društva arhitekata za najbolju zgradu 2006. godine[7].



*Slika 5 – a) Solarna obloga na kuli u Mančesteru, b) Biblioteka koledža u Mančesteru*

Primer stadiona u Tajvanu (sl. 6) podiže stvari na potpuno nov nivo. Tajvan je uložio 152 miliona dolara u Nacionalni stadion, koji je bio domaćin Svetskih igara 2009. godine. Za manje od mesec dana pre otvaranja, izgradnja arene arhitekta Tojo Itoa je završena postavljanjem obloge od 8.844 fotonaponskih panela. Pri optimalnom osunčanju, solarni paneli pokrivaju oko 75 odsto energetske potrebe stadiona, a danima kada je objekat van upotrebe, generisana električna energija se

jednostavno unosi u električnu mrežu u cilju pomoći lokalnoj zajednici [8].



**Slika 6- Stadion na Tajvanu sa 14 155 m<sup>2</sup> krova pokrivenog FN panelima**

Na Lehrter železničkoj stanici u Berlinu (sl. 7a) ugrađeni su moduli od polikristalina proizvođača Šojten Solar (Scheuten Solar). Zbog zakrivljenog oblika, svaki od modula je morao da bude izrađen po meri da bi se smestio u čelični okvir nadstrešnice. Na primeru stanice u Njujorku (sl. 7b) na zakrivljenom krovu su korišćene tankoslojne folije koje su pogodnije za upotrebu na ovakvim površinama.

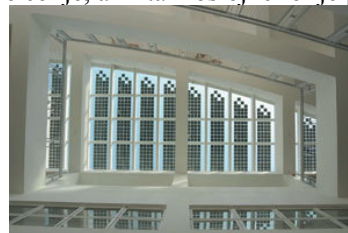


**Slika 7 – a) Polikristalni moduli na železničkoj stanici Lehrter u Berlin, b) Fotonaponske ćelije u obliku tankoslojne folije na krovu renovirane Stilluell stanice u Njujorku**

Zahvaljujući modularnim merama silicijumovih modula i njihovom rasporedu na FN panelima, može se postići različita transparentnost fasadne obloge, i projektovati se tako da propušta manje ili više svetlosti. I dok gušći raspored povećava generisanje električne energije po jedinici površine (što ih čini veoma skupim) veći razmak između ćelija smanjuje cenu po kvadratnom metru. Ovo predstavlja značajnu karakteristiku jer se mogu upotrebiti uz ne tako velike finansijske investicije i kod manjih objekata kojima se pruža prilika da učestvuju u svetskoj trci za što većom i celokupnijom upotrebom obnovljivih izvora energije.

Takav primer je Ma Van škola u Hong Kongu (sl.8). Ovde su ćelije polikristala raspoređene tako da se omoguću 65%-tna transparentnost a šare na ivicama modula pružaju atraktivan izgled. Pored solarnog krova, Ma Van škola ima još površina sa montiranim

FN panelnim sistemima, gde su korišćene silicijumove ćelije, ali i tankoslojne folije [7].



**Slika 8 - Solarni svetlarnik na stepeništu Ma Van škole u Hong Kongu**

Nedostatak je nizak stepen iskorišćenja koji iznosi od 10% do 25%. Drugi je tzv. niska energetska isplativost. Naime, izrada silicijumskih ćelija zahteva veliki utrošak skupih materijala (Al, Si, Cu) tako da je vreme vraćanja uloženi sredstava oko 20 godina.

Fotonaponski paneli se proizvode po meri, tako da ih projektanti naručuju prema potrebi objekta, a osim dimenzije moguće je izabrati raspored ćelija, transparentnost, pa i boju.

FN paneli mogu biti sastavni deo fasadnog omotača novoizgrađenih objekata, mogu se integrisati u omotač prilikom rekonstrukcije postojećih objekata [9] ali se mogu primeniti i kod objekata kulturnog nasleđa kao što su dvorci, utvrđenja (slika 9), itd.



**Slika 9 – Utvrđenje Castello Doria, Porto Venere, Italija**

## 5 ZAKLJUČAK

Zgrade se smatraju najvećim potrošačima električne energije sa učešćem u potrošnji od preko 40 % od ukupne proizvodnje. Iz tog razloga se arhitekta i investitori sve više odlučuju za energiju proizvedenu na ekološki odgovoran način. Fotonaponska

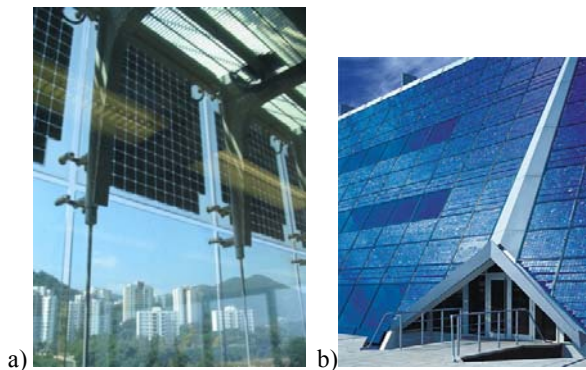
tehnologija predstavlja perspektivan sistem transformišući sunčevo zračenje u električnu energiju i povezujući je na mrežu za masovno korišćenje.

Sa FN modulima, novoizgrađeni ali postojeći objekti dobijaju i značajnu dodatnu vrednost, što čini svako ulaganje u ovu tehnologiju isplativim.

Još uvek se različiti oblici fotonaponskih panela koriste uglavnom na prestižnim objektima, tako da dizajn sistema varira u zavisnosti od potreba tih klijenata. Jedan od važnijih ciljeva u narednih nekoliko godina biće da se primena FN modula sa oblasti prestižnih objekata proširi i na komercijalne i stambene objekte.



**Slika 10 - Instalacija FN panela koji se koriste za napajanje LED monitora, Kina**



**Slika 11 – a) Dvostruka fasada sa FN modulima promenljive zatamnjenosti, Hong Kong, b) Fasada zgrade Doxford international**

## LITERATURA

- [1] *Tradicionalni materijali u projektovanju savremenih fasada*, J. Prolović, Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta, Niš, 2008., br. 23, str. 311-321  
 [2] *Solarna arhitektura*, Mirjana Lukić, Naučna knjiga, 1994.

[3] *Dvostruke fasade kao korak ka energetski održivim objektima*, V. Milošević, D.Đ.-Mijović, Nauka+Praksa, br. 13, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, 2010., str. 81-84

[4] <http://www.onyx-solar.com/>

[5] *Design and Construction Possibilities for Photovoltaic Integration in Envelopes of New and Existing Buildings*, A. Krstić, Spatium, br. 15-16, 2007., Beograd, str. 37-43

[6] <http://www.solarna-tehnologija.com/sunceva-energija/proracun-fotonapona/>

[7] *Renewable energy world*, A.Cameron, PV's progress: Growth and potential in the BIPV industry, 2007.

[8] <http://www.focusoft.biz/2009/05/21/taiwans-national-stadium-gets-solar-panel-roof-hug-from-ma-earth>

[9] *Preoblikovanje fasada postojećih objekata sa stanovišta održivog razvoja*, J. Savić, D. Milanović, Nauka+Praksa, br. 13, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, 2010., str. 121-124

## ANALIZA IZRADE I PRAĆENJA DINAMIČKIH PLANOVA

Biljana Matejević<sup>1</sup>

**Rezime:** U ovom radu analizirano je praćenje radova na izgradnji stambenih objekata S-IV i S-V u ul. »Studenička« u Nišu. Pored opisa objekata, data je tehnologija izvođenja radova, kao i postupak izrade i ažuriranja dinamičkih planova. Prikazani su dobijeni rezultati, analizirani nedostaci koji su dovodili do kašnjenja radova i pomeranja rokova i date su neke smernice za eliminisanje uočenih nedostataka.

**Ključne reči:** planiranje, dinamički plan, kontrola, praćenje radova, ažuriranje plana.

**Abstract:** In this paper the tracking of the works on housing buildings S-IV and S-V in »Studenička« street in Nis has been analyzed. In addition to the description of constructions, a technology of works realization has been given, the processes of creating and updating of dynamics plans have been described. The obtained results have been presented, and the deficiencies causing delay of works and breaching of deadlines have been analyzed. Also, some guidelines are given for eliminating identified deficiencies.

**Key words:** planning, dynamic plan, control, tracking of works, updating of plan.

---

<sup>1</sup> mr, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

## 1 UVOD

Dobrim planiranjem i organizovanjem radova, sa dobrim odabirom ciljeva, postiže se raspored aktivnosti u funkciji zadovoljenja vremenskih rokova, troškova i korišćenja resursa, a eventualni rizici i nepovoljni događaji svode se na minimalnu meru.

Razumljivo je da su izmene planova u građevinarstvu često neizbežne, ali u tom slučaju početni plan je neophodan kao osnova za određivanje odstupanja, ispitivanje uzroka uočenih smetnji i analiziranje učinka nastalih promena. Korist koju planovi potencijalno mogu pružiti proporcionalna je trudu i znanju uloženom u njihovu izradu. Ipak, planovi su samo informacije na papiru ili ekranu i za uspešnost odgovoran je odnos ljudi koji sprovode njihovo izvršenje, odnosno nastojanje da se građenje zaista sprovede predviđenim putem.

U ovom radu prikazan je postupak praćenja radova na izgradnji stambenih objekata, kao i postupak ažuriranja dinamičkih planova. Urađeni su operativni dinamički planovi izvođenja radova na izgradnji stambenih objekata u ul. „Studenička“ u naselju „Pantelejš“ u Nišu. Investitor i izvođač radova je „Vagres“ ing. doo., Lalinac, Svrljig. Predviđena je izgradnja stambenog naselja od 13 (S-I–S-XIII) stambenih višeporodičnih objekata, spratnosti  $P_0 + P_{pr} + 3$ . Objekti S-I i S-II izgrađeni su tokom 2008. godine, objekat S-III započet je u 2008. a završen je 2009. godine. Izgradnja objekta S-IV, koji se obrađuje u ovom radu, počela je 26.10.2008. godine. Radovi su izvođeni kontinualno do 26.12.2008. godine, kada je izvršeno betoniranje međuspratne konstrukcije iznad podruma, a zatim je usledio prekid radova u periodu od 26.12.2008. do 27.07.2009. godine, zbog nekih nesuglasica u vezi sa dobijanjem dozvole. Radovi na izgradnji objekta S-V, koji se takođe, razmatra u ovom radu, počeli su 31.08.2009. godine.

Grube građevinske radove (zidarske, tesarske, armiračke i betonske) i završne - stolarske radove izvodio je „Vagres“, dok zemljane radove i sve građevinsko-zanatske, zanatske i instalaterske radove, izvodili su odgovarajući podizvođači koje angažuje „Vagres“.

Za izradu dinamičkih planova korišćene su sledeće podloge: glavni arhitektonski projekti objekata, projekti vodovoda i kanalizacije, projekti elektroinstalacija, statički proračuni, detalji armature, situacija, usvojena tehnologija izvršenja radova, raspoloživa mehanizacija, radna snaga i finansijska sredstva, predmer i predračun radova.

## 2 OPIS OBJEKATA

Objekti se sastoje od podruma, prizemlja, tri sprata i tavanskog prostora. U podrumu su predviđene pojedinačne garaže sa ulazima sa podužne, odnosno, jugoistočne strane objekata, prostorija sa postrojenjem za povišenje pritiska vode, prostorija merno regulacionog seta za gas, dvonamenski objekat dopunske zaštite kapaciteta za 50 lica, samo u objektu S-IV i ostave stanara. Do garaža se silazi rampom uz objekat iz dvorišta parcele. U prizemlju projektovano je osam stanova, u lameli S-IV i sedam stanova u lameli S-V, prostorija za MRO i glavni ulaz sa ulice. Na spratovima se nalazi po osam (S-IV), odnosno, sedam (S-V) stanova, sa pripadajućim stanarskim ostavama u podrumskom prostoru zgrade. Objekat S-IV svojom severoistočnom stranom stoji uz susednu lamelu S-V, a svojom jugozapadnom stranom stoji uz lamelu S-III, dok objekat S-V svojom jugozapadnom stranom stoji uz lamelu S-IV.

Trakasti temelji su od armiranog betona MB 30 izrađeni na podlozi od mršavog betona  $d=5$  cm i tamponu od šljunka  $d=10$  cm kako bi se obezbedio pravilan položaj armature. Međusobno su povezani armirano-betonskim serklažima, kao horizontalno ukrućenje. Temelj ispod skloništa je kontra ploča od armiranog betona MB 30,  $d=40$  cm. Ispod kontra ploče urađena je hidroizolacija 3+4, sa zaštitnim slojem,  $d=5.0$  cm na betonskoj podlozi,  $d=5.0$  cm preko tampon sloja šljunka  $d=10$  cm.

Objekti se izvode klasičnim načinom građenja u zidanom sistemu. Noseći zidovi izvedeni su od nosećih giter blokova  $d=25$  cm u produžnom malteru razmere 1:3:9, sa horizontalnim i vertikalnim serklažima dimenzija 25/25 cm koji služe da ukrute objekat, kako u horizontalnom, tako i u vertikalnom smislu. Noseći zidovi podruma su od nabijenog betona  $d=25$  cm, a zidovi skloništa od armiranog betona MB 30,  $d=30$  cm. Na spoljašnjim zidovima podruma urađena je hidroizolacija koja je zaštićena cementim malterom  $d=3.0$  cm i punom opekom  $d=12$  cm. Pregradni zidovi objekta su od šupljeg bloka „4“  $d=12$  cm zidani u produžnom malteru razmere 1:2:6 sa armirano-betonskim serklažima 12/20 cm na visini od 2.10 m po celoj dužini, sa ankerovanjem u noseći zid. Terasa kao konzolne armirano-betonske ploče  $d=12$  cm, armirane su prema statičkom proračunu. Stepenište u objektu S-IV je jednokrako, a u objektu S-V dvokrako, liveno na licu mesta betonom MB 30 i projektovano kao kolenasta kosa ploča  $d=14$  cm.

Međuspratna konstrukcija je polumontažna armirano-betonska konstrukcija tipa „fert“ 16+4 cm, dok je međuspratna konstrukcija iznad skloništa armirano betonska ploča MB 30, d=30cm. Drvena krovna konstrukcija od zdrave i suve čamove građe, nagiba 30°, sa krovnim pokrivačem - crepom na daščanoj podlozi d=2.4 cm odgovarajuće vlažnosti preko koje se postavlja ter-hartija i vrši dvostruko letvisanje letvama 3/5 cm.

Plafoni se malterišu, posle čega se radi gletovanje, a onda bojenje polikolorom u beloj boji. Zidovi se obrađuju prema nameni prostorija, odnosno svi zidovi se malterišu, sem zidova u mokrim čvorovima i kuhinji gde se postavljaju keramičke pločice. Podovi se obrađuju u zavisnosti od namene prostorija. U svim prostorijama stanova predviđen je pod od laminata, sem u kuhinji i mokrim čvorovima, gde su predviđene keramičke pločice. U stepenišnom prostoru i na tersama su, takođe, predviđene keramičke pločice kao podna obloga. Spoljna obrada objekta je krečno-silikatna opeka i „demit“ fasada.

### 3 OPIS TEHNOLOGIJE IZVOĐENJA RADOVA

Široki iskop za podrum i iskop za temeljne trake vrši se bagerom sa dubinskom kašikom zapremine 0.5 m<sup>3</sup>, a odvoz iskopane zemlje kiperima zapremine koša 10 m<sup>3</sup>, na deponiju koja je udaljena od gradilišta 2 km. Posle iskopa razastire se sloj šljunka kao tampon ispod temelja (sl. 1), preko koga se radi sloj mršavog betona. Šljunak se prevozi, od skladišta na gradilištu do temelja, ručnim kolicima, razastire se u temeljne jame i vrši zbijanje vibro-nabijačima.



*Slika 1 - Razastiranje sloja šljunka*

Spravljanje betona za tampon sloj vrši se u mešalici za beton, zapremine bubnja 500 l, na samom gradilištu i prevoz do mesta ugrađivanja ručnim kolicima. Posle izrade podloge ispod temelja, vrši se montaža oplata i armature temeljnih stopa, temeljnih greda i ankera za stubove. Betoniranje temelja je predviđeno autobetonskom pumpom kapaciteta 40 m<sup>3</sup>/h, uz sinhronizovani dovoz betona autobetonskim mešalicama kapaciteta 6-10 m<sup>3</sup>, iz fabrike betona „Put inženjering“.

Demontaža oplata temelja moguća je sledećeg dana nakon betoniranja. Zbog ograničene količine oplata za betoniranje podrumskih zidova (na objektu S-V), radovi na ovoj poziciji se izvode u tri etape. Svaka etapa podrazumeva montažu oplata za podrumске zidove (slika 2), montažu oplata i armature za vertikalne serklaže i betoniranje podrumskih zidova sa vertikalnim serklažima. Količina radova po etapi približno je jedna trećina ukupne količine podrumskih zidova. Na taj način bi se vršila montaža oplata i armature vertikalnih serklaža prvog dela podrumskih zidova u trajanju od 5 dana, posle čega sledi njihovo betoniranje.



*Slika 2 - Oplata podrumskih zidova*

Sledećeg dana treba početi sa demontažom ove oplata i ujedno sa njenom montažom na drugom delu podrumskih zidova. Posle izrade svih podrumskih nosećih zidova, radi se oplata i armatura podvlaka i horizontalnih serklaža, međuspratne konstrukcije tipa „fert“ i stepeništa. Betoniranje međuspratne konstrukcije, podvlaka, horizontalnih serklaža i stepeništa vrši se u istom danu, pomoću autobetonske pumpe.

Izrada tampona i betonskog poda u podrumu vrši se posle skidanja podupirača (po betoniranju ploče iznad I sprata). Pre početka radova na prizemlju objekta S-IV treba montirati toranjski kran, dometa 20 m, za prenos materijala. Kasnije, kada svi grubi građevinski radovi budu završeni na ovom objektu, treba demontirati toranjski kran i pre početka radova

na prizemlju objekta S-V, izvršiti njegovu montažu za potrebe izgradnje ovog objekta.

Nakon završetka ploče iznad podruma, pristupa se zidanju nosećih zidova prizemlja i dimnjačkih i ventilacionih kanala (slika 3).

Spravljanje maltera, za potrebe zidanja, vrši se na gradilištu mešalicama zapremine 50 i 150 l. Ove mešalice, kao i privremena skladišta materijala potrebnog za spravljanje maltera, nalaze se na delu objekta gde se i vrši zidanje, zbog skraćenja vremena transporta (slika 4). Blokovi se prenose u paletama, toranjskim kranom, od skladišta na gradilištu do mesta zidanja. Istog dana sa početkom zidanja, ili 1-2 dana kasnije, treba otpočeti sa montažom armature i oplata za vertikalne serklaže. Koristi se daščana oplata od dasaka debljine 24 mm.



*Slika 3 - Zidanje nosećih zidova*



*Slika 4 - Spravljanje maltera*

Betoniranje vertikalnih serklaža vrši se betonom spravljenim u mešalici za beton, kapaciteta 500 l (slika 5), na samom gradilištu. Za prenos betona služi toranjski kran, ili konzolna dizalica, u slučaju preopterećenja ili kvara kрана (slika 6).

Betoniranje se vrši kada vertikalni serklaži budu pripremljeni (nameštena oplata i armatura) na celom objektu ili jednom njegovom delu, npr. trećina ili polovina objekta.

Demontaža olate sa vertikalnih serklaža se vrši sledećeg dana. Kada su zidovi završeni do

odgovarajuće visine, rade se nadprozornici i nadvratnici.



*Slika 5 - Spravljanje betona na gradilištu*



*Slika 6 - Prenos materijala (toranjski kran i konzolna dizalica)*

Montaža oplata podvlaka, horizontalnih serklaža, stepeništa i terasa (daska debljine 24 mm), i međuspratne konstrukcije (metalni i drveni podupirači, fetne i metalni rešetkasti „hiko“ nosači, kao na slici 7), otpočinje nakon kompletno ozidanog dela objekta (oko dve trećine površine).



*Slika 7 – „Hiko“ nosači kao oplata za izradu MK*

Posle nekoliko dana počinje se sa montažom armature i „fert“ gredica i „fert“ ispune, preko kojih se postavlja mrežasta armatura. Betoniranje međuspratne konstrukcije, podvlaka, horizontalnih serklaža, terasa i



stepeništa vrši se istog dana pomoću autobetonske pumpe (sl. 8) kapaciteta 40 m<sup>3</sup>/h. Beton se dovozi iz fabrike betona „Put inženjering“, ili „Šiloprom“, mikserima kapaciteta 6-10m<sup>3</sup>, u sinhronizovanom radu sa autopumpom.

Sledećeg dana počinje zidanje naredne etaže, i svi radovi se izvršavaju na isti način. Posle betoniranja međuspratne konstrukcije iznad ove etaže, počinje

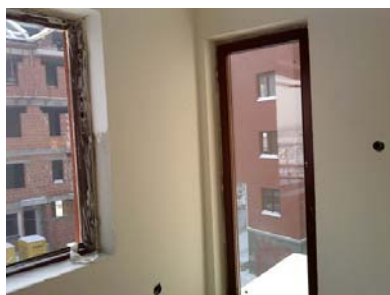


*Slika 8 - Betoniranje MK autobetonskom pumpom*

zidanje na sledećoj, a demontaža oplata na prethodnoj etaži, čime se otvara prostor za zidanje pregradnih zidova, izradu vodovoda, kanalizacije, elektroinstalacija, montažu stolarije i obradu podova i zidova.

Spravljanje maltera za zidanje pregradnih zidova, kao i betona za izradu horizontalnih serklaža u visini nadvrtnika, vrši se mešalicama koje se nalaze u prostorijama već formiranih stanova. Kada se ova aktivnost završi na polovini objekta, počinje se sa grubim radovima na izradi vodovoda, kanalizacije i elektroinstalacija. Malterisanje zidova i plafona može da otpočne nakon ozidanih pregradnih zidova u potpunosti, s tim što se prvo malterišu kupatila kako bi se omogućila izrada hidroizolacije i postavljanje keramike.

Spravljanje maltera za potrebe malterisanja, vrši se u mešalicama koje su već u objektu. Posle malterisanja (omalterisani zidovi treba da budu suvi), sledi gletovanje zidova i plafona, zatim montaža unutrašnje i spoljašnje stolarije (sl. 9), izrada cementne košuljice i bojenje zidova i plafona.



*Slika 9 - Spoljna stolarija*

Po završetku keramike u kupatilima i kuhinjama (slika 10), keramičari prelaze na izradu keramike stepeništa, hodnika, a terasa tek po završetku fasade. Nakon bojenja zidova, radi se montaža sanitarija u kupatilima, fina montaža elektroinstalacija, izrada laminata i bravarski radovi.

Posle betoniranja međuspratne konstrukcije i greda na tavanu, vrši se izrada krovne konstrukcije, njeno padaščavanje (slika 12), polaganje ter papira, dvostruko letvisanje, montaža horizontalnih oluka i pokrivanje krova.



*Slika 10 - Keramika u kuhinji*



*Slika 11 - Dimnjak u tavanskom prostoru*



*Slika 12 - Padaščavanje krovne konstrukcije*

Fasadnu skelu treba montirati po završetku međuspratne konstrukcije iznad trećeg sprata. Oblaganje fasade fasadnom krečno-silikatnom opekom (slika 13) sa jednovremenom izradom termičke izolacije od mineralne vune, treba početi od prizemlja na više, nakon monaže odgovarajućeg dela skele. Izrada „demit“ fasade (slika 14) počinje lepljenjem i tiplovanjem stiropora i mrežice i to od poslednjeg sprata na niže. Nakon postavljenog stiropora na određenom delu fasade, počinje završno bojenje akrilom u beloj i bordo boji. Vertikalni oluci postavljaju se posle završene fasade na delu objekta gde je njihov položaj projektovan. Fasadna skela može da se demontira po delovima, kako se završava fasada i nakon njene potpune demontaže rade se trotoari oko objekta i uređenje ulaza u objekat.



Slika 13 - Oblaganje fasade fasadnom opekom



Slika 14 - Izrada „demit“ fasade



Slika 15- Severozapadna fasada

#### 4 POSTUPAK IZRADE DINAMIČKIH PLANOVA

Dinamički planovi izvođenja radova izrađeni su kao posebne celine za objekte S-IV i S-V. Na osnovu tehničke dokumentacije, tehnologije izvođenja radova i raspoloživih resursa, formirane su aktivnosti dinamičkog plana. Zatim je izrađen predmer radova za grube građevinske, građevinsko-zanatske i zanatske radove. Predmer radova prilagođen je potrebama operativnog dinamičkog plana, izračunavanjem količine radova za svaku aktivnost. Na osnovu tih količina i izvršenog normiranja, određeno je trajanje svake aktivnosti, kao i količina odgovarajućih resursa u tabeli radnika-dana i mašino-dana. Mrežni dinamički planovi izvođenja radova izrađeni su u programskom paketu *MS Project 2007*.

Izrada dinamičkih planova putem *MS Project-a* obuhvatila je:

- Formiranje kalendara odvijanja radova i kalendara resursa za rad u jednoj smeni sa trajanjem od 10 sati, tokom šest radnih dana (ponedeljak-subota) u toku nedelje, sa neradnim danima (nedelja i važeći praznici),
- Unošenje spiska aktivnosti;
- Grupisanje aktivnosti po spratovima: Podrum, Prizemlje, I sprat, II sprat, III sprat, tavan i krov;
- Unošenje odgovarajućih veza između aktivnosti;
- Definisavanje vrste aktivnosti (*normal, milestone*);
- Unošenje trajanja aktivnosti;
- Formiranje liste resursa;
- Unošenje količine odgovarajućih resursa.

## 5 POSTUPAK PRAĆENJA DINAMIČKIH PLANOVA

Praćeni su radovi snimanjem stanja na gradilištu na početku svake radne nedelje (svakog ponedjeljka u 8:00 sati), za proteklu nedelju. Snimljeno stanje, preko procenta izvršenja, stvarnog datuma početka i završetka posmatranih aktivnosti, kao i njihovog stvarnog trajanja, ulazni je podatak za izradu preseka i ažuriranje aktuelnog plana. Snimljeni podaci za jedan presek prikazani su u tabeli 1.

Dinamički plan izvođenja radova, izrađen pre početka radova, formiran je kao prvobitni - osnovni (*baseline*) plan. Sa početkom realizacije radova, snimljeni podaci unošeni su u ovaj plan. U tabelu za praćenje (*Tracking Table*), u odgovarajuće kolone: procenat izvršenja (*% complete*) unošene su vrednosti procenta realizacije aktivnosti, stvarnog početka (*Actual Start*) i stvarnog završetka (*Actual Finish*) unošeni su odgovarajući datumi, a u kolonu stvarnog trajanja (*Actual Duration*), broj dana koji je bio potreban da se izvrši neka aktivnost. Na bazi ovih vrednosti, program proračunava preostalo trajanje aktivnosti koje se prikazuje u koloni preostalo trajanje (*Remaining Duration*). U planu za praćenje (*Tracking Gantt*), prikazane su aktivnosti prema prvobitnom

planu i prema stvarnom odvijanju radova. Mogu se uočiti odstupanja stvarnog izvršenja radova od planiranog, tj. da li se neka aktivnost odvija po planu, kasni, ili je njena realizacija pre planirane, kao i da li je njeno izvršavanje u kontinuitetu ili sa prekidima.

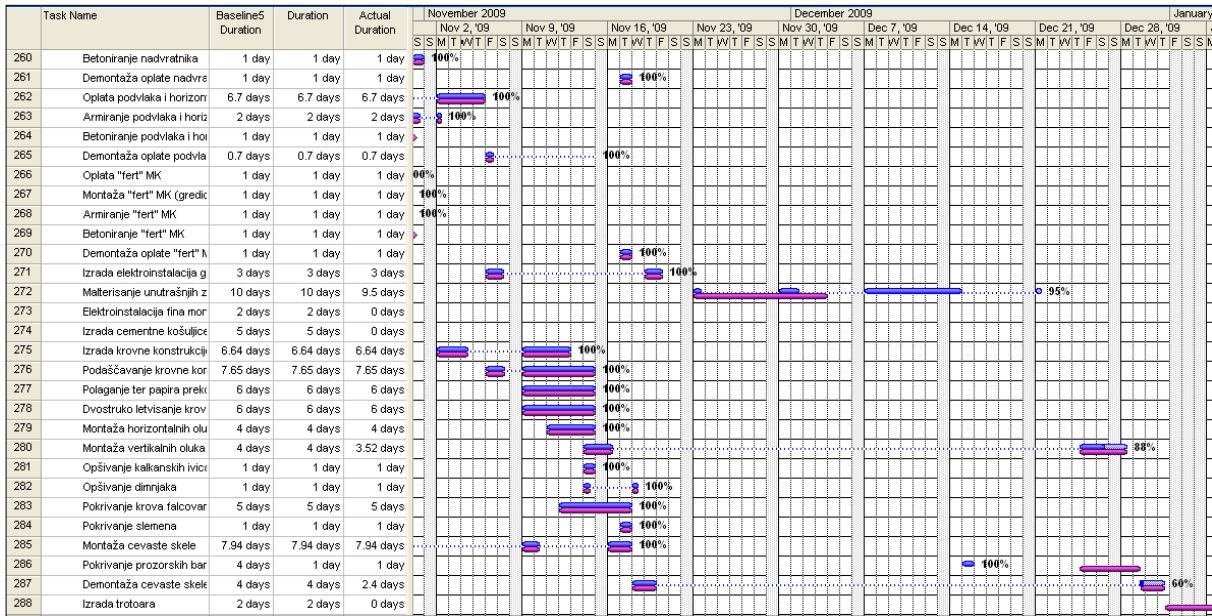
Posle unosa opisanih vrednosti, vrši se snimanje međufaznog (*interim*) plana, gde se u kolonama *Start* i *Finish* za odgovarajući presek, prikazuju stvarni datumi početaka i završetaka aktivnosti, kao i planirani novi počeci aktivnosti koje nisu započele svoju realizaciju. Posle snimanja međufaznog plana, vrši se njegovo ažuriranje, tako što se sve neizvršene aktivnosti ili njihovi delovi, pomeraju u odnosu na datum za koji se radi međufaza. Nakon svake međufaze dobija se novi rok, odnosno, novo ukupno i preostalo trajanje radova. Svaki međufazni plan sadrži onoliko broj preseka (međufaza), koliko ih bude do izvršenja neke ključne aktivnosti, kada se radi novi bazisni plan (*baseline1, baseline2, ...*). Kao ključne aktivnosti, uzete su: Betoniranje temelja i Betoniranje međuspratne konstrukcije iznad svake etaže.

Odstupanje izvršavanja radova može se porediti, kako sa prvobitnim planom, tako i sa svakim narednim bazisnim planom. Radi lakšeg uočavanja stanja plana, mogu se dodati linije progressa (*Progress Lines*), koje povezuju one aktivnosti koje su u toku izvršavanja i aktivnosti koje je trebalo da počnu.

Tabela 1-Presek 14.12.2009.

r. br.	Naziv aktivnosti	Planirano			Ostvareno			Procenat izvršenja (%)
		Početak (datum)	završetak (datum)	Trajanje (dan)	Početak (datum)	Završetak (datum)	Trajanje (dan)	
Podrum	Malterisanje unutrašnjih zidova i plafona		01.12.	10				93
Prizemlje	Gletovanje zidova i plafona		08.12.	6				13
	Izrada keramike u kupatilu i kuhinji		02.12.	10	06.11.	09.12.	13	100
	Izrada keramike na terasama		08.12.	2	14.11.	08.12.	4	100
	Završno bojenje fasade akrilom		25.12.	4				88
I sprat	Gletovanje zidova i plafona	23.11.	28.11.	6	05.12.			50
	Izrada keramike na terasama		08.12.	2	14.11.	08.12.	4	100
	Završno bojenje fasade akrilom		24.12.	6				92
II sprat	Izrada keramike u kupatilu i kuhinji		10.12.	10				72
	Izrada keramike na terasama		12.12.	2	14.11.	08.12.	4	100
	Završno bojenje fasade akrilom		22.12.	4				92
III sprat	Hidroizolacija zidova i podova		07.12.	3	04.12.	08.12.	3	100
	Izrada keramike u kupatilu i kuhinji	08.12.	18.12.	10	07.12.			63
	Izrada keramike na terasama		24.12.	2	14.11.	08.12.	4	100

	Završno bojenje fasade akrilom		17.12.	4				85
Tavan i krov	Malterisanje unutrašnjih zidova i plafona		10.12.	10				95
	Montaža vertikalnih oluka		28.12.	2				50
	Demontaža fasadne skele		31.12.	4				50



Slika 16 – Deo dinamičkog plana posle preseka 23.11.2009.

Oštri uglovi ovih linija ulevo predstavljaju aktivnosti koje kasne, a oštri uglovi nacrtani udesno predstavljaju aktivnosti koje su ispred plana. Na slici 16 prikazan je deo dinamičkog plana posle preseka stanja na gradilištu 23.11.2009.

## 6 REZULTATI PRAĆENJA DINAMIČKIH PLANOVA

Na osnovu sprovedenih analiza praćenja izvođenja radova na objektima S-IV i S-V, može se konstatovati sledeće:

### Objekat S-IV

- Grubi građevinski radovi izvođeni su uglavnom po planu;
- Ako je došlo do zakašnjenja iz nekog razloga, u sledećem periodu radovi su intezivirani, tako da se nastalo zakašnjenje eliminiše;
- Sa početkom zanatskih radova koje izvode podizvođači, ukupno trajanje radova rapidno se povećava od preseka do preseka;

- Izvođenje radova na malterisanju, gletovanju, bojenju zidova i plafona, kao i fasade, pogodilo se u kasnu jesen kada su česte padavine, tako da se ovi radovi izvode sporije ili se uopšte ne mogu otpočeti.

### Objekat S-V

- Grubi građevinski radovi izvođeni su po planu, što se tiče trajanja aktivnosti;
- Dolazilo je do čestih prekida usled vremenskih uticaja (kiša, sneg);
- Dolazilo je do čestih prekida zbog premeštanja svih radnika na objekat S-IV.

Uzroci koji su doveli do kasnijih početaka, ili dužeg trajanja pojedinih aktivnosti:

- Vremenski uslovi;
- Često premeštanje radnika sa jednog objekta na drugi;
- Većina radnika rade kao univerzalni radnici (zidari, tesari, armirači, po potrebi...);
- Većina radnika uopšte nije građevinske struke (radnici različitih kvalifikacija koji su ostajali bez posla, konobari, pravnici, mašinci, itd, a

pritom nisu prekvalifikovani u građevinske radnike, tako da je njihova norma znatno manja);

- Često otpuštanje i primanje novih radnika;
- Sporovi između podizvođača i investitora;
- Promena podizvođača dok su radovi u toku;
- Neblagovremen odaziv podizvođača;
- Česte oscilacije u broju radnika, tako da intezitet radova nije konstantan;
- Mali broj prijavljenih radnika kod pojedinih podizvođača;
- Kvar toranjskog kрана;
- Nestručna montaža toranjskog kрана (zbog koje je kran demontiran, pa ponovo montiran);
- Neblagovremena doprema materijala;
- Ljudski faktor.

U cilju izvođenja radova po planu i smanjenja ili eliminisanja kašnjenja i dužeg trajanja aktivnosti, treba obezbediti:

- Odgovarajući broj radnika;
- Radnike potrebnih kvalifikacija;
- Pouzdane podizvođače radova;
- Pravovremenu dopremu materijala;
- Veći broj mašina;
- Veću količinu potrebne oplate;
- Materijal boljeg kvaliteta;
- Izvođenje unutrašnjih radova nezavisno od vremenskih uticaja;
- Planiranje radova na nivou celog gradilišta;
- Bolju organizaciju radova;
- Češću kontrolu izvođenja radova;
- Detaljniju evidenciju radova.

## 7 ZAKLJUČAK

Prikazana je analiza praćenja radova na izgradnji objekata S-IV i S-V u Studeničkoj ulici u Nišu. Za praćenje radova i ažiriranje dinamičkih planova, primenjen je terminirani mrežni plan – gantogram, koji je izrađen u programskom paketu MS Project. Ovim je omogućeno jednostavno praćenje toka radova, korigovanje i modifikovanje dinamičkog plana, unošenjem odgovarajućih i pravovremenih tačnih informacija. Na eventualno kašnjenje pojedinih radova i produžetak rokova, moguće je na vreme uticati intervencijom na kritičnim aktivnostima, čime se smanjuje nastalo kašnjenje ili se rok vraća na prvobitno planirani. Važno je istaći, da kada se radi

veći broj objekata na istom gradilištu, dinamički planovi za svaki objekat, kao zasebne celine, moraju biti u međusobnoj zavisnosti, čime je omogućena pravilna raspodela i iskorišćenje resursa. U radu su prikazani uočeni propusti i nedostaci pri izvođenju radova, koji su doveli do produženja njihovog trajanja. Takođe, date su preporuke za otklanjanje nedostataka pri planiranju izvršenja radova na sličnim objektima.

## LITERATURA

- [1] *Struktura i sadržaj projekta organizacije građenja*, Flašar, A. *Izgradnja 51 (1997) 1*, Beograd, 1997, str. 41-46
- [2] *Organizacija i tehnologija građevinskih radova sa rešenim problemima*, Ivković, B., Arizanović, D. *Nauka, Beograd, 1990.*
- [3] *Primena dinamičkih planova u građevinarstvu*, Matejević, B. *magistarski rad, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, 2010.*
- [4] *Model kontrole realizacije projekta u odnosu na rok gradnje i ključne resurse sa stanovišta izvođača radova*, Marinković, D. *magistarski rad, Građevinski fakultet, Beograd, 1998.*
- [5] *Normativi i standardi rada u građevinarstvu – visokogradnja, knjiga 1, 2 i 3, Građevinska knjiga, Beograd, 2006.*
- [6] *Projekat organizacije i tehnologije građenja* Prašćević, Ž., *Izgradnja 51 (1997) 8*, Beograd, 1997, str. 341-344
- [7] *Vremensko planiranje – predrasude i realne mogućnosti*, Vidaković, D. *Građevinar, 7-8 (2004) 11, HDGI, Zagreb, 2004.*



## ARHITEKTONSKO REŠENJE I REALIZACIJA ANEKSA MEDICINSKOG FAKULTETA U NIŠU

Aleksandar Milojković<sup>1</sup>, Marko Nikolić<sup>2</sup>

**Rezime:** Projektovanje dogradnje uvek sa sobom nosi niz složenih zahteva i teških odluka, pre svega u pogledu odnosa prema postojećem objektu i njegovog tretmana u ukupnoj – novoj kompoziciji. Uz finansijska ograničenja koje nameće društvo u tranziciji, koje favorizuje “brzo” projektovanje i “jeftinu” gradnju, realizacija kvalitetnog objekta predstavlja pravi izazov za arhitektu. U radu se prikazuje projekat i realizacija Aneksa Medicinskog fakulteta u Nišu, kao primera, po mišljenju stručne javnosti, uspešnog odgovora na zahteve koje pred projektanta stavlja savremeno društvo.

**Ključne reči:** projektovanje dogradnje, obrazovne institucije, javne zgrade

**Abstract:** To design addition to an already existing object is always a challenging task, above all considering newly established relations and autonomy of annex building. Moreover, with financial limitations imposed by a society in transition, which favors a “quick” design and “cheap” construction, realization of respectable buildings becomes a demanding task for every architect. In this paper, one successful example of addition design is discussed – the Annex of Medical Faculty in Niš, which won the Annual Prize of Serbian Architects’ Society for 2010.

**Key words:** architectural design of addition to the existing building, public buildings, educational buildings

---

<sup>1</sup> asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

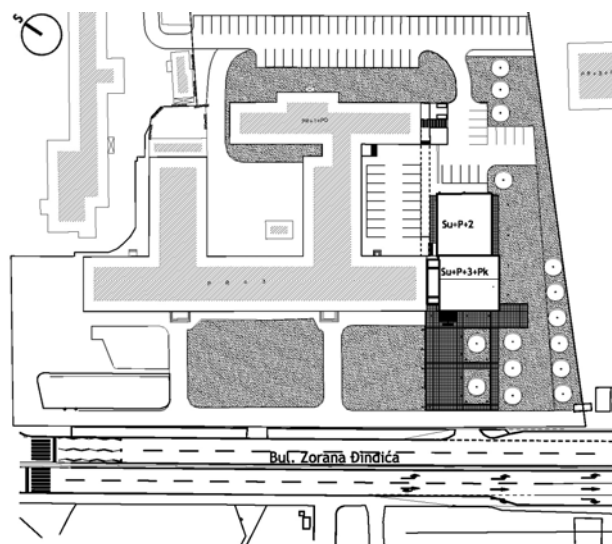
<sup>2</sup> asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

## 1 UVOD

Kako projektovati dogradnju? Kako da ona bude gotovo potpuno autonomna, a da u isto vreme bude u svakom smislu povezana sa postojećim objektom? Kako da nova zgrada bude dostupna javnosti, a da se pri tom obezbedi mir neophodan korisnicima za sprovođenje njihove primarne aktivnosti? Kako oblikovati novu zgradu, koja će stajati uz postojeću, najblaže rečeno skromnu arhitekturu, a da rezultat ne „liči na dva nevezana objekta koja su se slučajno tu sudarila“ (Brolin, 1988). I kako da sve to ne bude skupo, a da se tokom realizacije ne naprave kompromisi koji bi devalvirali prvobitnu projektantsku ideju?

## 2 URBANISTIČKO REŠENJE

Na osnovu urbanističkih uslova, funkcionalnih potreba i projektnog zadatka, projektovan je aneks Medicinskog fakulteta spratnosti Su+P+3+Pk, za potrebe Medicinskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Objekat se sa jugoistočne strane vezuje na postojeći objekat na istoj parceli. Pešački prilaz parceli i objektu obezbeđen je sa Bulevara dr Zorana Đinđića sa jugozapadne strane. Kolski prilaz moguć je takođe sa Bulevara dr Zorana Đinđića, kao i servisnom saobraćajnicom iz ulice Velikotrnovske. Obezbeđen je i potreban broj novih mesta za parkiranje vozila u okviru parcele.



Slika 1 – Situacioni plan

Relativna skučenost dela parcele namenjenog izgradnji aneksa, dispozicija postojećih objekata, građenih u različitim periodima, kao i obimni program, onemogućavali su slobodnije razvijanje i rešavanje osnove. U tom smislu, projektanti su se opredelili za dvodelnu kompoziciju – korpus koji se nadovezuje na postojeći objekat, prati njegovu dubinu (širinu), kao i građevinsku liniju, i niži korpus, postavljen upravno na njega, koji prodire u dubinu lokacije i u kome su smešteni amfiteatri. Ukupna bruto površina objekta iznosi  $P_{br}=2491,06m^2$ , a neto površina objekta je  $2021,07m^2$ .

## 3 ARHITEKTONSKO REŠENJE I KONCEPCIJA OBJEKTA

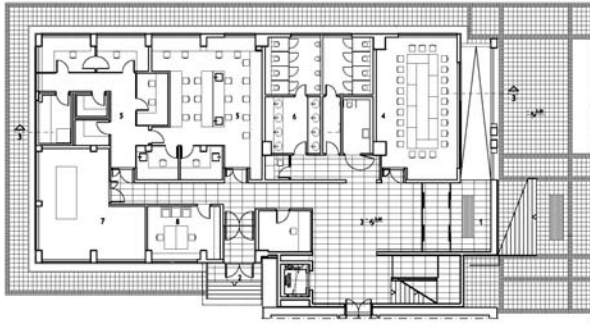
### 3.1 FUNKCIJA OBJEKTA

Glavni ulaz u objekat je sa jugo-zapadne strane, sa bulevara Zorana Đinđića. Projektovan je kao reprezentativni ulaz i natkriven dubokom nadstrešnicom koja pokriva i ulazno stepenište, budući da je prizemlje objekta izdignuto u odnosu na kotu pristupnog platoa za 2.65cm. Pristup hendikepiranim osobama omogućen je preko natkrivene rampe odgovarajućeg nagiba i posebnog ulaza u suterenu, takođe natkrivenog međupodestom ulaznog stepeništa. Predviđen je i pomoćni ulaz u objekat u suterenu, sa severozapadne strane.

Projektovane spratne visine - suteran 3.55m, prizemlje i I sprat 3.90m, II i III sprat 3.50m – identične su spratnim visinama postojećeg objekta, tako da je komunikacija između njega i aneksa omogućena na svim nivoima. Veza je ostvarena u zoni novoprojektovanih vertikalnih komunikacija, dvokrakog stepeništa širine 150cm i lifta nosivosti  $Q=1000kg$  (13 osoba).

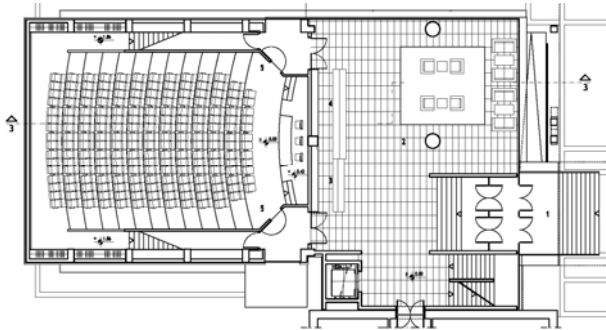
U suterenu objekta projektovan je centar za biomedicinska istraživanja sa odgovarajućim rasporedom prostorija, opreme i instalacija, mašinska prostorija u okviru koje su predviđene klima komora i podstanica grejanja, tehnička prostorija za nadzor i upravljanje, kao i glavni sanitarni čvor, čije korišćenje je omogućeno i osobama sa invaliditetom.





**Slika 2 – Osnova suterena: 1. Ulaz; 2. Pomoćni ulaz; 3. Hol; 4. Studentski parlament; 5. Centar za biomedicinska istraživanja; 6. Sanitarni čvor 7. Toplotna podstanica – klima komora; 8. Kancelarija**

Centralna sadržina aneksa je amfiteatar A sa 200 mesta, koji se prostire kroz dva nivoa, a glavni ulazi, sa predpostorima, predviđeni su iz hola smeštenog u prizemlju objekta. Treba napomenuti, da je osim za redovno odvijanje nastave, amfiteatar predviđen i opremljen i za održavanje različitih nacionalnih i međunarodnih naučnih skupova.



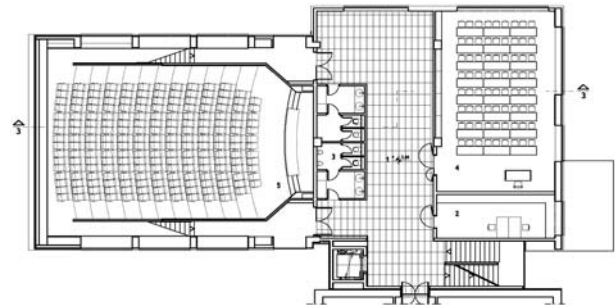
**Slika 3 – Osnova prizemlja: 1. Glavni ulaz; 2. Hol; 3. Informacije; 4. Garderoba; 5. Amfiteatar A**

Pomenuti hol, projektovan je kao centralni komunikacioni i društveni prostor, povezan sa svim organizaciono-funkcionalnim grupama čitavog objekta. Unutar hola projektovan je prostor za odlaganje garderobe, kao i pult za prijem i informacije, sa kog se obezbeđuje potpuna kontrola ulaza i vertikalnih komunikacija, a koji u zaleđu sadrži monitore putem kojih je moguće pratiti trenutna zbivanja u prostorijama za održavanje nastave.



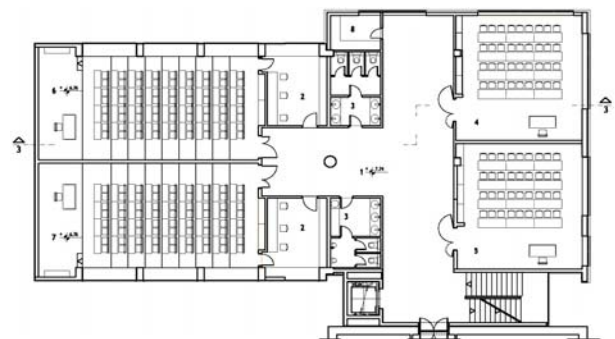
**Slika 4 – Ulazni hol**

Na I spratu se nalaze hol, slušaonica sa 72 mesta, sa garderobom i prostorijom za pripremu nastave, sanitarni čvorovi i 2 ulaza u glavni amfiteatar sa odgovarajućim predpostorima.



**Slika 5 – Osnova I sprata: 1. Hol; 2. Kabinet; 3. Sanitarni čvor; 4. Slušaonica B; 5. Amfiteatar A**

II sprat sadrži hol, amfiteatar A<sub>1</sub> i amfiteatar A<sub>2</sub>, sa po 72 mesta i prostorijama za pripremu nastave, dve manje slušaonice sa po 36 mesta, garderobe, kao i sanitarne čvorove.



**Slika 6 – Osnova II sprata: 1. Hol; 2. Kabinet/Priprema; 3. Sanitarni čvor; 4. Slušaonica C; 5. Slušaonica D; 6. Amfiteatar A<sub>1</sub>; 7. Amfiteatar A<sub>2</sub>; 8. Ostava**

Na III spratu su projektovane prostorije dekanata Medicinskog fakulteta: prijemni hol, 5 kancelarija, sala za sastanke, čajna kuhinja i potrebni sanitarni čvorovi.

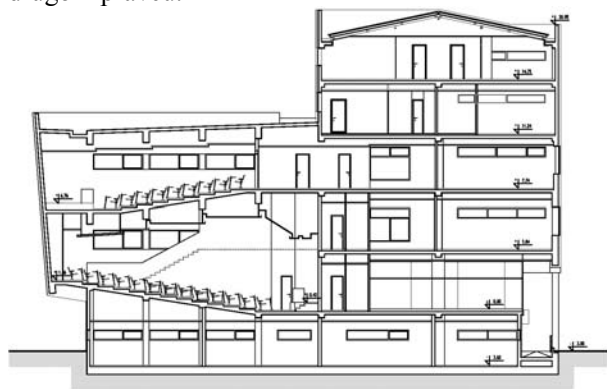


**Slika 7 – Osnova III sprata: 1. Hol; 2. Sanitarni čvor; 3. Dekan; 4. Konferencijska sala; 5. Kancelarija**

Na potkrovlju je smešteno pet kabineta za nastavnike i saradnike, potrebni sanitarni čvorovi, kao i dva apartmana za boravak gostujućih profesora.

### 3.2 KONSTRUKTIVNO REŠENJE

Konstruktivni sistem je projektovan kao armirano-betonska konstrukcija sa AB stubovima, gredama i zidovima za ukrućenje u oba pravca. Stubovi su različitih dimenzija, a rasponi 690cm, odnosno 13.80cm u jednom i 750cm, odnosno 360cm u drugom pravcu.



**Slika 8 – Poprečni preseki**

Izbor konstruktivnih modula rezultat je potrebe za različitim geometrijama pojedinih prostorija, kako slušaonica sa ravnim podom, tako i amfiteatara, kod kojih je osim potrebnog broja mesta, u skladu sa

osnovnim akustičkim zahtevima bilo neophodno obezbediti odgovarajući oblik, u smislu povoljnog odnosa strana, kao i odgovarajuću zapreminu u odnosu na broj slušalaca.

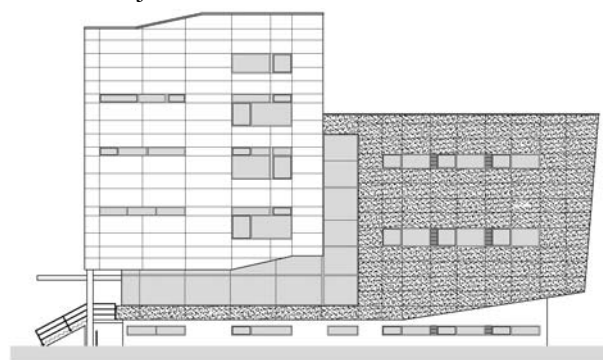
Međuspratna konstrukcija je monolitna armirano-betonska ploča debljine  $d=20\text{cm}$ , livena na licu mesta, prema opterećenjima propisanim za ovu vrstu objekta. U delu objekta gde je predviđen denivelisan pod (veliki amfiteatar i dva mala amfiteatra na II spratu), međuspratna konstrukcija je kosa kolenasta AB ploča debljine  $d=20\text{cm}$ , livena na licu mesta.

Fundiranje objekta vrši se na armirano-betonskoj temeljnoj ploči debljine  $d=50\text{cm}$ , u skladu sa geotehničkim uslovima.

### 3.3 PRISTUP OBLIKOVANJU ANEKSA

Funkcionalna organizacija, kao odgovor na složene zahteve investitora, reperkutovala se i na oblikovanje objekta. Jasno definisane programske celine smeštene su u odvojenim korpusima. U većem, belom, koji se preko ostakljene stepenišne vertikale (uvučene u odnosu na građevinsku liniju) sa severozapadne strane nadovezuje na postojeći objekat i prati širinu njegovog gabarita, smešteni su prostrani ulazni hol, slušaonice i kabineti za nastavnike i saradnike.

U nižem, tamno sivom volumenu, koji prodire u dubinu lokacije nalaze se centar za biomedicinska istraživanja i amfiteatri. Tamni i svetli korpus su povezani/odvojeni transparentnim partijama iza kojih se nalaze predprostori, holovi i vertikalne komunikacije.



**Slika 9 – Izgled jugoistok**

Stakleni omotač prizemlja doprinosi olakšanju kompaktne mase korpusa i izdizanju u odnosu na pristupni trg, istovremeno omogućujući generisanje novih fokusa interesa u okolnom prostoru.



*Slika 10 – Izgled objekta*



*Slika 11 – Izgled objekta*

### 3.4 ENTERIJER ANEKSA

Rešenje enterijera čitavog objekta proisteklo je iz koncepta primenjenog u rešavanju prostorija za održavanje nastave, kako u smislu zadovoljavanja osnovnih akustičkih zahteva, tako i u pogledu njihovog estetskog izraza.



*Slika 12 – Amfiteatar A*

Drvene obloge, upotrebljene kao akustički element, bez obzira na delimičnu unificiranost, oblikovane su i kao dekorativni činilac enterijera, kao i paleta tekstura i boja koju nude kombinacije monolitnih i raster spuštenih plafona, prirodnog kamena, granitne keramike u frekventnim holovima i odgovarajućih vinilnih obloga u ostalim prostorijama, detalji od inoxa i stakla.



*Slika 13 – Amfiteatar A1*

Sve to, uz pažljivo izabranu rasvetu i gotovo u celini projektovanu opremu, doprinosi stvaranju integrisane likovne celine, koja bi kod korisnika trebalo da probudi osećaj pripadnosti i udobnosti.

Realizacija ovog enterijera, u kome su svi upotrebljeni elementi tretirani kao sinteza upotrebnog i dekorativnog još jedna je manifestacija onog segmenta stavova autora koji se odnosi na imperativ korišćenja „dragocenosti“ materijala u svim mogućim relacijama.

## 4 ZAKLJUČAK

Aneks Medicinskog fakulteta u Nišu, otvoren u oktobru 2010. godine povodom proslave 50 godina rada tog fakulteta, u funkciji je tačno godinu dana. Čini se da su autori ponudili zadovoljavajuće odgovore na brojna pitanja postavljena u uvodu u ovaj tekst. Kvalitet objekta prepoznao je i žiri Godišnje nagrade Saveza arhitekata Srbije, koji je na osnovu vrednovanja po uspostavljenim kriterijumima - Objekat u društvenom kontekstu; Objekat u prostornom kontekstu te njegov gradograditeljski potencijal; Arhitektonski program objekta i relacije u prostornom kontekstu; Arhitektonski program i tema objekta; Arhitektonski program i prostornost objekta; Tema objekta i izabrana sredstva realizacije; Konsekventnost materijalizacije i arhitektonskih detalja – autorima Aneksa Medicinskog fakulteta Univerziteta u Nišu dodelio Nagradu Saveza Arhitekata Srbije za najuspešnije delo iz oblasti arhitekture za 2010.

## LITERATURA

- [1] *A design Manual – Research and Techology Buildings*, Braun H., Groemling D. Birkhäuser, Basel 2005.
- [2] *Architectural Thought: the design process and the expectant eye*, Brawne M. Architectural Press, Oxford, 2003.
- [3] „*Akustika za arhitekte*”, Kurtović H., Akademska misao, Beograd, 2002.
- [4] *University Builders*, Pearce M., Wiley-Academy, GB, 2001.
- [4] *The Architects' Handbook*, Pickard Q. (ed), Blackwell, Oxford, 2003.
- [5] „*Građevinska fizika - Projektovanje i primena*” Šild E., Kaselman H. F., Damen G., Polenc R., Građevinska knjiga, Beograd, 1985.
- [6] *Building Types Basics for Research Laboratories*, Watch D., John Wiley & Sons, New York, 2001.

## ARHITEKTONSKO REŠENJE I REALIZACIJA HOTELA VISOKE KATEGORIJE – BEST WESTERN HOTEL „MY PLACE“ U NIŠU

Aleksandar Milojković<sup>1</sup>, Marko Nikolić<sup>2</sup>

**Rezime:** Nedostatak funkcionalnih i modernih smeštajnih i ugostiteljskih kapaciteta je jedan od značajnih nedostataka u turističkoj ponudi Niša, naročito neposrednog gradskog jezgra. Kao rezultat analize ovakvog stanja, nastao je projektni zadatak i zahtev investitora za izradu projekta hotela „My place“, koji bi ispunjavao uslove predviđene za hotel kategorije 4 zvezdice. U radu se diskutuje arhitektonski projekat i funkcije ovog hotelskog objekta, kao i projekat enterijera, nastalog u cilju zadovoljenja optimuma kriterijuma postavljenih zakonskim regulativama za izgradnju hotela visoke kategorije.

**Ključne reči:** projektovanje hotela sa 4 zvezdice, projektovanje enterijera hotela, funkcija hotela

**Abstract:** Obvious lack of adequate accomadation and hotel facilities in the city of Niš is a problem which has been continually present for decades. The existing hotel buildings are either too old or can not fulfill demands of modern tourists. These facts have motivated the intention to design and build a hotel optimized as a 4 star hotel, “My place”, in Niš city center, on the left bank of the river Nišava. Exterior design, interior design details and functional aspects of this hotel are discussed in this paper.

**Key words:** 4 star hotel design, hotel interior design, hotel building functions

---

<sup>1</sup> asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

<sup>2</sup> asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

## 1 UVOD

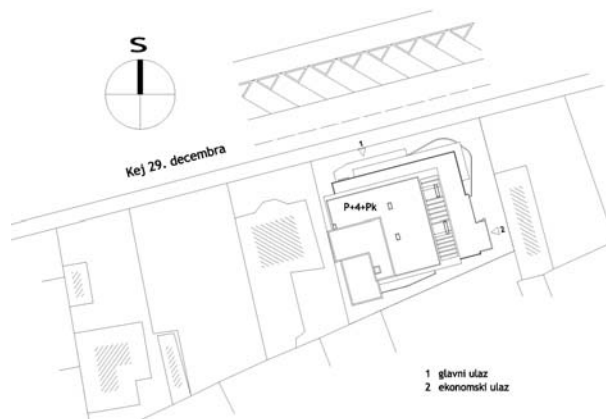
Hotel je arhitektonski tip relativno dobro poznat i često analitički sagledavan u našoj sredini. Ipak, do sada korišćeni modeli su nestandardni, često obiluju nedostacima i uglavnom nisu primenljivi u smislu ograničenja, ali i zahteva koje nameće društvo u tranziciji.

Nedostatak funkcionalnih i modernih smeštajnih i ugostiteljskih kapaciteta je jedan od značajnih nedostataka u turističkoj ponudi Niša, naročito neposrednog gradskog jezgra. Veliki deo postojećih hotelskih i drugih objekata za smeštaj turista, iako su mnogi od njih građeni u sasvim druge svrhe, a neki više decenija bez adekvatnog održavanja i osavremenjavanja, radi punim kapacitetom. Kao plod ove analize, da su gradu, u smislu zadovoljavanja savremenih potreba smeštaja i turizma, neophodni odgovarajući objekti - hoteli, nastao je projektni zadatak i zahtev investitora za izradu projekta hotela, koji bi prema Pravilniku o razvrstavanju, minimalnim uslovima i kategorizaciji ugostiteljskih objekata ("Službeni glasnik RS", br. 66/94) ispunjavao uslove predviđene za hotel kategorije 4 zvezdice i bio u građevinsko-infrastrukturnom smislu obrađen najsavremenijim materijalima i opremljen najnovijim uređajima za grejanje, klimatizaciju, komunikaciju i dr. U tom smislu, predviđene su sve neophodne sadržine koje su prostorno i funkcionalno tretirane tako da zadovolje optimum postavljenih kriterijuma.

## 2 URBANISTIČKO REŠENJE

Hotel se nalazi u ulici Kej 29. decembar u Nišu, na lokaciji površine 480 m<sup>2</sup>. Ispred objekta se nalazi novoizgrađena uređena parkovska površina u sklopu pešačke komunikacije duž nišavskog keja.

Objekat je postavljen na građevinskoj liniji ulice Kej 29. decembar, u pravcu istok-zapad. Kolski i pešački prilazi su predviđeni iz ulice Kej 29. decembar.



*Slika 1 – Situacioni plan*

Spratnost objekta je Su+P+4+Pk. Objekat zahvata površinu od  $P_{brp}=283.45m^2$  (bruto površina prizemlja). Ukupna površina etaža (građevinska bruto površina) iznosi  $P_{br}=2087.80m^2$ . Korisna površina objekta iznosi  $P_k=1746.85m^2$ .

Parking prostor je predviđen na delu keja ispred objekta, za parkiranje vozila pod uglom, sa direktnim prilazom iz ulice Kej 29. decembar. Kapacitet parkinga je 20 putničkih vozila.

## 3 ARHITEKTONSKO REŠENJE I KONCEPCIJA OBJEKTA

### 3.1 FUNKCIJA OBJEKTA

Glavni ulaz u objekat je sa severne strane, iz ulice Kej 29. decembar. Projektovan je kao reprezentativni ulaz za goste i natkriven je nadstrešnicom. Kako je prizemlje hotela izdignuto u odnosu na kotu trotoara za 1.20m na ulazu je projektovano stepenište i rampa za pristup hendikepiranih lica.

Ekonomski ulaz je projektovan sa istočne strane, iz dvorišta, gde je predviđen i pristup za teretna vozila i ulaz/izlaz osoblja hotela, kao i prijem životnih namirnica i druge robe.

Vertikalni transport gostiju, uslužnog osoblja i prtljaga obavlja se stepeništima ili putem liftova. U tu svrhu projektovana su dva stepeništa, dva putnička lifta i jedan lift za hranu.

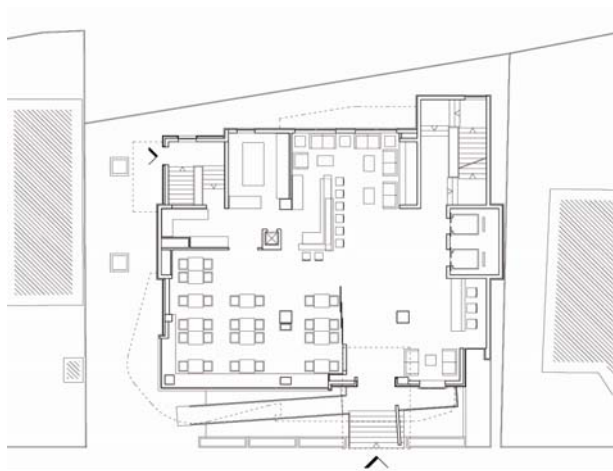
Vertikalne i horizontalne komunikacije su projektovane i dimenzionisane u skladu sa Pravilnikom o razvrstavanju, minimalnim uslovima i kategorizaciji ugostiteljskih objekata. Liftovi su nosivosti  $Q=630kg$  (8 osoba) i saobraćaju od podrumске do etaže potkrovlja (sa stanicom na svakoj

etaži). Lift za hranu povezuje podrum (magacine hrane i pića), prizemlje (office i kuhinju) i potkrovlje (office i kuhinju).

U prizemlju hotela projektovan je hotelski hol, kao centralni komunikacioni i društveni prostor hotela. Hol je povezan sa svim funkcionalnim grupama hotela.

Unutar hola projektovan je pult za recepciju i informativnu službu sa kog se obezbeđuje potpuna kontrola hola, liftov i ulaza.

U samom holu projektovan je aperitiv bar (direktno povezan sa office-om i restoranom-salom), praćen grupacijom niskog sedenja, kao predprostor sali za obedovanje – restoranu za 40-ak gostiju. Sala je povezana preko dvokrilnih vrata sa uslužnim office-om za serviranje hrane, napitaka i drugih konzumacija, koji se neposredno povezuje sa kuhinjom. Office je (a preko office-a i kuhinja) pomoćnim stepeništem, kao i liftom za hranu, direktno povezan sa pomoćnim prostorijama u podrumu i ekonomskim ulazom. U kuhinji se vrši priprema svih obroka, kao i pranje posuđa.



*Slika 2 – Osnova prizemlja*

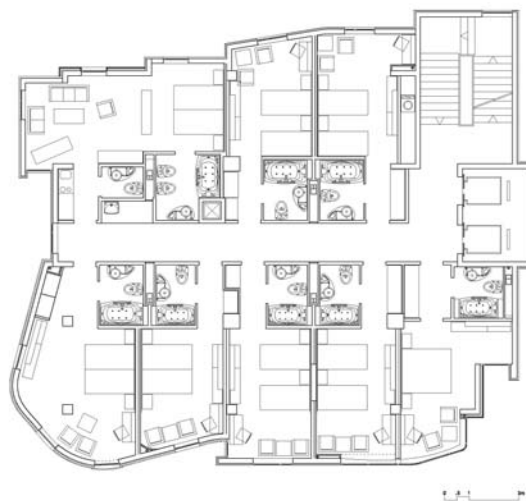
U podrumskoj etaži hotela pored glavnog sanitarnog čvora za goste restorana, centralnog magacina i drugih neophodnih tehničkih prostorija (kotlarnica, klima komora, hidrofor), projektovan je prostor za fitness, sa potrebnom garderobom i sanitarnim čvorom, salon za masažu, sauna sa tušem i mali frizerski salon.

U organizaciji osnova „stambenih” spratova, uz određena variranja fasadne ravni, primenjena je uobičajena „hotelska” šema centralnog koridora i dva trakta sa sobama.

Hotel ima 2 jednokrevetne, 24 dvokrevetne sobe, 2 studija i 4 apartmana. Ukupan kapacitet hotela je 62

gosta. Sve sobe i apartmani imaju površinu veću od minimalne propisane za odgovarajuću kategoriju ugostiteljskih objekata. Svaka soba ima zasebno kupatilo opremljeno najsavremenijim sanitarnim uređjima (hidromasažna kada i sl.) i pretprostor sa garderobom. Apartmani imaju, pored spavaće sobe i kupatila, i dnevni boravak, čajnu kuhinju i WC. Sve sobe i apartmani opremljeni su namenski projektovanom opremom i najsavremenijim tehničkim uređjima (LCD TV prijemnicima, DVD tinerima, mini barovima i sl.).

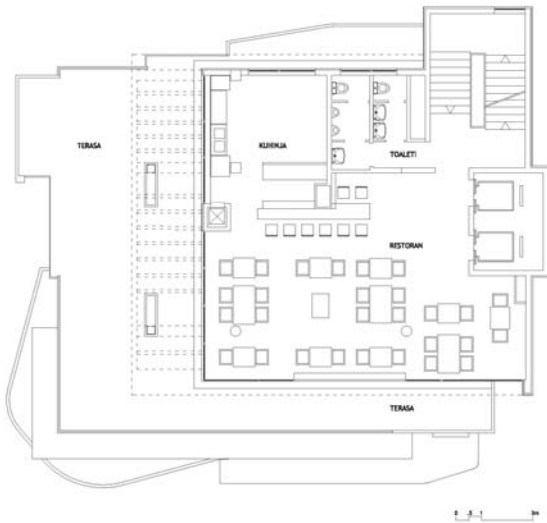
Na svakoj od 4 stambene etaže predviđena je po jedna ostava površine 2.0m<sup>2</sup> za odlaganje potrebnog pribora i čistog hotelskog rublja.



*Slika 3 – Osnova I i II sprata*

U potkrovlju hotela projektovan je salon za 50-ak gostiju, sa direktnim pristupom preko centralnog stepeništa ili liftovima. Salon ima svoj bar pult, kao i priručnu kuhinju, koja je liftom za hranu povezana sa kuhinjom u prizemlju i sa magacinima hrane i pića u podrumu. U svečanim prilikama salon služi za koktel partije. U okviru salona, a neposredno na izlasku iz stepenišnog prostora i iz liftova, projektovana je garderoba za goste, a za potrebe salona projektovan je sanitarni čvor.

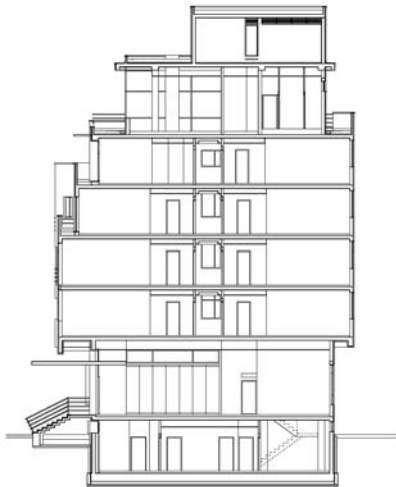
Na etaži potkrovlja projektovana je hotelska terasa površine 120m<sup>2</sup>. Izlaz na terasu predviđen je iz salona, sa kojim je i funkcionalno povezana. Deo terase je natkriven pergolom, kao zaštitom od sunca.



*Slika 4 – Osnova potkrovlja*

### 3.2 KONSTRUKTIVNO REŠENJE

Konstruktivni sistem je projektovan kao armirano-betonska okvirna konstrukcija sa AB zidovima. Dimenzije stubova su 40/40cm, 40/67cm, 60/67cm i 70/70cm, sa rasponima 660cm u jednom, i 360cm i 640cm u drugom pravcu.



*Slika 5 – Poprečni presek*

Debljina armirano-betonskih zidova je  $d=20\text{cm}$ . Međuspratna konstrukcija je monolitna armirano-betonska ploča, livena na licu mesta, prema opterećenjima propisanim za ovu vrstu objekta,

debljine  $d=20\text{cm}$ , a na delovima objekta (stepenišni prostor)  $d=16\text{cm}$ .

Fundiranje objekta vrši se na armirano-betonskoj temeljnoj ploči, u skladu sa geotehničkim uslovima, debljine  $d=50\text{cm}$ .

### 3.3 PRISTUP OBLIKOVANJU HOTELA

Kombinacijom “pokrenutih” i “smirenih” arhitektonskih elemenata primarne plastike, njihovim međusobnim prožimanjem i upotrebom različitih tipova otvora dobijena je složena i dinamična volumenska kompozicija, a odgovarajući izbor materijala reguliše perceptualni balans masa.



*Slika 6 – Izgled objekta*

„Mirne” partije obrađene su pločama od prirodnog kamena. Ulazna partija je posebno naglašena nadstrešnicom i velikim portalom, umetnutim između masivno obrađenih zidova.

Veći erker na uličnoj fasadi, zaobljenim delom orijentisan ka slobodnom delu parcele i obavijen staklenom “membranom” implicira određene konceptijske i funkcionalne nedostatake, ali kao dominantni volumen u komunikaciji sa urbanim okruženjem potencira ekskluzivnost arhitekture koja je – imajući u vidu namenu objekta - imperativ. Manji erker na uličnoj fasadi je zaobljenim delom orijentisan tako da su iz soba omogućene vizure ka Tvrdavi.





*Slika 7 – Erkeri na uličnoj fasadi*

Fasadna ravan u potkrovlju je većim delom povučena od regulacione linije za 4.20m, tako da se ne remeti vertikalna regulacija ulice. Prostor u potkrovlju, sa prostranom krovnom terasom, predviđen je za boravak gostiju. Projektovan je gotovo u potpunosti u staklu, što omogućuje otvaranje vizura ka reci i ka Tvrđavi i doprinosi utisku spajanja i prožimanja enterijera i eksterijera.



*Slika 8 – Detalj čeone fasade*

### 3.4 ENTERIJER HOTELA

Enterijer, proučavajući funkcionalnosti i prečišćenog izraza, rešen je jasnim potezima, snažno i jednostavno, upotrebom kvalitetnih materijala, kolorita svedenog na minimum i bez nepotrebne dekoracije. Razradom i najsitnijih detalja, učinjen je pokušaj da se u javnom delu kreira fleksibilan prostor, zanimljiv ambijent, kao okvir za različita dešavanja, sa namerom da se publici ponudi koncept potpuno drugačiji od iziviljenih dekorativnih kvazi stilova

kojima se često u poslednje vreme projektanti sa zakašnjenjem vraćaju.



*Slika 9 – Multifunktionalnost hotelskog hola*

U smeštajnim jedinicama, pet standardnih elemenata hotelske sobe svedeno je na dva višenamenska, što je rezultovalo „viškom“ slobodnog prostora i komfora. Ovakav pristup, konsekventno je sproveden u svim segmentima, sa jasnom namerom da se u prostor unese minimalna (neophodna) količina pažljivo odabrane, ili namenski dizajnirane opreme, kako bi, uz naglašene tehnološke punktove za opsluživanje, ostalo puno „praznog“ prostora za posetioce koji predstavljaju stvarni dekor, uvek drugačiji i neponovljiv.



*Slika 10 – Smeštajna jedinica*

## 4 ZAKLJUČAK

Brojni su elementi koji značajno utiču na percepciju različitih sadržaja savremenog hotela, a koje projektanti treba da imaju u vidu. S druge strane, klijentela, zbog koje sve počinje i završava se, uglavnom je nepoznanica za arhitektu u fazi

nastajanja projekta. Hoteli širom sveta preplavljeni su gostima koji žele da tokom svog kratkog boravka iskorače iz svakodnevice i odsednu u glamuroznim objektima visoke kategorije uživajući u „kraljevskim” ambijentima, prostorima ispunjenim „stilskim” mobilijarom, dekoracijom, pozlatom. Dodatni sadržaji i nivo opreme određuju kategoriju hotela, ali je vrlo teško povući jasnu granicu između luksuza i istinskog ugodaja, između svesnog, veštog i „prosečnog” korisniku ugodnog koketiranja sa kičom i potpunog provladavanja istog. Posebno kada je reč o enterijeru.

Zbog prihvatanja imperativa „privlačnog” i „dopadljivog” ambijenta, autori često prilagođavaju sopstveni, autentični izraz određenim pretpostavkama i „izmaštanim” željama korisnika, pri čemu koncepcija enterijera, pa i celog objekta često postaje stvar programsko-komercijalne orijentacije i odluke investitora, a sve ređe kreativan odgovor projekatnata i dizajnera na postavljene zadatke. U konkretnom slučaju, opredeljujući se za projektantski tim ustaljenog stilskog izraza, investitor je dobio ono što je i očekivao.

Realizovani objekat je veoma povoljno ocenjen od strane brojnih korisnika hotela, menadžmenta kompanije „Best Western”, kao i od strane stručne javnosti, a rezultat toga je i nagrada u kategoriji ARHITEKTONSKI PROJEKTI – REALIZACIJE, na manifestaciji „TRIJEKTORE ARHITEKTURE – NIŠ 2006” koju je žiri dodelio na osnovu vrednovanja po utvrdjenim kriterijumima: autentičnost i savremenost dela; reprezentativnost dela; kontinuitet arhitektonskih vrednosti; lokalno-regionalni identitet rada.

Ovakva odluka obrazložena je od strane žirija, između ostalog, rečima:

„Proporcijskim odnosima, ritmom fasadnih ravni i sugestivnom likovnošću na atraktivnoj lokaciji, objekat predstavlja sintezu kreativnosti i složenih funkcionalnih zahteva.”

## LITERATURA

[1] *Architectural Thought: the design process and the expectant eye*, Brawne M. Architectural Press, Oxford, 2003.

[2] *Niško Trijenale Arhitekture, prva decenija*, Keković A., Marušić D. (ed), Društvo arhitekata Niša, Niš, 2010.

[3] *Hotelijerstvo. Teorija i praksa*, Kosar Lj., Viša hotelijerska škola, Beograd, 2002.

[4] *Small hotels & rural hotels*, Minguet J. M. (ed), Monsa, Barcelona, 2009.

## UPRAVLJANJE PROJEKTNIM CIKLUSOM (PCM) – PRIMER PROJEKTA POSTROJENJE ZA TRETMAN OTPADNIH VODA

Danka Milojković<sup>1</sup>, Nebojša Stojković<sup>2</sup>

**Rezime:** Korišćenje zajedničkih alata i standarda za projektovanje i upravljanje građevinskim projektima. Sličnost strukture PCM modela sa modelom nabavke u privatnom i javnom sektoru sa ekonomskog aspekta. Analiza principa PCM modela sa makro i mikro nivoa. Primenljivost PCM na projekte javnog i privatnog sektora. Prikaz liste potrebne dokumentacije za PCM proces za EHCIP projekat - Program kapitalnog ulaganja u zaštitu životne sredine; projekat zaštite životne sredine u Turskoj finansiran iz EU granta. Integralni pristup PCM i LFA/LFM.

**Ključne reči:** projekat, investicija, otpadne vode, EU grant, PCM, LFA/LFM

**Abstract:** Using of the common tools and standards for designing and managing of construction projects. From economical side, structure of the PCM model is similar to the purchasing model of private or public sector. Analysis of macro and micro level of the PCM model principles. Applying of the PCM on projects of public and private sector. Showing the list of necessary documentation for the PCM process for EHCIP project - Environmental Heavy Cost Investment Program; the EU grant financed environmental project in Turkey. Integral approach of PCM and LFA/LFM.

**Key words:** project, investment, wastewater, EU grant, PCM, LFA/LFM

---

<sup>1</sup> mr, LEDIB program, Nišavski okrug, Srbija

<sup>2</sup> prof. dr, Ekonomski fakultet u Nišu

## 1 UVOD

Razvoj projekta je kontinuirani proces od rane projektne ideje i programiranja do fizičkog završetka i predaje klijentu. To je kompleksan, inovativan i vremenski zahtevan proces, najkorisniji za sve strane koje učestvuju u njemu.

Kada govorimo o projektima u okviru profesije kao što je građevinski sektor, veoma je važno da se međusobno komunicira istim jezikom, tj. da se koriste zajednički alati i standardi za osmišljavanje projekata i njihovo upravljanje, naročito u projektima finansiranim od strane EU, gde je upotreba jedinstvenih standarda obavezna u svim komunikacijama.

Što je transparentniji projektni proces koji se odvija među zainteresovanim stranama, veće su šanse za kreiranje i finansiranje uspešnog projekta i projekta koji će biti referentan model za sve uključene strane.

## 2 STRUKTURA PCM

Projektni proces može biti definisan projektnim ciklusom (PCM) sledeći osnovnu struktuiranu logiku i disciplinu tradicionalnog projektnog upravljanja, gde "lanac logike" ne može biti prekinut.

Osnovna struktura PCM modela u ekonomskom smislu ima sličnosti sa modelom nabavke u privatnom ili javnom sektoru.

Određivanje aktivnosti koje treba preduzeti za uspešno sprovođenje projekta postaje jednostavnije ukoliko je proces podeljen u specifične faze. Stoga se planiranje i sprovođenje projekta posmatraju kao uzastopne faze.

## 3 PRIMENA PCM NA MAKRO I MIKRO NIVOU

PCM disciplina može biti primenjena na projekte na makro i mikro nivou. Principi PCM-a su isti za oba nivoa.

Na makro nivou ili državnom nivou projektni plan koji sledi PCM može trajati duži niz godina usled tekuće političke situacije, državne strategije, dugoročnog planiranja, prioritizacije projekata, npr. veliki infrastrukturni projekti.

Sa velikim brojem zainteresovanih strana, uključenih insitucija i partnera, u potrazi za konsenzusom u različitim fazama, vremenski okvir može biti i 5 -10 godina.

Ipak, krećući se ka operativnom mikro nivou projekta, uobičajeno je da se jedan investicioni projektni plan realizuje u periodu od 3 - 5 godina, u zavisnosti od upravljanja, posvećenosti, veličine projekta i tehničke i finansijske složenosti projekta.

S obzirom da je PCM primenljiv na projekte javnog i privatnog sektora, glavna razlika je u efikasnosti korišćenja ovog modela. Kod projekata privatnog sektora, sa ograničenijim brojem zainteresovanih strana i insitucija od kojih se traži konsenzus i posvećenost, vreme je novac kao takav, projekti privatnog sektora su pretežno efikasnije razvijeni / sprovedeni sa direktnom odgovornošću za uključene osobe.

## 4 MIKRO NIVO – POSTROJENJE ZA TRETMAN ODPADNIH VODA (WWTP) SPROVEDEN U TOKATU VLASNIŠTVO GRADA U TURSKOJ 2004.-2007.

Sledeći primer<sup>3</sup> se odnosi na WWTP u Tokatu, Turska na infrastrukturnom projektu, pod EHCIP sa investicionim budžetom od:

Usluge: EUR 3 miliona od IFI-a / lokalno ko-finansiranje od 100/0%.

Radovi: EUR 18 miliona od IFI-a / lokalno ko-finansiranje od 75/25%.

### Mikro nivo

#### Primer

Potrebna dokumenta za PCM proces za EHCIP projekat – Program kapitalnog investiranja u zaštitu životne sredine; Projekat zaštite životne sredine u Turskoj finansiran iz EU granta:

- I. **Programiranje & sveobuhvatni državni dokument / strateški dokument**  
Prioriteti, šira lista, uža lista

<sup>3</sup> IFI je u ovom slučaju bio 75% grant od strane EU sa 25% lokalnog ko-finansiranja od strane Opštine Tokat (Radovi). Termini "Usluge", "Radovi" i "Nabavka" se koriste u PRAG-u.

Projektne predlozi  
Projektne zadatke (TOR) & Strateška procena  
životne sredine (SEA)

- II. **Identifikacija & razvoj investicionih paketa,**  
projekti modela životne sredine  
TOR & sagledavanje činjenica u Opštinama  
TOR & pred-studija izvodljivosti  
TOR & procena uticaja na životnu sredinu (EIA)  
Izveštaj iz početne faze  
Izveštaj definisanja kriterijuma (WWTP, tehnički)  
Izrada nacrt  
Izrada nacrt finansijskog predloga  
Priprema sažetka projekta
- III. **Procena projektnog sažetka**  
Finalna studija izvodljivosti  
Finansijski predlog
- IV. **Finansiranje & Finansijski sporazum**  
Ko-finansiranje  
Odluka o finansiranju  
Finansijski Sporazum
- V. **Sprovođenje & izrada tenderske dokumentacije / završetak**  
PRAG/FIDIC  
Raspisivanje tendera, ugovaranje, izgradnja  
Nadgledanje, praćenje  
Tehnička pomoć (TA) & Trening programi
- VI. **Evaluacija & Revizija**  
TOR & izveštaji o oceni (evaluaciji)  
Održivost & Procena uticaja  
Iskustva za buduće programe

Primer mikro nivoa ilustruje sve preduzete potrebne korake i neophodno donošenje odluka i sprovođenje faze po faze za sve strane koje učestvuju.

Najčešće je potrebno profesionalno konsultovanje za Usluge tehničke pomoći (TA) da bi se podržali / nadgledali / pratili lokalni partneri u većini faza PCM-a i da bi se istovremeno vršila izgradnja kapaciteta institucija.

Projekat bi trebalo uvek da održava fleksibilnost i dinamiku potrebne u praktičnom procesu razvoja projekta na mikro nivou – na kraju dva koraka napred, jedan korak nazad doprinoseći da se projekat pokrene i sprovodi.

## 5 PREPORUKE ZA UPOTREBU PCM

Zvanični priručnici Evropske Komisije za PCM su ažurirani tokom vremena od strane TA / konsultanata i planera, obrazlažući detalje PCM-a i Pristupa logičkog okvira (LFA) i njihovu opštu primenu.

Svaki EU projekat, koji je razvijen i sproveden za zemlje koje su u procesu pristupanja EU ali i drugde, prikupljao je i dodavao ovom iskustvu koje je sticano više od 20 godina.

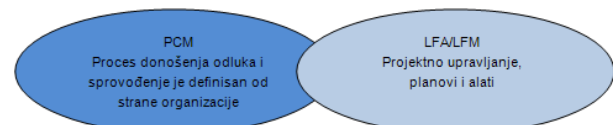
Kod upotrebe PCM-a preporučuje se sledeće:

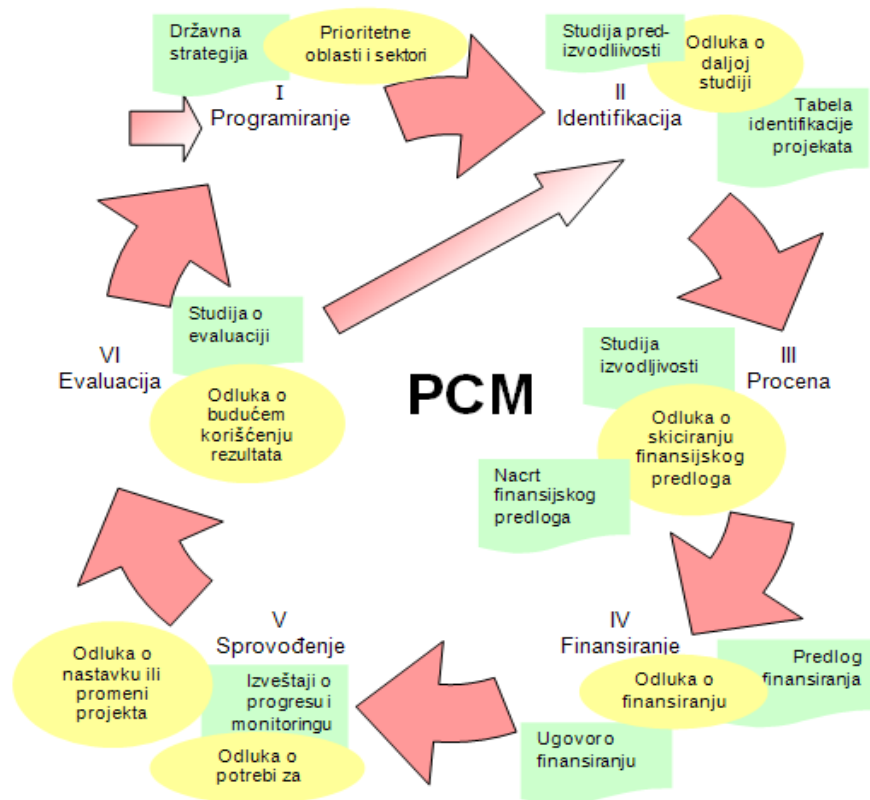
1. Ne započinjati naredni korak dok se ne završi onaj prethodni
2. Oni koji su odgovorni za donošenje odluka, moraju definisati kriterijume i metode donošenja odluka za svaki od koraka
3. Glavne zainteresovane strane (stejkholderi) moraju biti konsultovani na prvom koraku i mora se obezbediti njihovo kontinuirano učešće u procesima donošenja odluka
4. Mora se obezbediti dosledan i analitički pristup pri projektnom kreiranju i upravljanju
5. Cilj projekta mora biti definisan na jasan način i prepoznat kao tačka fokusa, a neophodni mehanizmi se moraju ustanoviti kako bi pružili održivost koristi dobijenih iz projekta
6. Integrisani pristup i standardizacija dokumenata mora biti obezbeđena korišćenjem Pristupa logičkog okvira.

Kombinovanje PCM-a i LFA/ Matrice logičkog okvira (LFM) predstavlja doprinos uspešnoj realizaciji projekta.

PCM definiše različite faze u životu projekta sa dobro definisanim upravljačkim aktivnostima i procedurama za donošenje odluka.

LFA/LFM - Metodologija za planiranje, upravljanje i evaluaciju programa / projekta, koristeći alate za poboljšanje aktivnog učešća i transparentnosti kako bi se unapredila orijentacija prema ciljevima



**Projektni ciklus – tok glavnih dokumenta i odluka****LITERATURA**

- [1] Central Finance and Contracts Unit, Ref.: Contract TR/0203.03/001, Ministry of Environment and Forest, Technical Assistance for Environmental Heavy-Cost Investment Planning, Turkey, Tokat Wastewater, Treatment Plant Project Inception Report, October 2004
- [2] EUROPEAN COMMISSION Europe Aid Cooperation Office General Affairs, Evaluation Project Cycle Management Handbook, PARTICIP GmbH Germany & FTP International Ltd. Finland & Prospect C&S Belgium & South Research Belgium, Version 2.0, March 2002
- [3] EU-IPA Environmental Heavy Cost Investment Program EHCIP, Turkey (2006)
- [4] [http://ec.europa.eu/europeaid/multimedia/publications/publications/manuals-tools/t101\\_en.htm](http://ec.europa.eu/europeaid/multimedia/publications/publications/manuals-tools/t101_en.htm)

## SAVREMENE METODE ISTRAŽIVANJA I UPRAVLJANJA TOKOVIMA GRAĐENJA PUTNIH SAOBRAĆAJNICA

Slobodan Mirković<sup>1</sup>

**Rezime:** U radu se opisuje jedna od savremenih metoda za brzo istraživanje tokova gradjenja putnih saobraćajnica, a menadžmentu gradilišta (odgovornom rukovodiocu) daje mogućnost da pored ostvarenih rezultata brzo ustanovi: dominantne faktore koji su imali pozitivan i negativan uticaj na postignute proizvodne rezultate; stepen i intenzitet iskorišćenja proizvodnih kapaciteta (mehanizacije radne snage); racionalnost i ekonomičnost utroška materijalno-energetskih i finansijskih resursa itd.

Primenom ove metode, obezbeđuje se precizno i efikasno sakupljanje kvalitetne informacije u dovoljnom obimu, za kvalitetno donošenje operativnih ali i korektivnih odluka, kojima se prevazilaze pojavljena odstupanja od planom predviđenih rokova, količina i ritmova odvijanja građevinske proizvodnje odnosno tokova gradjenja putnih saobraćajnica. Predložena metoda na osnovu usvojene metodologije, raspoloživih koraka i obimne primene računara i računarskih programa omogućava brzo: definisanje i redefinisane ciljeva; sistematizovanje dobijenih podataka i izdvajanje relevantnih informacija od značaja za donošenje kvalitetnih odluka; definisanje stanja proizvodnog sistema i stanja radova na gradjenju; specificiranje relevantnih faktora od značaja za ubrzanje proizvodnih tokova; izvršenje kvantitativne i kvalitativne višefaktorne analize, formulisanje matematičkih modela, koji odgovaraju postojećim uslovima, ugovorenim, tehničkim, tehnološkim i drugim zahtevima, kao i projektovanje i usvajanje najadekvatnije šeme upravljanja i rukovodjenja gradilištem ili izvodjačkim privrednim društvom.

**Ključne reči:** građevinska proizvodnja, donosioci odluke, menadžment gradilišta

**Abstract:** In the paper is given one of the contemporary methods for quick assessment of building construction in progress, and the construction site management is given the possibility to determine (apart from the accomplished results) the dominant factors which positively or negatively influenced those results; degree and intensity of utilization of production resources (machinery, work force); cost-efficiency of material, energy and finances expenditure.

Through application of this method a precise and efficient collection of sufficient and quality information is provided, for the purpose of good operative and corrective decision making, which serve to overcome occurrence of deviations from the planned deadlines, quantities and rhythms of the construction process. The proposed method, through the adopted methodology, available procedures and wide application of computers and computer software ensures quick definition and redefinition of goals; systematization of obtained data and distinguishing of relevant information for quality decision making; definition of the production system status and completed construction work status; specification of relevant factors for acceleration of production processes; execution of multi-factor analysis in qualitative and quantitative terms, formulation of mathematical models corresponding to the existing conditions and contracted technical, technological and other requirements; designing and adoption of most adequate construction site or contracting company management pattern.

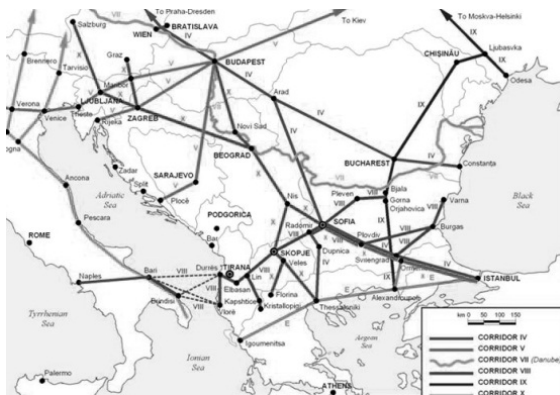
**Key words:** building construction, decision makers, construction site management

---

<sup>1</sup> prof. dr, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

## 1 UVOD

Odluka Vlade Republike Srbije da prioritarno do 2012 u potpunosti izgradi autoputeve na pravcima Granica Madjarska-Subotica-Novi Sad-Beograd-Niš, Skoplje-Atina i Niš-Dimitrovgrad-Sofija Istanbul i time se ostvari kvalitetno uključivanje u autoputnu mrežu Evrope, postavlja pred Javno preduzeće "Putevi Srbije" i izvodjačka putarska privredna društva ozbiljne zadatke da iznadju najoptimalniju tehnologiju, organizaciju i sistem upravljanja kojom će uspešno ispuniti ovako postavljeni cilj. Pri ovome se objektivno očekuje široko uključenje naučno-istraživačkih institucija, koje će novim i inoviranim tehnološkim i organizacijskim procesima gradjenja, kao i savremenim metodologijama istraživanja i upravljanja tokovima gradjenja, doprineti povećanju efikasnosti, ekonomičnosti i kvalitetu gradjenja.



**Slika 1 - Panevropski koridori autoputeva koji prolaze preko teritorije Republike Srbije**

Savremene metode istraživanja sa svojim metodologijama za istraživanje ostvarenih rezultata gradjevine proizvodnje i sistematizovanje dobijenih informacija u oblicima, koji obezbeđuju laku primenu višefaktorne i višekriterijumske analize, a jednovremeno i jednostavno formulisanje matematičkih modela i relevantnih ograničenja, najčešće u svom sastavu imaju korake, čijim se sukcesivnim izvršavanjem brzo dolazi do: utvrđivanja ostvarenih rezultata u istraživanom vremenskom periodu; sagledavanja dominantnih faktora sa pozitivnim i negativnim uticajem na ostvarene proizvodne rezultate; utvrđivanja intenziteta i stepena iskorišćenja proizvodnih kapaciteta (mehanizacije radne snage); odnosno do preciznog utvrđivanja racionalnosti, produktivnosti i

ekonomičnosti utroška materijalno-energetskih, finansijskih i ostalih resursa. Nesumnjivo da su najznačajniji koraci ovakvih metoda vezani za: sagledavanje osnovnih ciljeva istraživanja; beleženje i sistematizovanje relevantne informacije o ostvarenim proizvodnim rezultatima i uslovima pod kojima se došlo do njih; izbor i usvajanje optimalnih metoda istraživanja i utvrđivanja postojećeg stanja pojedinih radova ili celokupnog procesa gradjenja; sakupljanje i sistematizaciju dobijene informacije; kvalitativnu i kvantitativnu analizu sistematizovane informacije i formulisanje matematičkih modela koji su u saglasnosti sa ugovorenim, tehničkim, tehnološkim i drugim mogućnostima izvodjača ali i prognoziranih uslova izvršenja gradjevine proizvodnje, kao i za projektovanje u usvajanje adekvatne šeme upravljanja i rukovodjenja gradilištem ili celokupnim izvodjačkim privrednim društvom.

## 2 OSNOVNO O SAVREMENIM METODAMA ISTRAŽIVANJA I SISTEMATIZACIJE INFORMACIJE OD ZNAČAJA ZA DONOŠENJE RELEVANTNE ODLUKE

Savremene metode istraživanja, beleženja i sistematizovanja informacije od značaja za donošenje relevantnih tekućih i korektivnih odluka, kao i od značaja za same procese donošenja odluka najčešće sebaziraju na metodologijama koje u svom sastavu imaju korake vezane za definisanje cilja istraživanja; za utvrđivanje stvarnih-realnih, ali i za proveru prognoziranih uslova rada na lokaciji, sektoru ili deonici gradjenja; za utvrđivanje ostvarenih rezultata, produktivnosti, ekonomičnosti, stvarnih utrošaka svih resursa u istraživanom periodu odvijanja gradjevine proizvodnje; za utvrđivanje postojećeg stanja istraživanog gradjevinskog sistema; za određivanje vrste i potrebnog obima snimanja tokova gradjevinskih radova; za analizu raspoložive (postojeće u gradjevinskoj dokumentaciji) i nove informacije (dobijene istraživanjem u okviru prethodnih, pripremnih, glavnih ili završnih radova izvršanih tokom perioda istraživanja); za formulisanje matematičkih modela za različite scenarije varijanata rada sa predlogom mera za prevazilaženje postojećeg stanja; za ocenu predloženih varijanata sa aspekta ugovorenih, tehničkih, tehnoloških i drugih mogućnosti i uslova izvršenja kao i jednog koraka za usvajanje optimalne šeme upravljanja i rukovodjenja ili definisanja



najadekvatnijeg strukturno-organizacionog modela gradilišta i privrednog društva.

U ovom smislu ovakve savremene metode omogućavaju da se tokom definisanja ciljeva tačno sagledaju faze istraživanja i načini obrade parcijano dobijenih rezultata. Pored toga pružaju mogućnost da se definiše i ono što će se smatrati suvišnim i nepoželjnim za istraživanje.

Ovakve metode omogućavaju stvaranje prognozirajućih modela budućih uslova rada na osnovu podataka koji su dobijeni tokom prethodnih istraživanja za potrebe izrade glavnog ili idejnog projekta objekta koji se gradi. Isto tako ovakve metode ukazuju na potrebna dodatna istraživanja, ukoliko se ustanovi da raspoloživi podaci iz prethodnih istraživanja nisu kvantitativno ili kvalitativno dobri ili dovoljni. Logično da se u početku stvaranja: prognozirajućih modela klimatsko-meteoroloških uslova oslanjaju na precizne ili interpolovane podatke klimatsko-meteoroloških stanica koje gravitiraju lokaciji ili deonici gradjenja; topografskih modela-podaci dobijeni iz važećih generalštabnih karata, avionskih ili satelitskih snimaka terena ali i podaci nastali tokom obeležavanja putnih saobraćajnica ili drugih objekata; geomehaničkih i geoloških modela-podaci dobijeni iz geoloških i geomehaničkih karata i iz sondažnih bušotina i jama urađenih specijalno za potrebe gradjenja objekta ili izvršenja radova na iskopu dubokih useka odnosno na izradi nasipa na slabonosivim zemljištima; hidroloških modela-podaci beleženi hidrološkim, odnosno vodomernim stanicama ili podaci dobijeni mernim profilima za otvorene –nadzemne vodotokove ili podaci dobijeni kopanjem novih sondažnih jama, a odnose se na oscilacije dubine podzemnih voda i njihovu agresivnost na temeljne i druge elemente objekata koji se grade.

Razmatrane metode istraživanja, beleženja i sistematizovanja informacije od značaja za donošenje relevantnih tekućih i korektivnih odluka, omogućavaju posebnim korakom, kvalitetno analiziranje i kompariranje podataka o proizvodnim rezultatima i postojećim uslovima, dobijenih proučavanjem raspoložive gradilišne dokumentacije i materijala stvorenog ekspertskeim istraživanjem i snimanjem na mestu odvijanja građevinske proizvodnje. Obim ekspertskih istraživanja se procenjuje imajući u vidu kadrovske, tehničke, tehnološke, organizacijske ali i ekonomske mogućnosti gradilišta odnosno privrednog društva. Obim i kvalitet dobijene informacije o stvarnom stanju napredovanja radova u istraživanom periodu ima veliki uticaj na valjanost i svrsishodnost odluke za

brzo prevazilaženje postojećeg proizvodnog stanja i njegovo prevodjenje u manje ili više mobilno stanje. Danas se uglavnom najveći obim informacija od značaja za korektivno planiranje i donošenje korektivnih odluka dobija proučavanjem tehničke dokumentacije – glavnog projekta, projekta za gradjenje objekta, građevinske knjige i dvenika rada. Tehnička dokumenatcija-projekti daju najpreciznije podatke o objektima koji se grade, na primer kada je reč o linijskim objektima, podatke o temenima, projektovanim pravcima, krivinama, nagibima nivelete, podužnim i poprečnim i nagibima, dimenzijama poprečnih profila na različitim stacionažnim tačkama; dimenzionim i drugim tehničkim karakteristikama cevastih propusta, potpornih zidova i drugih objekata za savladivanje prirodnih ili veštačkih prepreka; dimenzionim i ostalim tehničkim karakteristikama objekata za odvodnjavanje, elemenata donjeg i gornjeg stroja, kolovozne konstrukcije, kao i dimenzionim i ostalim karakteristikama uredjenja putnog pojasa. Pored toga zahvaljujući sastavnim elementima kao što su predmeri i predračuni daju i podatke o projektantskim količinama za izvršenje, projektantskim cenama, primenjenim tehničkim normativima, primenjenim standardima i ostalim detaljima i elementima za gradjenje itd. ili statičkim proračunima-podatke o statičkim sistemima i dimenzijama strukturnih elemenata naprimer objekata za savladivanje prepreka itd. Pored toga glavni projekti, treba da sadrže i projektantske projekte za gradjenje objekata iz kojih mogu da se sagledaju podaci o normalnom – projektantski odredjenom vremenu izvršenja radova i projektanski definisanim potrebama radnih, mašinskih, materijalno-energetskih i finansijskih resursa. Izvodjački projekti za gradjenje objekta koje, treba da urade službe tehničke pripreme privrednog društva-izvodjača radova treba da daju konkretno planirane radne zadatke, sa oročenim rokovima i utrošcima materijalno-energetskih i kapacitetnih resursa. Ovom prilikom se napominje da građevinske knjige daju najpouzdanije podatke o stvarno izvršenim količinama radova pozicija, koje su se realizovale tokom istraživanog perioda vremena. Građevinski dnevnik, pored toga što beleže istorijat gradjenja objekta treba da daju pouzdane podatke o radovima koji su se izvršavali tokom istraživanog perioda, zatim o beleženoj temperaturi vazduha tokom gradjenja; o broju i vrsti mašina koje su korišćene, kao i o radnoj snazi koja je radila tokom istraživanog perioda. Do informacija o ekstremno devijantnim parametrima klime, topografije, geologije, geomehanike, hidrdologije (na pr.: velike kišne padavine, pojava

kližišta, pojava slabonosivog tla-tresetišta, nagla pojava podzemnih voda, nailazak poplavnog talasa, zemljotresa, požara), a koje nisu unete u građevinske dnevnikove može se doći anketama, intervjuima i razgovorima sa ljudima koji su zaduženi za njihovo permanentno praćenje. Informacije o nekim nužnim promenama u tehnologiji i organizaciji rada, koje su bile uzrokovane uslovima rada, a imale su značajan odraz na produktivnost rada, proveravaju se modelskim studijama tehnološkog procesa, urađenih fotopregleda sa hronometražnim merenjima ili adekvatnim snimanjima na licu mesta.

Analiza raspoložive (postojeće u građevinskoj dokumentaciji) i nove informacije (dobijene istraživanjem u okviru prethodnih radova ili tokom periodu istraživanja), kao i predloga odgovarajućih varijanata za prevazilaženje postojećeg stanja smatra se korakom izuzetne važnosti za pravilan izbor i formulaciju matematičkih modela kojim se simuliraju buduće upravljačke i radne aktivnosti, od značaja za odklanjanje anomalija, tehničkog, tehnološkog, organizacijskog ili kapacitnog karaktera, konstatovane pre i za vreme istraživanog perioda. U ovom smislu posebno je važno, da dobijene informacije treba tako sistematizovati da one omogućavaju kvalitetne višekriterijumske analize i stvaranje kvalitetnih matematičkih modela višekriterijumske optimizacije. Treba podvući da tokom formulacije matematičkih modela treba imati u vidu i postojeće tipove modela iz sfere linearnog programiranja, dinamičkog programiranja (danas pored determinističkih i čitav niz stohastičkih), kao i matematičkih modela masovnog opsluživanja. Logično je zaključiti da prednost treba dati modelima koji uzimaju aktivno učešće donosioca odluke (menadžera najvišeg, srednjeg ili operativnog nivoa), u konkretnom slučaju tehničkog direktora privrednog društva ili odgovornog rukovodioca radova (šefa gradilišta) u donošenju odluka strategijskog ili operativnog karaktera. Napominje se ovom prilikom da matematički modeli višekriterijumske optimizacije mogu biti formalizovani za donošenje optimizacionih odluka pre njihovog sprovođenja (modeli budućnosti); za donošenje optimizacionih odluka u toku sprovođenja prethodnih optimizacionih odluka (modeli sadašnjosti) i matematički modeli za donošenje odluka posle sprovođenja prethodnih optimizacionih odluka (modeli prošlosti).

Objektivno je očekivati, da će se tokom ovog koraka detaljno analizirati i ocenjivati očekivana efikasnosti svake odluke pre svega sa aspekta skraćivanja vremena izvršenja ili ažuriranja i uklapanja u ugovorene rokove okončanja gradjenja, sa aspekta

poboljšanja kvaliteta gradjenja, sa aspekta racionalnosti u korišćenju resursa tehničkog kadrovske tehnološkog ili finansijskog karaktera, kao i sa aspekta odraza na postojeći strukturno-organizacijski model gradilišta ili privrednog društva.

Sasvim je logično da odluke zavisno od prioriteta mogu da izazovu i uslove manje ili veće promene organizaciono-strukturnog modela gradilišta. Tako na primer ako je za normalni intenzitet odvijanja građevinske proizvodnje predviđen organizaciono-strukturni model sa jednim šefom gradilišta i jednim poslovođjom, to će u uslovima izvršenja radova sa većim brojem aktivnosti biti i više: poslovođja (jedan za zemljane radove, drugi za betonske radove; treći za asfaltnske radove itd); mašina, u sastavu više kompleksnih sastava ima više rukovaoca glavne mašine (jedan za zemljane radove; drugi za betonske, treći za asfaltnske); radnika, a time i veća potreba za brigadirima, smeštajnim kapacitetima i objektima društvenog standarda, magacionera i transportnih radnika, a time i veće potrebe za magacinskim i skladišnim kapacitetima; transportnih radnika i sredstava, a time i veće potrebe za parkiranjem i novim transportnim režimima; rukovaoca mašina i njihovih pomoćnika a time i veći radionički prostor za popravke i pranje mašina.

### **3 OSTVERENI REZULTATI PRAKTIČNOM PRIMENOM SAVREMENIH METODA ISTRAŽIVANJA GRAĐEVINSKE PROIZVODNJE I DONOŠENJEA RELEVANTNIH ODLUKA U PROCESU NJENOG ODVIJANJA**

Saglasno zahtevima savremenih metoda istraživanja, prvim korakom je definisan osnovni cilj istraživanja, kojim se tražilo organizovanje istraživanja i detaljnog proučavanja primenjene tehnologije i organizacije gradjenja jedne deonice autoputa na koridoru 10. Od istraživanja se očekuje da po njihovom završetku daju odgovor na više pitanja od kojih su najvažnija: da li se istraživana građevinska proizvodnja odvija u saglasnosti sa planiranim rokovima, utrošcima materijalno-energetskih, radnih, mašinskih i finansijskih resursa i prognoziranim uslovima izvršenja, sa usvojenim strategijskim pravcima i intenzitetom koji garantuje završetak gradjenja u ugovoreno vreme; da li su primenjena tehnologija, organizacija, kapacitetni i materijalno-energetski resursi u saglasnosti sa važećim savremenim standardima za gradjenje autoputskih saobraćajnica; da li su ostvareni

proizvodni rezultati u saglasnosti sa raspoloživim proizvodnim kapacitetima i uslovima pod koji se građevinska proizvodnja odvijala; da li je primenjena strategija izbora pravaca delovanja po sektorima bila u funkciji ostvarivanja kvalitetne, produktivne i ekonomične i rentabilne proizvodnje; da li su evidentirani i proučeni uticajni faktori i mere vezane za njih, najznačajniji za povećanje intenziteta, produktivnosti i kvaliteta izvršavanih radova u realnim uslovima.



*Slika 2 - Izgled savremenog autoputa*

Drugim korakom upoređivane su veličine prognoziranih i istraživanjima utvrđenih klimatsko-meteoroloških, topografskih, geološko-geomehaničkih, hidroloških, saobraćajnih tehnoloških, ekonomskih parametara uslova i snage reona gradjenja navedene deonice autoputa.

Trećim korakom upoređivane su planirane količine pozicije radova koje su izvršavane i koje će se izvršavati tokom istraživanog perioda, sa stvarno izvršenim količinama, na primer za pozicije radova-sabijanje podtla na delu nasipa; iskop zemlje III i IV kategorije iz pozajmišta i izrada nasipa; izrada posteljice-uniformnog sloja; planiranje i valjanje posteljice; izrada tamponskog sloja od šljunkovito-peskovitog materijala; izrada gornje podloge od drobljenog kamenog materijala i izrada bituminiziranog nosećeg sloja BNS032 korišćenjem podataka iz glavnog projekta. Stvarne količine izvršenja pozicija radova u ranijem periodu istraživanja određene su na osnovu podataka iz građevinske knjige, odnosno šeme realizacije radova. U daljem toku za sve pozicije radova kao aktivnosti, određeno je potrebno vreme za izvršenje koristeći normativne, ostvarive i praktične učinke. Formiranjem odnosa između vremena izvršenja pozicija dobijenog posredstvom normi i vremena dobijenog posredstvom ostvarenog učinka određeni su koeficijenti produktivnost rada. Posebnu pažnju tokom istraživanja i analize zahtevala je pozicija-iskop

zemlje III i IV kategorije iz pozajmišta i izrada nasipa, pošto se ona na deonici, izvršavala sa tri različita sastava kompleksne mehanizacije i to sa bagerom kao glavnom vodećom mašinom; sa buldozerom i utovarivačem kao glavno-vodećim mašinama, kao i sa buldozerom kao glavno-vodećom mašinom. Za ovu poziciju su radjeni posebni tehnološki ali i organizacioni modeli. Na kraju za sve pozicije radova uradjeni su statički planovi materijalno-energetskih resursa, statički planovi radne snage, statički planovi mehanizacije i finansijskih sredstava.

U narednom koraku ostvorena je sistematizacija i grupisanje raspoložive i novostvorene informacije, odnosno svih dobijenih rezultata iz statičkih i dinamičkih planova u tabele za grupu „materijalno-energetskih resursa“; u tabele za grupu „radnih resursa“, u tabele za grupu „mašinskih resursa“ i tabele za grupu „finansijskih sredstava“, u kojima su pored naziva resursa date specifične ili ukupne količine resursa po metru ili km sektora autoputa koji se gradi.

Ovako sistematizovana informacija se sada jednostavno analizira i koristi za formulisanje matematičkih modela linearnog programiranja, dinamičkog programiranja, višekriterijumske optimizacije ili matematičkih modela masovnog opsluživanja.

Analiza raspoložive (postojeće u građevinskoj dokumentaciji) i nove informacije (dobijene istraživanjem u okviru prethodnih radova i početnog perioda istraživanja) i predlozi varijanata za prevazilaženje postojećeg stanja je korak od izuzetne važnosti za pravilan izbor modela kojim treba simulirati odvijanje budućih upravljačkih i radnih aktivnosti u toku narednog perioda, kako bi se otklonile anomalije koje su konstatovane u prethodnom periodu. U ovom smislu je posebno važno informaciju tako sistematizovati da ona omogućava lako korišćenje za višekriterijumske analize i višekriterijumske optimizacije. Treba podvući da je u ove svhe moguća primena matematičkih modela linearnog programiranja, dinamičkog programiranja (danas pored determinističkih i čitav niz stohastičkih), kao i matematičkih modela masovnog opsluživanja. Logično je da prednost treba dati modelima koji uzimaju aktivno učešće donosioca odluke, u konkretnom slučaju tehničkog direktora privrednog društva ili odgovornog rukovodioca radova (šefa gradilišta) u donošenju stratejskih odluka. Napominje se, da se danas koriste: modeli donošenja optimizacionih odluka pre njihovog sprovođenja; modeli donošenja optimizacionih odluka u toku sprovođenja prethodnih optimizacionih odluka i

modeli u kome se donošenje odluka vrši posle sprovođenja prethodnih optimizacionih odluka. Ovom prilikom se posebno vodi računa o realnoj oceni njene efikasnosti na: skraćenje vremena izvršenja ili ugovorenih rokova, kao i na racionalno korišćenje resursa tehničkog kadrovskog tehnološkog ili finansijskog potencijala karaktera.

Na kraju se, na osnovu sveobuhvatne analize daje predlog promene i organizaciono-strukturnog modela gradilišta ili putarskog privrednog društva, kako bi se efikasnost i operativnost gradjenja bitno poboljšala.

#### 4 ZAKLJUČAK

Na osnovu svega do sada rečenog mogu se izdvojiti sledeći osnovni zaključci:

1. Uspešno završavanje autoputeva u okviru koridora 10 do kraja 2012 godine, traži bitno poboljšanje sistema finansiranja, primenu savremene tehnologije, tehnike (posebno iz sfere inteligentne mehanizacije) i organizacije gradjenja sa fleksibilnim strukturno-organizacionim modelima gradilišta i putarskih privrednih društava, ali i intenziviranje uključenja naučno-istraživačkih institucija na polju usavršavanja građevinskih i upravljačkih procesa;
2. Navedene savremene metode daju ogroman doprinos u brzom donošenju mera za ubrzanje procesa gradjenja i prevazilaženje brojnih problema nastalih tokom gradjenja, ali i brzom prestrukturiranju gradilišta ili privrednih društava novim organizaciono-strukturnim modelima;
3. Primena navedenih metoda doprinosi značajnom povećanju efikasnosti realizacije i upravljanja građevinskom proizvodnjom u svim fazama njenog odvijanja, odnosno povećanju produktivnosti, ekonomičnosti i kvaliteta izvršavanja svih građevinskih radova koji su obuhvaćeni gradjenjem putnih saobraćajnica svih vrsta.

#### LITERATURA

- [1] *Održivi razvoj državnih puteva (Razvoj mreže autoputeva, Savremeno održavanje autoputeva)*, Kuzović, LJ. i dr., Jugoslovenska inženjerska akademija, Divčibare, 2008
- [2] *Organizacija i ekonomika gradjenja*, Mirković, S., GAF, Niš, 1999

- [3] *Građevinska mehanizacija*, Mirković, S., Građevinska knjiga, Beograd, 2000

## (NE)ODRŽIVO LOKALNO PLANIRANJE U ČELJUSTIMA TRANZICIJE: SUDBINA SPORTSKIH I REKREATIVNIH POVRŠINA U PRAKSI PLANIRANJA U BEOGRADU

Biserka Mitrović<sup>1</sup>

**Rezime:** Pojam javnog interesa se jednako vezuje za (gradsko građevinsko) zemljište, namenu od opšteg / javnog interesa, ili pak aktivnosti od javnog interesa, kao što je slučaj sa aktivnostima vezanim za zaštitu životne sredine ili zaštitu kulturnih dobara. U periodu tranzicije javni interes, u situaciji fleksibilne interpretacije planova, aktuelnog zakonodavnog konteksta, arbitrarnog tretmana od strane brojnih institucija i pritiska kapitala sve više gubi na značaju. Ovakve pojave u suprotnosti su sa osnovnim premisama održivog razvoja grada, koje operacionalizacijom treba da se iskazuju najmanje kroz:

- Socijalnu održivost i primenu principa jednakosti kroz stvaranje prostornih uslova za minimiziranje socijalnih razlika odnosno favorizovanje socijalne i prostorne kohezije.
- Održivo urbanističko planiranje - strategije lokalnog planiranja koje se razvijaju tako da uzimaju u obzir dobrobit lokalne privrede i stanovništva;
- Održivo korišćenje zemljišta;
- Institucionalnu održivost, koja podrazumeva unapredjenje procedura i institucionalnih aranžmana što doprinosi uvodjenju integrativnog pristupa.

Sledeći pristup učenja na greškama, ukazujemo na primer tretmana nekih sportskih i rekreativnih površina u Beogradu u aktuelnoj domaćoj praksi, diskutujući koliko se ovakav tretman može smatrati održivim kao i da li struka može da se odupire navedenim tranzicionim trendovima.

**Cljučne reči:** javni servisi, održivo planiranje, tranzicija

**Abstract:** The concept of public interest is equally related to the (public construction) land, the land use of general / public interest or public interest activities, such as activities related to environment and protection of cultural heritage. In the period of transition, public interest, in the situation of a flexible interpretation of the plans, the current legislative context, arbitrary treatment by the various institutions and pressures of the capital is increasingly losing its significance. Such phenomena are in conflict with the basic premises of sustainable development of the city, which is to be measured through operationalization at least by:

- Social sustainability and the application of the principle of equality through the creation of physical conditions for the minimization of social differences and favoring of social and spatial cohesion.
- Sustainable urban planning - local planning strategies that are developed to take into account the welfare of the local economy and population;
- Sustainable land use;
- Institutional sustainability, which includes the improvement of procedures and institutional arrangements that contribute to the introduction of an integrated approach.

Following the approach "learning from mistakes", the paper presents an example of treatment of sports and recreational areas in Belgrade in the current local practice, discussing if this treatment can be sustainable, and whether the profession should resist the above transition trends.

**Key words:** public services, sustainable planning, transition

---

<sup>1</sup> mr, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73/II; tel.: 064 2715779, e-mail: biserkamitrovic@gmail.com

## 1 UVOD

Kako odrediti „dobru meru“ intervencije na tržištu u korist javnog sektora, kada iskustva drugih nisu u potpunosti optimalna niti prenosiva? Da li je javni sektor arhaična kategorija prošlih vremena koja treba da bude postepeno, u najvećoj meri, zamenjena?

Pitanja su brojna i umesto da se dobijaju odgovori, otvaraju se nova pitanja koja proističu iz prethodnih. Ovaj tekst nudi odgovore na neka od pitanja, vezujući se pre svega za prostor pojedinih sportsko-rekreativnih kompleksa Beograda, nemajući pri tome ambicije da to istovremeno budu konačni odgovori, već pre da budu konstruktivna provokacija. Štaviše, postavljanje pravih pitanja na koje će nadamo se budućnost Beograda, ali i drugih gradova u Srbiji dati odgovor jeste takodje zadatak koji pred sebe postavljamo.

U radu je dat osvrt na iskustvo autora u odnosu na često, mada ne jedino moguće ponašanje investitora u Srbiji, sa jedne strane, i na ponašanje lokalnih zajednica u Srbiji, sa druge strane, koje često teže da izadju u susret investitorima, shvatajući da je ovakav način jedini put oživljavanja lokalne ekonomije. Podrazumeva se da se ovakva ocena ne odnosi na sve situacije u teoriji i praksi planiranja u Srbiji. Sumirajući, u radu se ukazuje na potrebu za praktičnom primenom principa koji, pored ekološke, daju jednak značaj i institucionalnoj, socijalnoj i ekonomskoj održivosti i time stvaraju uslove za realističan razvoj lokalne zajednice na osnovama domaćinskog očuvanja resursa.

## 2 JAVNI INTERES, JAVNE POVRŠINE I ODRŽIVOST

Polazimo od stava da je javni interes vrednosna kategorija i da ima različito razumevanje, obuhvat i značaj u svakoj društveno-političkoj sredini. Pojam javnog interesa se jednako vezuje za (gradsko građevinsko) zemljište na kome se ispoljava, namenu (saobraćaj, infrastruktura, ili rekreativne površine) ili pak aktivnosti od javnog interesa, kao što je slučaj sa aktivnostima vezanim za zaštitu i unapredjenje životne sredine ili zaštitu kulturnih dobara. Javni interes u situaciji fleksibilne interpretacije planova, aktuelnog zakonodavnog konteksta, arbitrarnog

tretmana od strane brojnih institucija i pritiska kapitala sve više gubi na značaju.

Koren razumevanja pojma javnog interesa je vezan za pojam javnog dobra – javno dobro predstavlja prostor ili aktivnost čijim se korišćenjem od strane pojedinca ili grupe ne umanjuje mogućnost korišćenja od strane drugog pojedinca ili grupe i za koju privatni kapital (pretežno) nije zainteresovan.

Za socijalno uravnotežen grad od vitalnog je značaja društveni konsenzus oko definicije, obuhvata i zaštite javnog interesa. Budući da grad Beograd ima značajno nasleđe u domenu javnog interesa, javlja se potreba za redefinisanjem na prostorima /namenama/ aktivnostima koje imaju ili su imale atribut javnog.

Sa druge strane, najvažnija odrednica održivog razvoja jeste da on počiva na ekonomskoj, ekološkoj i socijalnoj koheziji, a održivi gradovi slede integrativni razvoj koji ne dovodi u pitanje razvoj budućih generacija. Među najbitnijim karakteristikama razvoja održivih gradova je i socijalni progres odnosno jačanje socijalnog društva. Održivi razvoj grada danas počiva i na kvalitetu života kao najznačajnijoj vrednosti, očuvanju socijalnih resursa, socijalnoj jednakosti<sup>2</sup>, itd.

U tom svetlu, u ovom radu se naglašava socijalna komponenta održivosti. Težiste koncepta je na optimalnom razvoju socijalnih/javnih servisa koji su obuhvaćeni obaveznom društvenom brigom i pretežno nisu tretirani kao profitabilni, kao što su: obrazovanje, zdravstvena zaštita, socijalna i dečja zaštita, kultura, fizička kultura (sport)<sup>3</sup>. Koncept socijalne kohezije je zasnovan na obezbeđenju uslova za ostvarivanje potreba različitih grupa stanovništva grada, bez obzira na njihovu političku, ekonomsku ili društvenu moć, te u tom smislu manifestuje brigu i za „neproizvodne“ grupacije stanovništva, kao što su deca, omladina, stare osobe, osobe sa posebnim potrebama itd. Uključivanje šireg kruga aktera ima strateški karakter jer prevazilazi kratkoročne efekte aktivnosti u gradskom prostoru koje su reakcija na trendove, nekontrolisane procese privatizacije, dominaciju slobodno-tržišnog ponašanja u prostoru u obliku pojedinačnih inicijativa preduzetnika i sl<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> Izvor: Stockholm Environment Institute

<sup>3</sup> *Zakon o javnim službama (Sl. glasnik RS, 42/91, 71/94.)* (čl. 3., stav 1.).

<sup>4</sup> Mitrović, B., „Grad socijalne ravnoteže“, poglavlje u monografiji: V.Milić i V. Djokić (ur.): „Prestonica Beograd“, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Berlage Institute, Rotterdam, Fakultat für Architektur der RWTH Aachen, 2006.

Kroz ujednačavanje prostornog razvoja postiže se konzistentnost gradske teritorije, umanjivanje razlika između centra i periferije, razvoj sekundarnih centara i optimalno ujednačavanje kvaliteta života u gradu i doprinosi socijalnoj i prostornoj koheziji<sup>5</sup>. Operacionalizacija principa socijalno održivog razvoja grada, treba da se iskazuje najmanje kroz socijalnu održivost i primenu principa jednakosti kroz stvaranje prostornih uslova za minimiziranje socijalnih razlika odnosno favorizovanje socijalne i prostorne kohezije.

### 3 TRANZICIJA I MOGUĆE POSLEDICE PO JAVNI PROSTOR

Vlasnička transformacija, odnosno privatizacija javnih preduzeća i javnih službi, privatni režim korišćenja građevinskog zemljišta u režimu javnog ili zajedničkog, težnja ka izjednačavanju javnog i privatnog sektora u pogledu prava na prostor, zakonodavna podrška uvođenju privatnog vlasništva nad gradskim građevinskim zemljištem, samo su neki od aktuelnih problema i pojava u periodu tranzicije.

U ekonomskom smislu, cilj tranzicije trebalo bi da bude obezbeđenje uslova za uvođenje uređenih tržišnih odnosa i zdravu konkurenciju u okviru države blagostanja. U uređenim sredinama sa dugom „tradicijom“ tržišnih odnosa poštuju se pravila koja uređuju odnos privatnog i javnog, odnosno meru intervencije države i lokalne vlasti na tržištu po utvrdjenim kriterijumima (iako se ne može reći da su ovi odnosi sasvim definisani i jednoznačni). Suštinski problem nastaje u odsustvu ovih kriterijuma kada se rešenje većine situacija u prostoru na relaciji javno-privatno prepušta arbitrarnom i ad hoc odlučivanju. Situacija u našoj zemlji, iako proces tranzicije odavno traje, ukazuje na nepostojanje kriterijuma i merila, odnosno nedostatak jasne politike i strategije razvoja pojedinih (javnih) sektora, kao i propozicija pod kojima se oni mogu transformisati u procesu tranzicije.

U ovakvom kontekstu, održivo planiranje i tržišni zahtevi u aktuelnoj urbanističkoj praksi u Srbiji po pravilu su posmatrani kao suprotstavljeni koncepti koji se najvećim delom međusobno isključuju. Česta je situacija u praksi izrade urbanističkih planova da održiva rešenja uglavnom nisu interesantna tržištu čiji

se zahtevi praktično izjednačavaju sa profitabilnošću i ekonomskom isplativošću i u uglavnom se ne mogu smatrati održivim.

### 4 TRETMAN NEKIH SPORTSKIH I REKREATIVNIH POVRŠINA U BEOGRADU U KONTEKSTU TRANZICIJE I ODRŽIVOG RAZVOJA

Sledeći pristup učenja na greškama, ukazujemo na primer tretmana nekih sportskih i rekreativnih površina u Beogradu u aktuelnoj domaćoj praksi, diskutujući koliko se ovakav tretman može smatrati održivim kao i da li treba da se opiremo navedenim tranzicionim trendovima.

Svedoci smo promena namene i transformacija brojnih objekata u domenu javnih službi u skladu sa tržišnim trendovima a odluke se donose pojedinačno i krajnje arbitrarno, bez prethodno sagledane koncepcije razvoja ili strateške orijentacije. Pri tome, zanemaruje se činjenica da se radi o izuzetno značajnom resursu razgranate mreže javnih objekata i površina, nasledstvu iz drugačijih društveno-političkih odnosa, kakvim ne raspolažu mnoge zemlje u razvoju. Ova mreža je često oprтереćena problemima vezanim za investiciono održavanje objekata. Ono što zabrinjava jeste društveno odobravanje ovih modela ponašanja u prostoru, pravdajući ga većom efikasnošću, potrebom za racionalizacijom pojedinih službi i sl. Objektima javnih službi menja se namena, privatizuju se, uvode se komercijalni sadržaji, a neretko se i ne privedu novoj nameni. Prenebregava se činjenica da se životni standard stanovništva, koji je tesno vezan za kvalitet i prostornu distribuciju javnih službi bitno ugrožava, i to u situaciji kada i iz drugih razloga pada. Takođe se izostavlja iz vida suštinska povezanost razvijenosti mreže i kvaliteta objekata javnih službi sa konceptom socijalne kohezije i uopšte socijalne održivosti.

Beograd poseduje nekoliko sportskih objekata i kompleksa nacionalog i međunarodnog značaja, koji su namenjeni za odvijanje tzv. vrhunskog sporta, kao i više desetina sportskih objekata i kompleksa gradskog i rejonskog značaja. Približno svaka od 16 gradskih opština raspolaže sa bar jednim ovakvim centrom. Pored toga, postoji više stotina sportskih i dečjih igrališta na teritoriji grada, relativno pravilno disperzovanih. Svi ovi sadržaji bili su u obuhvatu javnog gradskog građevinskog zemljišta, koji je obavezivao je na staranje pretežno od strane gradskih institucija. Iz toga je dalje prozilizila finansijska

<sup>5</sup> Kazepov, Y.(ed.): “Cities of Europe, changing contexts, local arrangements and the challenge to urban cohesion”, Blackwell Publishing, 2005.

obaveza o izgradnji, opremanju i održavanju iz budžetskih sredstava grada, posredstvom Direkcije za gradsko građevinsko zemljište, kao i neposredno – od strane gradskog Sekretarijata za sport i omladinu, odnosno Ministarstva za obrazovanje i sport (Uprave za sport). Sa tim u vezi je i činjenica da je Direkcija za građevinsko zemljište Beograda glavni naručilac planova detaljne regulacije kojima bi trebalo da se planski, u skladu sa politikom razvoja sektora sporta, definišu pravila ponašanja u prostoru ali i vlasnički odnosi (jer se PDR-om, kao i GP-om Beograda određivala kategorija javnog, odnos ostalog zemljišta, u skladu sa prethodnim Zakonom o planiranju i izgradnji, 2003.).

U uslovima nedostatka sredstava, Grad je posegnuo ohrabrivanjem privatne inicijative i za ad-hoc rešenjima. Međutim, da bi se omogućilo finansiranje sportskih objekata i kompleksa od strane privatnih lica i firmi, status zemljišta je morao da bude promenjen. Tako je zemljište sa kompleksima sa velikim potencijalima, kao što su stadioni Crvene zvezde i Partizana, dobilo status ostalog građevinskog zemljišta (što suštinski predstavlja privatni režim korišćenja i gazdovanja zemljištem). Gradski budžet i uprava su ostvarili značajan benefit ovom transformacijom (posmatrano kratkoročno), ali su nepovratno izgubili deo značajnog gradskog resursa.

Sličan trend se uspostavio i u odnosu na lokalne sportske centre i javila se potreba da se status zemljišta na kome se nalaze ovakvi kompleksi promeni iz javnog građevinskog u ostalo. Kao primer navodimo sportsko-rekreativni centar Olimp na teritoriji beogradske opštine Zvezdara. Obzirom na manju atraktivnost ovih lokacija i zemljišta, ne vlada veliko interesovanje za mogućnosti privatizacije, pa je stoga dnevna politika na stanovištu da neki od ovih kompleksa treba da se zadrže na javnom gradskom građevinskom zemljištu. Stanovnici u okruženju SRC Olimp i uprava opštine Zvezdara izvršili su veliki uticaj na plansko rešenje u dugotrajnom i kontroverznom procesu izrade Plana detaljne regulacije ovog područja svojim zalaganjem i stavom u toku procedure javnog uvida ovog plana da SRC Olimp zadrži status javnog kompleksa, što je uprava opštine Zvezdara podržala i potvrdila svojom naknadnom odlukom. U našoj sredini ovaj primer predstavlja neobičan i izuzetan postupak jer su retki primeri jasne, svrsishodne, pravovremene i proceduralno korektnosti uključenosti građana kod nas u proces planiranja.

Dugoročno posmatrano, posledice ovog „nečinjenja“ su povoljnije po razvoj grada nego u prvom slučaju. Međutim, neusaglašenost i odsustvo komunikacije između različitih nivoa institucija čini njihovo delanje sasvim „neodrživim“.

## 5 ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Možemo da zaključimo da se moraju prepoznati potencijali, problemi i ograničenja u postojećem stanju razvoja javnog sektora i da ukažemo na neke pravce rešenja, koja se svakako se moraju zasnivati na ciljevima koji se odnose i na: (1) Dostupnost javnih servisa za sve građane; (2) Prostornu distribuciju javnih servisa u funkciji ravnopravnog ostvarivanja potreba stanovništva; (3) Minimiziranje prostornih razlika u razvoju grada koje proističu iz socijalnih razlika odnosno postizanje konzistentnosti i ravnomernog razvoja gradske teritorije; (4) Prevažilaženje institucionalne podvojenosti upravljanja/planiranja/finansiranja / realizacije u domenu javnih servisa na relaciji: centralni-gradski-lokalni nivo.

Sastavni deo rešenja treba da budu kriterijumi kvalitativne i vlasničke transformacije javnih servisa, bez kojih će dalje delovanje u prostoru u ovom domenu ostaviti trajne posledice koje mogu narušiti kvalitet života postojećeg budućeg stanovništva.

## LITERATURA

- [1] *Cities of Europe - changing contexts, local arrangements, and challenge to urban cohesion*, Kazepov, Y. (ed.), Blackwell Publishing, 2005, UK
- [2] *Grad socijalne ravnoteže*, Mitrović, B., u: V. Milić i V. Djokić (ur.): "Prestonica Beograd", Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Berlage Institute, Rotterdam, Fakultat für Architektur der RWTH Aachen, 2006.
- [3] *Plan detaljne regulacije područja Bulevara Kralja Aleksandra - blokova D7-D12 (SC Olimp)*, CEP, Beograd, 2004.
- [4] *Plan detaljne regulacije kompleksa Stadion Partizan*, CEP, 2004. Beograd
- [5] *Ekonomija javnog sektora*, Stiglic, J., Ekonomski fakultet, 2004, Beograd.
- [6] *Planiranje u postsocijalističkoj političkoj i ekonomskoj tranziciji*, Vujošević M., IAUS, 2003, Beograd



## PRILOG ISTRAŽIVANJU KRITERIJUMA I INDIKATORA RAZVOJA JAVNIH SLUŽBI U SEOSKIM PODRUČJIMA U SRBIJI

Biserka Mitrović<sup>1</sup>

**Rezime:** Planiranje razvoja seoskih područja je i dalje aktuelna tema u našoj sredini budući da struka još uvek traži odgovore, dok istovremeno nema značajnih pozitivnih pomaka u životu na selu. Stoga je od velikog značaja pažljivo odabran, primeren pristup planiranju ovih područja.

U ovom radu se razmatra pristup koji bi ponudio rešenja bliska sredini za koju se planira. Naglasak je na istraživanju lokalnih karakteristika, potreba i mogućnosti područja značajnih za oblast javnih službi koje predstavljaju važan oslonac u razvoju seoskih područja. Konkretniji rezultat bi se odnosio na definisanje liste kriterijuma i indikatora koji nedvosmisleno odražavaju lokalne karakteristike seoskog područja i time ga čine posebnim u smislu određivanja strategije razvoja. Ovakva lista kriterijuma i indikatora odnosila bi se na prostorno-fizički i funkcionalno zaokruženo područje kao što je regionalna celina, odnosno lokalna zajednica.

Istovremeno, ovakav pristup omogućio bi neposrednije uključivanje lokalne zajednice, odnosno lokalnog nivoa planiranja i upravljanja u donošenju odluka vezanih za razvoj sela.

**Cljučne reči:** kriterijum, indikator, javne službe, rurano područje

**Abstract:** Rural development planning is still a topical issue in our country since the profession is still seeking the right answers, while life in rural areas has not significantly improved. Therefore carefully selected, appropriate approach to planning of these areas is of great importance.

This paper discusses the concept which would offer solutions closely related to the context. The emphasis is on research of local characteristics, needs and opportunities of areas, significant for public services planning which are important pillars in the development of rural areas. Practical results will be related to the definition of criteria and indicators which clearly reflect the local characteristics of rural areas and thus make it special in terms of defining of development strategies. This list of criteria and indicators will be related to the spatially-physically and functionally defined area as a regional entity, or as a local community.

At the same time, this approach would allow a more direct participation of local community and local-level planning and management in making decisions related to rural development.

**Key words:** criterion, indicator, public services, rural area

---

<sup>1</sup> mr, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73/II; tel.: 064 2715779, e-mail: biserkamitrovic@gmail.com

## 1 UVOD

Rad je zasnovan na pretpostavci da je za razvoj ruralnih područja značajno učešće javnih službi<sup>2</sup> koje direktno utiču na kvalitet života na selu. Posmatrajući potrebe na nivou pojedinačnog seoskog naselja, možemo konstatovati da u većini slučajeva postojeća opremljenost objektima javnih službi nije zadovoljavajuća, nekompletna je ili nedovoljno kvalitetna, itd. Stoga je potrebno dosadašnje pristupe upotpuniti pažljivim izborom lokalnih karakteristika koje moraju biti ugrađene u koncept planiranja na odgovarajućem lokalnom nivou, štaviše predstavljati njegov glavni oslonac. Ove lokalne karakteristike bi bile izražene kroz izabrane kriterijume i indikatore koji mogu biti primenjeni u urbanističkim/prostornom planovima. Ovde se najpre misli na javne službe koje imaju najveću disperziju i izraženost u prostoru, najzastupljenije su i imaju najveću frekvenciju korišćenja, te je stoga (prostorni, urbanistički) plan instrument koji može urediti njihovu prostornu organizaciju i koordinaciju na najbolji način.

## 2 SISTEM PLANIRANJA JAVNIH SLUŽBI I POSLEDICE PO SEOSKA PODRUČJA

Teško se može govoriti o jedinstvenom sistemu planiranja javnih službi u Srbiji, osim u okviru urbanističkih i prostornih planova, ali bez ustanovljene metodologije rada. To znači da sa jedne strane imamo sistem urbanističkog i prostornog planiranja, a sa druge više načina i pristupa planiranju javnih službi, sektorski podeljenih i neusaglašenih. Na ovaj način se gube zajedničke komponente i potrebe koje dolaze do izražaja naročito kod prostorne organizacije javnih službi, koja je izrazito zanemarena.

Kao rezultat imamo situaciju brojnih nedovoljno iskorišćenih kapaciteta pojedinih službi ili u slučaju racionalizovanih službi nedovoljnu pristupačnost, veliku udaljenost, itd. Centralna mesta nižeg ranga imaju izvestan stepen koncentracije javnih službi, ali njihova pozicija često nije centralna, tako da ponovo nije ostvarena pristupačnost. U slučaju većih naselja i gradova neretko se javlja prevelika koncentracija službi što proizvodi veliki pritisak gravitacionog stanovništva na ta naselja, pritisak stručnog osoblja da

<sup>2</sup> Ovde se posebno misli na sledeće: obrazovanje, zdravstvenu zaštitu, dečju i socijalnu zaštitu.

se zaposli u profesionalno atraktivnijem naselju, obimne migracije i emigracije u ove centre uz napuštanje seoskih naselja, i drugi negativni efekti. Posebno je teška situacija u prigradskim selima koja trpe slabu opremljenost javnim službama i ostale razvojne probleme baš zbog blizine velikog centra.

## 3 IZBOR I UTICAJ ASPEKATA I KRITERIJUMA

Naš osnovni zadatak je izbor aspekata relevantnih za istraživanje i definisanje razvojnih kriterijuma i indikatora u seoskim područjima, u relaciji prema javnim službama, kako bi se ostvario povoljniji prostorni raspored javnih službi čime bi se poboljšao kvalitet života na selu. Pretpostavka je da prostorno-fizički aspekt sagledan na odgovarajućem lokalnom nivou treba da predstavlja okvir u kome se istražuju uticaji ostalih aspekata - funkcionalnog/ ekonomskog i demografskog. Izdvajanjem elemenata prostornih i drugih specifičnosti prostora dolazi se do zaokruženog područja. Izabrane specifičnosti činile bi ovo područje homogenim, i istovremeno različitim u odnosu na druga područja.

Prostorna analiza treba da sadrži najmanje sledeće elemente: karakteristike tipova i mreže naselja, karakteristike mreže saobraćajnica i topografske karakteristike i njihov međusobni uticaj. Relativno nepromenljive prostorne i demografske karakteristike mreže naselja utiču na koncept planiranja javnih službi - na primer, razučena mreža veoma malih i brojnih naselja (koja opstaje uprkos idejama o "kondenzaciji" naselja, i sl.) zahteva drugačiju mrežu javnih službi nego što je slučaj kod mreže većih malobrojnih naselja.

Još uvek znatan broj stanovnika živi u veoma malim naseljima, sa slabim izgledima za razvoj privrede i javnih službi, bez posebnih podsticaja (izvan područja) i specifičnog planiranja. To se odnosi na oko 4000 sela u centralnoj Srbiji, od kojih su više od 40% mala sela sa manje od 500 stanovnika. Najvećem broju ovih naselja nedostaju brojne funkcije, te nemaju osnovu za privlačenje novih aktivnosti i bolju opremljenost. Ova područja karakteriše ostarelo stanovništvo, sela bez komunalnog standarda i bez odgovarajućih saobraćajnih veza.

Ukoliko za jedan od glavnih kriterijuma organizacije javnih službi uzmemo demografsku veličinu, kod malih naselja se javlja problem jer ne mogu da preuzmu ulogu centra zajednice naselja

pošto nemaju potreban broj stanovnika i ostale uslove za racionalno organizovanje nekih funkcija. Uobičajeno je mišljenje da se kao eventualni nosioci razvoja mogu posmatrati naselja iznad 10000 stanovnika, što u uslovima brdsko-planinske naseljske mreže daje suviše udaljene centre koji gube vezu sa svojim zaleđem. Istraživanje može pokazati da se i među naseljima "nižeg reda" mogu naći inicijatori zaustavljanja negativnih kretanja, odnosno centri nižeg nivoa sa nekim vidovima javnih službi.

U funkcionalnom smislu, određeni obrazac organizacije i hijerarhije aktivnosti javnih službi može uticati na hijerarhijsku strukturu naselja. Tipologija seoskih naselja prema položaju u sistemu seoskih naselja ističe stepen razvijenosti javne službe sela kao bitnu odrednicu za njegovu poziciju u hijerarhiji naselja. Uravnotežena mreža javnih službi, usklađena sa lokalnim potrebama i specifičnostima, utiče pozitivno na sistem seoskih naselja; na primer, može uticati na preraspodelu centralnih mesta izazvanu drugačijom distribucijom funkcija između naselja, redefinisati veze između naselja, intenzivirati ih, učvrstiti naselja u sistem. Ovakav koncept ne mora nužno značiti totalnu disperziju objekata javnih službi, već može uključiti neke organizacione promene, uvođenje novih formi rada tamo gde je to optimalno (na primer, mobilnih zdravstvenih službi), ili uvođenje drugačijeg koncepta, kao što je koncept kolektivne opsluženosti. Tako dolazimo do potrebe za jednovremenim razmatranjem prostornog i organizacionog/ funkcionalnog aspekta i uključivanjem uzajamno povoljnih uticaja.

Fiziografske odlike obezbeđuju elemente fizičke homogenosti i granice regiona, pa tako imaju uticaj na koncept planiranja seoskih područja i javnih službi. Lokalni prirodni uslovi od većeg su značaja za seoska područja nego za gradske centre, kod kojih dominiraju opšti geografski, istorijski i ekonomski uticaji. Pored topografskih, bitni su i drugi elementi prirodne sredine: lokalna klima, vegetacija, geološke, hidrološke i hidrogeološke posebnosti (od značaja za izgradnju), prirodne vrednosti od značaja za razvoj određenih aktivnosti u naseljima i na području (poljoprivreda, turizam, i sl.), prirodna ograničenja i sl. Zastupljena su ravničarska, brdsko-planinska i planinska sela. Dominantno je učešće terena sa nagibom većim od 15%, što je nepovoljno za izgradnju naselja, poljoprivredu i druge delatnosti. Zastupljenost tipova sela je slična kao kod prethodnog, obzirom da se prostor sa nadmorskom visinom do 200m i teren sa nagibom do 15% uglavnom poklapaju. Kao povoljan nagib terena za izgradnju naselja i poljoprivrednu proizvodnju smatra

se nagib od 0-15%. Od ukupne površine centralne Srbije, ravničarski tereni sa nadmorskom visinom do 200m zauzimaju oko 15,6% teritorije, obuhvataju oko 627 sela (15,2%), gotovo sva veća gradska naselja i najvažnije saobraćajnice centralne Srbije. Na prostoru Srbije brojno su najzastupljenija razbijena i zbijena naselja (oko 70%), među kojima značajno učestvuju mala naselja do 500 stanovnika, koja se uglavnom nalaze u brdsko-planinskom i planinskom području. Iako su u savremenim okolnostima prirodne nepovoljnosti lokacija naselja u mnogome su ublažene, posebno razvojem saobraćaja koji je od vitalnog značaja za uključivanje perifernih seoskih područja u razvojne tokove, ostaje činjenica da odlike prirodne sredine značajno povećavaju cenu razvoja, a neretko i određuju njegov pravac.

Prirodni činioci, razvijenost mreže saobraćajnica i naselja daju nam zajedno informaciju o stanju i mogućnostima razvijenosti sistema naselja. Osim uobičajenih informacija o opremljenosti, potrebno je steći uvid u fizičke veze kao faktor integrisanosti naselja, kao i korelaciju saobraćajne povezanosti i funkcionalne kompleksnosti naselja, odnosno kombinovati/ upoređivati kriterijume i indikatore disperzije i veličine naselja sa pokazateljima saobraćajne opremljenosti - obimom, kvalitetom i gustom mreže, prostornim rasporedom određenih kategorija saobraćajnica, mogućnošću povezivanja naselja na istom hijerarhijskom nivou, naročito kada su u pitanju naselja nižeg funkcionalnog ranga.

Prirodni uslovi znatno povećavaju potrebna sredstva za unapređenje mreže saobraćajnica. Karakteristike reljefa i raspored vodotokova određuju dužinu i kvalitet (kategoriju) saobraćajnice i smanjuju mogućnost direktnih veza između naselja; kvalitet terena za izgradnju (nosivost, stabilnost, stanje podzemnih voda) i uslovi koji otuda potiču su najveći faktor povećanja troškova kod izgradnje saobraćajnica. Zemljište sa nagibom većim od 7<sup>0</sup> izložena su eroziji, dok ono sa nagibom 7-15<sup>0</sup> ima znatno veća ograničenja. Za saobraćajnice ograničenje predstavlja nagib veći od 6-7<sup>0</sup>, a sa izgradnju naselja nagib veći od 8<sup>0</sup>. Povoljnost uticaja lokalnog regionalnog puta na razvoj je u pojasu od oko 10km, a kada su u pitanju magistralni putevi, povoljan uticaj je u pojasu od 20km.

Od svih fizičkih veza, za razvoj javnih službi u seoskim područjima najznačajnija je putna mreža pošto je razudjenija, ima veću gustinu i može da opslužuje manje kapacitete u disperziji. R. Malobabić navodi da je za selo prioritarna lokalna putna mreža, pa je utoliko lošija situacija kada više od 60% lokalnih puteva centralne Srbije nema savremeni kolovoz, već

su u pitanju nekategorisani putevi sezonskog karaktera. Kvalitet saobraćajne opremljenosti svakako utiče na ocenu ukupnog životnog stadarda. On utiče posredno, preko mogućnosti obrazovanja, zadovoljavanja zdravstvenih i drugih usluga, itd. Izolovanost i nerazvijenost pojedinih područja potiče u velikoj meri upravo od loših saobraćajnih uslova. U slučaju loše opremljenosti naselja javnim službama i upućenosti na udaljenije gradove, još je važnija kvalitetna saobraćajna povezanost. Ako se podržava koncept komplementarnosti funkcija u više naselja, saobraćajna povezanost je neophodan uslov.

Brdsko-planinska područja imaju izražen problem saobraćajnih komunikacija, i to najviše na lokalnom nivou-mreža je nezadovoljavajućeg kvaliteta ili nepotpuna, slaba je povezanost naselja istog hijerarhijskog nivoa. Povezanost je dobra sa naseljima višeg reda - gradovima-centrima, te tako oni ispunjavaju još jedan uslov dalje koncentracije aktivnosti. Najviše zbog ograničenja saobraćajne pristupačnosti planina, seoska naselja su dostupna do visine od 1000m, a pretežno razbijena sela zahtevaju visoke troškove komunalne opreme. Sa druge strane, upravo ova područja imaju visoke prirodne potencijale sa stanovišta razvoja turizma, poljoprivrede, posebno proizvodnje zdrave hrane, itd.

Analiza povezanosti naselja treba da obuhvati i ekonomske tokove (proizvodne veze i tokovi); tehnološke i socijalne veze; političko-administrativne (organizacija, odlučivanje, kontrola), koji daju kvalitativne odrednice povezanosti.

Izbor kriterijuma i indikatora prostornog aspekta uslovljen je generalnim razvojnim opredeljenjem, odnosno usvojenim vrednostima i principima-disperziji, linearnom razvoju, koncentraciji itd. Kriterijumi za planiranje javne službe u različitim pristupima će se razlikovati, ili će imati različit značaj /važnost. Ako se radi o području razuđene mreže veoma malih i brojnih naselja (koja opstaje), sa izraženom disperzijom, prioriteta bi bila pitanja vezana za broj naselja, njihovu fizičku povezanost i distancu, a u slučaju koncentracije, kod mreže malog broja većih naselja na malom rastojanju, prioriteta bi bili kriterijumi vezani za broj gravitirajućih stanovnika.

#### 4 ZAKLJUČAK

Poznajući lokalne karakteristike seoskih područja možemo biti u stanju da formulišemo strategije koje će biti primenljive. Celovito sagledan lokalni okvir se

kreće u širokom rasponu od političkog i ekonomskog konteksta do specifičnih lokalnih prostornih, prirodnih i geografskih prilika. U ruralnim područjima moraju se upoznati posebne karakteristike u prostornoj, ekonomskoj, socijalnoj i demografskoj sferi, na nivou operativnih elemenata- kriterijuma i indikatora.

Dobro polazište u izboru činilaca prostornog aspekta se dobija ako se posmatra više elemenata istovremeno i ispituje međusobni uticaj i eventualni "sinergični efekti" tri grupe informacija: prirodnih činilaca, saobraćajnih veza, mreže naselja i mreže javnih službi. U radu je posebno naglašena (zapostavljena) prostorna dimenzija razvoja seoskih područja i javnih službi. Ključni kriterijumi se odnose na razvoj lokalne saobraćajne mreže i mreže seoskih naselja, bez kojih se ne može opredeliti pouzdan pravac razvoja javnih službi niti seoskih područja.

Relacije ovih parametara daju okvir za dimenzionisanje javnih službi i prema budućim korisnicima, njihovom broju, promeni u strukturi, itd., a ne samo prema trenutnim potrebama, što u primeni daje veću fleksibilnost pristupu. U procesu rešavanja ovako složenog zadatka treba imati u vidu različite aktere. Naročito je potrebno detaljno poznavanje potreba i mogućnosti samih korisnika javnih službi, odnosno stanovnika sela što bi omogućilo neposrednije uključivanje lokalne zajednice, odnosno lokalnog nivoa planiranja i upravljanja u donošenju odluka vezanih za razvoj sela.

#### LITERATURA

- [1] *Naselja u prostornom razvoju u nerazvijenim područjima*, Bajić-Brković M., Lazarević-Bajec N., u: Mihaljević G.(ur.) :Procesi urbanizacije, 1993., AF, Beograd.
- [4] *Ograničenja i konflikti održivog razvoja planinskih seoskih područja*, Dabić D., Milijić S., u: Spasić N.(ur.): Korišćenje resursa, održivi razvoj i uređenje prostora, 1999., IAUS, Beograd
- [5] *Perspektive razvoja seoskih naselja u ravničarskim područjima središnje Srbije*, Malobabić R., u: Spasić N.(ur.): Korišćenje resursa, održivi razvoj i uređenje prostora, 1999., IAUS, Beograd
- [6] *Metodološke osnove planiranja društvene infrastrukture u urbanističkom i prostornom planiranju u Srbiji*, Mitrović, B.: magistarska teza, 2003., Arhitektonski fakultet, Beograd

## STAMBENI I POSLOVNI OBJEKTI ŽELEZNICE U NIŠU IZ DRUGE POLOVINE 19. VEKA

Olivera Nikolić<sup>1</sup>, Vladan Nikolić<sup>2</sup>, Sonja Krasić<sup>3</sup>

**Rezime:** U ovom radu predstavljeni su rezultati istraživanja na polju stambenih i poslovnih objekata železnice, sagrađenih u Nišu u drugoj polovini devetnaestog veka. O arhitekturi objekata železnice ima vrlo malo naučnih radova usled nedostatka istorijskih pisanih i grafičkih dokumenta. Istorijskom metodom i analizom došlo se do bitnih podataka o arhitekturi objekata železnice koji imaju značaj u očuvanju baštine. Cilj rada bio je ukazivanje na arhitekturu koja je nastala kao posledica izgradnje pruge kroz Niš, što je u datom trenutku predstavljalo prekretnicu u razvoju grada i regiona, čime je i arhitektura grada dobila na značaju. Takođe, radom se skreće pažnja na potrebe zaštite graditeljskog nasleđa i predstavlja osnov za neka dalja istraživanja u okviru postavljene teme.

**Cljučne reči:** arhitektura, železnica, železnički terminal, stambeni objekti, poslovni objekti, baština, devetnaesti vek

**Abstract:** This paper presents the results of the field research of the railway residential and commercial properties, built in Nis in the second half of the nineteenth century. There are few scientific papers about architecture of railway facilities due to a lack of written historical documents and graphics. Historical method and the analysis resulted in the significant data on the architecture of railway facilities, which are important in preserving the heritage. The aim of this study was to point out the architecture that was created as a result of railroad construction in Nis, which was at that time represented a milestone in the development of the city and the region, by which the architecture of the city gained in importance. Also, work to draw attention to the need to protect building heritage is the basis for some further researches of this topic.

**Key words:** architecture, railways, railway terminal, residential buildings, office buildings, heritage, nineteenth century

---

<sup>1</sup> Dipl. inž. arh., saradnik u nastavi, Građevinsko–arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

<sup>2</sup> Dipl. inž. arh., asistent, Građevinsko–arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

<sup>3</sup> Dr, docent, Građevinsko–arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

## 1 UVOD

Drugu polovinu devetnaestog veka u Srbiji obeležilo je oslobođenje od Turaka, sticanje nezavisnosti i pomeranje dotadšnjih granica. Do tada vazalna država pod sizerenstvom sulatana, Srbija postaje Kneževina. Međutim, da bi nezavisnost Kneževine bila verifikovana od strane evropskih, velikih sila, Srbija je morala da ispuni uslov o izgradnji pruge od Beograda do Niša i Vranja. Nakon brojnih afera, nedostatka sredstava, potpisivanja i raskidanja ugovora o koncesiji, Skupština je većinom glasova usvojila konvenciju o izgradnji pruge i ozakonila je 3. juna 1880. godine Zakonom o potvrđivanju konvencije. „Na kraju su stvoreni uslovi da tada još uvek knjaz Milan Obrenović srebrnim budakom 3. jula 1881. godine udari temelj srpskim državnim železnicama.“<sup>4</sup>

Niš je oslobođen od Turaka 11. januara 1878. godine, nakon dugih borbi. Od tog vremena Niš prestaje da bude orijentalna kasaba i dolazi do naglog razvoja. Dobijanjem statusa druge prestonice, „varoš od 12.801 stanovnika, prema popisu sa početka 1878 godine“<sup>5</sup>, počinje da se izgrađuje i unapređuje kulturno i politički. U maju 1878. austrijski arhitekta Franc Vinter izradio je „Projekat za regulaciju varoši Niša“. Prema svedočenju Feliksa Kanica „Regulacija grada po austrijskom uzoru nametala se kao neminovna nužnost. Na mesto uklonjenih džamija, minareta i krivudavih sokaka svuda su nicali inpozantni trgovi i prave ulice.“<sup>6</sup> Izgradnjom pruge Beograd – Niš, sa daljim trasama ka Vranju i Pirotu, odnosno ka Turskoj i Bugarskoj, grad se našao na važnom putnom pravcu između istoka i zapada, te je time njegov dalji razvoj ubrzan.

„Izgradnjom železnice, došlo je do promena u uređenju grada Niša, u opremi stanova i radnji, u načinu života Nišlija, u njihovom odevanju, obrazovanju, političko-duhovnom životu i privredi.“<sup>3</sup>

Paralelno sa izgradnjom mreže železničkih puteva, na svim budućim stajalištima gradili su se železnički terminali, pomoćni objekti i objekti za boravak i rad inženjera, upravnika i njihovih porodica. Arhitektura objekata železnice bila je novina za Srbiju, time i za

<sup>4</sup> Železnice Srbije, M. Grujić, Z. Bundalo, Beograd, 2004.

<sup>5</sup> 125 godina Vojne bolnice u Nišu, Sreten Milenković, Milorad Dimić, Niš, 2004.

<sup>6</sup> Srbija - zemlja i stanovništvo : od rimskog doba do kraja XIX veka / Feliks Kanic, [preveo Gligorije Ernjaković], Beograd : Srpska književna zadruga Rad, 1985.

Niš. Izgradnjom železničkog terminala i dva poslovno stambena objekta u periodu od 1883. do 1903. godine, Niš je dobio nove kapije grada, a njihova arhitektura i današnja vrednost sa aspekta graditeljskog nasleđa su tema ovog rada.

Na slikama 1 i 2 prikazana je lokacija pomenutih objekata u današnjoj ulici Dimitrija Tucovića, nekada Prizrenska ulica.



Slika 1 – Niš 1893. god



1. Položaj starog železničkog terminala
2. Novi objekat železničke stanice
3. Stambeno-poslovni objekat br. 14
4. Stambeno-poslovni objekat br. 8
5. Stambeni objekat br. 24

Slika 2 – Niš, ul. Dimitrija Tucovića, Položaj prikazanih objekata, 2010. Godina

## 2 O ARHITEKTURI I ISTORIJATU OBJEKATA

### 2.1 STARI ŽELEZNIČKI TERMINAL

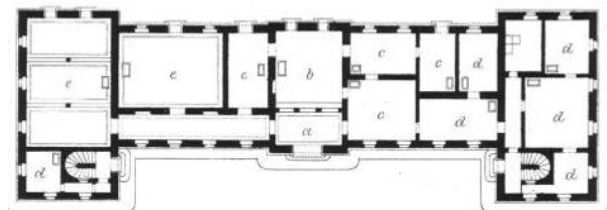
**Lokacija:** Niš, ulica Dimitrija Tucovića

**Godina izgradnje:** od 1883. do 1884. godine

**Projektant:** nepoznat

Zgrada železničke stanice u Nišu građena je po uzoru na austrijske železničke terminale tog vremena. Ne postoje podaci o tome ko je projektovao objekat, a takođe u arhivima Srbije ne postoje arhitektonski planovi ovog objekta. Ono što se može zaključiti iz starih fotografija i svedočenja je da je projektovana kao jednospratna građevina, duga oko 70m i široka oko 20m. Deo projektne dokumentacije staničnog kompleksa čuva se u Fondu starina i arhivu Nacionalne škole za mostove i puteve<sup>7</sup>. U dodatku ovog rada dati su delovi projektne dokumentacije pomoćnih objekata i nadstrešnica.

Glavni ulaz u objekat železničke stanice je bio postavljen centralno i orjentisan ka današnjoj ulici Dimitrija Tucovića. Postojala su i dva sporedna ulaza sa istom orijentacijom na blago isturenim krilima. Prolaskom kroz vetrobran ulazilo se u prostoriju sa šalterima, za kupovinu karat i kasetama za odlaganje prtljaga, iz koje se izlazilo na perone. Levo od vetrobrana, hodnikom se pristupalo čekaonicama prve i druge klase, koje su takođe imale izlaze na perone, a desno kancelarijama. Kraj sporednih ulaza nalazilo se stepenište kojim se pristupalo spratu, na kome su se nalazile stambene jedinice. Priložena osnova prizemlja železničke stanice prve klase u Mađarskoj (sl. 3), sa veoma sličnom osnovom objekta u Nišu.



a. vetrobran b. biletarnica i prtljag c. kancelarije  
d. stanovanje e. čekaonice

*Slika 3 – Osnova prizemlja zgrade železničke stanice prve klase u Mađarskoj*

Duž čitave fasade orjentisane ka peronima pružala se nadstrešnica čiju su konstrukciju činili blago ukrašeni čelični stubovi i rešetkasti nosači.

Spoljašnja obrada izvedena je u stilu akademizma i neoklasicizma. Sokla je naglašena rustičnim, tamnim kamenim pločama. Sva istaknuta zidna platna zatvorena su na stranama kamenim kvadrirama. Prizemni otvori uokvireni su profilisanim gredicama. Otvori na spratu, na ispuštenim krilima nadvišeni su

trougaoim i lučnim timpanonima, a ostali profilisanim gredicama.

U drugom svetskom ratu zgrada je bila delimično porušena. Objekat je u potpunosti uklonjen 1982. godine, zbog izgradnje nove stanične zgrade u neposrednoj blizini. Jedino što je od ovog zdanja sačuvano je prizemni objekat koji se nastavljao na nadstrešnicu, sa desne strane u odnosu na glavni ulaz i u kome su se nalazili lokali. Stanje u kome se danas nalazi kao i funkcija magacinskog prostora, svedoči o nemarnosti i nebrizi kada je u pitanju zaštita graditeljskog naslađa.



*Slika 4 – Prva zgrada glavne železničke stanice u Nišu, izgled sa perona*



*Slika 5 – Prva zgrada glavne železničke stanice u Nišu, izgled sa ulice*

Objekat stare železničke stanice u Nišu predstavljao je tipičan primer železničkih terminala građenih u drugoj polovini devetnaestog veka u Evropi i u gradovima te veličine. Njegov poseban značaj ogleda se u tome da je građen u vreme izgradnje prve pruge u Srbiji i da je bio reprezent razvoja Srbije kao moderne evropske zemlje. Položaj novog objekta železničke stanice je pored starog, uklonjenog, a njegovim rušenjem se samo formirala zelena površina ispred glavnog ulaza u novi objekat. Ovakvim pristupom ne samo da je uklonjen spomenik kulture od izuzetnog značaja, već je propuštena

<sup>7</sup> Fonds Ancien et Archives, Ecole Nationale des Ponts et Chaussees

moгуćnost da se novom objektu da poseban kvalitet u kulturološkom i estetskom smislu. Očuvanjem starog objekta železničke stanice i njegovom prenamenom, uz izgradnju novog, bila bi snažno potencirana tradicija železnica u Srbiji. Njegovo postojanje potpuno bi izmenilo današnji bezličan karakter šire lokacije, a mogućnosti budućih unapređenja bile bi značajno povećane. Uklanjanje ovog objekta primer je olakog odricanja mogućnosti da se jedan grad unapređuje oslanjajući se na postojeća kulturna dobra, uz naravno izgradnju novih objekata koji ne negiraju kvalitetne postojeće, već funkcionišu u sadejstvu u svakom smislu te reči.

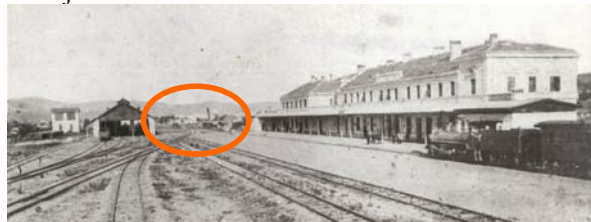
## 2.2 STAMBENO – POSLOVNI OBJEKAT U ULICI DIMITRIJA TUCOVIĆA BR. 14

**Lokacija:** Niš, ulica Dimitrija Tucovića broj 14

**Godina izgradnje:** od 1883. do 1903. godine

**Projektant:** arh. Srećko Krajčić

Prema originalnoj projektnoj dokumentaciji, jednospratni stambeno-poslovni objekat projektovan za potrebe železnice delo je niškog arhitekta Srećka Krajčića. Tačna godina projektovanja i izgradnje nije poznata. Pretpostavlja se da je izgrađen u periodu od 1883. do 1903. godine, jer se konture zgrade naziru u pozadini na fotografiji železničke stanice datirane na navedeni period (slika 6). Projektovan je za potrebe 4. sekcije ZOP-a.



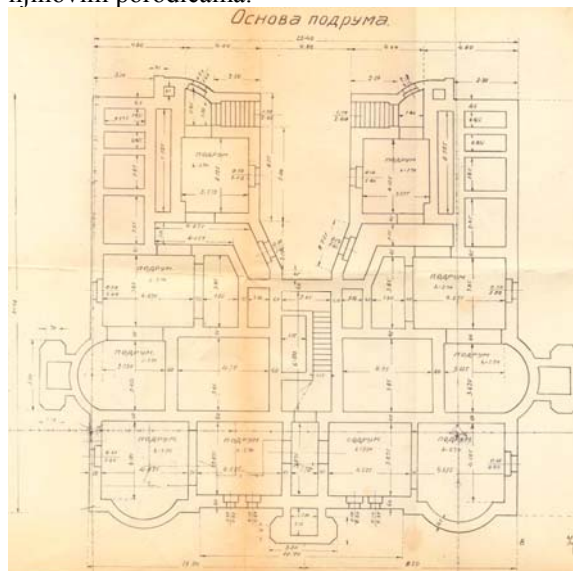
*Slika 6 – Zgrade i koloseci stanice Niš, 1884-1903*

U osnovi zgrada je kvadratnog oblika dimenzija približno 22x22m, sa poluotvorenim unutrašnjim dvorištom. Glavni ulaz orjentisan je ka ulici Dimitrija Tucovića i iz njega se preko izduženog vetrobranskog hola pristupa centralnom holu sa stepeništem.

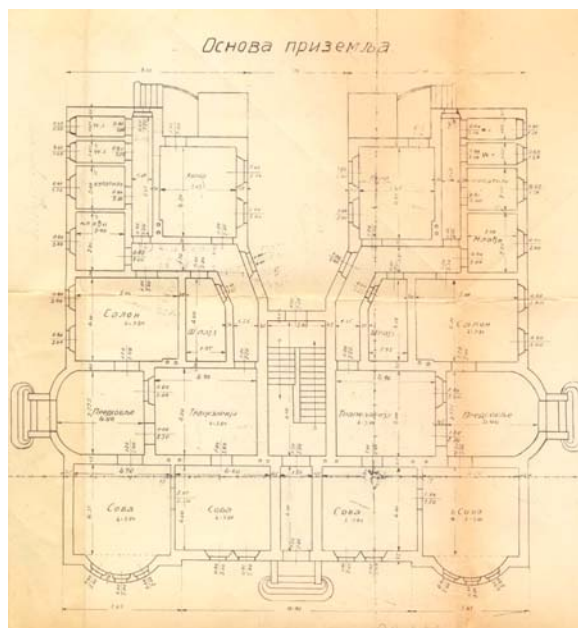
Na slici 7 data je originalna osnova podruma.

U prizemlju zgrade (slika 8) projektovana su dva prostrana troiposobna salonska stana, sa ulazima na bočnim fasadama. Stanovi su iz zadnjeg dvorišta imali i ekonomski ulaz direktno povezan sa kuhinjom i ostavama. Iz prostranog predsoblja ulazilo se u

trepezariju, levo u salon, a desno u sobu. Na trepezariju se sa leve strane nadovezivao hodnik oko koga su bile organizovane ostava, kuhinja, toaleti, kupatilo i soba za decu, a desno još jedna spavaća soba. Stanovi su bili namenjeni visokim činovnicima železnice i njihovim porodicama.



*Slika 7 – Osnova podruma (originalni projekat)*

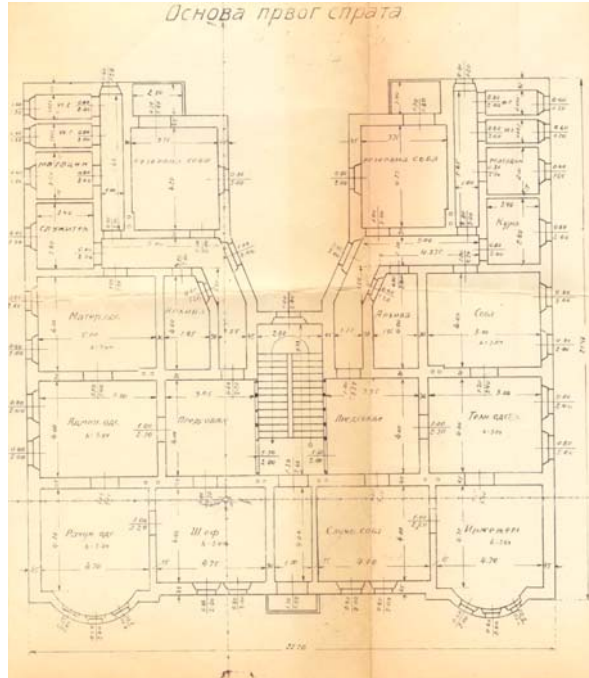


*Slika 8 – Osnova prizemlja (originalni projekat)*

Sprat (slika 9) je projektovan kao poslovni prostor. Sa stepeništa se levo i desno pristupalo u predsoblja oko kojih su bile organizovane kancelarije inženjerskog, tehničkog, materijalnog,



računovodstvenog i administrativnog odseka, kancelarija šefa i kancelarija za sastanke. Ka zadnjem dvorištu sa obe strane vodili su hodnici sa kojih se pristupalo kuhinji, sobi služitelja, ostavama, toaletima i dvema rezervnim sobama.



Slika 9 – Osnova sprata (originalni projekat)

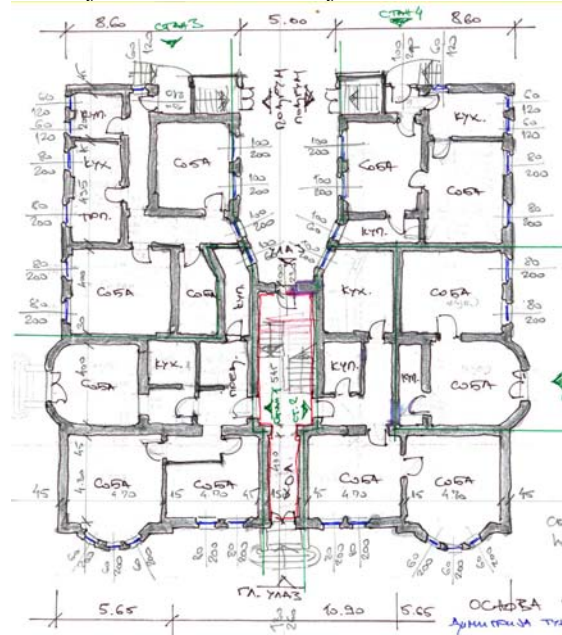
Konstruktivni sistem je masivni zidani. Spoljašnji zidovi u podrumu su debljine 60cm, a u prizemlju i na spratu 45cm. Nosači međuspratne konstrukcije su čelični I profili. Spratna visina prizemlja i sprata je 3.84m.

Izražena simetrija uočljiva je podjednako u enterijeru i eksterijeru. Fasade su u potpunosti očišćena od suvišnih ornamenata, gotovo skromne. Sva dinamika postignuta je rasporedom i dimenzijama otvora. Krajevi prednje fasade naglašeni su polukružnim nišama, na kojima se ističu po tri vertikalno izdužena prozora. Centralno postavljen glavni ulaz istaknut je zaobljenim ulaznim stepeništem i balkonom na spratu. Prvobitna boja fasade bila je žuta. Do 2. svetskog rata objekat je korišćen u projektovane svrhe, da bi za vreme rata korišćen za kancelarije Gestapoa u Nišu. Nakon rata objekat je dat na korišćenje Jugoslovenskim železnicama.

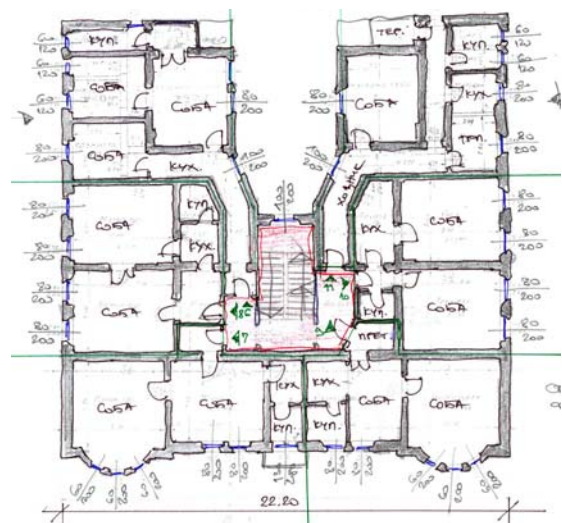
Pedesetih godina prošlog veka izvršena je prenamena prostora u isključivo stambeni. Bez narušavanja izgleda fasada i centralnog hodnika, prostor prizemlja adaptiran je za potrebe pet stambenih jedinica, tri dvosobna i dva trosobna stana,

a prostor sprata za šest, četiri dvosobna, jedan dvoiposoban i jedan jednosoban stan. Nimalo komforni i funkcionalni stanovi su predati na korišćenje radnicima Jugoslovenskih železnica.

Na slikama 10 i 11 date su osnove prizemlja i sprata sa trenutnim stanjem, gde su za razliku od prvobitne prenamene vidljive i naknadne intervencije samih stanara u smislu proširenja stanova na račun dela zajedničkih komunikacija.



Slika 10 – Osnova prizemlja nakon prenamene



Slika 11 – Osnova sprata nakon prenamene

Šestdeset godina poluprivatnog i privatnog vlasništva doveli su objekat u stanje kakvo je danas, slika 12. Na slici su vidljivi preostali originalni

elementi u entrijeru stepenišnog prostora. Slika zapuštenosti vidljiva je unutar objekta, podjednako koliko i spolja. Pored oronule fasade, problem su zastarele elektroinstalacije, neispravna vodovodna i kanalizaciona mreža, vlaga u podrumu, dotrajala krovna konstrukcija. Zbog istorijskog značaja i arhitektonske važnosti objekat bi se trebao naći pod zaštitom Zavoda za zaštitu spomenika kulture.



*Slika 12 – Izgled objekta – trenutno stanje*

### 2.3 STAMBENO - POSLOVNI OBJEKAT U ULICI DIMITRIJA TUČOVIĆA BR. 8

**Lokacija:** Niš, ulica Dimitrija Tucovića broj 8

**Godina izgradnje:** od 1883. do 1903. godine

**Projektant:** arh. Srećko Krajčić

Zgrada u ulici Dimitrija Tucovića br.8, po svim aspektima nalikuje zgradi u broju 14. Kao i prethodno opisanu, projektovao ju je arhitekta Srećko Krajčić za potrebe V sekcije ZOP-a i imala je istu namenu i raspored prostorija. Izgrađena je nešto kasnije, takođe u periodu od 1883. do 1903. godine. Bitna razlika ipak postoji i ogleda se u obradi fasadnih ravni. Krajevi prednje fasade u nivou krova naglašeni su gotovo baroknim zabatnim zidovima pročelja. Takođe, ovaj objekat ima bogatiju fasadnu plastiku.



*Slika 13 – Izgled objekta – trenutno stanje*

Trenutno stanje objekta je malo bolje od objekta na broju 14, ali je propadanje fasade značajno i zahteva što hitniju konzervaciju. Kako je kao i prethodni, objekat u privatnom vlasništvu, jedina realna i trenutno izvodljiva mera zaštite je sređivanje fasade objekta i njeno vraćanje u prvobitno stanje. Ova intervencija ne bi narušila trenutnu namenu objekta jer je položaj otvora nepromenjen, a nije bilo ni drastičnih naknadnih intervencija na fasadi.

### 2.4 STAMBENI OBJEKAT U ULICI DIMITRIJA TUČOVIĆA BR. 24

**Lokacija:** Niš, ulica Dimitrija Tucovića broj 24

**Godina izgradnje:** 1921. godina

**Projektant:** nepoznat

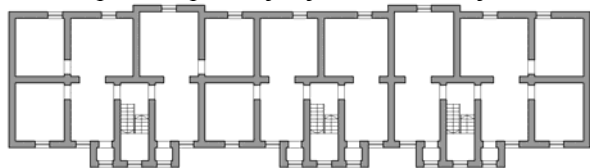
Stambeni objekat u ulici Dimitrija Tucovića 24 sagrađen je za potrebe stanovanja zaposlenih na železnici 1921. godine, o čemu svedoči „Zapisnik o valorizaciji stana u 1959 godini“.

Objekat je spratnosti Po+P+1, pravougaonog gabarita, dimenzija 40h10m. Posmatrano u osnovi prizemlja, postoje tri zasebna ulaza sa stepenišnim prostorom u svakom, oko kog su organizovane po dve stambene jedinice. Strukturu stanova u prizemlju, a takođe i na spratu čine dva trosobna, dva dvosobna i dva jednosobna stana. Od ulaza jedan stepenišni krak vodi ka podrumu, a drugi ka stanovima koji su na

prvom podestu. Na sledećem podestu, levo i desno od stepeništa nalaze se prostorije dimenzija 120h90cm, koje su projektovane kao kupatila koja nisu u skladu sa današnjim poimanjem i standardom kupatila. U samo nekim od stanova, njima se pristupa iz stana, u najvećem broju slučajeva pristupa im se sa stepeništa. U stanovima ne postoje jasno definisane ulazne partije, obično se ulazi u prostoriju koja je kuhinja sa trpezarijom, a iz nje u ostale prostorije.

Konstruktivni sistem je masivni zidani. Spoljašnji zidovi u podrumu su debljine 60cm, a u prizemlju i na spratu 45cm. Nosači međuspratne konstrukcije su čelični I profili. Spratna visina prizemlja i sprata je 3.40m.

Fasade su jednostavne, oslobođene svih detalja i ornamenata. Dva ispusta na fasadi orjentisanoj ka ulici ispraćena su i ispustom u krovu. Isti princip postizanja fasadne plastike primenjen je i na dvorišnoj fasadi.



Slika 13 – Osnova sprata prema originalnom projektu



Slika 14 – Izgled objekta – trenutno stanje

Oskudan dizajn spoljašnjosti, ne baš ispravno projektovana unutrašnjost, primena jeftinih materijala, neumešnost pri izvođenju objekta, logično objašnjenje i opravdanje mogu naći samo u činjenici da je zgrada sagrađena nakon prvog svetskog rata, dakle u vreme prazne državne i železničke kase. Oronulost, zapuštenost i nemarnost su utisci koje zgrada ostavlja

na posmatrača. Kako nema gotovo nikakvu arhitektonsku, kao ni istorijsku vrednost, a pritom zaklanja vizure na okolne savremenije objekte sa kojima ne korespondira, njeno uklanjanje doprinelo bi boljoj sagledivosti okolnog prostora.

### 3 ZAKLJUČAK

Razvoj železnica u Srbiji u drugoj polovini 19. veka doprineo je i razvoju arhitekture i građevinarstva i „evropeizaciji“ zemlje. Ovo je posebno uočljivo u južnoj Srbiji s'obzirom da je tu preovladavala arhitektura zasnovana na uzorima turske arhitekture i urbanizma. Objekti železnice projektovani su od strane arhitekata iz Francuske i Austrije a po uzoru na objekte iste namene u tim zemljama.

Postojao je veliki broj pomoćnih objekata različite arhitektonske i istorijske vrednosti. Mnogi od njih ostali su neprimetni stručnoj javnosti i kao takvi izloženi propadanju i estetskoj i funkcionalnoj devastaciji. Ovi objekti su češće bili uklanjani, ali se u nišu desilo upravo suprotno. Uklonjen je glavni objekat železničke stanice, koji je ujedno imao i najveću arhitektonsku i istorijsku vrednost.

Kroz sagledavanje arhitekture, istorije i trenutnog stanja postojećih objekata dati su komentari i sugestije, ali je i ostavljena mogućnost da se o njihovoj sudbini povede šira stručna rasprava. Više od jednog veka njihovog postojanja obavezuje Grad Niš i Zavod za zaštitu spomenika da pristupi njihovoj istorijskoj valorizaciji i adekvatnom tretmanu, posebno ako imamo u vidu nepromišljeno uklanjanje glavnog objekta.

U dodatku ovog rada dati su još neki prilozi neophodni za sagledavanje izloženih podataka u ovom radu.

### LITERATURA

- [1] *125 godina Vojne bolnice u Nišu*, S. Milenković; M. Dimić, Niš, 2004.
- [2] *Na skretnici milenijuma 1 i 2, monografija*, Grupa autora, Preduzeće za železničku izdavačko-novinsku delatnost, Beograd, 2000.
- [3] *Poseta barona Herdera Srbiji i prvi plan za izgradnju železnice*, M. Samardžić, Istraživanja br. 18, str. 135-145, 2007.

[4] *Spomenici Niša: zaštićena kulturna dobra od izuzetnog i od velikog značaja*, B. Andrejević, Prosveta, Niš, 1996.

[5] *Srbija - zemlja i stanovništvo : od rimskog doba do kraja XIX vek*, F. Kanic, Srpska književna zadruga Rad, Beograd, 1985.

[6] *Železnice u Srbiji 1884–1958*, J. Raičević, Privredna hronika, sveska VI, Beograd, 1959

[7] *Železnice Srbije, monografija*, M. Grujić, Z. Bundalo, Preduzeće za železničku izdavačko-novinsku delatnost, Beograd, 2004.

#### ILUSTRACIJE

1. Istorijski arhiv Grada Niša
2. Privatna arhiva Andreje Filipovića, Niš
3. Privatna arhiva Dušana Stojakovića, Niš
4. [www.skyscrapercity.com](http://www.skyscrapercity.com) - preuzeto do marta 2010.
5. [www.gis.ni.rs](http://www.gis.ni.rs) - preuzeto avgusta 2010.
6. Fonds Ancien et Archives, Ecole Nationale des Ponts et Chaussees, Paris [www.enpc.fr](http://www.enpc.fr)

## PRIKAZ PROJEKTA STAMBENOG NASELJA UZ REKU NIŠAVU

Petar Pejić<sup>1</sup>, Vojislav Nikolić<sup>2</sup>

**Rezime:** U ovom radu dat je prikaz idejnog urbanističko-arhitektonskog rešenja stambenog naselja uz reku Nišavu autorskog tima u sastavu: Milan Stevanović, Stefan Živković, Srđan Sakan, Vojislav Nikolić i Petar Pejić. Ovaj projekat predstavlja prvonagrađeni konkursni rad za dela iz oblasti arhitekture za 2010. godinu časopisa Arhitekton.

**Ključne reči:** master plan, stambeno naselje, višeporodično stanovanje, zelena arhitektura, konkursni rad

**Abstract:** This paper describes the urban and architectural design of housing estate along the Nisava river, the designing team consisting of: Milan Stevanovic, Stefan Zivkovic Srdjan Sakan, Vojislav Nikolic and Petar Pejic. This design is the winning project at the open competition for works of architecture 2010 of the Arhitekton magazine.

**Keywords:** master plan, housing estate, multi-family housing, green architecture, competition work

---

<sup>1</sup> Inženjer arhitekture (BSc. Arch.)

<sup>2</sup> Inženjer arhitekture (BSc. Arch.)

## 1 UVOD

U ovom radu dat je prikaz idejnog urbanističko arhitektonskog rešenja stambenog naselja uz reku Nišavu autorskog tima u sastavu: Milan Stevanović, Stefan Živković, Srđan Sakan, Vojislav Nikolić i Petar Pejić. Ovaj projekat predstavlja prvonagrađeni konkursni rad za dela iz oblasti arhitekture za 2010. godinu časopisa Arhitekton. Rad je rađen u okviru predmeta Studio stambene zgrade na diplomskim akademskim studijama Građevinsko arhitektonskog fakulteta u Nišu.

## 2 ANALIZA LOKACIJE

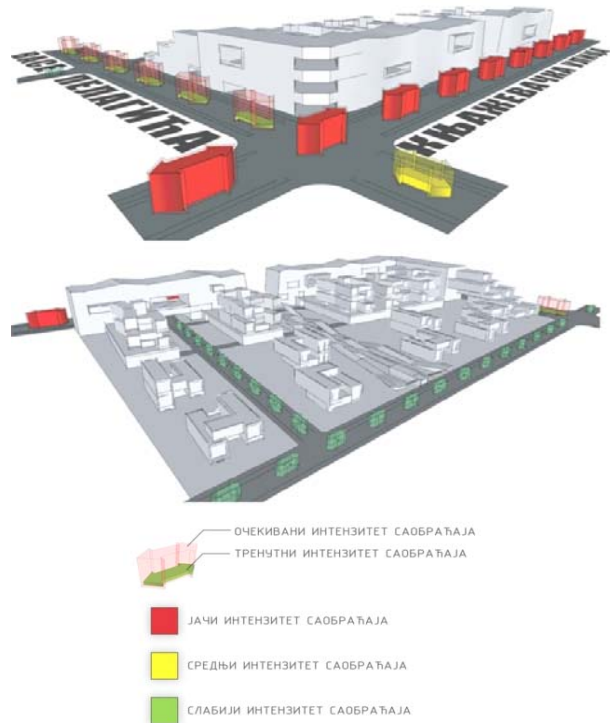
Lokacija se nalazi u severnom delu Niša na desnoj obali Nišave. Sa južne strane ograničena je budućim kejom na reci, sa zapadne strane industrijskim kompleksom „Niteks“, sa severa ulicom „Knjaževačka“ i sa istoka ulicom „Vase Pelagića“. Postojećim pešačkim mostom preko reke Nišave područje je povezano sa sadržajima na drugoj obali reke, dok je u produžetku ulice „Vase Pelagića“ predviđena izgradnja novog kolskog mosta.



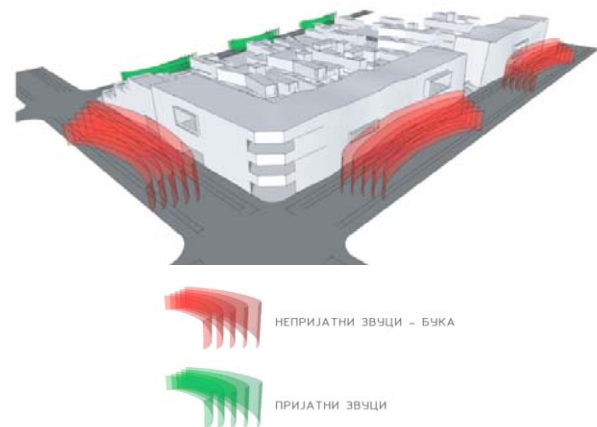
Slika 1 – Položaj lokacije u odnosu na bitne repere

Ulica “Knjaževačka” predstavlja veoma frekventnu saobraćajnicu i vezu naselja sa centrom grada, dok će ulica “Vase Pelagića” sa novoizgrađenim mostom biti značajno više saobraćajno opterećena i obezbediće bolju povezanost novoprojektovanog naselja sa

ostatkom grada. Ove ulice i njihov sadašnji i budući intenzitet saobraćaja za posledicu imaju veliko zagađenje od štetnih emanacija - izduvnih gasova i buke. Sa južne strane područja, uz reku, na kojoj su predviđeni sportski sadržaji i velike parkovske površine nema negativnih uticaja.



Slika 2, 3 – Analiza uticaja saobraćaja

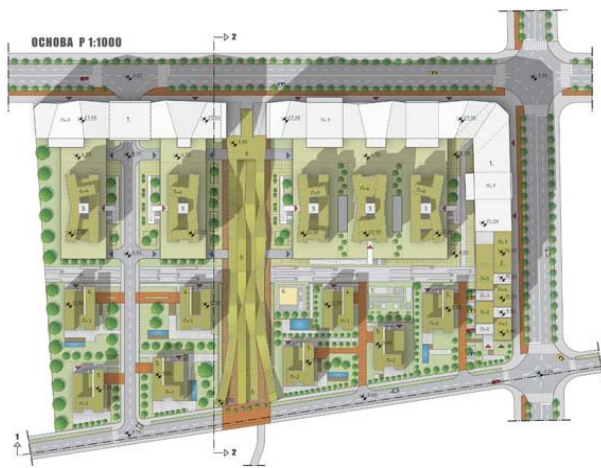


Slika 4 – Analiza uticaja buke

### 3 STAMBENO NASELJE UZ REKU NIŠAVU

#### 3.1 KONCEPT NASELJA

Polazni koncept je zasnovan na diferencijaciji i potpunom odvajanju kolskog od pešačkog saobraćaja u području. Radi održanja kontinuiteta pešačkog kretanja sa druge strane Nišave kao produžetak pravca pešačkog mosta područje je presečeno parkovskom površinom. Park čine četiri paralelne pešačke staze koje svojom talasastom formom treba da simbolišu talase obližnje vode reke Nišave. Staze u svom podužnom preseku naizmenično menjaju visinu od kote terena do kote +4.00m na taj način stvarajući vidikovce ali i nadkrivene prostore za okupljanje.

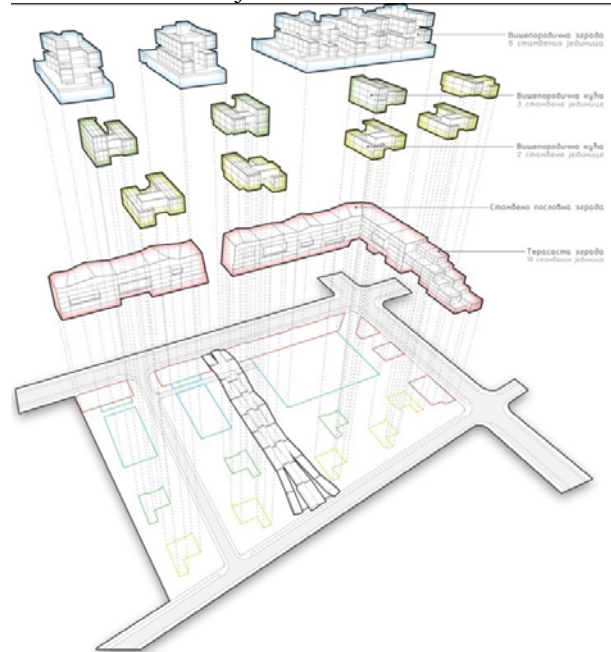


Slika 5 – Situacioni prikaz

Kako bi lokacija bila zaštićena od buke i zagađenja izgrađena je masivna barijera u vidu stambeno poslovnog objekta spratnosti P+7 uz frekventne ulice. Ideja za izgled ovog objekta proistekla je iz silueta planina sa severa Niša koje se prepoznaju u pozadinskoj panorami područja. Poslovno stambeni objekat uz Knjaževačku ulicu je koridorskog tipa, gde su poslovni sadržaji predviđeni u prizemlju i na prvom spratu dok su ostalih šest etaža predviđene za stanovanje. Uz ulicu Vase Pelagića objekat je terasastog tipa i stepenasto se spušta ka obali reke Nišave kako bi se južna insolacija što bolje iskoristila [1].

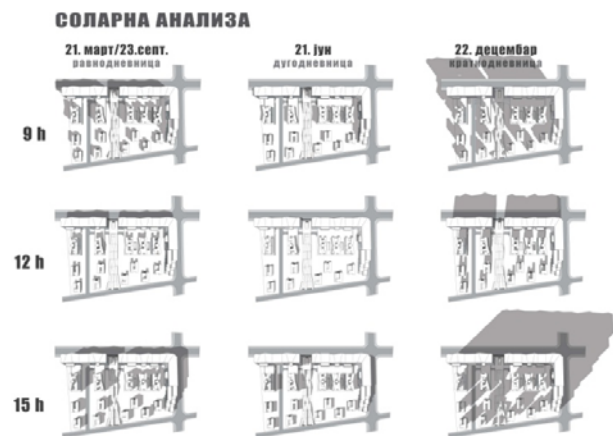
Kontinuitet objekta uz Knjaževačku ulicu se prekida na mestu prodora centralne parkovske

površine sa ciljem otvaranja naselja i drugim korisnicima za dolazak do pešačkog mosta, obale reke i rekreativnih sadržaja uz reku.



Slika 6 – Raspored stambenih objekata

Zbog atraktivnih vizura ka reci i budućem sportskom kompleksu i povoljne južne orijentacije, unutar područja se stambenim objektima smanjuje spratnost od severa ka jugu. Krećući se od severa ka jugu projektovani slobodnostojeći objekti su spratnosti P+5, P+3 i P+2, raspoređeni na najoptimalniji način kako bi svi stanovnici dobijali što više prirodnog svetla tokom cele godine.

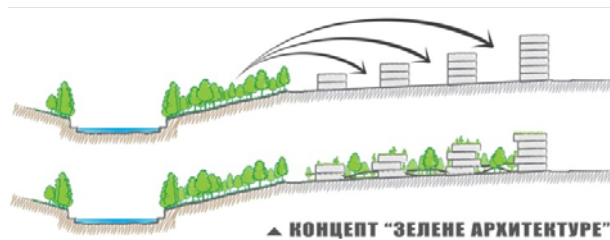


Slika 7 – Solarna analiza

### 3.2 ZELENA ARHITEKTURA

Zbog bolje povezanosti sa prirodnim okruženjem reke i njene zelene obale i uticajem na sve veća zagađenja u gradovima, područje je projektovano sa velikim zelenim površinama. Pored uobičajnih parkovskih i dvorišnih zelenih površina planirano je da svaki od objekata sadrži zelene terase i zelene krovove [3].

Projektovanjem objekata po bioklimatskim i ekološkim principima, adekvatnim pozicioniranjem objekata u odnosu na strane sveta, korišćenjem zelenih krovova, koji predstavljaju veoma efikasnu izolaciju, kao i korišćenjem savremenih sistema za preradu kišnice isplanirana je velika ušteda energije i održivost stambenog naselja.



Slika 9 – Koncept zelene arhitekture

### 3.3 STACIONARNI SAOBRAĆAJ

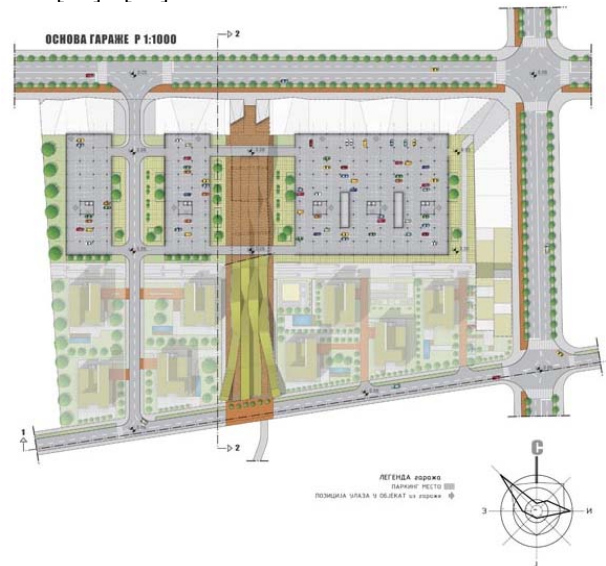
Planiranje stacionarnog saobraćaja je veoma bitno u stvaranju kvalitetnog životnog ambijenta, jer danas moderna porodica poseduje minimum i sve češće više od jednog automobila [2]. Pri projektovanju prezentovanog naselja uzete su u obzir ove tvrdnje i isplaniran je dovoljan broj parking mesta.

Najsevernija grupacija slobodnostojećih objekata spratnosti P+5 leži na „zelenim“ platoima ispod kojih se nalazi parking prostor namenjen za automobile stanovnika iz ovih objekata ali i za automobile stanovnika i zaposlenih iz susedne stambeno poslovne zgrade. Ostali objekti parking prostore imaju predviđene u svojim prizemnim etažama i dvorištima.

## 4 INDIVIDUALIZACIJA

Savremene tendencije življenja teže za jednorodničnim stanovanjem, ali iz ekonomičnih

razloga u gradskim sredinama najzastupljenije je višeporodično stanovanje. Stoga je projektovanje stanova u višeporodičnom objektu poseban izazov za projektante, jer se očekuje da se stambeni komfor koji nudi višeporodični objekat približi uslovima života u kući [11] i [12].



Slika 8 – Osnova parking prostora

Kako bi se stvorilo naselje sa što više zelenih i slobodnih prostora, a u isto vreme postigao određeni indeks izgrađenosti i zauzetosti na ovoj lokaciji projektovani su višeporodični objekti.[8] I to pet objekata sa planirane dve stambene jedinice, tri sa tri stambene jedinice, pet sa osam stambenih jedinica i jedan poslovno stambeni objekat sa 150 stambenih jedinica. Pri projektovanju i planiranju naselja vodilo se računa o povećanju kvaliteta življenja individualizacijom u najekonomičnijem višeporodičnom stanovanju. To se postiglo na nivou urbanog i arhitektonskog sklopa.

Na nivou urbanog sklopa:

- grupisanjem objekata u tačkasti tip arhitektonskog sklopa
- obezbeđivanjem dovoljanog broja parking mesta- predviđanjem zajedničke podzemne garaže ispod objekta.

Na nivou arhitektonskog sklopa:

- stvaranjem sopstvenih dvorišta za stanove viših etaža na ravnim zelenim krovovima
- vizuelnom prepoznatljivošću stambenih jedinica u sklopu, koje su koncipirane kao "living box" sistemi, i
- spratnošću sklopova sa malim brojem stanova po etaži.



## 5 ZAKLJUČAK

Prikazani rad je na konkursu za dela iz oblasti arhitekture za 2010. godinu časopisa Arhitekton osvojio prvu nagradu, u konkurenciji od 30 radova sa Balkana koji su ušli u uži izbor. Ovaj rad predstavlja veoma napredan i realističan pristup arhitektonskim zahtevima današnjice i kao takav se istakao u odnosu na ostale pristigle radove.



*Slika 10, 11, 12 – 3D prikaz stambenog naselja*



*Slika 13 – Izgled zelene krovne terase*



*Slika 14, 15 – Izgled pešačkih staza unutar naselja*

## LITERATURA

- [1] *Uticaj mikroklimе i orijentacije na energetske potrebe zgrada*, Bogdanović I., Zbornik radova Građevinsko – arhitektonskog fakulteta broj 21, Niš, 2006., str. 195-204.  
 [2] *Urbanističko – arhitektonski tretman slobodnih prostora u neposrednoj okolini stana kod višeporodičnog stanovanja*, Dinić M., Zbornik radova Građevinsko – arhitektonskog fakulteta broj 21, Niš, 2006., str. 169-182.

- [3] *Zelena arhitektura kao vid ekološki prijateljske izgradnje*, Grubić N., Nauka + Praksa, Niš, 2010. str. 25-28
- [4] *Projektovanje stambenih zgrada 1*, Ilić D., Organizacija stana, Univerzitet u Nišu, 1991.
- [5] *Fleksibilnost na nivou sklopa sprata stambenih zgrada*, Jovanović G., Stoiljković B., Stanimirović M., Nauka + Praksa, Niš, 2010., str. 33-36.
- [6] *Fleksibilnost funkcije stambene jedinice u odnosu na grupisanje instalacija*, Kubet V., Carić O., Hiel K., Zbornik radova Građevinsko – arhitektonskog fakulteta broj 25, Niš, 2010., str. 143-150.
- [7] *Projektovanje 2 - Višeporodično stanovanje, radni materijal, sveska 3, 4, 5, 6 i 8*, Marušić D., Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2001.
- [8] *Slobodni i rekreativni prostori kao esencijalni sadržaji stambene zone sa osvrtom na stanje u Nišu*, Mitković P., Bogdanović I., Zbornik radova Građevinsko – arhitektonskog fakulteta broj 20, Niš, 2004., str. 171-180.
- [9] *Arhitektonsko projektovanje*, Nojfert E., Građevinska knjiga, Beograd, 1996.
- [10] *Fleksibilnost stanova namenjenih tržištu*, Stoiljković B., Zbornik radova Građevinsko – arhitektonskog fakulteta broj 20, Niš, 2004., str. 31-46.
- [11] *Modaliteti individualizacije arhitekture višeporodičnog stanovanja*, Stoiljković B., Jovanović G., Internacionalni naučno-stručni skup Građevinarstvo - nauka i praksa, Žabljak, 2010.
- [12] *Savremene tendencije u stambenoj arhitekturi*, Stoiljković B., Jovanović G., Zbornik radova Građevinsko – arhitektonskog fakulteta broj 25, Niš, 2010., str. 223-230.

## ANALIZA ENTERIJERA KROZ POVEZIVANJE UNUTRAŠNJE PROSTORA SA SPOLJAŠNJOM SREDINOM

Marija Stamenković<sup>1</sup>, Aleksandar Keković<sup>2</sup>

**Rezime:** Tema rada je analiza enterijera objekata komercijalnog sadržaja kroz definisanje granice uređenog unutrašnjeg prostora i spoljašnjeg okruženja, odnosno povezanost prostora različitih namena. Izvršena je klasifikacija načina ostvarivanja veza enterijera sa spoljašnjom sredinom, i utvrđeno je da se veza ostvaruje prvenstveno preko otvora na fasadama, a dodatni efekti se postižu modelovanjem i materijalizacijom ulaznog fronta, kao i isticanjem elemenata u enterijeru bojama i osvetljenjem. Cilj rada je ukazivanje na značaj modelovanja poluotvorenih struktura, prezentovanje enterijera i njegovo približavanje korisnicima radi ostvarivanja višestrukih interakcija između posetioca, objekta i spoljašnje sredine.

**Gljučne reči:** enterijer, spoljašnje okruženje, granica, povezanost, prezentovanje unutrašnjeg sadržaja

**Abstract.** The topic of the paper is the analysis of commercial buildings interiors by defining boundaries between interior and exterior, concerned with connection of spaces with different purposes. The ways of connecting interior and exterior are classified, and it is determined that the connection is primarily provided through facade apertures, and additional effects are provided by front entrance modeling and materialization, as well as by emphasizing the interior content by colors and lighting. The aim of the paper is to indicate the importance of semi-open structures, presentation of the interior and familiarization of users to it in order to achieve multiple interactions between visitor, building and exterior.

**Key words:** interior, exterior, boundary, connection, presentation of interior content

---

<sup>1</sup> dipl. inž. arh., student doktorskih studija, Građevinsko – arhitektonski fakultet u Nišu

<sup>2</sup> Docent dr, Građevinsko – arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

## 1 UVOD

Enterijer kao funkcionalno i estetski uređen unutrašnji prostor definisan je kroz njegovu povezanost sa spoljašnjim okruženjem, kao i kroz mogućnosti i načine na koje se ta veza ostvaruje. U radu je razmatrano o granicama enterijera prema spoljašnjoj sredini sa pokušajem da se odgovori na pitanja da li one moraju da budu jasno i strogo utvrđene ili se nekad ne mogu precizno utvrditi i predstavljaju „zamućenje” između spoljašnjosti i unutrašnjosti.

Analizom primera enterijera objekata komercijalnog sadržaja, ukazuje se na značaj modelovanja poluotvorenih struktura sa ciljem ostvarivanja jake vizuelne veze sa neposrednim okruženjem i postizanja osećaja boravka u prostranijim unutrašnjim prostorima i širem okruženju. Interakcije koje se ostvaruju na više nivoa: interakcija na relaciji posetilac – objekat, objekat – spoljašnja sredina i posetilac – posetilac, postižu se projektovanjem enterijera kao produžetka – nastavka javnog prostora u unutrašnjost objekta.

## 2 TUMAČENJE ENTERIJERA

Kroz pojam enterijera razmatran je značaj povezivanja unutrašnjih prostora sa spoljašnjim okruženjem. Enterijer kao unutrašnji uređeni prostor, određuju i aktivnosti koje ljudi sprovode u njemu. Dimenzionisanje i funkcionalno uređenje sprovode se prema čoveku i po meri čoveka, sa ciljem postizanja osećaja ugodnosti boravka u datom okruženju.

Shvatanje enterijera kao konačnog unutrašnjeg prostora, sa jasno utvrđenim granicama koje dele unutrašnjost od spoljašnjosti, odnosi se na kreiranje i uređenje pojedinačnih struktura, koje same za sebe predstavljaju „svetove”. Ljudi prelaze iz jednog u drugi „svet”, bez utvrđenog načina, puta i povezanosti sa drugim strukturama, kao kretanje iz jednog postojanja u drugo [2].

Pojedinačno uređenje delova prostora ne daje potpunu sliku i odnos čoveka sa prostorom i arhitekturom. Ove prepreke se mogu prevazići redefinisanjem unutrašnjeg prostora povezivanjem sa drugim strukturama preko spoljašnjeg okruženja.

Predstavljanje ideje o enterijeru izvan njegove funkcije i prostornog određenja, je kroz shvatanje arhitekture kao omotača koji omogućava prelaz iz

jednog prostora u drugi, pre nego sadržaj objekta i funkcionalno uređenje, gde je svaka stvar postavljena na odgovarajuće mesto. Građevine ne bi trebalo posmatrati kao gotove, završene objekte, već kroz prostorni proces komunikacije i interakcije. Na taj način, enterijer je shvaćen kao moderator protoka – „volumen bez kontura” [4], koji posreduje u vezi čoveka i sa objektom i sa spoljašnjom sredinom. Iz tog razloga treba razmotriti načine povezivanja fizički određenog unutrašnjeg prostora i njegovog okruženja, koje čine javni prostori, koji privlače veliki broj posetilaca zahvaljujući dobroj vizuelnoj i fizičkoj protočnosti [3]. Važno je napomenuti da posetilac kao „običan” posmatrač ima najznačajniju ulogu u ostvarivanju vizuelne povezanosti objekta sa okruženjem koja ide u prilog uspešnosti sprovedenog arhitektonskog dela [1].

Javni objekti, koji imaju za cilj da privuku posetioce i korisnike, preko javnih prostora, skreću pažnju najpre fasadom ili ulaznim portalom, a onda unutrašnjim sadržajem. Kako bi se „put” od opažanja do pristupa u objekat skratio, potrebno je u prvi plan istaći uvid u enterijer.

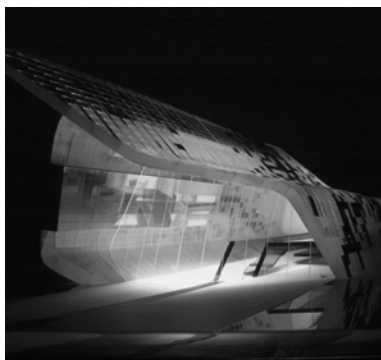
Odgovor na ovakav zahtev je projekat muzeja Tokyo Guggenheim, delo arhitektonskog studija Zaha Hadid Architects [5], koji predstavlja poluotvorenu strukturu slobodne forme, površine 116 m<sup>2</sup>. Prazan prostor izložbenog paviljona se ne bazira na materijalnim postavkama, već na prezentacijama na multimedijalnim ekranima, ukupne površine 600 m<sup>2</sup>, koji su ugrađeni u naspramne unutrašnje zidove čineći svojevrsnu oblogu zidova sačinjenu od heksagonalnih ekrana, kako bi se poboljšao kvalitet slike u odnosu na klasične ekrane kvadratnog oblika.

Naglašena ulazna fasada je potpuno otvorena, i na taj način, posetioci iz neposrednog okruženja mogu videti enterijer (sl.1). Naspramna fasada je cela u staklu, što takođe omogućava uvid u postavke na mutimedijalnim ekranima.

Spoljašnji omotač objekta je isprekidan poljima u vidu svetlosnih kutija (light-boxes), što se može videti na slici 1, preko kojih dnevna svetlost dodatno ispunjava prostor, dok noću predstavljaju svetlosne izvore koji ističu spoljašnji izgled objekta i osvetljavaju unutrašnjost.

Prazan unutrašnji prostor je u cilju postizanja komfora objekta ovakve namene, na zahtavanoj maloj površini, koja je svega 116 m<sup>2</sup>.

Iako je objekat samo digitalno modelovan, njegov značaj se ogleda u tome što može poslužiti kao model za projektovanje i uređenje objekata slične namene, sa ciljem isticanja enterijera i ostvarivanja bolje interakcije na relaciji posetilac – objekat.



*Slika 1 – 3D prikaz muzeja Guggenheim (Tokyo) – ulazna fasada [5]*

### 3 NAČINI OSTVARIVANJA VEZE ENTERIJERA SA SPOLJAŠNJIM OKRUŽENJEM

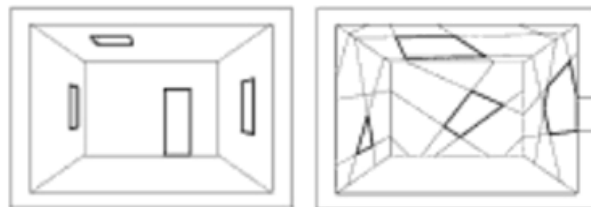
#### 3.1 POVEZIVANJE ENTERIJERA SA SPOLJAŠNJIM OKRUŽENJEM VIZUELNI PUTEVIMA PREKO OTVORA NA FASADAMA

Enterijeri javnih objekata namenjeni eksploataciji od strane korisnika – posetilaca, imaju za cilj da privuku pažnju svojim reprezentativnim karakterom. Kako bi se naglasila namena i unutrašnji sadržaj objekta, neophodno je elemente unutrašnjeg uređenja prostora povezati sa spoljašnjim okruženjem. Način na koji se to prvenstveno postiže je vizuelnim putem, preko otvora na fasadama.

Primarno i direktno povezivanje unutrašnjosti objekta sa spoljašnjom sredinom je preko ulaza u objekat. Kod komercijalnih objekata (prodavnica, butika, salona, izložbenih paviljona, itd.) to nije dovoljno, već je neophodno formirati izloge i veće otvorene ili zastakljene površine kako bi korisnici imali uvid u unutrašnji sadržaj i opredelili se za posetu i boravak u konkretnom prostoru, što je i cilj enterijera, da privuče i „uvuče“ posetioce u prostor.

Svaki unutrašnji prostor definisan je podom, zidovima, plafonom, pozicijom i vrstom otvora. U odnosu na geometriju i pozicioniranje otvora, u prvom primeru je prikazan objekat kod koga raspored otvora na fasadi pravilnog oblika i oni se nalaze unutar polja zidova (sl.2).

Drugi primer predstavlja građevinu sa nepravilnom geometrijom otvora, kod koje su prostorni efekti stvoreni ne pojedinačnim otvorima, već sintezom strukture objekta, svetlošću i senkama. Na slici 3 dat je šematski prikaz nepravilne geometrije otvora na fasadama.



*Slika 2 – Pravilan i Slika 3 – Nepravilan oblik otvora na fasadama objekata [6]*

Objekat Zollverein School of Management and Design u Nemačkoj (sl.4), izveden od strane arhitektonskog studija SANAA Sejima and Nishizawa iz Tokija [6] je u formi kocke, sa pravilnom geometrijom otvora, kvadratnog oblika.



*Slika 4 – Nepravilan oblik otvora na fasadama objekata [6]*

Ono po čemu se izdvaja ovaj objekat po spoljašnjem izgledu, kao i unutrašnjem prostoru je nepravilan raspored i različite veličine otvora na fasadi. Oni omogućavaju prodor velike količine dnevne svetlosti, što je značajno zato što cela površina objekta na prvoj, drugoj, četvrtoj i petoj etaži predstavlja jedinstven prostor. Kroz velike i brojne otvore objekat je, kao fizički ograničena i definisana struktura, povezan sa spoljašnjim okruženjem i dešavanjima u njemu. Broj, raspored i veličina otvora u ovom objektu, omogućena je skeletnim konstruktivnim sistemom, u kome su otvori raspoređeni između nosećih stubova.

Pravilnoj formi objekta Serpentine Gallery Pavilion, u Londonu, iz 2002. godine, dela japanskog arhitekta Toyo Ito (sl.5) [6], suprotstavljeni su nepravilni oblici otvora, nastali usled rasporeda noseće betonske konstrukcije koja čini nepravilnu

mrežu u kojoj se smenjuju elementi punog i praznog. Na taj način, kroz zastakljene otvore, u objekat ulazi dnevna svetlost i stvara dinamično okruženje igrom svetlosti i senke.



*Slika 5 – Enterijer galerije [6]*

### 3.2 POVEZIVANJE ENTERIJERA SA SPOLJAŠNJIM OKRUŽENJEM MODELovanjem PRISTUPNE ZONE

Projektovanje enterijera kao nastaka javnog prostora u unutrašnjost objekta može se postići modelovanjem ulazne fasade, tako da usmerava posetioca da se kreće ka ulazu. Ovakav pristup je značajan za trgovačke i ugostiteljske objekte.

Minimalistička prodavnica obuće Camper Store u Tokiju, delo projektantskog tima Hayon Studio [9], ističe se po obradi glavne fasade, koja se ne nalazi u jednoj ravni u prizemnom delu, već je ulaz zakošen, i nastavlja se izlogom paralelnim osnovnoj ravni fasade (sl.6).

Oštrim ivicama i uglovima u obradi fasade i izloga suprotstavljaju se zakrivljene forme u enterijeru (sl.7), što se nagoveštava ulaznim portalom. Ceo izlog je u staklu, nasuprot punim vratima koja su otvorena kada prodavnica radi, a ulaz ostaje naglašen zakrivljenim metalnim ramom kružnog poprečnog preseka, kao granica između unutrašnjeg i spoljašnjeg prostora i uvodi posetioce u istraživanje enterijera.



*Slika 6 – Ulazna fasada objekta [9]*



*Slika 7 – Deo enterijera – pogled sa ulaza [9]*

### 3.3 POVEZIVANJE ENTERIJERA SA SPOLJAŠNJIM OKRUŽENJEM KROZ MATERIJALIZACIJU KOJA SE PRENOSI U JAVNI PROSTOR

Materijalizacija u enterijeru prenet na obradu fasade predstavlja fizički način povezivanja unutrašnjeg uređenog prostora sa izgledom objekta, a samim tim i sa okruženjem, u cilju približavanja enterijera korisnicima i nagoveštavanja unutrašnjeg sadržaja.

Na primeru muzeja savremene umetnosti Carree d'art u Nimu (Francuska) koji je projektovao britanski arhitekta Norman Foster [10], analizirana je veza unutrašnjeg i spoljašnjeg prostora. Skeletni sistem gradnje omogućio je formiranje staklene fasade – zid zavese, čime je ostvarena prvenstveno vizuelna veza između dva okruženja. Materijali korišćeni u izgradnji objekta i projektovanju enterijera su beton, čelik i staklo, i njihovom kombinacijom unutrašnji prostor postaje neodvojivi deo spoljašnjeg izgleda objekta. Preko fasade u staklu, i odraza monumentalnih građevina iz neposrednog okruženja u starom gradskom jezgri, muzej savremene gradnje je na dobar način uklopljen u sredinu (sl.8).

Element koji se javlja na ulaznoj fasadi u vidu nadstrašnice, natkriva pristupno stepenište i deo trga, i oslonjen je na pet stubova u polju. Stubovi kao konstruktivni elementi javljaju se kao slobodnostojeći i unutar objekta, i na taj način, nastavljanjem niza stubova u spoljašnje okruženje, ostvaruje se veza sa enterijerom muzeja. Plato ispred glavnog ulaza se preko rotirajućih vrata nastavlja u hol, kao produžetak javnog prostora u unutrašnjost objekta i stvara se utisak preslikavanja jednog prostora u drugi (sl.9).



*Slika 8 – Muzej primenjene umetnosti Carree d'art u Nimu, Francuska [10]*



*Slika 9 – Hol muzeja [10]*

### 3.4 UTICAJ BOJE I OSVETLJENJA U ENTERIJERU NA POVEZIVANJE UNUTRAŠNJEG PROSTORA SA SPOLJAŠNJOM SREDINOM

Povezivanje enterijera komercijalnih sadržaja sa korisnicima, preko javnog prostora, postiže se otvorima na fasadi. U slučaju i kada je cela ulazna fasada transparentna – u staklu, pribegava se vizuelnim efektima isticanjem boje (ili boja) u enterijeru i naglašenim osvetljenjem.

U enterijeru kozmetičkog brenda Shiseido Cosmetics – Qiora Store & Spa, u Njujorku (SAD), delu arhitektonskog studija Architecture Research Office [7], predstavljena je inovativna upotreba svetla i materijala. Na slici 10 je prikazana osnova objekta i funkcionalno rešenje. Ulazna fasada je cela u staklu što doprinosi prezentaciji enterijera (sl.11). Uži fasadni front, u odnosu na dubinu prostora, naglašen je vertikalnim zakrivljenim transparentnim panelima koji emituju svetlost, i raspoređeni su unutar celog salona. Preko dana, boja enterijera je bela, a noću paneli svetle u plavoj boji, i na taj način ističu objekat, njegovu dubinu i utiču na posetioce da istraže takav zagonetni unutrašnji prostor.



*Slika 10 – Osnova kozmetičkog studija Qiora Store & Spa, Njujork, SAD [7]; Slika 11 – Ulazna fasada [7]*

Na osnovu navedenih primera može se zaključiti da se unutrašnji uređeni prostor povezuje sa okolinom prvenstveno preko otvora na fasadi, a dodatni efekti se postižu modelovanjem i materijalizacijom ulaznog fronta, kao i isticanjem elemenata u enterijeru bojom i osvetljenjem. Kombinacija načina ostvarivanja veze enterijera i spoljašnjeg okruženja doprinosi prezentovanju enterijera i njegovom približavanju korisnicima u cilju istraživanja prostora i ostvarivanja interakcije na relaciji korisnik – objekat.

### 4 UTVRĐIVANJE GRANICA IZMEĐU UNUTRAŠNJEG I SPOLJAŠNJEG PROSTORA

Unutrašnji prostor je određen „omotačem“, funkcijom i aktivnostima korisnika u njemu [8]. Kako svaki unutrašnji prostor ima određenu namenu, neophodno je utvrditi granice u odnosu na spoljašnjost, i tako obezbediti komfor i atmosferu u unutrašnjem okruženju, što se postiže arhitektonskim projektovanjem. Zidovi, pod i plafon fizički određuju prostor, kao i otvori u vidu vrata i prozora, preko kojih se ostvaruje povezanost sa spoljašnjim okruženjem. Često je granica između unutrašnjosti i spoljašnjosti jasna a nekad nije strogo definisana, i enterijer objekta zalazi u javni prostor i obrnuto.

Umetnička galerija Storefront Gallery u Njujorku (SAD), koju je projektovao Steven Holl [6], predstavlja zatvorenu strukturu, sa mogućnošću otvaranja pokretnih zidnih panela (sl.12). Paneli se

otvaraju rotiranjem oko vertikalne ili horizontalne ose, ka ulici i unutrašnjem prostoru, i sama funkcija galerije se prenosi na objekat, i on biva „izložen” spoljašnjem okruženju. Na taj način privlači veći broj posetilaca i opravdava razlog svog postojanja. Kada su paneli u otvorenom položaju, ne može se tačno i precizno utvrditi granica odakle počinje enterijer objekta, jer su postavke izložene i na panelima koji zalaze u javni prostor. I javni prostor na ovaj način zalazi u unutrašnjost objekta, tako da granica, u ovom slučaju ne predstavlja ravan, kao kad je objekat skroz zatvoren, već zonu oko te ravni kad je objekat otvoren.



Slika 12 – Izgled objekta kada su paneli otvoreni [6]

Izlaganje postavki na pokretnim panelima uvodi posetioce u enterijer galerije, u kojoj su postavke izložene na fiksnim panelima – unutrašnjim zidovima. Mogućnost postavljanja panela u različite položaje doprinosi formiranju raznovrsnih formi fasade, što ujedno ovaj objekat čini interesantnim za istraživanje njegovog enterijera koji je podložan promenama, kako postavki, tako i forme.

## 5 ZAKLJUČAK

Određenje prostora se odnosi na definisanje posebnog dela okruženja uspostavljanjem fizičkih granica – zidovi, pod i plafon, i utvrđivanjem namene i funkcije prostora. Granice međusobno odvajaju prostore različitih funkcija, kao i unutrašnjost od prirodne sredine. Istovremeno, u smislu arhitektonskog projektovanja, moraju obezbediti i harmoniju između različitih prostora i ugodan boravak u okruženju. To se postiže otvorima u graničnim elementima unutrašnjeg prostora, koji omogućavaju prolaz ljudi, prirodno osvetljenje i ventiliranje, i preko

spoljašnje sredine povezivanje sa drugim prostorima, u cilju svakodnevne komunikacije ljudi i interakcije sa objektima.

Oblik, veličina otvora, kao i izloženost enterijera zavisi od funkcije unutrašnjeg prostora. Što se tiče objekata komercijalnog sadržaja, enterijeri su više izloženi, fasade su u staklu, i pribegava se što boljej prezentaciji i ostvarivanju veze sa spoljašnjim okruženjem kako bi se privukli posetiooci.

Kroz ogranačavanje unutrašnjeg uređenog prostora čuva se njegov identitet, a kroz povezivanje sa drugim prostorima preko spoljašnje sredine opravdava njegova namena.

## LITERATURA

- [1] *Phenomenology of perception and memorizing contemporary architectural forms*, R. Alihodžić, N. K. Folić, Facta Universitatis, 2010, vol. 8, no. 4, pp. 425-439.
- [2] *Inside – out: Speculating on the Interior*, C. Smith, IDEA Journal, 2004.
- [3] *Urbanističko-arhitektonski tretman slobodnih prostora u neposrednoj okolini stana kod višespratnog stanovanja*, M. Dinić, Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta, Niš, 2006, br. 21, str. 169-182.
- [4] *At the In – Side of the Limit: Redefining the Architecture and Interior Design Relationship*, J. Franz, Proceeding LIMITS: Proceeding from the 21<sup>st</sup> Annual Conference of the Society of Architectural Historians Australia & New Zealand, 2004., Australia, pp. 167 – 171.
- [5] *4dspace: Interactive Architecture*, L. Bullivant, Wiley – Academy, The University of Michigan, 2005., Michigan, United States.
- [6] *Open I Close*, A. Hochberg, J. H. Hafke, J. Raab, Birkhauser Verlag AG, 2009.
- [7] *Significant Interiors*, D. M. H. Brenner, A. Chu, The American Institute of Architects, Images Publishing, 2008.
- [8] *Time for space: A narrative review of research on organizational spaces*, S. Taylor, A Spicer, International Journal of Management Review, 2007.
- [9] <http://www.decorir.com>
- [10] <http://unique-wonders.blogspot.com>



## STABILNOST KONSTRUKCIJA

Slavko Zdravković<sup>1</sup>, Dragana Turnić<sup>2</sup>, Marija Spasojević Šurdilović<sup>3</sup>,  
Milan Gligorijević<sup>3</sup>, Sandra Šaković<sup>4</sup>

**Rezime:** U radu se prikazuje ispitivanje stabilnosti inženjerskih konstrukcija, tj. uslovi koji moraju biti zadovoljeni da bi one ostale u stabilnom ravnotežnom položaju. Pri proveru kriterijuma stabilnosti, odnosno u procesu utvrđivanja graničnog stanja stabilnosti koriste se eksperimentalne i analitičke metode. Analitičke metode se zasnivaju na statičkom, dinamičkom i energetsom principu. Mi, u stvari, tražimo najmanju vrednost opterećenja, koje nazivamo kritično opterećenje, pri kojem prvobitno stabilan ravnotežni položaj postaje nestabilan. Koncept stabilnosti nazvan statički je verovatno najlakše razumljiv, mada ne uzima u obzir ubrzanje izazvano izvođenjem sistema iz ravnotežnog položaja, što se može nadoknaditi primenom D'Alanbert-ovog principa dodavanjem inercijalnih sila koje deluju na mase sistema. Na jedinstvenom numeričkom primeru pokazano je određivanje parametra kritičnog opterećenja.

**Cljučne reči:** stabilnost konstrukcije, statički, dinamički i energetski princip, kritično opterećenje

**Abstract:** This paper presents the investigation of engineering structures stability, i.e. conditions that must be met so that they remain in stable equilibrium position. The experimental and analytical methods are used in checking the criteria of stability, or in the process of determining the limit state of stability. Analytical methods are based on static, dynamic and energetic principle. We, in fact, are looking for the lowest value of the load, called the critical load at which the original stable equilibrium position becomes unstable. Stability concept called as static is probably the easiest to understand, but does not take into account the acceleration caused by taking the system out of balance, which can be compensated by applying D'Alanbert's principle by adding the inertial forces acting on the masses of the system. The determination of critical load parameter is shown on the unique numerical example.

**Key words:** stability of structure, static, dynamic, energetic principle, critical load

<sup>1</sup> dr, redovni profesor, Ekspert Saveznog ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, ul. Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš

<sup>2</sup> dipl. građ. inž., student doktorskih studija na Građevinsko-arhitektonskom fakultetu u Nišu, ul. Al. Medvedeva 14, 18000 Niš

<sup>3</sup> mr, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, ul. Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš

<sup>4</sup> građ. inž., Visoka tehnička škola, ul. Aleksandra Medvedeva 20, 18000 Niš

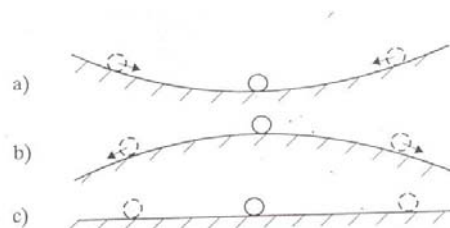
## 1 UVOD

Problem provere stabilnosti konstruktivnih sistema već više od dva milenijuma pobuđuje interesovanje naučnika i graditelja. Od Herona Aleksandrijskog do našeg vremena, mnoga slavna imena nauke, među njima se posebno ističu Leonardo Da Vinči u XV, Musschenbroek i Euler u XVIII, Young, Konsidere I Engesser u XIX i teoretičari u XX veku, bavili su se ovim problemom i dolazili do teorijskih i praktičnih rešenja.

Savremeno konstruisanje građevinskih konstrukcija, kako je to propisano u najnovijim Evropskim standardima, bazirano je na zadovoljenju sledeća četiri kriterijuma: kriterijumu čvrstoće, kriterijumu upotrebljivosti, kriterijumu stabilnosti i kriterijumu trajnosti. Treći kriterijum odnosi se na proveru svih aspekata lokalne i globalne stabilnosti konstrukcije. Kriterijum se proverava poređenjem stvarnih opterećenja sa nivoom opterećenja koja definišu granična stanja stabilnosti koja u klasičnoj nomenklaturi nazivamo kritična opterećenja. Kako je u pitanju neuravnotežen i metodološki neadekvatan tretman sva četiri kriterijuma, to ima za rezultat trajnost koja je dva do tri puta kraća od adekvatne. Bez istovremenog zadovoljenja sva četiri kriterijuma ne može se obezbediti propisana sigurnost i trajnost objekta. Procena kriterijuma stabilnosti može se izvršiti na osnovu eksperimenata i utvrditi da sistem poseduje određen koeficijent sigurnosti samo ako smo pri ispitivanju stvarno i dostigli propisani nivo opterećenja. Odnosno, stvarni koeficijent sigurnosti utvrđuje se na osnovu utvrđivanja nivoa kritičnog opterećenja pri kome je nastupio gubitak stabilnosti. Ovo stvara objektivnu poteškoću ako vršimo "in situ" ispitivanje pri kome nije dopuštena destrukcija sistema. Zbog toga je pogrešan zaključak zasnovan na eksploataciji rezultata eksperimentalnih ispitivanja kojima nije dostignuto granično stanje stabilnosti. Pojam stabilnosti je svakodnevan fizički pojam čije elementarno tumačenje ćemo dati na sledećem primeru.

Na sl.1. prikazani su različiti položaji glatke kuglice na podlozi bez trenja čija površina ima oblike označene kao: a) b) i c). Ako kuglicu, u slučaju konkavne površine, pomerimo do naznačenog položaja ona će nastaviti kretanje do središnjeg položaja sve do ponovnog vraćanja u njega. Zbog toga slučaj a) možemo okarakterisati kao stabilnu ravnotežu. Istovremeno kuglica izvedena iz srednjeg položaja kod konveksne površine ne može da se vrati

u taj položaj, te slučaj b) definišemo kao nestabilnu ravnotežu. Konačno, u slučaju ravne površine podloge kuglica zadržava bilo koji položaj, te ga karakterišemo kao neutralna (indiferentna) ravnoteža. Pri proveru kriterijuma stabilnosti, odnosno u procesu utvrđivanja graničnog stanja stabilnosti, možemo koristiti analitičke i eksperimentalne metode. Analitičke metode se zasnivaju na statičkom, dinamičkom i energetskom principu.



Slika 1- Različiti slučajevi ravnoteže glatke kuglice na podlozi bez trenja

## 2 STATIČKI, DINAMIČKI I ENERGETSKI KRITERIJUMI STABILNOSTI

Analitičke metode se zasnivaju na statičkom, dinamičkom i energetskom pristupu. Statičkim pristupom se može rešiti ograničen broj problema stabilnosti na bazi pretpostavke o izvijenoj formi karakterističnu za gubitak stabilnosti za koju pretpostavljamo odgovarajuće jednačine ravnoteže. Dinamički pristup je znatno složeniji u odnosu na statički, pre svega zbog uključivanja i parametara vremena kao nezavisne promenljive. Energetski pristup je fizički najprimereniji analizama stabilnosti, jer je pitanje stabilnosti sistema u stvari pitanje odnosa spoljašnje energije sistema koji uzrokuje poremećaj sa tendencijom gubitka stabilnosti i unutrašnje energije samog sistema koja je toj tendenciji suprotstavljena. Za praktične potrebe niz aktuelnih analitičkih procedura određivanja stabilnosti bazirano je na rezultatima eksperimentalnih istraživanja.

### 2.1 STATIČKI KRITERIJUMI STABILNOSTI

Kao prvo potrebno je da definišemo pojam stabilne ravnoteže i kako je možemo najlakše ostvariti.

U ovom delu rada nećemo se baviti matematičkom analizom stabilnosti nekog sistema za razne nivoe

opterećenja (zbog ograničenog obima rada). Procena stabilnog stanja ravnoteže, zavisno od prirode dinamičkog odziva sistema je u odnosu na spoljašnje poremećaje. Konstrukcije su u stanju stabilnog stanja ravnoteže ako pri delovanju nekog spoljnog poremećaja imaju osobinu da se po prestanku tog poremećaja vrate u prvobitno stanje koje je bilo pre dejstva tog poremećaja. Konstrukcije su u stanju nestabilnog stanja ravnoteže ako pri delovanju nekog spoljašnjeg poremećaja imaju osobinu da se po prestanku tog poremećaja ne vrate u prvobitno stanje. Koncept stabilnosti nazvan statički je verovatno najlakše razumljiv. Njime se razmatraju statičke sile u konstrukciji, nastale kao rezultat malih pomeranja konstrukcije od njenog ravnotežnog stanja. Ako takve statičke sile, koje, dakle, deluju na sistem kao posledica malih pomeranja sistema oko njegovog ravnotežnog položaja, nastoje da vrate sistem u njegov prvobitni položaj ravnoteže, takav prvobitni položaj sistema nazivamo položaj stabilne ravnoteže. Međutim, ako su statičke sile takve da remete sistem, onda prvobitan položaj sistema nazivamo nestabilnim ravnotežnim stanjem. Kritično stanje ove vrste ponekad označavaju uslov neutralne ravnoteže. Naime, stanje kritične ravnoteže može biti stabilno, neutralno ili nestabilno, dok je stanje neutralne stabilnosti, koje sa praktičnog stanovišta nije značajno, specijalan slučaj stanja kritične ravnoteže.

## 2.2 DINAMIČKI KRITERIJUM STABILNOSTI

U primeni statičkog kriterijuma stabilnosti proizilaze izvesne poteškoće, koje su, pre svega, rezultat ne uzimanja u obzir ubrzanja, stvorenog (prema Drugom Njutnovom zakonu) posle izvođenja sistema iz ravnotežnog položaja. Mnoge poteškoće u primeni statičkog sistema stabilnosti, pre svega u primeni ovog kriterijuma kod kontinualnih sistema, otklanjaju se ako umesto da sistem analiziramo sa statičkog stanovišta, razmatramo dinamička pomeranja sistema. Primenom D'Alambert-ovog principa možemo stvoreno dinamičko stanje zameniti statičkim stanjem, pri čemu se u daljoj analizi tretiraju i dodatne inercijalne sile koje deluju na mase sistema. Rezultati analize mogu potvrditi zaključke u kojima je definisan statički kriterijum stabilnosti. Ovde dobijene rezultate možemo da generalizujemo i na kompleksnije sisteme sa više stepeni slobode, pobuđenih malim poremećajima tako da efekti pobude brzo isčeznu kad

se dejstvo ukloni, na sledeći način: Ako su frekvence tzv. malih vibracija oko ravnotežnog stanja realne ( $\alpha^2 > 0$ , pri čemu  $\alpha$  označava kružnu frekvenciju slobodnih oscilacija), tada se analizirani sistem nalazi u stanju stabilne ravnoteže. Ako je makar jedna frekvencija malih vibracija sistema imaginarna ( $\alpha^2 < 0$ ), tada se sistem nalazi u stanju nestabilne ravnoteže. I na kraju, ako je bilo koja frekvencija malih vibracija sistema jednaka nuli ( $\alpha^2 = 0$ ), tada se sistem nalazi u stanju kritične ravnoteže. Procena stabilnosti za kritično stanje ravnoteže zahteva analizu nelinearnih vibracija. Ovde možemo samo konstatovati da se ne tvrdi da konstrukcija opterećena takvim opterećenjem, za koje je  $\alpha^2 = 0$ , ne može biti u stanju stabilne ravnoteže usled spomenutih dinamičkih poremećaja.

## 2.3 ENERGETSKI KRITERIJUM STABILNOSTI

Energetski kriterijum stabilnosti zasnovan je na analizi totalne potencijalne energije sistema, koja će biti obeležena sa  $P$ , a data je sledećim izrazom:

$$P = A + U \quad (1)$$

gde je:  $A$  potencijalna energija deformacije sistema od izotropnog linearno elastičnog materijala, dok  $U$  predstavlja elastični potencijal konzervativnih sila:

$$A = \frac{1}{2} \int_v \sigma_{ij} \varepsilon_{ij} dV \quad (2)$$

$$U = - \int_v F_i u_i dV - \int_{S_E} p_i u_i dV \quad (3)$$

Ovde je izrazima  $\sigma_{ij}$  predstavljen tenzor napona, a  $\varepsilon_{ij}$  tenzor deformacije, dok su  $F_i$ ,  $u_i$  i  $p_i$  vektor zapreminskih sila, pomeranja i površinskih sila.

Korišćenjem Lagrange-ovog principa virtualnih pomeranja, po kojem je zbir radova unutrašnjih i spoljašnjih sila i sila veze na svakom virtuelnom pomeranju sistema u slučaju ravnoteže sistema jednak nuli, dolazimo do sledećeg varijacionog izraza,

$$\delta P = 0 \quad (4)$$

kojim se zahteva da je promena totalne potencijalne energije celokupnog sistema pri svakom njegovom odstupanju od ravnotežne konfiguracije jednaka nuli,

što možemo protumačiti kao uslov da totalna potencijalna energija  $P$ , izražena u funkciji pomeranja, ima u ravnotežnoj konfiguraciji razmatranog sistema ekstremnu vrednost.

Ako totalna potencijalna energija  $P$  sistema poraste kada sistem pretrpi virtualno pomeranje, treba pokazati da je tada ravnotežna konfiguracija sistema okarakterisana kao stabilna. Kada je:

$$\delta P > 0 \quad (5)$$

ravnotežna konfiguracija sistema definiše se kao stabilna. Ako totalna potencijalna energija sistema  $P$  opadne pri virtualnim pomeranjima sistema, ravnotežna konfiguracija takvog sistema se definiše kao nestabilna.

### 3 POJAM KRITIČNOG OPTEREĆENJA

U teoriji konstrukcija ispitujemo stabilnost inženjerskih konstrukcija, tj. Uslove koji moraju da budu zadovoljeni da bi one ostale u stabilnom ravnotežnom položaju. Stabilni ravnotežni položaj ćemo definisati na tri načina, primenjujući statički, dinamički i energetski kriterijum stabilnosti. Mi, ustvari, tražimo najmanju vrednost opterećenja, koje nazivamo kritično opterećenje, pri kojem prvobitno stabilan ravnotežni položaj postaje nestabilan. Polazeći od statičkog kriterijuma stabilnosti, možemo iskazati statičku definiciju kritičnog opterećenja na način kako je to učinio Euler: „Kritično opterećenje je najmanje opterećenje konstrukcije pri kojem pored njenog osnovnog ravnotežnog položaja postoji barem jedan drugi ravnotežni položaj“. Polazeći od dinamičkog kriterijuma stabilnosti, možemo iskazati i dinamičku definiciju kritičnog opterećenja kako je to učinio M. Đurić [1]: „Kritično opterećenje konstrukcije, pri kojem odgovarajući poremećaji izazivaju kretanje (vibracije) konstrukcije koje nije ograničeno na neposrednu okolinu osnovnog ravnotežnog položaja konstrukcije“. Mi ćemo se u nastavku služiti jednostavnijim statičkim kriterijumom stabilnosti (odnosno statičkom definicijom kritičnog opterećenja), koje je za elastične sisteme opterećene konzervativnim silama (a takvo opterećenje u praksi je najčešće) ekvivalentan dinamičkom kriterijumu. Analitička formulacija kritičnog opterećenja prema M. Đuriću [1] glasi: „Kritično opterećenje je najmanja vrednost opterećenja pri kome homogen sistem linearnih jednačina ima barem jedno rešenje različito od trivijalnog“.

Diferencijalna jednačina elastične linije pravog štapa po teoriji drugog reda glasi:

$$(\psi v''')' \pm k^2 (f v)' = \frac{p(x)}{EI_c} - \left( \psi \alpha_c \frac{\Delta t}{h} \right)'' \quad (6)$$

gde je:  $k^2 = S / EI_c$ ,  $E$  je modul elastičnosti,  $\psi(x)$  i  $f(x)$  su funkcije koje definišu promenu momenata inercije, odnosno opterećenje štapa duž njegove ose,  $I_c$  i  $S$  su unapred izabrane konstante. Gornji znak važi za slučaj pritisnutog a donji za slučaj zategnutog štapa.

Razmatramo štap konstantnog poprečnog preseka ( $\psi = 1$ ) opterećenog samo aksijalnom silom pritiska ( $f = I$ ), pa homogena diferencijalna jednačina glasi:

$$v^{IV} + k^2 v'' = 0 \quad (7)$$

čije rešenje ima sledeći oblik:

$$v_h = C_1 + C_2 kx + C_3 \sin kx + C_4 \cos kx \quad (8)$$

gde su  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  i  $C_4$  integracione konstante koje nemaju određeno fizičko značenje ali im se može dati, a određuju se iz graničnih uslova na početku štapa (za  $x=0$ ), dok je  $kx$  bezdimenzionalna veličina.

Prema tome, zadatak određivanja kritičnog opterećenja biće identičan čisto matematičkom zadatku određivanja sopstvenih vrednosti sistema homogenih diferencijalnih jednačina (7). Svako od ovih sopstvenih vrednosti parametara opterećenja odgovara jedna određena funkcija  $v(x)$  koja zadovaljava kako diferencijalnu jednačinu problema tako i granične uslove. Ove funkcije nazivamo sopstvene ili svojstvene funkcije problema. Sopstvene funkcije imaju važnu osobinu ortogonalnosti kao i osobine ortogonalnosti prvih i drugih izvoda sopstvenih funkcija.

### 4 REŠENJE PROBLEMA STABILNOSTI SISTEMA PRAVIH ŠTAPOVA PRIMENOM METODE DEFORMACIJE

Kritično opterećenje definišemo kao najmanju vrednost opterećenja pri kojem homogen sistem jednačina linearizovane teorije drugog reda ima barem jedno rešenje osim trivijalnog. Homogen problem teorije drugog reda, slično kao u linearnoj teoriji, dat je sistemom od  $m$  jednačina obrtanja i  $n$  jednačina pomeranja [2]

$$A_{ii}\varphi_i + \sum_k A_{ik}\varphi_k + \sum_{j=1}^n B_{ij}\Delta_j = 0, \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^m B_{ji}\varphi_i + \sum_{l=1}^n C_{jl}\Delta_l = 0 \quad (j=1, 2, \dots, n)$$

gde su uvedena obeležavanja:

$$A_{ii} = \sum_k a_{ik} + \sum_g d_{ig} + \sum_s e_{is}, \quad (10)$$

$$A_{ik} = b_{ik}, \quad i \neq k$$

$$B_{ij} = B_{ji} = -\sum_k c_{ik}\psi_{ik,j} - \sum_g d_{ig}\psi_{ig,j},$$

$$C_{jl} = \sum_{ik} (c_{ik} + c_{ki})\psi_{ik,j}\psi_{ik,l} + \sum_{ig} d_{ig}\psi_{ig,j}\psi_{ig,l} \pm EI_c \sum_{ab} \frac{\omega_{ab}^2}{L_{ab}} \psi_{ab,j}\psi_{ab,l},$$

ili u matricnoj formi, izraženo preko blok matrica i jednačine

$$\begin{bmatrix} A & B \\ B' & C \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varphi \\ \Delta \end{bmatrix} = 0, \quad (11)$$

U poslednjoj jednačini (10) gornji predznak se odnosi na zategnute a donji na pritisnute štapove, dok  $\sum$  označava zbir po štapovima tipa k, tipa g i obostrano zglavkasto vezanim štapovima. Kritično opterećenje određujemo iz uslova da je determinanta sistema (11) jednaka nuli:

$$\det \begin{bmatrix} A & B \\ B' & C \end{bmatrix} = 0, \quad (12)$$

Blok matrica A je kvadratna matrica sa  $m$  vrsta i  $m$  kolona. Blok matrica C je takođe kvadratna sa  $n$  vrsta i  $n$  kolona. Blok matrica B je pravougaona sa  $n$  vrsta i  $m$  kolona, dok je blok matrica B' transponovana matrica matrice B. Izraz (12) predstavlja jednačinu stabilnosti sistema na osnovu koje se, obzirom da se radi o problemu svojstvenih vrednosti može odrediti niz „ $\omega$ “ a samim tim i niz vrednosti parametara kritičnog opterećenja. Od najvećeg praktičnog značaja je najmanja vrednost „ $\omega$ “ kojom je određena najmanja vrednost parametara opterećenja.

Koeficijenti u matricnoj jednačini (11) jesu isti koeficijenti iz uslovnih jednačina za određivanje deformacijski neodređenih veličina po teoriji drugog reda. Uslovne jednačine teorije po teoriji drugog reda samo su po svojoj formi iste kao jednačine teorije

prvog reda, dok suštinska razlika postoji, s obzirom da konstante:  $a_{ik}$ ,  $b_{ik}$ ,  $c_{ik}$ ,  $d_{ig}$  i  $e_{is}$  zavise od normalnih sila u štapovima nosača samo u teoriji drugog reda, dok su u teoriji prvog reda konstantne veličine. Treba napomenuti i naglasiti da se na ovaj način može rešavati ograničen broj zadataka određivanja kritičnog opterećenja sistema štapova, kada su vektori (slobodni članovi)  $A_0$  i  $C_0$  jednaki nuli.

$$A_{0i} = \sum_k m_{ik} + \sum_g \bar{m}_{ig} + \sum_s \bar{\bar{m}}_{is} = 0, \quad (13)$$

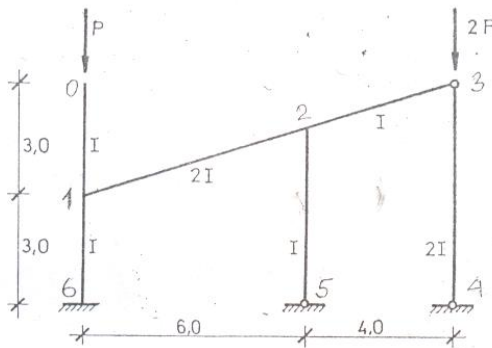
$$C_{0j} = -\sum_{ik} (m_{ik} + m_{ki})\psi_{ik,j} - \sum_{ig} \bar{m}_{ig}\psi_{ig,j} \mp EI_c \sum_{ab} \frac{\omega_{ab}^2}{L_{ab}} (\psi_{ab,j} + \psi_{ab,c})\psi_{ab,j} - R_j(p) = 0$$

Gde:  $m_{ik}$ ,  $m_{ki}$ ,  $\bar{m}_{ig}$  i  $\bar{\bar{m}}_{is}$  predstavljaju tkz. početne momente, a  $\psi_{ik}$  i  $\psi_{ig}$  ugao obrtanja štapa.

To znači da za nanošenje kritičnog opterećenja, za koje će doći do kritične ravnotežne konfiguracije sistema štapova, ti štapovi ne mogu biti opterećeni ni transverzalnim opterećenjem, ni temperaturnim promenama, kao ni temperaturnim razlikama, ni sleganjem oslonaca već samo silama u pravcu osa štapova. Iz jednačine (11) se uočava da sistem štapova i primenjeno opterećenje, za koje se traži kritična vrednost, moraju zadovoljiti uslov da rad takvog opterećenja pri svakom od parametara pomeranja  $\Delta_j = -1$ , primenjenog na rešetki sistema, mora biti jednak nuli,  $R_j(p) = 0$ . To dovodi do ograničenja kako tipova konfiguracije sistema štapova koji se primenom ovog postupka mogu rešavati, tako i rasporeda sila duž osa pojedinih štapova sistema. U slučaju kada je  $A_0 \approx 0$  i  $C_0 \approx 0$ , takođe možemo primeniti ovaj postupak nalaženja kritičnog opterećenja sistema štapova, pri čemu moramo biti svesni da dobijeno kritično opterećenje ima nešto manju vrednost od tačne vrednosti, što ima za posledicu manje dimenzije štapova (pri njihovom dimenzionisanju) od stvarno potrebnih dimenzija, pri čemu, znači, nismo na strani sigurnosti.

## 5 NUMERIČKI PRIMER

Odrediti kritično opterećenje za sistem prikazan na sl.2. Normalne sile u štapovima odrediti iz rešetke sistema [2].



Sika 2 - Sistem sa kritičnim opterećenjem

Deformacijski neodređene veličine su:  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  i  $\Delta_1$ .

$$N_{10} = N_{16} = -P, \quad N_{34} = -2P,$$

$$\omega_{10} = \omega_{16} = 3\sqrt{\frac{P}{EI}} = \omega,$$

$$\omega_{34} = 6\sqrt{\frac{2P}{2EI}} = 2\omega, \quad \omega_{12} = \omega_{23} = \omega_{25} = 0$$

Posle iznalaženja koeficijena uslovnih jednačina determinanta stabilnosti glasi:

$$D = \begin{vmatrix} 1,2765 + 0,3333a_{16} + 0,3333c_{10} & 0,6379 & -0,3333c_{16} \\ 0,6379 & 2,6201 & -0,3906 \\ -0,3333c_{16} & -0,3906 & 0,6667c_{16} - 0,6667\omega^2 + 0,2441 \end{vmatrix} = 0$$

Zadatak rešavamo metodom probanja:

$$\text{Za } \omega_{16} = \omega_{10} = \omega = 0 \quad \text{je: } D = 17,4161.$$

$$\text{Za } \omega_{16} = \omega_{10} = \omega = 1,20 \quad \text{je: } D = 0,9625.$$

$$\text{Za } \omega_{16} = \omega_{10} = \omega = 1,25 \quad \text{je: } D = -0,005.$$

Iz prethodnih sledi:  $\omega_{kr} = 1,25$  pa za kritično opterećenje dobija se:

$$P_{kr} = \left(\frac{\omega_{kr}}{l_{kr}}\right)^2 EI = \left(\frac{1,25}{3}\right)^2 EI = 0,1736EI$$

## 6 ZAKLJUČAK

Procena kriterijuma stabilnosti može se izvršiti na osnovu eksperimenata i utvrditi da sistem poseduje određen koeficijent sigurnosti samo ako smo pri ispitivanju dostigli propisani nivo opterećenja. Ovo stvara objektivnu teškoću ako vršimo „in situ“ ispitivanje pri kome nije dopuštena destrukcija sistema. Zbog toga je pogrešan zaključak zasnovan na eksploataciji rezultata eksperimentalnih ispitivanja

kojima nije dostignuto granično stanje stabilnosti. Pri proveru kriterijuma stabilnosti, odnosno u procesu utvrđivanja graničnog stanja, pored eksperimentalnih češće koristimo analitičke metode koje se zasnivaju na statičkom, dinamičkom i energetskom principu. Kao prvo potrebno je definisati pojam stabilne ravnoteže. Konstrukcije su u stanju stabilnog stanja ravnoteže ako pri delovanju nekog spoljnog poremećaja imaju osobinu da se po prestanku tog poremećaja vrate u prvobitno stanje koje je bilo pre dejstva tog poremećaja. Koncept stabilnosti nazvan statički je verovatno najlakše razumljiv, ali proizilaze izvesne teškoće koje su pre svega rezultat ne uzimanja u obzir ubrzanja, stvorenog posle izvođenja sistema iz ravnotežnog položaja. Primenom D’Alambert-ovog principa možemo stvoreno dinamičko stanje zameniti statičkim, pri čemu se u daljoj analizi tretiraju i dodatne inercijalne sile koje deluju na mase sistema. Energetski pak kriterijum stabilnosti zasnovan je na analizi totalne potencijalne energije sistema koja se sastoji iz potencijalne energije deformacije sistema od izotropnog linearno elastičnog materijala i elastičnog potencijala konzervativnih sila.

U teoriji konstrukcija ispitujemo stabilnost inženjerskih konstrukcija, tj. uslove koji moraju da budu zadovoljeni da bi one ostale u stabilnom ravnotežnom položaju. Mi se najčešće služimo statičkim kriterijumom stabilnosti (odnosno statičkom definicijom kritičnog opterećenja) koje je za elastične sisteme opterećene konzervativnim silama (a takvo opterećenje je u praksi najčešće) ekvivalentan dinamičkom kriterijumu. Analitička formulacija kritičnog opterećenja glasi: „Kritično opterećenje definišemo kao najmanju vrednost opterećenja pri kojem homogen sistem jednačina linearizovane teorije drugog reda ima barem jedno rešenje osim trivijalnog“. Zadatak određivanja kritičnog opterećenja biće identičan čisto matematičkom zadatku određivanja sopstvenih vrednosti sistema homogenih diferencijalnih jednačina. Homogen problem teorije drugog reda, slično kao u linearnoj teoriji, dat je sistemom od  $m$  jednačina obrtanja čvorova i  $n$  jednačina pomeranja. Uslovne jednačine teorije drugog reda samo su po svojoj formi iste kao jednačine prvog reda, dok suštinska razlika postoji, s obzirom da konstante:  $a_{ik}$ ,  $b_{ik}$ ,  $c_{ik}$ ,  $d_{ig}$  i  $e_{is}$  zavise od normalnih sila u štapovima nosača samo u teoriji drugog reda, dok su u teoriji prvog reda konstantne veličine, a štapovi mogu biti opterećeni samo u pravcu svoje ose. Na kraju je na jednostavnom numeričkom primeru prikazano određivanje parametara kritičnog opterećenja.

## ZAHVALNOST

Ovo istraživanje je sprovedeno u okviru programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period 2011-2014, u oblasti Saobraćaj, urbanizam i građevinarstvo, projekat br. 36016, pod nazivom Eksperimentalno i teorijsko istraživanje linijskih i površinskih sistema sa polukrutim vezama sa aspekta teorije drugog reda i stabilnosti.

## LITERATURA

- [1] *Stabilnost i dinamika konstrukcija*, Đurić M. Građevinski fakultet u Beogradu, 1977.
- [2] *Statika i stabilnost konstrukcija po teoriji drugog reda*, Čaušević M., Zdravković S.IP „Svetlost“ Sarajevo, 1992.
- [3] *Stabilnost metalnih konstrukcija*, Kisin S. Građevinska knjiga Beograd, 1997.
- [4] *Stabilnost konstrukcija-zbirka rešenih zadataka sa izvodima iz teorije*, Zdravković S, Uni. u Nišu, 1984.
- [5] Jugoslovenskog društva konstruktera, Portorož, 1969.
- [6] *Stability Design of Structures with Semi-Rigid Connections*, Igić T., Zdravković S., Zlatkov D., Živković S., Stojić N. Facta Universitatis, Series: Arch. And C. Enginee., Vol 8, N°2, 2010., Uni. of Nis, pp.261- 275.
- [7] *Stabilnost koloseka od DTŠ pod uticajem letnjih temperatura*, Radivojević G., Ćirić P., Kostić A., Milovanović V. Nauka+Praksa Institut za građevinarstvo i arhitekturu Niš, br.13., 2010, Niš, str. 109-112.
- [8] *Stabilnost ramova*, Popović B., Zbornik Radova Građevinskog fakulteta, Niš, br. 3, 1982, str. 125-134.





## SIGURNOST KONSTRUKCIJA

Slavko Zdravković<sup>1</sup>, Biljana Mladenović<sup>2</sup>, Mirza Hadžimujić<sup>3</sup>

**Rezime:** U radu se prikazuju metode koje se primenjuju radi obezbeđenja tehničke sigurnosti, kao i dodatne sigurnosti uslovljene javnim i socijalnim razlozima. Razmatra se funkcionalno oštećenje i lom, kao i pojam veka trajanja konstrukcije pri projektovanju. Gledano sa tehničkog aspekta, moguće je graditi građevinsku konstrukciju koja je izložena opterećenjima unutar računskih granica, tačno prema projektu sa svim materijalima određene čvrstoće i sa ispravnim analizama i pretpostavkama proračuna, pa neće biti potrebno preduzimanje nekih dodatnih mera radi obezbeđenja sigurnosti. Ustvari, svi su ovi faktori varijabilni, mada se neki od njih mogu tačno predvideti. Da bismo se obezbedili i u odnosu na one koji su neizvesni, povećavamo čvrstoću konstrukcije. Ova povišena čvrstoća obezbeđuje do izvesnog stepena sigurnost i u odnosu na ekstremne uslove promenljivih faktora. Konačan stepen sigurnosti sastoji se iz dela za obezbeđenje u odnosu na tehničke i socijalne posledice rušenja objekta.

**Ključne reči:** stepen sigurnosti, konstrukcija, zaštita, posledice, vek trajanja konstrukcije

**Abstract:** The paper presents methods that are used to provide technical safety, as well as additional security due to public and social reasons. It is considered the functional damage and failure, as well as the concept of life of structure in the design. From the technical point of view, it is possible to construct a building that is exposed to the loads within the computational limits, using materials of specific strength, exactly according to the project based on the correct analysis and assumptions of the design and it will not be necessary to take some additional measures to ensure safety. In fact, all these factors are variable, although some of them can be accurately predicted. In order to ensure the structure against those factors which are uncertain, we increase the strength of the structure. This increased strength provides security to a certain degree, regarding the extreme conditions of variable factors as well. The final level of security consists of parts related to the technical and the social consequences of the structure failure.

**Key words:** stability of structure, static, dynamic, energetic principle, critical load.

---

<sup>1</sup> dr, redovni profesor, Ekspert Saveznog ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, ul. Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš

<sup>2</sup> dipl.građ.inž., asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, ul. Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš

<sup>3</sup> asistent, Departman za građevinarstvo, Državni Univerzitet u Novom Pazaru

## 1 UVOD

Možemo graditi konstrukcije različitih stepena sigurnosti. Usvojeni stepen u mnogome zavisi od količine raspoloživih finansijskih sredstava. Sa porastom sigurnosti raste i cena koštanja konstrukcije, jer da bi se obezbedila povećana čvrstoća potrebne su povećane dimenzije sa pojačanim temeljima, ili jači i skuplji materijali. I pored svega nije moguće izgraditi konstrukciju kod koje neće doći do rušenja jer je, na primer, nepoznato opterećenje za vreme dejstva zemljotresa za koje treba vršiti proračun konstrukcije. Obzirom da je pri dejstvu zemljotresa nepoznato i vreme, mesto i intenzitet zemljotresa, nije moguće dati potpuno tačan, već optimalan i ekonomski prihvatljiv proračun. U praksi je uobičajena težnja investitora da stepen sigurnosti bude niži, zbog čega postoje propisi koji obezbeđuju potreban stepen sigurnosti. Metode određivanja sigurnosti moraju dati zadovoljavajuće rešenje i sa tehničkog i sa socijalnog aspekta. Inženjerske konstrukcije otkazuju usled loma ili usled funkcionalnih nedostataka. Lom nastupa kada opterećenje prekorači mogućnost konstrukcije da ga u kritičnom trenutku primi i prenese na tlo. Ovakva situacija nastaje, pre svega, usled nemogućnosti da se pri proračunu odrede stvarna opterećenja i nosivost konstrukcije, ili usled neke greške u konstrukciji. Funkcionalni nedostaci nastaju kada neki uslovi ograničavaju upotrebljivost konstrukcije za proračunata opterećenja, kao što je rezonanca, ugib ili deformacija. Rešenje tehničkog problema zahteva adekvatne metode pri određivanju elemenata koji ograničavaju mogućnost rušenja konstrukcije. Kao dopunski faktor pri određivanju stepena sigurnosti javlja se i socijalni moment. Rešenje sa tog aspekta zahteva unošenje dodatnog stepena sigurnosti u odnosu na onaj koji zahtevaju tehnička razmatranja.

## 2 KONSTRUKCIJA, PROJEKAT I ZAŠTITA OD RUŠENJA

Konstrukciju možemo definisati kao element ili kao složene elemente podešene i dimenzionisane tako da izdrže određeno opterećenje i da su funkcionalno pogodni. Iako svi elementi i delovi konstrukcije moraju ostvariti graničnu i funkcionalnu otpornost, tendencija u projektovanju je ta da se dejstvo na sve delove što tačnije odredi iako je to teško ili gotovo nemoguće, kao na primer zemljotresno opterećenje. Do nedavno je prema tome sigurnost bila posmatrana

sa dva stanovišta: u projektovanju je dominantna sigurnost elemenata ili jednog dela, dok je u eksploataciji od osnovnog značaja sigurnost cele konstrukcije. Danas zaslužuju pažnju nastojanja da se čitava konstrukcija posmatra sa stanovišta sigurnosti (metod konačnih elemenata i slično).

Rad na projektovanju obuhvata tretiranje konstrukcije sa određenim stepenom sigurnosti i minimumom koštanja. Ovde postoje sledeće faze:

1. određivanje projektnih opterećenja;
2. određivanje otpornosti konstrukcije;
3. određivanje kvantitativnih vrednosti sigurnosti.

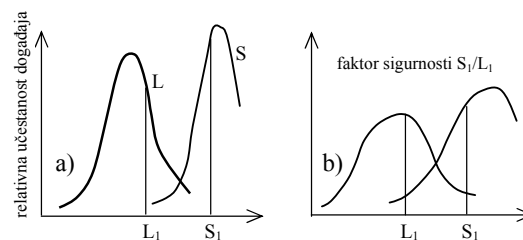
Zbog neadekvatnog poznavanja faze 1 i 2, faza 3 uključuje i izvesni traženi socijalni stepen sigurnosti. Projektno opterećenje je najslabiji deo projektovanja, pa se čine naponi da se što adekvatnije odrede intenziteti opterećenja, šeme opterećenja, učestalost događaja i trajanja.

## 3 TEHNIČKE METODE I SOCIJALNE POSLEDICE OŠTEĆENJA

Metodama određivanja sigurnosti sa tehničkog aspekta pokušava se da se izbegnu opterećenja koja bi prekoračila nosivost konstrukcije. Pokušaji da se odredi sigurnost za tipične krive (Sl.1 i Sl.2) mogu biti učinjeni podešavanjem:

1. da odnos  $S_1/L_1$ , poznat pod imenom faktor sigurnosti, bude minimalan. Članom  $L_1$  je predviđeno maksimalno opterećenje kakvo se može očekivati pod eksploatacionim uslovima, a  $S_1$  je nosivost konstrukcije dobijena izborom promenljivih u proračunu,
2. da verovatnoća bude maksimalna,
3. da faktor sigurnosti vezan sa maksimalnom verovatnoćom oštećenja bude minimalan.

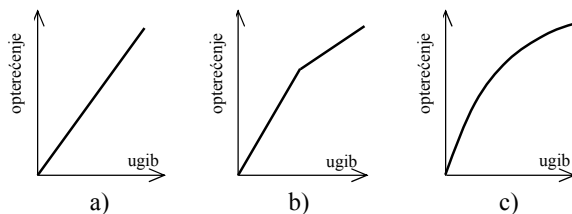
Podešavanje samog faktora sigurnosti ne definiše verovatnoću oštećenja (Sl.1). Na Sl.1a) su opterećenja i otpornost precizno određeni, te je verovatnoća oštećenja mala. Na Sl.1b) je obrnut slučaj. Sa istim faktorom sigurnosti uslov na Sl.1a) ima manju verovatnoću oštećenja nego na Sl.1b).



Slika 1 - Veličina opterećenja i sigurnosti

Vrednosti koje su specifične za funkcionalno oštećenje i lom variraju, a ovde je prihvaćen veći rizik kod funkcionalnog oštećenja nego kod loma.

Primena dodatne sigurnosti, veće od one koju zahtevaju tehnički razlozi, koja obezbeđuje od socijalnih posledica usled funkcionalnih oštećenja ili loma, određena je variranjem nekih vrednosti (odnos  $S_1/L_1$ , verovatnoća, odnos  $S_1/L_1$  i verovatnoća). Porast u stepenu sigurnosti možemo primeniti na celu konstrukciju ili na pojedine delove, ili samo kod određenih metoda rešavanja. A.L.L.Baker tvrdi da je nelogično imati različite stepene sigurnosti za lom čelika i betona u armiranom betonu, prema tome za jednu konstrukciju koristi se samo jedan stepen sigurnosti, i taj treba da bude konstantan za sve delove i celu konstrukciju. Takav stav je prihvatljiv sa inženjerskog stanovišta. Međutim, zbog socijalnih razloga mogu postojati različite varijacije u stepenu sigurnosti konstrukcije. U načelu, konstrukcija može imati materijale sa različitim dijagramima opterećenje-deformacija, kao što je prikazano na Sl.2. Na Sl.2a) je kruti materijal koji se ponaša po Hookeovom zakonu. Na Sl.2b) prikazan je žilavi materijal koji je kod tačke tečenja sa trajnom deformacijom i sa malim porastom opterećenja. Na Sl.2c) je žilavi materijal sa ograničenom linearnom karakteristikom odnosa opterećenje-ugib pokazuje porast ugiba pri porastu opterećenja.



Slika 2- Dijagrami ugib-opterećenje za različite materijale

Pri savijanju proste grede, rušenje usled zatezanja u armaturi događa se uz simptome popuštanja, dok je u betonu usled pritiska rušenje naglo. U tom slučaju ovi kritični elementi zahtevaju viši stepen sigurnosti nego drugi. U višespratnim zgradama rušenje jedne grede nije tako tragično kao rušenje stuba, pa je prema tome sa socijalnog stanovišta razumno da stub ima viši stepen sigurnosti od grede. Kao najracionalnije pokazuje se doslednost stava, a projektna otpornost, primenjena u konstrukciji mora biti takva da je procenat rezultata u opitima niži od odabrane projektne vrednosti, i da bude isti za sve materijale.

#### 4 SMANJIVANJE FAKTORA SIGURNOSTI U OPTEREĆENJIMA RAZLIČITOG POREKLA

Tradicionalna metoda u primenjivanju stepena sigurnosti je metoda odnosa. Do XIX veka sastojala se sigurnost konstrukcija u uspešnom ponašanju konstrukcije u eksploataciji. Odnos poznat pod imenom faktor sigurnosti  $Y$  definisan je kao odnos nosivosti konstrukcije  $S_1$  i projektnog opterećenja  $L_1$ . U faktoru napona je  $S_1$  vrednost maksimalnog napona u kritičnom preseku kod rušenja, a u faktoru opterećenja je  $L_1$  opterećenje potrebno upravo da izazove rušenje. U faktoru napona je  $S_1$  maksimalni napon izazvan projektnim opterećenjem u kritičnom preseku, dok je faktor opterećenja  $L_1$  projektno opterećenje. Projektno opterećenje je uopšte najveće predviđeno opterećenje, tj. opterećenje u eksploataciji. Međutim, vrednost  $L_1$  možemo odrediti u ma kom položaju na krivoj  $L$  na Sl.1. Otpornost  $S_1$  je uopšte najniža očekivana prihvatljiva otpornost konstrukcije i možemo je odrediti u ma kom položaju na krivoj  $S$  Sl.1.

$$Y = \frac{S_1}{L_1} > 1 \text{ za sigurnost} \quad (1)$$

Ako  $L_1$  pomnožimo nekim faktorom koji varira, saglasno poznavanju i celishodnosti podataka o opterećenju, a  $S_1$  podelimo nekim faktorom  $j$  koji varira, onda je  $S_1/j$  otpornost potrebna da održi  $L_1$ . Tada je

$$iL_1 = \frac{S_1}{j} \quad (2.a)$$

$$\frac{S_1}{L_1} = i, j \quad (2.b)$$

$$Y_1 = i, j \quad (2.c)$$

gde je  $Y$  tehnički faktor sigurnosti.

Socijalni faktor sigurnosti je zadovoljen povećanjem otpornosti  $S_1$  pomoću nekog faktora  $k$ , pa je  $S_1/jk$  otpornost potrebna da održi ravnotežu  $iL$ . Tada je

$$Y_2 = ijk \quad (3)$$

gde je  $Y_2$  konačni faktor sigurnosti. Vrednosti  $i, j, k$  su  $\geq 1$  za normalan izbor prihvatljivih oštećenja i otpornosti (na primer kod dejstva zemljotresa).

U jednačini (1) mogu se vrednosti za  $S_1$  i  $L_1$  varirati. Otpornost konstrukcije je zavisna od vremena. Za vreme njenog veka trajanja će zamor, korozija, puženje, trošenje i smanjenje kapaciteta opterećenja s vremenom smanjiti otpornost konstrukcije, dok će povećanje otpornosti materijala s vremenom povećati otpornost konstrukcije. To znači

da se za različite epizode u životu konstrukcije mogu odabrati različite vrednosti za  $S_i$ , što se retko čini za  $L_1$  jer opterećenja potiču iz različitih izvora. Jedino korisno opterećenje na konstrukciji je pokretno opterećenje, ali i nepokretno opterećenje mora takođe čitavo vreme biti nošeno. Ovo se zajedno naziva eksploataciono opterećenje. Ni ostala opterećenja koja nisu korisna, treba da budu prihvaćena, kao zemljotres, vetar, sneg, elementarna poplava i deformacija tla, ili ljudskog porekla, kao razaranja bombama. Povremena opterećenja nemaju neki veliki uticaj na zamor konstrukcije, a trajna deformacija konstrukcije može se ograničiti ako možemo predvideti broj i intenzitet događaja tokom veka trajanja konstrukcije. Ako su  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$  posebne verovatnoće za nastupanje nekih opterećenja, tada je verovatnoća  $P$  da će svi nastupiti istovremeno

$$P = P_1 P_2 P_3 \dots P_n \quad (4)$$

Smanjivanjem vrednosti  $Z$  prema vrsti koja daje najmanju štetu možemo se unapred obezbediti od rezultata različitih štetnih uticaja opterećenja.

$$Y_a (L_a + L_b) = S_1 \quad (5a)$$

$$Y_b (L_a + L_c) = S_1 \quad (5b)$$

gde je  $Y_a > Y_b$  i  $L_a$  je manje štetno od  $L_c$ , a  $L_a$  je nepokretno opterećenje. Sa kombinacijom opterećenja iz više izvora je

$$Y_c (L_a + L_b + L_c + L_d) = S_1, \quad (6a)$$

$$Y_d (L_a + L_b + L_c + L_d) = S_1. \quad (6a)$$

Vrednost  $i$  utiče na  $Y$  na isti način. Tada je

$$Y_e L_a + Y_f L_b + Y_g L_c = S_1 \quad (7)$$

Ovde  $Y_e, Y_f$  i  $Y_g$  ne moraju biti iste, već su za svako opterećenje zavisne od  $i$ .

## 5 VREDNOSTI STEPENA SIGURNOSTI I FUNKCIONALNO OŠTEĆENJE

U odlučivanju o opštem stepenu sigurnosti možemo faktor sigurnosti posmatrati zajedno sa verovatnoćom rušenja, tj.

$$P_F = \int_0^{\infty} P_R(R) dR \quad (8)$$

gde je verovatnoća da se otpornost nalazi između  $RY_L L_i$  i  $\delta(RY_L L_i)$  jednaka  $p = f(R)\delta R$ , a  $P_R$  je prethodno dato. To se pokazuje kao opravdan put za dobijanje vrednosti sa adekvatno predviđenim podacima. Za ma koji prihvatljiv postupak određivanja sigurnosti bitno je imati adekvatne podatke o opterećenju i otpornosti konstrukcije, i ove

podatke tretirati statistički da bi se oni najkorisnije primenili. Uspešnost ma koje metode zavisi od raspoloživih podataka. Podaci treba da budu sređeni tako da je ma koja odluka o opterećenju ili otpornosti doneta na bazi odgovarajuće evidencije.

I kod faktora napona i kod faktora opterećenja mogu se primenjivati promene faktora sigurnosti, jer je svrha da se kod projektnih opterećenja održi elastični karakter konstrukcije (što pri seizmičkom proračunu nije slučaj). Uopšte za funkcionalno oštećenje treba da se koristi usvojeno razmatranje vezano za više metoda i lom. Otpornost vezana za funkcionalno oštećenje obično je opterećenje ili napon kod koga nastupa tečenje u čeliku. Kriterijum kod armiranog betona je opterećenje ili napon u armaturi vezano sa štetnim prslinama, ili pak neki usvojeni iznos neelastične deformacije. Kod konstrukcija sa nelinearnim odnosom napona i deformacije kriterijum je napon ili opterećenje koje izaziva neki usvojeni iznos neelastične deformacije, i u slučajevima gde su one usvojene racionalno, koriste se analize pomoću metode faktora opterećenja. Druga metoda za obezbeđivanje stepena sigurnosti od funkcionalnog oštećenja uključuje određivanje određenih granica za ugib, ubrzanje i druge karakteristike, a kada bi bile prekoračene, mogle bi da izazovu ograničenu upotrebljivost konstrukcije. Na primer da bi se sprečilo prskanje gipsa kod gipsanih plafona ograničava se ugib grede na 1/325 raspona.

## 6 VEK TRAJANJA KONSTRUKCIJE

Uticaj zamora, trošenja i korozije uslovljava konstrukciji određeni vek trajanja. Kod konstrukcija sa pokretnim opterećenjem i konstrukcija sa pulsirajućim opterećenjem nije teško proceniti pojam ograničenog veka trajanja. Kod konstrukcija sa pokretnim opterećenjem tendencija je da se kod projektovanja posmatra planirana upotreba i korisni vek trajanja. Kod statičkog rada konstrukcije postoji tendencija da se projektuje na monumentalnoj osnovi. Ranijih vekova bilo je to i opravdano, jer se svrsishodnost konstrukcije nije menjala od veka do veka. Danas, naročito zbog prevage opterećenja ljudima nad nepokretnim teretom, konstrukcije mogu u roku od deset godina postati neceleshodne. Ako je, međutim, konstrukcija bila projektovana na monumentalnoj osnovi, sa visokim stepenom sigurnosti, i prema tome skupa, tada je verovatno da će ona biti zadržana iako se pokaže da je neceleshodna pri upotrebi. Ako je predviđeno da konstrukcija postoji duži period vremena, tada će ona postati spomenik i

biće cenjena zbog svoje starosti. Prema tome, ako je koštanje ove nezamenljivosti dodato konstrukciji, može biti ekonomičnije usvojiti niži stepen sigurnosti, izgraditi jeftiniju konstrukciju i zameniti je kad postane necelishodna.

Pri projektovanju se obično obezbeđuje da stepen sigurnosti postoji sve do kraja upotrebnoeg veka-života konstrukcije. Ako je predviđeni vek trajanja poznat, tada se pri odabiranju dimenzija mogu sa sigurnošću prihvatiti kao poznati uticaji kvarenja, istrošenosti i zamora. Ako predviđeni vek trajanja nije poznat, onda se zbog neodređenog veka trajanja u uslovima jačeg trošenja moraju obezbediti jače-veće dimenzije, posebni detalji i trajni materijali. To je prihvatljivo kada se planiraju monumentalne ali ne i potpuno funkcionalne građevine. Ovi momenti ukazuju na potrebu donošenja odluke o predviđenom veku trajanja konstrukcije. To je moguće na nacionalnoj osnovi: na primer, ako se projektuje za ograničeno trajanje pri izboru stepena sigurnosti može da se primeni planirani vek trajanja kod konstrukcije mostova. Ako je, pak, potrebno da se ono produži, tada se može dati neko pogodno konstruktivno rešenje za dodatni posao koji je potreban da bi se obezbedio ovaj vanredni vek trajanja.

Često je odluka o planiranom veku trajanja nemoguća, te se projekat mora izvesti na monumentalnoj osnovi. Ako se propisano opterećenje poveća, to bi značilo poskupljenje konstrukcije i zamena postojećih mostova koji bi pali ispod standarda, kao i velike troškove za njihovo održavanje. S toga je preporučeno da je razumnije zadržati postojeća propisana opterećenja, a zakonom ograničiti težinu vozila. Ovakav argument možemo primeniti za gotovo sve tipove konstrukcija. U jednom slučaju je argument taj da se projektuje za neograničeno vreme i da se tada konstrukcija zamenjuje; u drugom slučaju projektuje se na monumentalnoj osnovi a ograničava se opterećenje. Problem možemo rešiti postojanjem optimalnih dimenzija koje znače najekonomičnije rešenje za zajednicu. Kod mostova se to postiže planiranjem puteva sa različitim kapacitetom opterećenja.

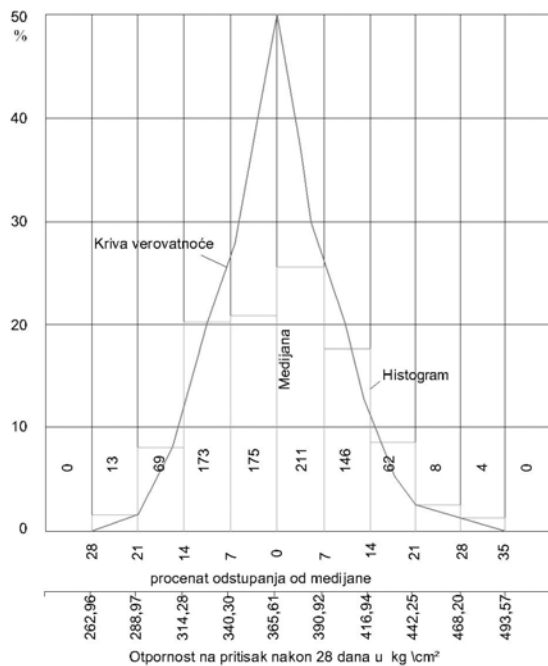
## 7 FAKTORI SIGURNOSTI I VEROVATNOĆA OŠTEĆENJA

Faktor sigurnosti i faktor upotrebljivosti mogu se posmatrati kao faktor opterećenja kojim množimo srednji računski "efekat opterećenja" da bi se izjednačio sa srednjom izračunatom otpornošću, koja u nekim slučajevima može odgovarati tako da bude ograničena relativno malom deformacijom koja

konstrukciju čini neupotrebljivom, dok u drugim slučajevima ona može da bude skoro tako velika kao i granična otpornost. Saglasno svakom od ovih slučajeva, kao i međuslučajevima, postoje granični naponi koji se ne smeju prekoračiti. Pretpostavljajući da su dopuštene pogodne interakcione formule primenljive na slučajeve kao što je savijanje kombinovano s aksijalnim naprezanjem, može se proračun i analiza izvesti saglasno sa pojmom granične otpornosti. U drugom slučaju mora se račun sprovesti s obzirom na deformacije koje mogu konstrukciju učiniti neupotrebljivom.

Da bismo u stadijumu proračuna mogli oceniti otpornost konstrukcije, potrebno je da se imaju statistički podaci o vezi postojeće otpornosti, donjoj tački tečenja i otpornosti na zamor materijala sličnog onom koji će biti korišćen. Ovi podaci će se sastojati pretežno od rezultata velikog broja ispitivanja i treba da budu u takvom obliku da se za svaki primenjeni materijal mogu odrediti i pripremiti sledeće veličine i grafikoni: medijana i srednja otpornost, koeficijent varijacija, najniže i najviše vrednosti pri ispitivanju, histogrami i kumulativni nomogrami učestalosti koji prikazuju statističku raspodelu rezultata ispitivanja. Na primer na Sl.3. prikazani su takvi podaci za beton i armirani beton. Ordinate histograma, crtane kao stepenice svetlijim linijama prikazuju relativnu učestanost rezultata ispitivanja koja nastupaju unutar širine stepenice označenih apscisama na njihovim osnovama, kao neko verovatno odstupanje saglasno Gauss-Laplace-ovim zakonom normalne distribucije, dok su grafikoni u funkciji procenta.

Otpornost  $f_c'$  betona prikazana na Sl.3. koja je korišćena u proračunu konstrukcija gde se primenjivao beton. Samo 10% rezultata ispitivanja je bilo ispod poslednje crte i takva kontrola se može karakterisati kao dobra.



**Slika 3 - Histogram i kriva verovatnoće otpornosti betona na pritisak u uslovima dobre kontrole**

Iako je učinjen veliki napredak na ovom polju, potrebno je još da se radi na određivanju faktora sigurnosti i odgovarajućih veličina na naučnoj i ekonomskoj osnovi jer se neprekidno pronalaze novi materijali za koje je potrebno dati adekvatne odgovore.

## 8 ZAKLJUČAK

Na osnovu rečenog mogu se graditi konstrukcije sa različitim stepenom sigurnosti, a usvojeni stepen sigurnosti u mnogome zavisi od finansijskih sredstava. Sa porastom sigurnosti konstrukcije raste i cena koštanja zbog obezbeđivanja većih dimenzija ili jačeg materijala. Apsolutnu ili stopostotnu sigurnost konstrukcije, tj. stopostotni stepen sigurnosti nije moguće obezbediti jer nam nisu svi parametri poznati. Na primer nijednu građevinsku konstrukciju nije moguće obezbediti sa potpunom sigurnošću zato što se opterećenje, tj. oslobađanje seizmičke energije događa na velikoj dubini u zemlji pa je nepoznato opterećenje na koje treba proračunati konstrukciju. Inženjerske konstrukcije otkazuju usled loma ili usled funkcionalnih nedostataka. Tendencija pri projektovanju je da se što tačnije odredi opterećenje na koje se konstrukcija dimenzioniše, kao i karakteristike materijala od kojih je izgrađena. Konstrukcija se projektuje sa određenim stepenom

sigurnosti i minimalnom cenom koštanja. Vrednosti za lom i funkcionalno oštećenje variraju i često je veći rizik od funkcionalnog oštećenja, zbog ljudskih žrtava, pa se dodatna sigurnost obezbeđuje iz tih razloga. U višespratnim zgradama rušenje grede nije tako opasno kao rušenje stuba, to bi bilo logično da stub ima veći stepen sigurnosti. Odnos poznat pod imenom faktor sigurnosti  $Y$  definisan je odnosom nosivosti konstrukcije  $S$  prema vrednosti maksimalnog napona  $L$  u kritičnom preseku ( $Y > 1$ ). Ovaj koeficijent može biti tehnički i funkcionalni, tj. prihvatljiv s aspekta sa kog se posmatra i mora da zadovolji pri eksploatacionom opterećenju. I kod faktora napona i kod faktora opterećenja mogu se primeniti različiti faktori sigurnosti, ali ne smeju da budu na račun sigurnosti i bezbednosti ljudi. I kod nelinearnog rada konstrukcije mora biti obezbeđena sigurnost konstrukcije.

Uticao zamora, trošenja i korizije uslovljavaju konstrukciji određeni vek trajanja. Treba biti usaglašen eksploatacioni vek trajanja i koeficijent sigurnosti konstrukcije, kao i cena koštanja iste. Dakle, ekonomičnost, trajanje i sigurnost svake konstrukcije moraju biti obezbeđeni u optimalnoj meri. Često puta vek trajanja konstrukcije kao i drugi parametri nisu dovoljno tačno definisani što dovodi do nepouzdanog proračuna. Iz tih razloga faktor sigurnosti i faktor upotrebljivosti mogu se posmatrati sa više aspekata a proračun sprovoditi sa najznačajnijih aspekata. Zbog toga je često potrebno vršiti eksperimentalna istraživanja, bilo na modelima ili na objektima u prirodnoj veličini da bi se dobili najpouzdaniji podaci za proračun i sigurnost konstrukcije.

Savremeno projektovane građevinske konstrukcije kako je to propisano i najnovijim evropskim standardima bazirano je na zadovoljenju sledeća četiri kriterijuma: čvrstoće, upotrebljivosti, stabilnosti i trajnosti. Bez istovremenog zadovoljenja sva četiri kriterijuma ne može se obezbediti propisana sigurnost i trajnost objekta. Na osnovu eksperimenata možemo tvrditi da sistem poseduje određeni koeficijent sigurnosti samo ako smo pri ispitivanju stvarno i dostigli propisani nivo opterećenja, odnosno stvarni koeficijent sigurnosti utvrđuje se na osnovu nivoa kritičnog opterećenja pri kom je nastupio gubitak stabilnosti.

## ZAHVALNOST

Ovo istraživanje je sprovedeno u okviru programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period

2011-2014, u oblasti Saobraćaj, urbanizam i građevinarstvo, projekat br. 36016, pod nazivom Eksperimentalno i teorijsko istraživanje linijskih i površinskih sistema sa polukrutim vezama sa aspekta teorije drugog reda i stabilnosti.

## LITERATURA

- [1] *Obezbeđenje zgrada od seizmičkih razaranja*, S. Zdravković, V naučni skup Čovek i radna sredina, FZNR, Niš, 1986, str.17-26.
- [2] *Concepts of structural safety*, C. B. Brovn, proceedings of the American Society of Civil Engineering, Vol.86 N° 13, 1960.
- [3] *Seizmički rizik i mikrorejonizacija građevinske površine za objekat sportska dvorana u Pirotu*, S.Zdravkovic, D. Zlatkov, Geotehnički aspekti građevinarstva, III Naučno-stručno savetovanje, Zlatibor, 2009, str 377-382.
- [4] *Synopsis of first progress report of committee on factors of safety*, Oliver G. Julian, M. ASCE (Pros.paper 1316), Inc., Engineers, Boston, Mass. SAD, 1957.
- [5] *Proračun vitkih elemenata prema graničnoj nosivosti*, S. Zdravkovic, Savetovanje-Beton, komponente betona i granična stanja betonskih konstrukcija, Građevinski fakultet, Niš, 1989, str.260-272.
- [6] Tomičić-Torlaković M., Stefanović S., *Railway Noise and Vibration-Current European Logistation and Research and Measurements on Serbian Railway*, Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering, Vol 8, N°2, 2010., University of Nis, pp. 145-153.
- [7] Nikolić O., Nikolić V., *Principi videoekologije i njihova primena u praksi*, Nauka+Praksa Institut za građevinarstvo i arhitekturu Niš, br.13., 2010, Niš, str. 93-96.
- [8] Stefanović B., Stavretović N., *Biološka zaštita kosina puteva*, Zbornik Radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta, Niš, br. 25, 2010, str. 215-222.





CIP - Каталогизacija y publikaciji  
Народна библиотека Србије, Београд

624 + 72

NAUKA + praksa : časopis Instituta za građevinarstvo i arhitekturu  
Građevinsko-arhitektonskog fakulteta

Univerziteta u Nišu / glavni i odgovorni urednik Slaviša Trajković. – 1993, br. 1- . –  
Niš : Građevinsko-arhitektonski fakultet, 1993 (Niš : M Kops centar). - 24 cm

Godišnje

ISSN 1451-8341 = Nauka + praksa (Niš. 1993)

COBISS.SR-ID 48721676