

Univiverzitet u Nišu
GRAĐEVINSKO - ARHITEKTONSKI FAKULTET



ZBORNIK
RADOVA
GRAĐEVINSKO-
ARHITEKTONSKOG
FAKULTETA

Niš | 2010 | broj 25



ИНЖЕЊЕРСКА
КОМОРА
СРБИЈЕ

IZDAVAČ

Građevinsko-arhitektonski fakultet
Niš, Aleksandra Medvedeva 14

ZA IZDAVAČA

dr Dragan Aranđelović, red. prof.

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

dr Slaviša Trajković, v. prof.

REDAKCIJA

dr Dragoslav Stojić, red. prof.
dr Nikola Cekić, red. prof.
dr Đorđe Đorđević, red. prof.
dr Zoran Grdić, v. prof.
dr Branko Turnšek, docent
mr Marina Trajković, asistent

TEHNIČKA OBRADA

arh. Vlada Nikolić

LEKTOR ZA ENGLESKI JEZIK

Goran Stevanović, dipl. filolog za engleski jezik i književnost

Radovi su recenzirani

ISSN 1452-2845

štampa

Štamparija "PUNTA" d.o.o. Niš
Tiraž: 200 primeraka

PREDGOVOR

Poštovani čitaoci, podsećanja radi treba reći da je prvi broj Zbornika izdat sada već dosta davne 1980. godine. Uprkos najrazličitijim problemima na koje se u proteklom periodu nailazilo, publikovan je i ovaj 25 po redu Zbornik, čime se poštaje dinamika izdavanja jednog broja godišnje. Sadrži trideset i šest radova iz skoro svih oblasti građevinarstva i arhitekture. Svi radovi su recenzirani od strane dva priznata stručnjaka iz odgovarajuće naučne oblasti, odnosno discipline. U ovom broju časopisa predstavljeni su radovi sa I konferencije „Sinergija arhitekture i građevinarstva“ koja se organizuje 02. i 03. novembra 2010. godine u okviru proslave 50 godina Gradjevinsko-arhitektonskog fakulteta.

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

Zbornik je dostupan i putem prezentacije preko interneta u saradnji sa Narodnom bibliotekom Srbije u punom obimu.

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

Dekan
Prof. dr Dragan Aranđelović

SADRŽAJ

mr Borislava Blagojević dr Jasna Plavšić dr Nenad Živković	Regionalizacija prosečnih voda na teritoriji Srbije	.....	1
dr Veliborka Bogdanović dr Dragan Kostić	Provera energetske efikasnosti arhitektonskih konstrukcija primenom termovizijske kamere	.....	9
mr Ivana Bogdanović Protić	Partnerski pristup i participacija građana u procesu urbane regeneracije	.....	17
mr Zoran Bonić dr Verka Prolović mr Nebojša Davidović Dejan Kobliška	Kontrola na probijanje plitkih armiranobetonskih temelja u stručnoj regulativi i uslovima eksperimentalnog ispitivanja	.....	25
Olga Carić Dejana Nedučin mr Milena Krklješ	Posledice džentrifikacije stambenog područja – studija slučaja	.....	33
mr Mladen Čosić	Analiza odnosa zahteva i odgovora sistema za procenu performansi u uslovima seizmičkog dejstva	.....	41
mr Nebojša Davidović mr Zoran Bonić dr Verka Prolović Dejan Kobliška	Poređenje metoda proračuna sleganja plitkih temelja na krupnozrnom tlu na osnovu teorijsko-eksperimentalne analize	.....	49
dr Biljana Deretić- Stojanović mr Svetlana Kostić dr Nenad Marković	Proračun podužnog smicanja u betonskoj ploči spregnutog nosača prema EC4	.....	57
Milica Đorđević Slaviša Kondić mr Milan Tanić	Uključenje korisnika u proces arhitektonskog projektovanja u kontekstu individualne interpretacije stambene sredine	.....	65
mr Milan Gligorijević	Sistem upravljanja mostovima i mostovi u centru Niša	.....	73

ZBORNIK RADOVA GRAĐEVINSKO-ARHITENKTONSKOG FAKULTETA | broj 25

mr Milan Gocić mr Dragan Radivojević dr Slaviša Trajković	Otpadne vode u zaštićenim oblastima Jelašničke i Sićevačke klisure	.....	79
dr Zoran Grdić dr Gordana Topličić Čurčić	Ekološki materijali – komponenta održive arhitekture	.....	87
dr Tomislav S. Igić Dragana Turnić	Granična analiza, uslovi optimuma i primeri dimenzionisanja metalnih ljski	.....	95
Ljiljana Jevremović	Primena atrijumske forme zgrada u projektovanju objekata industrije	.....	103
Marina Jordanović	Konstrukcije velikih raspona i njihov uticaj na oblikovanje objekata	.....	111
dr Aleksandar Keković Marjan Petrović	Savremeni principi intervencija na spoljašnjim i unutrašnjim delovima spomenika graditeljskog nasleđa	.....	119
Dejan Kobliška mr Zoran Bonić mr Nebojša Davidović	Klasifikacija šipova u savremenom građevinskom konstrukterstvu	.....	127
Aleksandra Koneski	Indikatori kvaliteta stanovanja u planskim dokumentima grada Niša	.....	135
Vladimir Kubet Olga Carić dr Ksenija Hiel	Fleksibilnost funkcije stambene jedinice u odnosu na grupisanje instalacija	.....	143
mr Dmitry V. Lomachenko dr Nina P. Kudayarova	The influence of quantity of slag on cement properties with using DR-3 addition	.....	151
Bojan Matić Đorđe Uzelac Nebojša Radović Siniša Sremac	BIM u niskogradnji	.....	157
Miomir Miljković	Napredna laboratorijska ispitivanja fundamentalnih mehaničkih karakteristika asfaltnih mešavina	.....	165
Žarko Petrović dr Marina Mijalković mr Bojan Milošević	Linearno programiranje u graničnoj analizi statički neodređenih rešetkastih nosača	.....	173

Sadržaj

Miloš Petrović Dr Snežana Đorić – Veljković Dr Jugoslav Karamarković	Puasonov potok događaja kao model za prolazak vozila kroz presek puta	..... 181
mr Slobodan Ranković dr Radomir Folić dr Marina Mijalković	Ispitivanje AB grednih nosača ojačanih vlaknastim kompozitima oblika šipke	..... 189
Sadović Enis Maslak Emir Zećirović Edin	Dinamička analiza uklještenih armirano betonskih potpornih zidova	..... 197
mr Marija Spasojević- Šurdilović dr Ana Spasojević	Analitička rešenja za deformacije kosih mostovskih kablova	..... 207
mr Bogdan Stefanović dr Nenad Stavretović	Biološka zaštita kosina puteva	..... 215
mr Branislava Stoiljković dr Goran Jovanović	Savremene tendencije u stambenoj arhitekturi	..... 223
dr Dragoslav Stojić dr Zoran Grdić Nenad Ristić	Deterioracija materijala nosećih konstrukcija	..... 231
dr Todor Vacev dr Srđan Kisin	Analiza aksijalno opterećene veze zavrtnjima na primeru čvorne spojnica "MERO"	..... 239
dr Slavko Zdravković Dragana Turnić Predrag Petronijević	Konstruisanje seizmički otpornih zgrada	..... 247
dr Milorad Zlatanović mr Biljana Matejević	Kriterijumi kvaliteta dinamičkih planova	..... 255
	Indeks autora	..... 265
	Collection of Abstracts	..... 269
	Contents	..... 305
	Index of Authors	..... 309

UDK: 556.1:620.92(497.11)(045)=163.41

REGIONALIZACIJA PROSEČNIH VODA NA TERITORIJI SRBIJE

Borislava Blagojević¹
Jasna Plavšić²
Nenad Živković³

Rezime

Regionalana hidrološka analiza koristi se radi procene proticaja u profilima gde nema osmotrenih hidroloških podataka. Regionalizacija se može vršiti različitim postupcima. U Srbiji je do sada uradjeno nekoliko regionalizacija prosečnih voda i njihovih karakteristika. Regioni su određeni bilo na osnovu podataka sa svih raspoloživih hidroloških stanica, bilo za srednje i male slivove. U radu je prikazan pregled postojećih regionalizacija prosečnih voda u Srbiji i metodologije određivanja, sa posebnim osvrtom na merodavni period obrade, površine slivova i odlike/karakteristike koje su korišćene u procesu određivanja regiona. U radu su izložene i procedure za dva pristupa regionalizaciji: regionalna statistička analiza i analiza grupacija (cluster analysis).

Svrha pregleda stanja u oblasti regionalizacije prosečnih voda u Srbiji je da se sa stanovišta regionalizacije karakteristika serija srednjemesecnih proticaja malih i srednjih slivova, ukaže na smernice za dalje izučavanje i izradu takvih regiona.

Ključne reči: hidrološki regioni, prosečne vode, analiza grupacija, statistička regionalana analiza

¹ Borislava Blagojević, mr dipl.inž.građ, asistent, Građevinsko-arkitektonski fakultet, A.Medvedeva 14, 18000 Niš. B.blagojevic@eunet.rs ; 063 8 516 535

² Jasna Plavšić, dr dipl.inž.građ, docent, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bul. Kralja Aleksandra 73, 11000 Beograd.

³ Nenad Živković, dr dipl. geograf, docent, Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu, Studentski trg 3/3, 11000 Beograd

1. UVOD

Kako u svetu, tako i kod nas, najviše pažnje posvećeno je razvoju metodologija i njihovoj primeni za regionalizaciju¹ velikih voda, zatim malih voda, a najmanje prosečnih voda. Poznavanje kvantitativnih karakteristika prosečnih voda podjednako je važno za izradu hidroloških podloga kao i poznavanje velikih i malih voda. Karakteristični proticaji velikih i malih voda koriste se za procenu ekstremnih hidroloških situacija i njihovo ublažavanje, odnosno projektovanje objekata i mera koje tome služe, dok se prema prosečnim proticajima sagledava optimalan rad sistema i dimenziionišu odgovarajući objekti.

Kako su po pravilu, mesta na vodotocima koja su u tehnoskom smislu najpovoljnija za izgradnju vodoprivrednih objekata u hidrološkom smislu neizučeni profili, regionalizacija jeste način za obezbeđivanje dela neophodnih hidroloških podloga.

Svrha pregleda stanja u oblasti regionalizacije prosečnih voda u Srbiji je da se sa stanovišta regionalizacije karakteristika serija srednjemesečnih proticaja malih i srednjih slivova, ukaže na smernice za dalje izučavanje i izradu takvih regiona.

2. POSTOJEĆE REGIONALIZACIJE

Postojeće regionalizacije prosečnih voda ili njihovih karakteristika za teritoriju Srbije su:

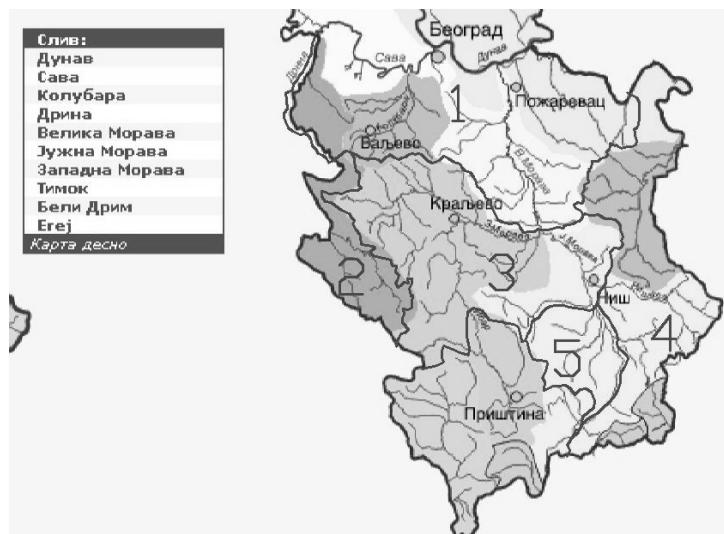
1. Regionalizacija tipskih krivih trajanja dnevnih proticaja [1];
2. Regionalizacija prosečnih specifičnih oticaja [3];
3. Regionalizacija zavisnosti prosečnog specifičnog oticaja od prosečne višegodišnje sume padavina [8];
4. Regionalizacija zavisnosti prosečnog specifičnog oticaja od srednje nadmorske visine sliva [8];

2.1 Regionalizacija tipskih krivih trajanja dnevnih proticaja

Za potrebe izrade Katastra malih hidroelektrana na teritoriji SR Srbije van SAP [1] obradjavici su izradili kartu regiona, odnosno pet tipova bezdimenzionalne krive trajanja dnevnih proticaja (Slika 1).

¹ Regionalizacija i rejonizacija su sinonimi. Koren prve reči je iz engleskog, a druge iz ruskog jezika.

Za regionalizaciju su koristili podatke iz Vodoprivredne osnove teritorije SR Srbije bez teritorija SAP iz 1985. g. Analizirali su trajanje proticaja na svim vodomernim stanicama gde je valjanost podataka i dužina rada stanica zadovoljavala, što je iznosilo oko 40 stanica. Uprkos očekivanim velikim razlikama između pojedinih krivih trajanja, zbog evidentnih razlika u veličini slivova, padavinama, topografiji, zemljишtu, vegetaciji i dr. dobijena je dosta ujednačena forma krive trajanja proticaja na velikim prostorima. Konstatovano je **pet približno homogenih područja**, sa aspekta **forme krive trajanja dnevnih proticaja**. Ove krive su bezdimenzionalne i date su u grafičkoj formi za odnos K (srednjednevnih proticaja i prosečnog višegodišnjeg proticaja) i trajanja (%). Period obrade hidroloških podataka u korišćenoj Vodoprivrednoj osnovi iz 1985.g. je 1946-1978. g. koji sadrži približno dva puna ciklusa [4].

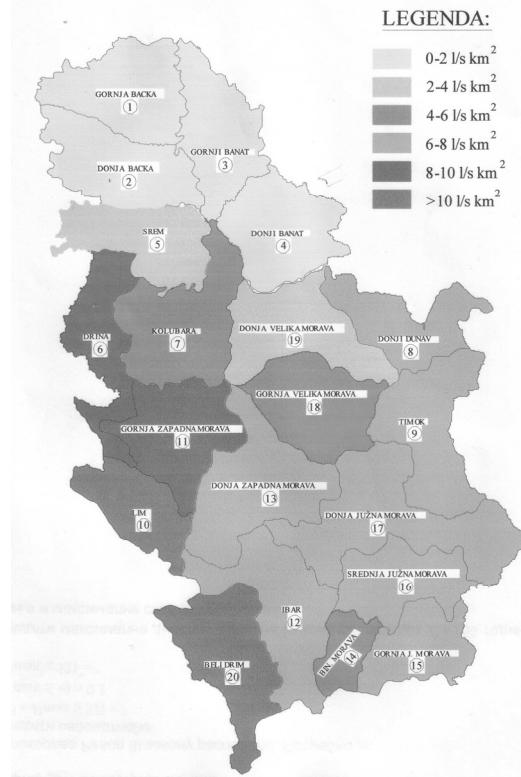


Slika 1 Homogena područja sa aspekta forme krive trajanja dnevnih proticaja na teritoriji Srbije (-,1987). Podloga za sliku sa zvanične internet stranice RHMZS.

2.2 Regionalizacija prosečnih specifičnih oticaja

U cilju konciznog prikaza globalne slike hidrološkog bilansa površinskih voda Srbije i ukazivanja na njihove odlike, Isailović i Srna [3] su koristili podatke i rezultate iz brojne domaće i strane dokumentacije.

Ilustraciju prostorne promene bilansa, autori su dali preko prosečne vrednosti oticanja (Slika 2). Teritoriju Srbije podelili su na dvadeset karakterističnih regiona. Za definisanje kvantitativnih pokazatelja orientacionog hidrološkog bilansa koristili su osnovne elemente prosečnog godišnjeg bilansa domicilnih voda. Za dvadest proučavanih regiona, tabelarno su dali sledeće podatke: 1) površinu regiona, 2) bruto padavine, 3) potencijalno oticanje, 4) stvarno oticanje, 5) sloj oticaja, 6) sloj isparavanja, 7) specifično oticanje i 8) koeficijent oticaja. Period obrade hidroloških podataka u korišćenoj Vodoprivrednoj osnovi iz 1996.g. je 1946-1991. g.



Slika 2 Karakteristični regioni za prosečnu vrednost specifičnog oticanja (Isailović D., Srna P., 2001)

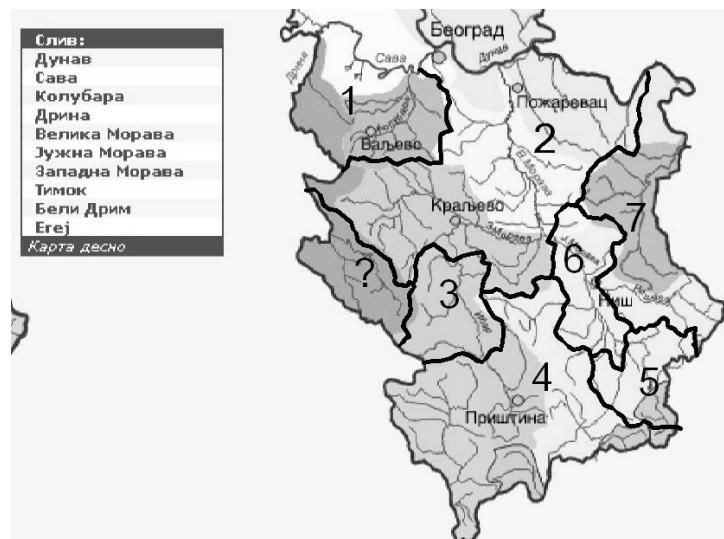
2.3 Regionalizacija zavisnosti prosečnog višegodišnjeg proticaja od prosečne višegodišnje sume padavina

Korišćenjem regresione analize u svom radu [8], Živković dolazi do sedam približno homogenih regiona za uspostavljanje zavisnosti $q = f(P)$. Osnovni uzorak na kome vrši statističko

modelovanje se sastoji od 75 slivova, od kojih je 9 međuslivova [8]. Slivovi su površine od 17 km^2 (V.S. Trešnjevak, R. Grošnica) do 540 km^2 (V.S. Ušće, R. Studenica). Za traženi odnos njima priključuje još 82 profila južno od Save i Dunava sa kompatibilnim podacima radi pouzdanijih veza. Prostorni raspored regiona prikazuje Slika 3.

2.4 Regionalizacija zavisnosti prosečnog višegodišnjeg specifičnog oticanja od srednje nadmorske visine sliva

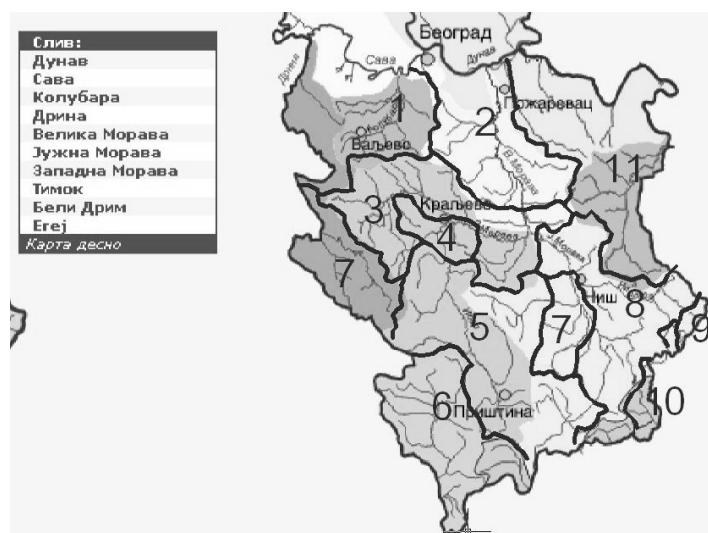
Na bazi regresione analize dobijeno je 11 regionala, odn. zavisnosti prosečnog višegodišnjeg specifičnog oticanja od srednje nadmorske visine sliva [8].



Slika 3 Regioni homogeni za odnos prosečnog specifičnog oticanja i prosečnih višegodišnjih suma padavina (Modifikovano na osnovu: Živković N. 1995)

Napominje se da je korišćeni uzorak sadržavao i slivove kod kojih je popunjavanje nedostajućih podataka obavljano metodom normalnog odnosa (prema slivu analogu). Živković je u daljem radu [9] redukovao obim uzorka na kome je obavljao istraživanje – sa 75 na 41 sliv opsega površina $27\text{--}269 \text{ km}^2$. Dalji rad se i metodološki značajno razlikuje, zbog čega zavisnost prosečnog višegodišnjeg proticaja ne prikazuje prema regionima. Međutim, regionalizacija je prisutna za značajan broj izučavanih veza fizičko-geografskih i meteoroloških faktora, te su od značaja izvedeni regioni i formule za

procenu srednje godišnje temperature vazduha na osnovu srednje nadmorske visine sliva (15 regionala), kao i 72 regionala za procenu srednje godišnje sume padavina na osnovu srednje nadmorske visine sliva. U oba slučaja je u pitanju period obrade hidroloških i meteoroloških podataka 1961-1990. g. što odgovara standardnom normalnom periodu Svetske meteorološke organizacije (WMO). Termin homogenost kod prikazanih regionalizacija (Slika 3 i Slika 4), odnosi se na prihvatljivu veličinu reziduala u okviru ustanovljene linije regresije, kao i fizičku vezu sa jezgrom regiona.



Slika 4 Regioni homogeni za odnos prosečnog specifičnog oticanja i srednje nadmorske visine sliva (Modifikovano na osnovu: Živković N. 1995)

3. REGIONALNA STATISTIČKA ANALIZA I ANALIZA GRUPACIJA

3.1 Regionalizacija statističkih parametara

Ciljevi regionalne statističke analize su [6]:

1. postići globalnu verifikaciju kvaliteta osmotrenih podataka,
2. odabrati odgovarajući statistički metod,
3. odrediti tip raspodele verovatnoća i opsege njihovih parametara,
4. proceniti proticaje u profilima gde nema hidroloških podataka.

Regionalna statistička analiza hidroloških podataka podrazumeva sledeće korake:

1. ispitivanje kvaliteta osmotrenih podataka,

2. verifikacija podataka višestrukom nelinearnom korelacijom bezdimenzionalnih hidroloških karakteristika,
3. određivanje merodavnog perioda obrade,
4. određivanje odgovarajuće raspodele verovatnoća,
5. regionalizacija statistika hidroloških serija,
6. popravka parametara raspodela verovatnoća zbog postojanja izuzetaka,
7. identifikacija homogenih regiona,
8. određivanje kvantila,
9. korelacija parametara ili kvantila i karakteristika sliva,
10. prostorni prikaz karakterističnih hidroloških parametara,
11. procena hidroloških podataka dobijenih statističkom analizom,
12. procena hidroloških promenljivih na neizučenim profilima.

3.2 Regionalizacija analizom grupacija (Cluster Analysis)

Koraci u regionalizaciji pomoću analize grupacija [5]:

1. Izbor odlika/karakteristika
2. Priprema/transformacija ulaznih podataka
3. Formiranje grupacija
4. Izbor optimalnog broja regiona
 - a. Vizuelna interpretacija
 - b. Indeksi valjanosti grupacija
5. Testiranje regiona na homogenost
6. Prilagođavanje heterogenih regiona
7. Određivanje kvantila

4. SMERNICE ZA IZRADU REGIONA KARAKTERISTIKA SREDNJEMEŠEĆNIH PROTICAJA

Gore izložene procedure regionalizacije su geografske i rezultat su im fizički regioni, kao što su i svi postojeći regioni prikazani u radu. Nesporno je da se regionalizacija može pokušati na oba načina, međutim, moguće je i kombinovanje dve izložene procedure: da se polazeći od regionalizacije statističkih parametara, u koraku 9 uključi regionalizacija analizom grupacija, radi korelacije parametara ili kvantila i karakteristika sliva. Na ovom mestu je svrshishodno početi od postojećih regiona.

Postoji još jedna grupa metoda za regionalizaciju – parametarska ili faktorska regionalizacija, a odnosi se na prenošenje podataka sa slivova analoga [2,7]. Najnoviji, a dobiti rezultati za modeliranje dnevnih padavina i oticaja, dobijeni su za 210 slivova u Australiji u periodu od 6 godina, gde je ispitano tri metoda

regionalizacije za izbor slivova analoga: blizina, fizička sličnost i integrisana/kombinovana sličnost [7]. Imajući u vidu veću prostornu i vremensku varijabilnost podataka u ovom uzorku u odnosu na raspoloživi uzorak u Srbiji, potreбno je ispitati i kvalitet hidroloških podataka koji bi se dobio na takav način. I u ovom slučaju je moguće iskoristiti postojeće regije, a posebno regije i formule za procenu srednje godišnje temperature vazduha na osnovu srednje nadmorske visine sliva, kao i regije za procenu srednje godišnje sume padavina na osnovu srednje nadmorske visine sliva [9].

IZJAVA ZAHVALNOSTI

Rezultati istraživanja prikazani u radu delom su finansirani u okviru projekta Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije br. 22005A "Izučavanje ekstremnih hidroloških pojava u Srbiji: poplave i suše".

6. LITERATURA

- [1] -, (Projektanti/obradjivači: SOUR Energoprojekt – RO Projektovanja OOUR Hidroinženjeri, Institut za Vodoprivredu J. Černi RJ Zavod za uređenje vodnih tokova, Beograd), *Katastar malih hidroelektrana na teritoriji SR Srbije van SAP, knjiga I-Opšti deo, 3. Hidrološke podloge*, Naručilac: SOUR Združena elektroprivreda-Beograd, (1987)
- [2] Gotzinger J., Bardossy A., *Comparison of four regionalization methods for a distributed hydrological model*, J. Hydrol.(2007) 333, pp.374-384
- [3] Isailovic D., Srna P., *Hidrološki bilans površinskih voda Srbije i njegove varijacije*, 'Upravljanje vodama Srbije' Monografija Instituta J. Černi, (2001) str. 17-36
- [4] Jovanović S., *Hidrologija, Tehničar 6-građevinski priručnik*, IRO Građevinska knjiga, Beograd (1989)
- [5] Rao A.R., Srinivas V.V., *Regionalisation of watersheds – An approach based on cluster analysis*, Springer, (2008)
- [6] Vukmirović V., Mališić J., Pavlović D., *Some aspects of regional statistical analyses of low flows*, Proceedings of the Low flows expert meeting, 10-12 June 1998 Belgrade, Yugoslavia, Eds. Vukmirović V., Radic Z., Bulu A. (FRIEND, UNESCO IHP-V 1.1 Project), Faculty of Civ. Eng. Univ. of Belgrade, (1998) pp. 47-57
- [7] Zhang Y.Q., Chiew F.H.S., *Evaluation of regionalisation methods for predicting runoff in ungauged catchments in southeast Australia*, 18th World IMACS/MODSIM Congress, Cairns, Australia, (2009) pp. 3442-3448
- [8] Živković N., *Uticaj fizičko-geografskih faktora na visinu oticaja u Srbiji*, Geografski fakultet univerziteta u Beogradu, Beograd (1995)
- [9] Živković N., *Prosečni godišnji i sezonski oticaji reka u Srbiji*, Univerzitet u Beogradu Geografski fakultet, Beograd (2009)

UDK:72.01:697.1/.5(045)=163.41

PROVERA ENERGETSKE EFIKASNOSTI ARHITEKTONSKIH KONSTRUKCIJA PRIMENOM TERMOVIZIJSKE KAMERE

**Veliborka Bogdanović¹
Dragan Kostić²**

Rezime

Provera osnovnih parametara toplotne zaštite, toplotnog otpora i koeficijenta prolaza toplote izvedenih arhitektonskih konstrukcija, je vrlo značajna jer omogućava definisanje stvarne energetske efikasnosti, koja može da se razlikuje od projektovane. Snimanjem površinskih temperatura termovizijskom kamerom, obradom podataka i izračunavanjem vrednosti koeficijentata prolaza toplote može se izvršiti provera kod novoizgradjenih, kao i kod energetskih sanacija postojećih objekata. Rad sadrži opis metodologije, primer merenja površinskih temperatura termovizijskom kamerom i ukazuje na mogućnost određivanja koeficijenta prolaza toplote na konkretnom objektu.

Ključne reči energetska efikasnost, termovizijska kamera, koeficijent prolaza toplote

1. UVOD

Smanjenje potrošnje energije i insistiranje na energetsku efikasnost u svim sektorima je imperativ današnjice, ne samo iz

¹ Dr, Redovni professor, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

² Dr, Docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

ekonomskih razloga. Činjenica je i da energetski resurasi nisu neiscrpni, a i da velika potrošnja energenata koji se danas koriste u velikoj meri utiče na kvalitet životne sredine.

Zgrade se mogu prepoznati kao relativno veliki potrošači energije. Smanjenje potrošnje energije moguće je građenjem novih energetski efikasnih zgrada, ili energetskim sanacijama postojećih. Energetska efikasnost u zgradarstvu podrazumeva efikasno korištenje energije uz primenu optimalnih mera čiji je cilj: smanjenje potrošnje energije uz finansijsku uštedu za krajnjeg korisnika, ugodniji i kvalitetniji boravak u zgradama, smanjenje troškova održavanja i prođenje životnog veka zgrada, doprinos zaštiti okoline i smanjenju emisija štetnih gasova kao i globalnim klimatskim promenama. Otuda je u Evropskoj uniji doneto niz standarda i direktiva, a u našoj regulativi je prvi puta zahteva energetska efikasnost zgrada u Zakonu o planiranju i izgradnji (5).

Najveći deo energije koja se troši u zgradama našeg podneblja je posledica topotnih gubitaka u zimskom periodu. Niz uticaja, među kojima su nekvalitetno građenje, primena neadekvatnih gradjevinskih materijala, ili su njihove topotno zaštitne karakteristike smanjenje usled vlage ili drugih uticaja, mogu da uslove razlike između projektovane i stvarne energetske efikasnosti arhitektonskih konstrukcija.

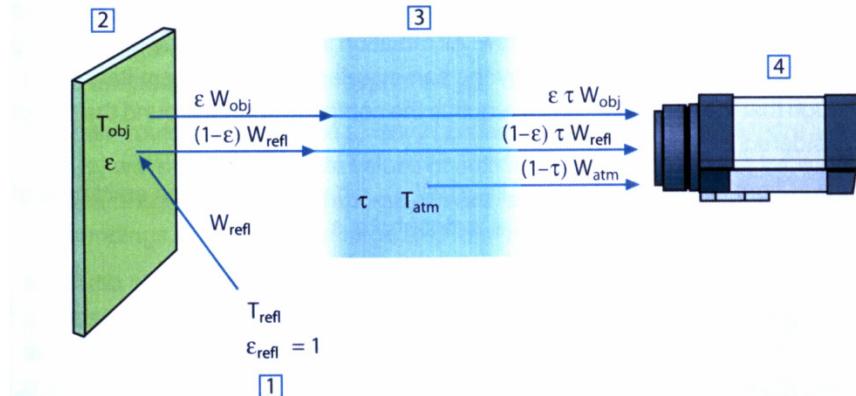
Primenom infracrvene termografije moguće je detektovati topotne mostove ili vlagu na i u arhitektonskim konstrukcijama, koja smanjuje njihovu energetsku efikasnost. Međutim, infracrvenom termografijom moguće odrediti i osnovne parametre topotne zaštite konstrukcija, topotnog otpora i koeficijenta prolaza topote, na izvedenom objektu. Na taj način je moguće doći do podataka o stvarnoj energetskoj efikasnosti arhitektonskih konstrukcija, koja može da se razlikuje od projektovane. Dakle, moguće je vrlo brzo prepoznati nedostatke u oblasti topotne zaštite, odgovarajućim analizama otkriti uzroke njihovog nastajanja, a zatim predložiti mere za sanaciju.

2. TERMOGRAFIJA U ZGRADARSTVU

Termovizijska (IC) kamera meri i prikazuje emitovano infracrveno zračenje objekta. Činjenica da je zračenje funkcija temperature površine objekta omogućava da kamera izračuna i prikaže tu temperaturu. Zračenje koje kamera meri ne zavisi samo od temperature objekta već je i funkcija sposobnosti zračenja. Zračenje takođe, dolazi i iz okoline i reflektuje se u objektu. Na zračenje iz objekta i reflektovano zračenje utiče i apsorbacija atmosfere.

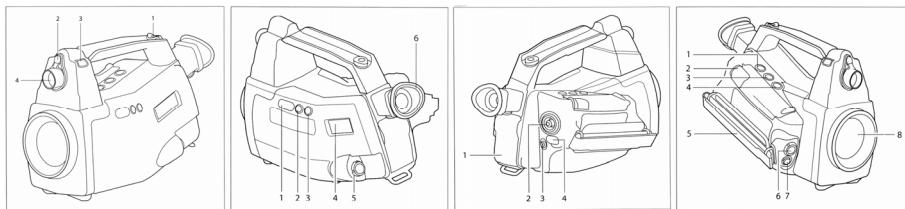
Provera energetske efikasnosti arhitektonskih konstrukcija primenom termovizijske kamere

Da bi se temperatura precizno izmerila neophodno je kompenzovati uticaje brojnih različitih izvora zračenja. Kamera ovo radi automatski, uz uticaj sledećih parametara: zračenje objekta, reflektovana temperatura, razdaljina između objekta i kamere i relativna vlažnost vazduha, slika 1.



Slika 1. Šematski prikaz opšte situacije termografskog merenja.
1: Okruženje; 2: Objekat; 3: Atmosfera; 4: Kamera.

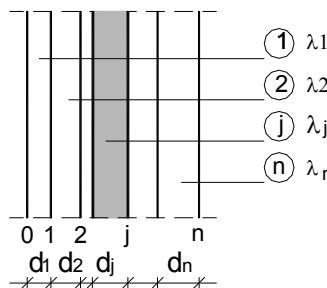
Postoji niz različitih tipova termovizijskih kamera, jedna od kojih je FLIR ThermaCAM B20, slika 2. Osnovne tehničke karakteristike ove termovizijske kamere su: topotna osjetljivost $0,08^{\circ}\text{C}$, automatsko fokusiranje objekta, tip detektora FPA sa nehladjenim mikrobolometrom rezolucije 320×240 pixela, opseg detektora $7,5\text{-}13\mu\text{m}$, temperaturni raspon od -40°C do $+70^{\circ}\text{C}$, korekcija zračenja postavljena brojem ili selekcijom u pred-definisanoj listi, korekcija atmosferskog prenosa je automatska bazirana na ulaznim informacijama (rastojanje i atmosferska temperatura i relativna vlažnost), korekcija optičkog prenosa je automatska bazirana na signalima od unutrašnjih senzora, korekcija reflektovane temperature sredine i korekcija spoljne optike takođe.



Slika 2. FLIR ThermaCAM B20

3. ODREĐIVANJE KOEFICIJENTA PROLAZA TOPLOTE

Sem na osnovu poznatih izraza (1 i 3) topotni otpor i koeficijent prolaza topote pregrada, mogu se izračunati sa poznatim, odnosno izmerenim temperaturama unutrašnjeg i spoljašnjeg vazduha t_i i t_e , kao i temperaturama unutrašnje i spoljašnje površine pregrade t_0 i t_n , označenim na preseku pregrade, slika 3.



Slika 3. Presek pregrade

Podrazumevajući stacionarno stanje, nepromenljivost topotnog fluksa q od unutrašnjeg vazduha ka unutrašnjoj površini pregrade i kroz samu pregradu, može se predstaviti sledećim izrazom:

$$q = k \cdot (t_i - t_e) = \frac{1}{R} \cdot (t_0 - t_n), \quad [W/m^2] \quad (1)$$

$$k \cdot \Delta t = \frac{1}{R} \cdot (t_0 - t_n), \quad [W/m^2] \quad (2)$$

a gde ostali simboli imaju sledeća značenja:

Δt je razlika temperatura unutrašnjeg i spoljašnjeg vazduha u $^{\circ}\text{C}$,

k je koeficijent prolaza topote pregrade, u $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$,

R je topotni otpor pregrade u $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$.

Na osnovu gornjih izraza i imajući u vidu da je koeficijent prolaza topote k pregrade jednak recipročnoj vrednosti zbiru topotnog otpora R pregrade i otpora unutrašnjeg R_i i spoljašnjeg R_e prolaza topote, odnosno

$$k=1/(R+ R_i+ R_e) \quad (3)$$

topotni otpor R i koeficijent prolaza topote k pregrade mogu se predstaviti sledećim izrazima:

Provera energetske efikasnosti arhitektonskih konstrukcija
primenom termovizijske kamere

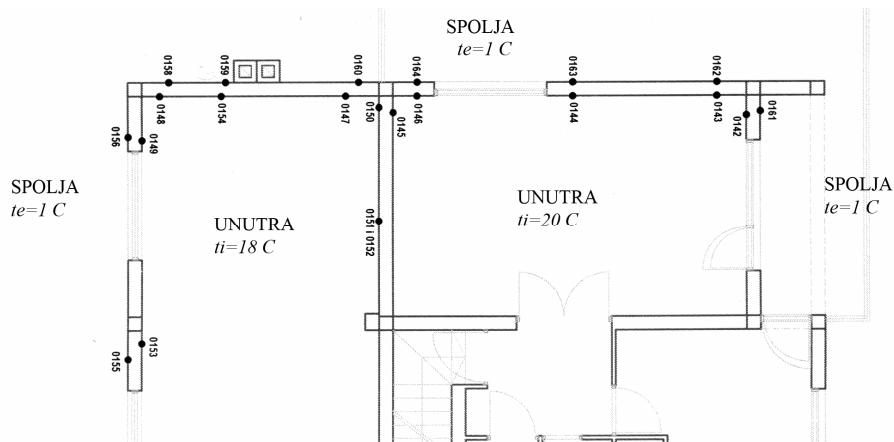
$$R = \frac{(R_i + R_e) \cdot (t_0 - t_n)}{\Delta t - t_0 + t_n}, \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad (4)$$

$$k = \frac{\Delta t - t_0 + t_n}{\Delta t \cdot (R_i + R_e)}. \quad \text{W/m}^2\text{K}. \quad (5)$$

4. KOEFICIJENT PROLAZA TOPLOTE FASADNIH ZIDOVA

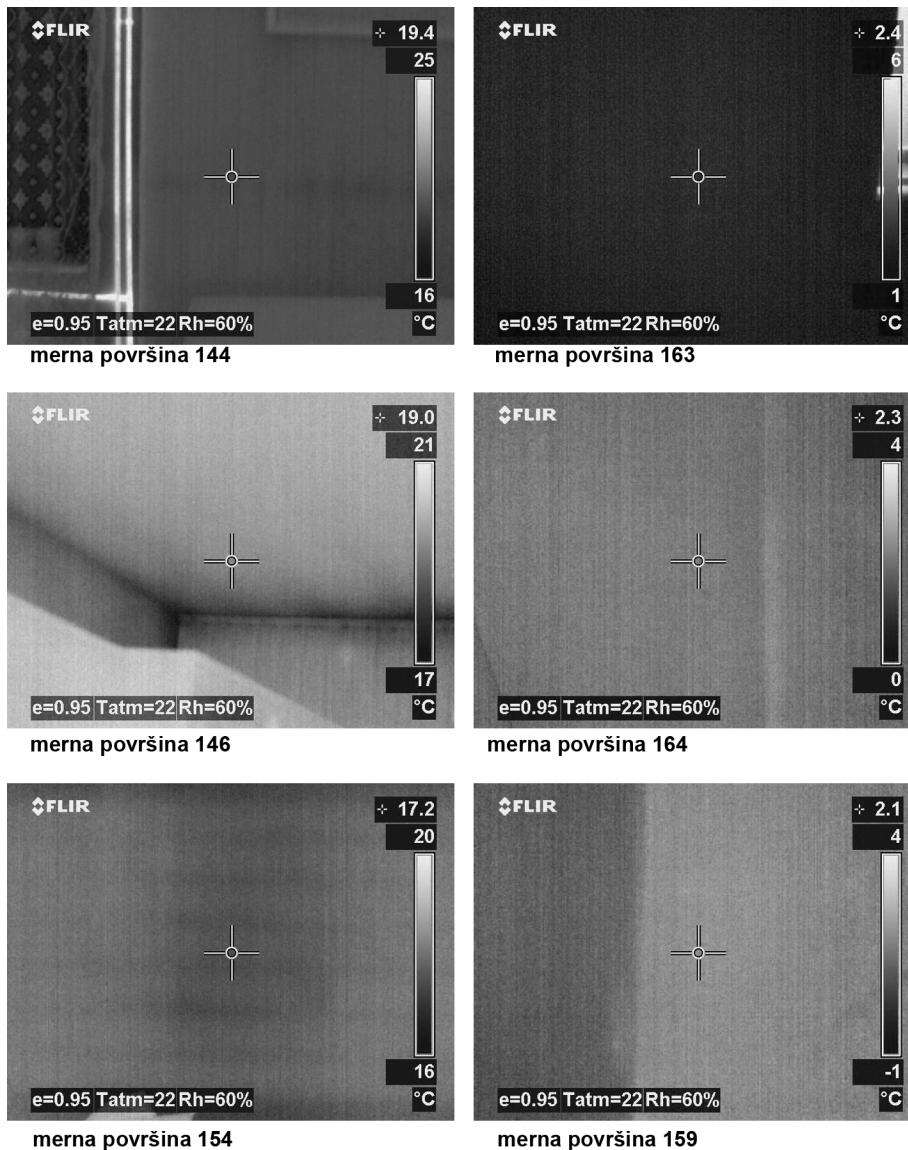
Provera koeficijenata prolaza topote fasadnih zidova izvršena je za objekat na slici 4, koji je energetski saniran u sklopu naučno-istraživačkog projekta u oblasti energetske efikasnosti pod nazivom *Razvoj fasadnog termoizolacionog sistema*, finansiranog od strane Ministarstva nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije, a realizovan je na Građevinsko-arhitektonskom fakultetu u Nišu.

Fasadni zidovi su višeslojni, sastavljena od krečnog maltera 1,5cm, šupljeg opekarskog bloka 25cm, kamene vune 5cm, lepka, poliesterske mrežice i maltera 8 mm. Analitički određen koeficijent prolaza topote, na osnovu (1 i 3) je 0,514 W/m²K.



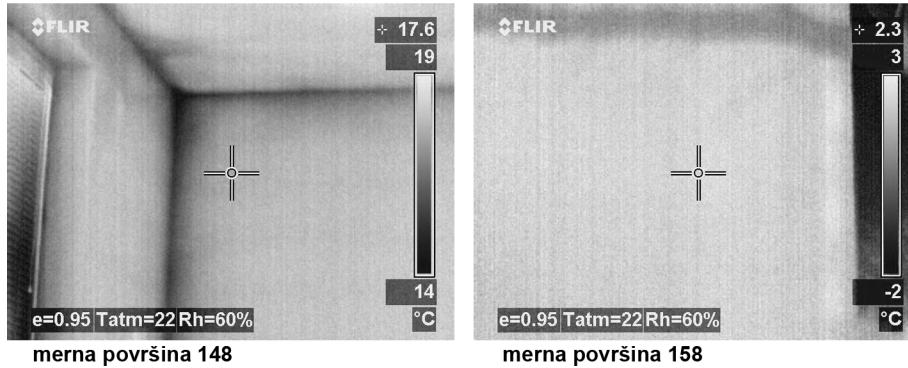
Slika 4. Deo osnove zgrade sa oznakama mernih površina

Površinske temperature fasadnih zidova, slika 5 i slika 6, merene su Termovizijskom kamerom FLIR ThermaCAM B20.



Slika 5. Termovizijski snimci površinskih temperatura fasadnih zidova južne i zapadne orientacije

Provera energetske efikasnosti arhitektonskih konstrukcija primenom termovizionske kamere



Slika 6. Termovizijski snimci površinskih temperatura fasadnih zidova južne i istočne orientacije

Snimanje termovizijskom kamerom izvršeno je u jutarnjim satima zimskog perioda. Površinske temperature su bile uglavnom različite u pojedinim tačkama mernih površina, a tabela 1 sadrži minimalne i maksimalne vrednosti.

Tabela 1. Izmerene temperature zidova i vazduha i sračunati koeficijenti prolaza topote k

Merna površina	t_i	$t_{o, \min}$ do $t_{o, \max}$	$t_{n,\min}$ do $t_{n,\max}$	t_e	k_{\max} do k_{\min}
144	20	18.8-19.6			
163			1.7-2.3	1	0,588 do 0,526
146	20	18.5-19.3			
164			1.6-2.5	1	0,650 do 0,681
154	18	17.2-17.7			
159			1.9-2.4	1	0,526 do 0,526
148	18	16.9-17.7			
158			1.8-2.6	1	0,588 do 0,588

Na osnovu dobijenih vrednosti koeficijenata prolaza topote k , tabela 1, može se zaključiti da su sve približne analitički sračunatoj vrednosti, ali i da postoje znatna odstupanja. Daljom analizom se mogu konstatovati uzroci razlika stvarnih i teorijskih koeficijenata prolaza topote, kako bi moglo, ukoliko je potrebno, da budu predložene mere za poboljšanje energetske efikasnosti.

Cilj ovoga rada je da se ukaže na mogućnost određivanja koeficijenta prolaza topote na izvedenom objektu primenom termovizije, a za određivanje stvarnog koeficijenta prolaza topote

pregrade treba definisati metodologiju proračuna uzimajući u obzir dovoljno izmerenih relevantnih površinskih temperatura.

5. ZAKLJUČAK

Korišćenjem savremenih metoda dijagnostikovanja temperaturnih karakteristika pregrada može se na relativno jednostavan i brz način proveriti energetska efikasnost realizovanih arhitektonskih konstrukcija i eventualno utvrditi da li je potrebno i na kojim sektorima izvršiti korekcije. Izračunavanje stvarnog koeficijenta prolaza topote pregrada moguće je na osnovu površinskih temperatura, dobijenih snimanjem termovizijskom kamerom.

Primena novog zakona o planiranju i izgradnji (Sl. gl. RS 72/2009) obavezuje prilikom tehničkog pregleda objekta izdavanje sertifikata o energetskim svojstvima objekta, što podrazumeva i utvrđivanje stvarnih koeficijenata prolaza topote k .

6. LITERATURA

- [1] Bogdanović V.: *Arhitektonsko-građevinske konstrukcije-Toplotna zaštita zgrada*, Građevinsko-architektonski fakultet Niš, Niš, 2000.
- [2] Wolfgang V., Šild K., Dinter S.: *Građevinska fizika*, Građevinska knjiga, 2006.
- [3] Standard SRPS U. J5. 510
- [4] Bogdanović V., Samardžić S.: *Application of the facade thermal insulation systems in energy remedial measures of the buildings being heightened*, Facta universitatis, Series Architecture and Civil engineering, Niš, 2004.
- [5] Zakon o planiranju i izgradnji, Službeni glasnik Republike Srbije 72/2009

UDK:711.4/.7(045)=163.41

PARTNERSKI PRISTUP I PARTICIPACIJA GRAĐANA U PROCESU URBANE REGENERACIJE

Ivana Bogdanović Protić¹

Rezime

Osnovna karakteristika urbane regeneracije jeste simultano tretiranje fizičkih, ekonomskih, socijalnih i envajronmentalnih aspekata urbanih problema, strateški pristup, uključivanje raznovrsnih aktera, partnerski pristup i participacija građana. Partnerski pristup podrazumeva okupljanje različitih interesnih grupa, kako bi se postigao sinergijski efekat u postavljanju zajedničkih ciljeva i vizija. Koncept participacije građana se smatra jednim od osnovnih instrumenata za postizanje efikasne urbane regeneracije. Doprinosi ostvarivanju kvalitetnijih i održivih rešenja, većoj saradnji između različitih aktera, jačanju lokalne demokratije, edukaciji i razvijanju novih veština. Nivoi participacije kreću se od informisanosti i konsultacija građana, do učešća građana u donošenju odluka i u konkretnim aktivnostima vezanim za regeneraciju urbanih područja.

Ključne reči: *urbana regeneracija, partnerski pristup, participacija građana*

1. UVOD

Savremeni pristup planiranja gradova napušta praksu ekstenzivnog urbanizma u korist obnove postojećih gradova, a sa ciljem unapređenja kvaliteta urbanih ambijenata. Metode unapređenja menjale su se od urbane rekonstrukcije, preko revitalizacije i rehabilitacije do urbane regeneracije. Urbana regeneracija je aktuelna metoda unapređenja gradova, a njena osnovna karakteristika jeste simultano tretiranje fizičkih, ekonomskih, socijalnih i envajronmenta-

¹ Ivana Bogdanović Protić, Mr, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Niš

Inih aspekata urbanih problema, strateški pristup, uključivanje brojnih aktera i partnerstava i posebno participacija građana.

Do kraja 1990-ih godina u većini zapadno-evropskih zemalja postignut je konsenzus između političkih partija da partnerski pristup, uključivanje privatnog i javnog sektora, zajedno sa direktnom participacijom lokalnih zajednica, predstavlja esencijalni element efikasne strategije urbane regeneracije. Partnerski pristup podrazumeva okupljanje različitih interesnih grupa /predstavnici javnog sektora, industrije, članovi zajednice – građani i eventualno privatni sektor/, kako bi se postigao sinergijski efekat u postavljanju zajedničkih ciljeva i vizija. Participacija građana se primenjuje kao pokretač za mobilizaciju resursa u samoj zajednici i implementaciju aktivnosti kroz sopstvene potencijale zajednica, što doprinosi održivosti planiranih aktivnosti [1]. Koncept participacije građana doprinosi ostvarivanju kvalitetnijih rešenja, većoj saradnji između različitih aktera, jačanju lokalne demokratije, edukaciji i razvijanju novih veština. Nivoi participacije kreću se od informisanosti i konsultacija građana /pasivno uključivanje/, do učešća građana u donošenju odluka i u konkretnim aktivnostima vezanim za regeneraciju urbanih područja /aktivno uključivanje/.

2. PARTNERSKI PRISTUP

Ideja o partnerskom pristupu počela je da se razvija krajem 1980-ih godina, a postala je ključni instrument urbane regeneracije 1990-ih godina. Breur definiše partnerstva kao koaliciju interesa proisteklu iz više od jednog sektora za pripremu i nadgledanje dogovorene strategije za suzbijanje urbanih problema [4]. Uprkos potrebi za partnerstvima, Parkinson 1996. ukazuje na: "*problem stvaranja pravog institucionalnog instrumenta sa adekvatnim podsticanjem, sankcijama i izvorima za integrisanje akcija nacionalnih i lokalnih, javnih, privatnih institucija i zajednica i agencija kao fundamentalnog zadatka partnerstava, a ne samo uvođenje partnerstva kao klišea* [7].

U partnerstva mogu biti uključeni [9]:

- organizacije odgovorna za urbane servise u susedstvima / stanovanje, obrazovanje, zdravstvo, servisi sa zapošljavanje, transport/
- predstavnici lokalne zajednice – izabrani članovi kao savetnici, predstavnici stanara, stambenih i volonterskih organizacija
- lokalni poslodavci.

Glavne prednosti i pozitivni efekti partnerskog pristupa u urbanoj regeneraciji su: pitanje finansiranja i prevazilaženje multidimenzionalne i kompleksne prirode urbanih problema koja zahteva integrисану, координисану стратегију и која укључује велики број актера. Ниме, партнерства могу да омогуће стратешки оквир који подстиче координацију и интеграцију политика и ресурса између јавног, приватног и волонтерског сектора и локалних заједница [7]. Partnerstva mogu da olakšaju koordinaciji aktivnosti i prevazilaženje problema raspodele zadataka i odgovornosti između različitih aktera. S obzirom da lokalni uslovi variraju i u okviru jedne земље, a pogotovo u različitim земљама, представници власти, укључене институције и представници заједнице теже да pragmatično развију sopstvene strategije i politike. Partnerski model se pokazao kao efikasni mehanizam koji osigurava da politike koriste celoj заједnici. To posebno dolazi do izražaja kada je potrebna efektivna koordinacija područja povezanih politikom i efikasno upravljanje programima urbane regeneracije.

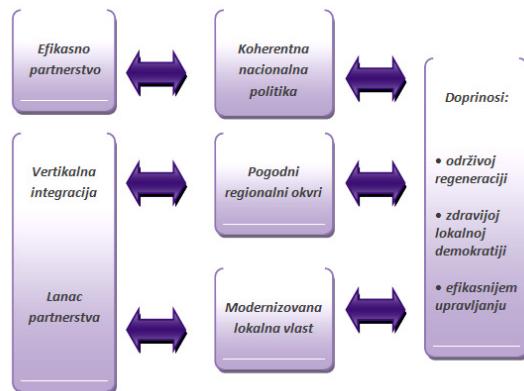
Partnerstva omogućavaju da lokalni građani активно учествују у implementaciji ciljeva urbane regeneracije. То може додржинети да економске и социјалне политике mnogo efikasnije одговарају локалним карактеристикама и потребама локалних интересних и социјалних група. Evidentan je trend укључivanja građana u inicijative urbane regeneracije стамбених комплекса, што се креће од консултација и укључivanje заједнице u kreiranje i planiranje програма regeneracije, до формалне улоге u partnerskim inicijativama.

Partnerstva могу да ради на више нивоа:

- sistematska partnerstva, која укључују стратешке творце политика, a најефикаснија су код проблема великих размара
- programska partnerstva, која су погодна за implementaciju стратегије urbane regeneracije
- tehnička partnerstva, која се баве kratkoročним аранџманима да би постигли посебне циљеве.

Jedna od најважнијих карактеристика партнерства јесте поштовање улоге и доприноса сваког партнера, прilagodljivost, као и одрживост изван захтева специфичног програма regeneracije. Partnerstva moraju biti formirana na bazi заједничких интереса и na bazi recipročне подршке. [2].Osim toga за успеши rad partnerstava подразумева да буду изградена на стратешкој визији i оквиру за акцију, одражавају заједничко власништво, интересе, ambicije i међусобно razumevanje, da буду sveobuhvatna i prilagođena локалним uslovima. Unutar partnerstava treba da постоји jasna alokacija odgovornosti, a значајно је i da partnerstva буду подлоžна promenama tokom

vremena. Koherentna nacionalna politika, pogodni regionalni okviri i modernizovana lokalna vlast su glavni elementi okvira koji omogućava efikasan partnerski pristup u urbanoj regeneraciji /slika 1/ [4].



Slika 1. Okvir koji omogućava partnerski pristup u urbanoj regeneraciji

Poslednjih 15 godina, partnerski pristup je postao određujuća karakteristika urbane regeneracije u Velikoj Britaniji. Uspostavljanje partnerstava je neophodni korak za obezbeđenje finansiranja od strane vlade, a u svakoj lokalnoj zajednici može biti čak 70 do 80 partnerstava koja deluju simultano [11]. Partnerstva se formiraju od različitih organizacija [8]:

- *javne organizacije* - uključuju lokalne vlasti, centralna vladina odelenja /kao *Government Offices for Regions, National Health Service Trust and Police. Koa i agencije kao business.led Training and Enterprise Councils/*
- *privatne profitabilne organizacije* - kompanije i finansijske institucije, koje igraju rastuću ulogu u zajednici kroz programe akcionarske socijalne odgovornosti i sponzorstva /npr. *Buisness in the Community* je neprofitna organizacija koja povezuje kompanije sa volonterskim organizacijama i lokalnim vlastima u cilju implementacije programa urbane regeneracije na lokalnom nivou/
- *neprofitabilne privatne sektorske organizacije* - u mnogobrojnim formama /npr. *National Council for Voluntary Organisations* - omogućava detaljnu godišnju analizu volonterskog sektora/.

Uspešan primer partnerstva predstavlja *Whitfield area* u Dundee-u, koji je izabran za model novog partnerskog pristupa u škotskoj urbanoj politici za razvoj, koordinaciju i implementaciju

dugoročne regeneracije jednog stambenog kompleksa. Partnerstvo je formirano 1988.godine, a ima 2 komponente: odbor i podgrupe koje se bave raznim aspektima strateškog planiranja i implementacije u sledećim sektorima: stanovanje, okruženje, servisi zajednica, zapošljenje, treninzi, monitoring i evaluacija. Odbor se sastoji od predstavnika Veća distrikta, regionalnog veća i nekoliko kompanija. Stanovnici učestvuju kroz *Upravljačku grupu* sastavljenu od 20 članova sa 7 područja. Unutar partnerstva članovi lokalne zajednice imaju 4 predstavnika u svakoj pod grupi i maksimalno 10 članova u odboru [9].

3. PARTICIPACIJA GRAĐANA

Participacija kao pravo na učešće u odlučivanju u upravljanju zajednicom pripada grupi političkih ljudskih prava. Koncept participacija građana je počeo da se intenzivnije primenjuje integrisanjem u deklaraciju UN Agenda 21 u Rio de Janeiru 1992. godine². Agenda 21 daje prednost lokalnim zajednicama u iniciranju i realizaciji aktivnosti i participaciji građana prilikom donošenja odluka. Participacija građana se danas smatra jednim od osnovnih instrumenata za postizanje uspešne obnove i regeneracije gradova. Najjednostavnije rečeno, misli se na participaciju u planiranju ljudi koji nisu profesionlani planeri ili činovnici vlade. Kroz ovaj proces građani učestvuju u razvoju, primenjivanju i menjanju lokalnih integralnih planova regulacije, odnosno u planiranju i donošenju odluka koje utiče na njihovu zajednicu. Participacija građana doprinosi pronalaženju boljih rešenja, ali je potrebno ispuniti sledeće preduslove: motivisati građane za aktivno učešće, informisati građane o značaju planerskih akcija za oživljavanje prostora, edukovati građane o predmetu rada i pravovremeno uključivati građane [3]. Uvid građana u programe urbane regeneracije, osim ostvarivanju kvalitetnijih rešenja, doprinosi i unapređenju kulture stanovanja i svesti stanara, što je značajno i za postizanju održivog urbanog razvoja, jednog od glavnih ciljeva *Lisabonske strategije*.

Participacija stanara se smatra važnim aspektom uspešne urbane regeneracije stambenih kompleksa. Stanari se više ne smatraju objektom aktivnosti, već aktivnim učesnicima u procesu

²Istiće se da lokalni organi vlasti imaju vitalnu ulogu u mobilisanju i podsticanju stanovništva na dodatne napore u cilju implementacije održivog razvoja, a davanjem značaja participaciji prilikom donošenja odluka utiče se i na razvoj velikog broja instrumenata za praćenej aktera [10]

regeneracije. Ideja je da se na taj način stanašima omogući da budu sposobni za upravljanje sopstvenim životima i za neophodne aktivnosti za unapređenje. Jačanje zajednice je postao ključni koncept u programima urbane regeneracije u Velikoj Britaniji i ostalim evropskim zemljama. Smatra se da uključivanje građana možda neće unaprediti programe regeneracije, ali će doprineti porastu socijalnih kontakata i socijalne kohezije između ljudi, a dugoročno smanjenju procesa socijalnog isključivanja. Osnovni principi participacije građana sistematizovani su u tabeli 1, a preporučeni su od strane *English partnerships*³ – Nacionalne agencije za urbanu regeneraciju u Velikoj Britaniji.

Tabela 1. Principi participacije građana

PRINCIPI PARTICIPACIJE GRAĐANA		
1. početi na vreme da bi se postigli štobolji rezultati – omogućava pravovremeno uključivanje građana i budućih stanara 2. jasno definisati ciljeve uključujući i prepoznavanja nekog vida angažovanja građana i koji kapacitet zajednice treba da bude uključen 3. uključiti prave ljudе – poznavanje strukture zajednice – starost, pol, etnička struktura stanara područja i onih koji se očekuju da se dosele	4. uključiti partnerе koji mogu da doprinесу постизању жељених резултата 5. поставити правила уз уključivanje građana i partnera – jasno definisajte nadležности и одговорности за sve aktivnosti 6. поставити јак план реализације са реалним распоредом активности	8. имати јасну стратегију комуникација са partnerима 9. бити флексибилан у вези крајње стратегије како би се помогло стварању одрживе zajedнице – развој структуре zajedнице може допринети стварању нових могућности 10. мртви успех и користити резултате за будуће пројекте

Tipovi politika i nivoa u kojima je uključivanje pogodno zavise od sledećih faktora:

- volje nacionalnih i lokalnih vlasti da uključe stanare u proces urbane politike
- razmere problema /npr.unapređenje malog stambenog bloka može uključiti stanare, a ne i rušenje celog kompleksa/
- želje stanara da preuzmu odgovornost.

Nivoi participacije građana obuhvataju: informisanje, istraživanje, konsultacije, participaciju i delegaciju, što može podrazumevati:

³ Osnovni cilj ove agencije predstavlja podržavanje održivog razvoja u velikoj Britaniji, podsticanje visoko-kvalitetnih, dobro dizajniranih, održivih mesta za život i rad ljudi [5].

- davanje informacija ljudima za dobrobit komunikacije ili omogućavanje da učestvuju u donošenju više odluka - putem štampe, web sajtova, bilborda
- istraživanje – intervju fokusnih grupa ili postavljanje kutija za davanje predloga
- konsultacije kroz razne tehnike – konferencije, vorkšopovi, traženje pismenih odgovora na politike i predloge
- uključivanje u partnerstva ili delegatsko uključivanje u odbore
- delegacija odgovornosti, moći, upravljanja.

U Holandiji postoji veliki broj programa urbane regeneracije stambenih kompleksa koje su inicirali stanari i lokalni investitori (komercijalne aktivnosti, socijalni servisi, nevladine organizacije). Osmišljavanje strategije i programa urbane regeneracije najčešće se vrši kroz inetraktivnu aktivnost između vlade i učesnika /tabela 2/. Lokalne vlasti i učesnici se redovno sastaju da se informišu, diskutuju, odlučuju i pregovaraju o problemima i strategiji [6].

Tabela 2: Lestvice participacije po Arnsteinu (1969)

Forma participacije	Uloga lokalnog učesnika	Uloga vlasti
Interaktivna		
Samoupravljanje	Preuzimanje inicijative i biranje	Nudi podršku učesnicima
Kooperacija	Jednaki status i uloga, zajedničko biranje	Jednaki status i uloga, zajedničko biranje
Delegacija	Donošenje odluka unutar datog okvira	Nudi stepene slobode unutar okvira
Simbolički interaktivna		
Participacija	Diskusija i ponuda deja i sugestija	Diskusije i saveti vezani za planiranje procesnih mogućnosti
Konsultacije	Daje mišljenje i komentare	Nudi zatvoreno rešenje gde su učesnici pod striktnim uslovima mogu da kažu nešto
Informacija	Potrošnja informacije	Nudi informaciju o njihovim odlukama
Neinteraktivna		
Autoritarna	Ni u kom pogledu	Odlučuje sama

4. ZAKLJUČAK

Jedno od najznačajnijih obeležja procesa urbane regeneracije jesu raznovrsni vidovi partnerstava između javnog, privatnog i trećeg sektora. Ova saradnja proistekla je iz prepoznavanja većeg broja aktera, čiji se interesi ostvaruju u području tretiranom programom urbane regeneracije i koji su u funkciji pronalaženja kvalitetnijih rešenja

i boljem upravljanju urbanom regeneracijom. Partnerskim pristupom i jačanjem potencijala zajednice u raznim etapama programa urbane regeneracije može se kroz strateški pristup prevazići kompleksna priroda urbanih problema i omogući sinergijski efekat u postavljanju ciljeva i implementaciji programa. Participacija građana u programima urbane regeneracije se ne primenjuje samo kao cilj već i kao instrument, koji ne podrazumeva samo angažovanje zainteresovanih u već osmišljenim aktivnostima, već i visok stepen inicijative, jačanje građanske svesti, zainteresovanosti i postizanja kvalitetnijih rešenja. Time se uspostavlja viši nivo poverenja, zajednička dobrobit zajednice i viši stepen demokratizacije, pri čemu proces participacije treba da bude otvoren i transparentan, kako bi omogućio svim zainteresovanim građanima uključivanje u bilo koji nivo urbane regeneracije.

5. LITERATURA

- [1] Bogdanović Protić, I.: *Unapređenje višespratnog stanovanja metodom urbane regeneracije sa posebnim osvrtom na grad Niš*, magistarska teza, Građevinsko-arkitektonski fakultet Niš, 2008.
- [2] Bogdanović Protić, I.: *Urbana regeneracija višespratnog stanovanja*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.
- [3] Bogdanović Protić, I.: *Metodološke osnove urbane regeneracije, Zbornik radova Građevinsko – arhitektonskog fakulteta u Nišu*, br. 24, Građevinsko-arkitektonski fakultet Niš, Niš , 2009.
- [4] Breuer, B., Göddecke-Stellmann, J.: *Strategies for upgrading the physical environment in deprived urban areas*, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin, 2007.
- [4] Carley, M., Chapman, M., Hastings, A., Kirk, K., Young, R.: *Urban regeneration through partnership: A critical appraisal*, The Policy Press, Bristol, 2002.
- [5] English partnerships, *English partnerships' approach to community regeneration*, London, 2007.
- [6] Heins, G., Bus, A.: *Self supporting urban communities, first draft, Investigating a preventive social approach of urban renewal*, ENHR International Conference, Reykjavik, 2005.
- [7] Roberts, P., Sykes H.: *Urban Regeneration, a Handbook*, Sage Publications, London, 2000.
- [8] www.eaue.de
- [9] www.ensure.org/guidebook/new/working_together/index.html
- [10] www.grc.cf.ac.uk/lrn/resources/citizen/participation.php
- [11] www.jrf.org.uk/publications/urban-regeneration-through-partnership-critical-appraisal

UDK:624.012.45:624.153.001.57(045)=163.41

KONTROLA NA PROBIJANJE PLITKIH ARMIRANOBETONSKIH TEMELJA U STRUČNOJ REGULATIVI I USLOVIMA EKSPERIMENTALNOG ISPITIVANJA

Zoran Bonić¹
Verka Prolović²
Nebojša Davidović³
Dejan Kobliška⁴

Rezime

Proračunu probijanja temelja je poklonjeno malo pažnje u domaćoj i inostranoj tehničkoj regulativi. Tako većina pravilnika samo uzgred pominje proračun probijanja temelja a postoje i oni koji to uopšte ne pominju. Obzirom da se temelji oslanjaju na deformabilnu podlogu-tlo, problem ponašanja temelja postaje složen sa aspekta interakcije temelj-podloga i zahteva detaljnu teorijsku i eksperimentalnu analizu. U dosadašnjim eksperimentima tlo je najčešće na neki način zamenjivano i simulirano, tako da su naša iskustva u ovoj oblasti vrlo mala a dalja eksperimentalna ispitivanja neophodna.

Ključne reči: temelj samac, probijanje, pravilnik, eksperiment

1. UVOD

Projektovanju i proračunu temelja je poklonjeno malo pažnje u domaćoj i inostranoj regulativi. Tako ih većina pravilnika samo

¹Mr, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu,

²Dr, redovni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu,

³Mr, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu,

⁴Dipl.ing.građ, Tehnički fakultet u Kosovskoj Mitrovici

uzgred pominje a postoje i oni koji temelje uopšte ne pominju. Poslednjoj grupi pripada i naš Pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani beton (PBAB) iz 1987. godine koji inače razmatra proračun različitih elemenata od betona i armiranog betona. S druge strane, ni aktuelni Pravilnik o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata (1990), osim uopštenih smernica, ne daje bliža uputstva za proračun temelja. U tom odsustvu definisanih postupaka proračuna i pravila konstruisanja u domaćoj i inostranoj stručnoj literaturi se može sresti više metoda proračuna čiji se rezultati međusobno znatno razlikuju. Ovo je bio jedan od osnovnih razloga da se na Građevinsko–arhitektonskom fakultetu u Nišu krene sa teorijskim i eksperimentalnim istraživanjima koja su kasnije i podržana i od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije kroz naučnoistraživački projekt TR 16021 "Teorijska i eksperimentalna analiza interakcije plitkih temelja i tla za poterebe unapređenja domaće regulative i primene sistema Evrokodova".

2. KONTROLA NA PROBIJANJE U STRUČNOJ REGULATIVI

Problem probijanjem armiranobetonskih ploča i temelja rešavali su brojni istraživači idući u dva pravca sa:

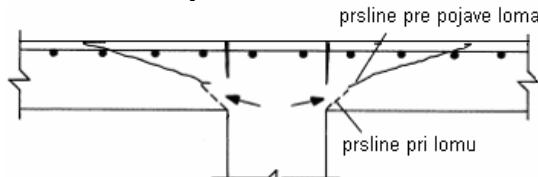
- teorijskim rešenjima sa korigovanim činiocima (da bi se približili eksperimentalnim rezultatima) i
- empirijskim rešenjima proisteklim iz rezultata eksperimentalnih ispitivanja

Ni jedan od navedenih pristupa do sada nije doveo do zadovoljavajućeg rešenja, odnosno stvaranja modela koji bi na sveobuhvatan način uzeo u obzir uticaj svih relevantnih parametara pri probijanju.

U stručnoj literaturi je najčešće pominjan, ali ne i opšte prihvaćen model loma Kinnunen-a i Nylander-ove. Oni su na osnovu brojnih eksperimenata 1960. godine predložili model koji opisuje ponašanje ploča pri probijanju tako što deli ploču na radijalne krute segmente od kojih je svaki ograničen sa dve radijalne prsline, obimom stuba gde se formiraju početne kružne prsline i ivicama ploče. Pre nego što se desi lom, glavne deformacije svakog radijalnog segmenta su rotacija oko centra rotacije koji se nalazi na obimu stuba u nivou neutralne ose. Lom se dešava kada dođe do loma betona čeonog dela radijalnog segmenta usled sile u radijalnom pravcu raspodeljene po obimu stuba. Na taj način se opterećenje sa ravne ploče prenosi na stub preko kapitela unutar same ploče koji podseća na konusno telo što je predstavljenom Slikom 1.

Kontrola na probijanje plitkih armiranobetonskih temelja u stručnoj regulativi i uslovima eksperimentalnog ispitivanja

Osim ovog modela poznati su još i modeli Menetrey-a, Shehat-e i Regan-a, Broms-a i drugih. Činjenica da nijedan od pomenutih modela nije opšte prihvaćen dovela je do znatnih varijacija u preporukama aktuelnih međunarodnih i nacionalnih pravilnika. U većini je zastavljen poluempijski metod kritičnog preseka pri sračunavanju nosivosti ploče na probijanje. Ovaj metod je zasnovan na pretpostavci da je ploča probijena kada se formira vertikalni presek po celom obimu preseka u neposrednoj blizini stuba. Taj presek se naziva kritični ili kontrolni presek dužine obima - u. Probijanje ploče nastaje kada naponi smicanja u kritičnom preseku dostignu čvrstoću na smicanje betona.



Slika 1 Transfer opterećenja iz stuba kroz ravnu ploču

Na osnovu ovoga se proračun temelja na probijanje (što je obavezni deo proračuna ploča i temelja) svodi samo na kontrolu smičućih napona u kritičnom preseku, odnosno upoređuje se sračunati smičući napon u kontrolnom preseku $\tau_{rač}$, na određenoj udaljenosti od ivica stuba, sa čvrstoćom betona pri smicanju τ_b . Ukoliko je ispunjen uslov $\tau_{rač} < \tau_b$ nema opasnosti od probijanja, dok u suprotnom treba uvesti armaturu za osiguranje od probijanja.

Računski napon smicanja $\tau_{rač}$ u kritičnom preseku računa se prema izrazu

$$\tau_{rač} = \frac{P_{u,red}}{O_{kp} \cdot d} \quad (1)$$

gde je:

O_{kp} obim kritičnog (kontrolnog) preseka

d efektivna (statička) visina preseka (srednja vrednost u dva upravna pravca)

$P_{u,red}$ redukovana granična normalna sila u stubu za deo reakcije tla ispod tela probijanja određena izrazom

$$P_{u,red} = P_u - F_b \cdot \sigma_n \quad (2)$$

gde je:

P_u granična normalna sila u stubu

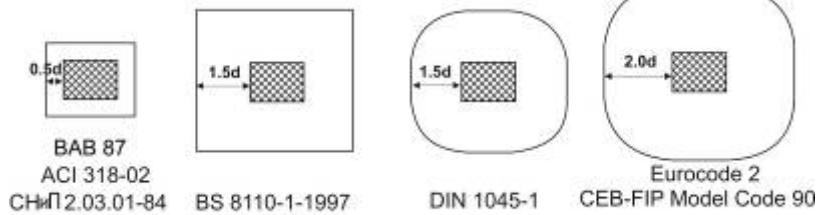
σ_n neto reaktivni pritisak tla od eksploracione sile u stubu

F_b površina baze tela probijanja u ravni armature

Treba napomenuti da kod međuspratnih konstrukcija nema redukcije normalne sile u stubu date izrazom (2) odnosno $P_{u,red} = P_u$.

Nosivost betona pri smicanju τ_b se usvaja u zavisnosti od čvrstoće betona pri pritisku, koeficijenta armiranja podužnom armaturom namenjenoj prijemu sila zatezanja od savijanja i dimenzija ploče (temelja). Vrednosti ovih veličina nisu precizirane u teoriji armiranog betona te su zbog toga u pravilnicima one date kao empirijske veličine zasnovane na eksperimentima. Pojedini pravilnici na različite načine tretiraju uticaj ovih veličina, a u nekim od njih su neke od njih i izostavljene. U nastavku će biti dat pregled sledećih pravilnika: evropski EN 1992-1-1:2004 i CEB-FIP MODEL CODE 1990, u nastavku Evrokod 2 i Model Code 90; britanski BS 8110-1:1997, u nastavku BS 8110; američki ACI 318-02:2002, u nastavku ACI 318; nemački DIN 1045-1:2008-08, u nastavku DIN 1045-1; ruski СНиП 2.03.01 – 84, u nastavku СНиП i naš Pravilnik za beton i armirani beton iz 1987. godine, u nastavku PBAB-87.

Uticaj čvrstoće betona pri pritisku, izražene preko karakteristične čvrstoće betonskog cilindra pri pritisku f_c , kod Evrojoda 2, BS 8110, DIN 1045-1 i Model Code 90 uzima se preko člana $\sqrt[3]{f_c}$, a kod ACI 318 članom $\sqrt{f_c}$. Izuzetak predstavlja ruski pravilnik СНиП i naš PBAB 87 koji kao karakteristiku betona ne uzimaju čvrstoću na pritisak već čvrstoću na zatezanje (СНиП), odnosno dopušteni napon zatezanja (PBAB 87). Kada je u pitanju uticaj procenta armiranja armaturom na savijanje ρ , koja smanjuje otvore početnih prslina u donjoj zoni temelja i usporava prostiranje kose prsline prema stubu, neki pravilnici kao što su BS 8110, Evrokod 2, Model Code 90 i DIN 1045-1 njegov uticaj uzimaju članom



Slika 2 Kontrolni preseci u navedenim pravilnicima u zavisnosti od efektivne visine ploče d

Kako površina baze tela probijanja direktno zavisi od položaja i oblika kontrolnog preseka, to će se i redukovana granična normalna sila $P_{u,red}$ u kontroli probijanja znatno razlikovati pri proračunu probijanja temelja na osnovu različitih pravilnika.

Kontrola na probijanje plitkih armiranobetonskih temelja u stručnoj regulativi i uslovima eksperimentalnog ispitivanja

Neki pravilnici ne prave razliku između probijanja kod međuspratnih ploča i temelja, koristeći iste izraze u oba slučaja. Tako Evrokod 2, Model code 90, DIN 1045-1 i СНиП obrađuju problematiku probijanja temelja i dozvoljavaju mogućnost redukcije sile probijanja za deo reaktivnih pritisaka ispod tela probijanja. Evrokod 2 dozvoljava da kritični presesk kod temelja bude i na manjem rastojanju od 2.0d, dok DIN 1045-1 precizira da se kod temelja veličina površine za redukciju granične sile u stubu P_u , uzima $\frac{1}{2}$ površine unutar kritičnog preseka.

Naš PBAB 87 predviđa kontrolu na probijanje samo međuspratnih ploča, dok proračun probijanja armiranobetonskih plitkih temelja ne pominje. Zbog toga se u našoj stručnoj literaturi kontrola armiranobetonskih temelja samaca na probijanje najčešće sprovodi na osnovu preporuka Leonhardt-a i time prevazilazi nedorečenost PBAB - a 87.

Na osnovu iznešenog jasno je da pomenuti pravilnici ne prave razliku između nosivosti pri probijanju tankih ploča i temelja i koriste iste izraze za oba problema. Većina pravilnika dozvoljava mogućnost da se deo reakcije tla ispod tela probijanja odbije od sile probijanja, ali se vrednost koju treba odbiti razlikuje od pravilnika do pravilnika.

Na osnovu iznešenog može se zaključiti da problem proračuna nosivosti temelja na probijanje još uvek sadrži mnoga otvorena pitanja, što eksperimentalna istraživanja u ovoj oblasti čini izuzetno dragocenim.

3. EKSPERIMENTALNA ISPITIVANJA

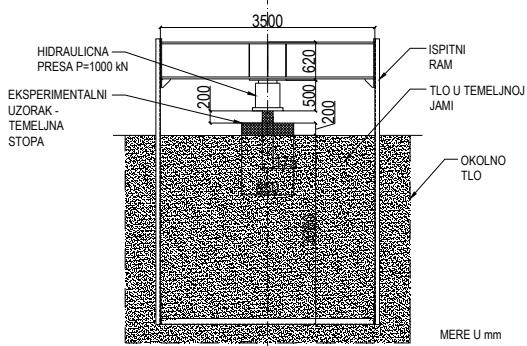
Kontrola na probijanje u okviru aktuelne stručne regulative je predložena na osnovu brojnih rezultata eksperimentalnih ispitivanja probijanja na pločama. Eksperimentalna ispitivanja na temeljima su znatno ređa. Od početka dvadesetog veka do danas, prema podacima iz stručne literature, izvedeno je samo nekoliko ispitivanja temelja oslonjenih na realnu podlogu. Izvođenje eksperimenata sa temeljima na realnom tlu najveći broj istraživača je izbegavao zbog značajnih materijalnih izdataka i složene organizacije eksperimenta. Podloga je u sprovedenim eksperimentima simulirana čeličnim oprugama, baterijom malih hidrauličnih presa povezanih paralelno i linijskim oslanjanjem.

Jasno je da su dosadašnja ispitivanja nedovoljna i da postoji potreba za ispitivanjem u realnim uslovima što je i razlog za sprovođenje ispitivanja u okviru navedenog Projekta.

Cilj Projekta je da se teorijskim i eksperimentalnim putem utvrdi ponašanje plitkih temelja od armiranog betona oslonjenih na

deformabilnu podlogu i opterećenih zadanim spoljnim opterećenjem do loma. Pri tome je važno da budu utvrđeni pojавa i razvoj mehanizma prskanja i način distribucije napona u armaturi i betonu temelja, kao i uticaj faktora kao što su: čvrstoća betona pri pritisku, primjenjeni procenat armiranja, položaj i prečnik armature, vrsta i karakteristike podloge, neravnomernost kontaktnih pritisaka itd. Ključni rezultat sprovedene parametarske studije je utvrđivanje onih faktora čiji je uticaj dominantan pri proračunu temelja.

Programom eksperimentalnih ispitivanja u okviru Projekta predviđena je izrada modela *in situ* sa pripremom podloge propisanih geomehaničkih karakteristika i izradom probnih tela – temelja samaca zadatih dimenzija i definisanih karakteristika betona i armature. Slikom 2 data je predviđena šema konstruktivnog sklopa za sprovođenje eksperimenta



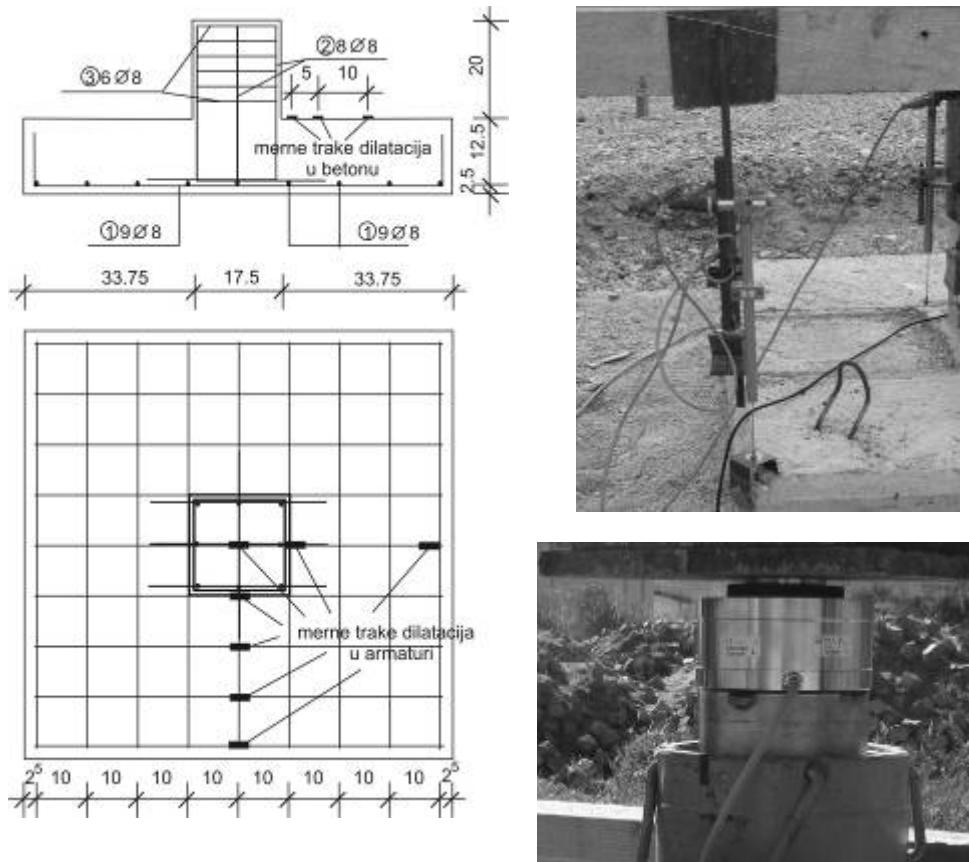
Slika 2 Šema eksperimenta

Za registrovanje željenih parametara u podlozi i temeljima korišćena je sledeća merna oprema: merne trake dilatacija u betonu i armaturi temelja, merne ćelije pritiska (kontaktni pritisci), elektronski ugibomer (pomeranja temelja), elektronski dinamometar (sila) i hidraulična presa kapaciteta 1000kN (apliciranje opterećenja).



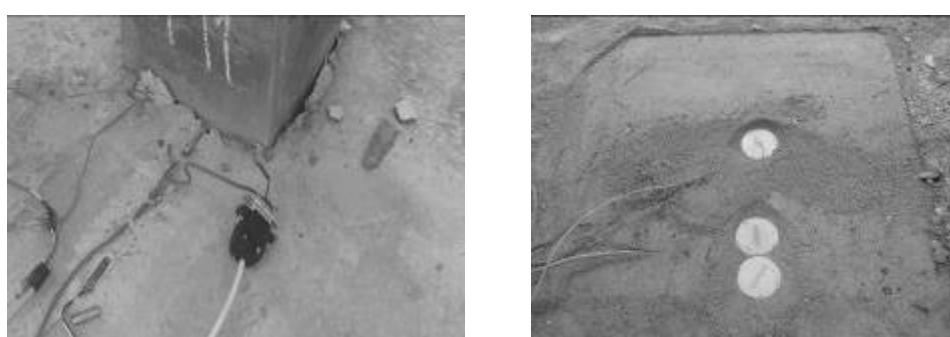
Slika 3 Dispozicija eksperimenta *in situ*

Kontrola na probijanje plitkih armiranobetonskih temelja
u stručnoj regulativi i uslovima eksperimentalnog ispitivanja



Slika 4 Tipičan ispitivani temelj (gore levo)

Slika 5 Elektronski ugibomer HBM-W50 (gore desno) i elektronski dinamometar HBM-RTN (dole desno)



Slika 6 Položaj mernih traka dilatacija u betonu (levo) i mernih celija pritisaka na tlo (desno)

4. ZAKLJUČAK

U prvom delu rada je ukazano na problem različitog pristupa u teoriji proračuna probijanja plitkih armiranobetonskih temelja, što unosi neodređenost i otežava primenu u stručnoj praksi. Ovo je ilustrovano uporednim prikazom najznačajnijih propisa: Eurocode 2, BS 8110, ACI 318-04, Model Code 90, СНиП 2.03.01 – 84 i BAB 87. Na osnovu iznešenog može se zaključiti da problem proračuna nosivosti temelja na probijanje još uvek sadrži mnoga otvorena pitanja, što eksperimentalna istraživanja u ovoj oblasti čini izuzetno dragocenim. U drugom delu rada je ukratko izložen sadržaj programa eksperimentalnog ispitivanja koje je sprovedeno u cilju utvrđivanja ponašanja pri probijanju plitkih temelja u realnim uslovima u praksi. Istraživanja su sprovedena u okviru naučnog projekta TR 16021 "Teorijska i eksperimentalna analiza interakcije plitkih temelja i tla za poterebe unapređenja domaće regulative i primene sistema Evrokodova".

5. LITERATURA

- [1] Bonić Z., Vacev T., Prolović V., Mijalković M., Dančević P.: *Mathematical modeling of materially nonlinear problems in structural analyses (part II – application in contemporary software)*, Facta universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering, University of Niš. Vol. 8, N° 2, pp.201-210
- [2] Hegger J., Ricker M., Ulke B., Ziegler M.: *Investigations on the punching behaviour of reinforced concrete footings*, Engineering Structures 29, 2233–2241, 2007
- [3] Davidović N., Bonić Z., Prolović V., Mladenović B., Stojić D.: *A comparative theoretical experimental analysis of settlements of shallow foundations on granular soil*, Facta universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering, University of Niš. Vol. 8, N° 2, pp.135-143
- [4] Mladenović B., Bonić Z., Mijalković M., Dančević P., Davidović N.: *Application of Mindlin's theory for analysis of footing plate bending based on experimental research*, Facta universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering, University of Niš. Vol. 8, N° 2, pp.211-223
- [5] Prolović V., Bonić Z.: *Smičuća nosivost na probijanje plitkih temelja u domaćoj i stranoj regulativi*, Zbornik radova Građevinsko-architekt. fakulteta u Nišu 23, str. 93-103, 2008
- [6] Vacev T., Prolović V., Bonić Z., Kajganović T.: *Konstruisanje i proračun čeličnog rama za ispitivanje plitkih temelja na deformabilnoj podlozi*, Zbornik radova Građevinsko-architektonskog fakulteta u Nišu 24, str. 79-88, 2010

UDK:728.2(045)=163.41

POSLEDICE DŽENTRIFIKACIJE STAMBENOG PODRUČJA – STUDIJA SLUČAJA

**Olga Carić¹
Dejana Nedučin²
Milena Krkliješ³**

Rezime

Urbana transformacija u obliku džentrifikacije već decenijama predstavlja čestu temu debata u međunarodnim akademskim krugovim. Njena definicija se značajno izmenila od momenta kada se prvi put pojavila u stručnoj literaturi pre skoro pola veka. Danas, džentrifikacija podrazumeva holistički proces transformacije tokom kojeg se u devastirana stambena ili nestambena područja reinvestira kroz rekonstrukciju ili zamenu postojećeg građevinskog fonda, što rezultuje značajnim poboljšanjem njihove fizičke strukture i infrastrukture, prilivom novih stanovnika i korisnika srednje i više klase i potpunom promenom njihovog identiteta i karaktera.

U ovom radu istražene su i kritički valorizovane posledice džentrifikacije stambenog područja u Novom Sadu, Republika Srbija. Proces koji je započeo u poslednjoj deceniji prošlog veka i još uvek je u toku, prouzrokovao je značajne alteracije društveno-prostornog karaktera ovog dela grada.

Ključne reči džentrifikacija, urbana transformacija, društveno-ekonomski faktori

¹ Olga Carić, dipl. ing. arh. – master, saradnik u nastavi, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za arhitekturu i urbanizam

² Dejana Nedučin, dipl. ing. arh. – master, asistent, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za arhitekturu i urbanizam

³ mr Milena Krkliješ, dipl. ing. arh., asistent, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za arhitekturu i urbanizam□

1. UVOD

Tip transformacije postojećeg urbanog tkiva u obliku *džentrifikacije* već dugi niz godina predstavlja aktuelnu temu polemika u međunarodnim akademskim krugovima. Termin je nastao 1964. godine kada ga je Rut Glas, britanski sociolog, upotrebila da opiše posledice promena fizičke i društvene strukture rezidencijalnih kvartova centralnog Londona, izazvanih naseljavanjem stanovnika iz srednje klase i postepenom marginalizacijom i izmeštanjem inicijalnih korisnika, većinom radničkog stanovništva.^[5] Uzimajući u obzir da koren predstavlja reč *džentri* (eng. gentry), koja označava viši srednji društveni stalež ^[7] i time upućuje na pojavu klasne segregacije, uprkos raznim pokušajima da se džentrifikacija javnosti predstavi kao proces koji donosi prosperitet zaboravljenim delovima grada, upotreba termina u stručnoj literaturi podstakla je većinom negativne konotacije.

Iako je određen broj stručnjaka prihvatio definiciju Glasove, danas poznatu kao *klasična džentrifikacija* ^[8], koja je proces isključivo vezivala za transformaciju stambenih naselja u neposrednoj blizini gradskog centra, drugi su naglašavali da su lokacija, karakter i namena područja manje bitni od prostornih i društvenih alteracija, koje se usled džentrifikacije dešavaju.^[9] S obzirom da tok i krajnji ishodi ovog tipa urbane transformacije direktno zavise od velikog broja činilaca, on može dati izrazito pozitivne ili negativne ili i pozitivne i negativne rezultate.^[6]

Imajući u vidu različita tumačenja svega onog što njena definicija obuhvata, pod džentrifikacijom se u okvirima ovog rada podrazumeva dugoročan proces tokom kojeg se u osiromašena i devastirana gradska naselja reinvestira, što rezultuje značajnim poboljšanjem njihove fizičke strukture i infrastrukture, prilivom novih stanovnika i korisnika srednje i više klase i, konačno, potpunom promenom njihovog identiteta i karaktera. Proces je predstavljen na primeru reprezentativnog bloka u stambenom naselju *Grbavica*, Novi Sad, Republika Srbija, koji oslikava promene koje su nastupile na nivou celog urbanog fragmenta. Posmatrajući džentrifikaciju kao proces čiji ishodi nisu isključivo negativni, u radu je analiziran uticaj ovog tipa transformacija na alteraciju njegovog društveno-prostornog karaktera.

2. DŽENTRIFIKACIJA PODRUČJA GRBAVICE, NOVI SAD - STUDIJA SLUČAJA

Područje naselja Grbavica kao nekadašnja ruralna periferija Novog Sada, usled razvoja grada tokom poslednjih pet decenija

integrisalo se u njegov širi centar. Proces transformacije ovog urbanog fragmenta analiziran je od perioda njegove prve obnove nakon Drugog svetskog rata do intenzivne džentrifikacije krajem prošlog veka, koja je u potpunosti izmenila njegov društveno-prostorni karakter i identitet.

2.1. Pregled razvoja Grbavice pre džentrifikacije

Krajem 1940-ih godina, Novi Sad je imao relativno malu gustinu stanovanja i pretežno ruralni karakter. Usled naglog priliva stanovništva iz manje razvijenih delova Vojvodine, Generalni plan iz 1950. godine preporučio je povećanje gustine stanovanja već izgrađenih naselja kroz njihovu rekonstrukciju, odnosno stvaranje kompaktnog urbanog tkiva,[14] čime se grad okreće ka politici intenzivne stambene izgradnje na područjima koja su bila infrastrukturno opremljena.

Grbavici u to vreme sačinjavaju tipične prizemne seoske kuće sa ekonomskim dvorištima u unutrašnjosti bloka i jednoporodične i višeporodične varoške kuće male spratnosti i različitog boniteta (Slika 1) [10]. Uz izvršenu preparcelaciju kroz eksproprijaciju, ona postaje atraktivna lokacija za izgradnju višeporodičnih objekata unutar postojećih blokova u režimu rekonstrukcije (Slika 2), čime je nagovešteno da poseduje potencijal da bude džentrifikovana u budućnosti. Karakter ovog područja se skoro u potpunosti menja probijanjem Bulevara oslobođenja sredinom 1960-ih godina, kada biva u potpunosti odsečeno od gradskog jezgra.



Slika 1. Ulica varoškog tipa; Slika 2. Izgradnja višeporodičnih stambenih objekata u duhu Moderne.

Početkom 1970-ih godina, grad počinje teritorijalno da se širi na nova, još neizgrađena periferna područja. U skladu sa Generalnim

urbanističkim planom iz 1973. godine, rekonstrukcija postojećeg urbanog tkiva koja je bila aktuelna u prethodnoj deceniji je nastavljena, ali u mnogo manjem obimu.[2] Za Grbavici je bio definisan stepen intervencije koji je podrazumevao remodulaciju blokova uz očuvanje nasleđene mreže ulica, ali njena fizička struktura ostaje skoro nepromenjena sve do kraja 1990-ih godina, kada nastupa prvi talas džentrifikacije.

2.2. Proces džentrifikacije Grbavice – uticaji i posledice

Tokom druge polovine prošlog veka izgradnja stambenih objekata u našoj zemlji imala je društveni karakter i bila je finansirana kroz razne stambene fondove.[11] Usled ekonomске krize koja je nastupila početkom 1990-ih godina i nemogućnosti države da alocira sredstva za ovu namenu, ona postaje tržišno orientisana. S obzirom da je broj stanovnika u Novom Sadu i dalje rastao, a da je za dalje teritorijalno širenje grada bilo potrebno obezbediti značajne investicije za novu infrastrukturnu mrežu, privatni sektor se opredeljuje za alternativno rešenje. Pristupa se transformaciji već izgrađenih delova grada, naročito u smislu promene tipa stanovanja, od jednoporodičnog ili mešovitog u višeporodično stanovanje velikih gustina. U plansku dokumentaciju se stoga i uvodi termin *permanentna rekonstrukcija*,[3] koji podrazumeava možda najradikalniju transformaciju gradskog tkiva – zamenu dotrajalog stambenog fonda novim objektima u cilju povećanja gustine naseljenosti, odnosno stepena racionalnosti.

Režim permanentne rekonstrukcije odgovarao je individualnoj inicijativi novog talasa privatnih investitora, te početkom 1990-ih započinje rušenje dela postojećeg stambenog fonda na teritoriji Grbavice i gradnja višeporodičnih objekata na pojedinačnim uskim parcelama na kojima se prethodno nalazilo jednoporodično ili mešovito stanovanje. Time je i inicirana intenzivna džentrifikacija ovog stambenog naselja koja dalje rezultuje značajnim povećanjem procenta izgrađenosti i gustine stanovanja, što dovodi i do potpune promene njegove ranije fizičke strukture.

2.2.1. Prostorna transformacija na nivou bloka

Transformacija fizičke strukture područja Grbavice od kraja Drugog svetskog rata do početka 1990-ih godina i proces džentrifikacije koji je usledio na području može se sagledati kroz analizu prostornih promena u okviru karakterističnog stambenog bloka,

oivičenog ulicama Miše Dimitrijevića, Puškinovom, Tolstojevom i Gogoljevom (Slike 3 i 4).



Slika 3. Analizirani blok 1970-ih godina; Slika 4. Transformacija predviđena Regulacionim planom iz 2003. godine.

Inicijalna kontura bloka iz perioda nakon Prvog svetskog rata, definisana ivičnom izgradnjom tradicionalnih vojvođanskih kuća na velikim parcelama, prvi put je transformisana početkom 1960-ih godina, kada je izvršena preparcelacija. U središtu bloka u kom su se prethodno nalazili baštenski delovi jednoporodičnih kuća u privatnom vlasništvu sagrađene su dve višeporodične stambene zgrade, koje su priključene na postojeću infrastrukturu. Novoizgrađeni objekti, osim što su bili oblikovno i funkcionalno neusaglašeni sa postojećim stanovanjem druge tipologije, istovremeno su i onemogućili dalji smislen razvoj bloka. Uprkos činjenici da je Detaljni urbanistički plan iz 1988. godine, kojim je obuhvaćen i analizirani blok, uvideo njihovu „neprimerenost postojećoj gradskoj matrici”,^[1] njegove smernice za dalji prostorni razvoj Grbavice inicirale su kasniju džentifikaciju celog područja.

Plan je preporučio rušenje jednoporodičnih objekata duž ulica Miše Dimitrijevića i Puškinove u cilju obezbeđivanja prostora za višeporodično stanovanje spratnosti do P+4+M, kao i trostruko povećanje gustine stanovanja u okviru bloka (sa 168 na 474 stanovnika po hektaru).^[1] Krajem 1990-tih godina počinje intenzivna izgradnja višeporodičnih stambenih objekata, finansirana privatnim kapitalom, čiji gabariti su neprimereni kako veličini parcela na kojim se razvijaju tako i postojećoj uličnoj matrici. Zamena preostalih jednoporodičnih kuća ugrađenim višeporodičnim objektima duž

Tolstojeve i Gogoljeve ulice (Slika 5), omogućena je Regulacionim planom iz 2003. godine,[13] čime je gustina stanovanja povećana na 605 stanovnika po hektaru.

Pomenuti Plan je takođe definisao uslove za uređenje javnih prostora i dao predlog za rešavanje problema mirujućeg saobraćaja kroz uvođenje novih parking mesta po obodu i zadržavanje postojećih garaža unutar bloka, bez dodavanja novih., Nasuprot njegovim smernicama, slobodne površine u okviru bloka zauzeli su parkinzi i nelegalno izgrađene garaže, dok planski uređenih javnih prostora za socijalizaciju stanovnika gotovo da nema (Slika 6).



Slika 5. Obod analiziranog bloka; Slika 6. Unutarblokovski prostori podređeni mirujućem saobraćaju;

I pored činjenice da je jedan od pozitivnih aspekata ove urbane transformacije povećanje gustine stanovanja, promena tipologije stanovanja i povećanje stepena izgrađenosti parcela uglavnom je ostavilo negativne posledice, posebno u smislu izmene njegovog društveno-prostornog karaktera i identiteta.

2.2.2. Promene strukture stanovništva

Prvobitni, većinom ruralni karakter Grbavice počeo je da se menja 1950-ih godina, kada se, usled intenzivnog razvoja industrije i velikih migracija iz nerazvijenih delova Vojvodine u Novi Sad iz sela u grad, grade višeporodične stambene lamele i kule namenjene smeštaju radničkog stanovništva. Nakon skoro četiri decenije ruralno-urbanog dualiteta, proces džentrifikacije, kojim je skoro u potpunosti izmenjena fizička struktura analiziranog područja, dovodi i do promene njegove društvene strukture i identiteta. Transformacija postojećih blokova, izvedena kroz zamenu prizemnih jednoporodičnih višespratnim višeporodičnim objektima sa velikim brojem malih

stambenih jedinica stvorila je uslove za nastanjivanje malih domaćinstava, te strukturu stanovništva Grbavice danas uglavnom čine studenti, mlađi poslovni ljudi i mladi bračni parovi.

Imajući u vidu da identitet određenog gradskog područja ne sačinjavaju samo zgrade, već i njegovi stanovnici i korisnici, oni moraju biti direktno uključeni u svaki proces urbane transformacije.[12] S obzirom da pomenuto nije ispoštovano u slučaju razvoja Grbavice u protekle dve decenije, nagla promena njene društveno-prostorne strukture izazvala je iseljavanje stanovništva, koje je stvorilo njen nekadašnji identitet. Današnji stanovnici će vremenom izgraditi svoj novi, te će ostati samo bledo kolektivno sećanje na karakter koji je ovo područje ranije imalo.

3. ZAKLJUČAK

Džentrifikacija na Grbavici doprinela je da se područje koje je prethodno imalo većinom ruralni karakter, urbanizuje i ponovo prostorno poveže sa centrom grada. Istovremeno, ovim tipom urbane transformacije obezbeđen je neophodan dodatni stambeni fond, a takođe su i katalizovane investicije iz javnog i privatnog sektora u obnovu i modernizaciju infrastrukture.

S druge strane, kako su promene urbanog tkiva Grbavice izvršene bez jasno utvrđenog dugoročnog plana, uočava se da je izgradnja tokom poslenje dve decenije bila vođena skoro isključivo tzv. investorskim urbanizmom, uz flebilno tumačenje planom definisanih horizontalnih i vertikalnih regulacija za višeporodične objekate. Ovim je stvoren mnogo veći procenat izgrađenosti od optimalnog za zatečenu urbanu matricu, što je neposredno uticalo i na formiranje novog društveno-prostornog identiteta celog područja. Uprkos porastu popularnosti analiziranog područja među građanima, što predstavlja jedan od pozitivnih rezultata, može se zaključiti da je proces džentrifikacije na području Grbavice ostavio većinom negativne posledice.

4. LITERATURA

- [1] *Detaljni urbanistički plan mešovitog stanovanja bloka Miše Dimitrijevića u Novom Sadu*, Arhiva J.P. Urbanizam - Zavod za urbanizam Novi Sad, Novi Sad, 1988.

- [2] *Generalni urbanistički plan: Novi Sad do 2000. godine*, Urbanistički zavod Novog Sada, Novi Sad, 1973.
- [3] *Generalni urbanistički plan Novog Sada do 2005. godine – Predlog*, Skupština Grada Novog Sada, Novi Sad, 1985.
- [4] *Generalni plan grada Novog Sada do 2021. godine*, JP Urbanizam – Zavod za urbanizam Novi Sad, Novi Sad, 1999.
- [5] Glass Ruth: *Aspects of Change*, Centre for Urban Studies (ur.): London: Aspects of Change, MacGibbon and Kee, London, 1964.
- [6] Hamnett Chris: *Gentrification and Residential Location Theory: A Review and Assessment*, D. Herbert, R.J. Johnson (ur.): *Geography and the Urban Environment: Progress in Research and Application*, Wiley and Sons, New York, 1984.
- [7] Klajn Ivan, Šipka Milan: *Veliki rečnik stranih reči i izraza*, Prometej, Novi Sad, 2006.
- [8] Lees Loretta, Slater Tom, Wyly Elvin: *Gentrification*, Routledge, Taylor & Francis Group, New York, 2008.
- [9] Ley David: *The New Middle Class and the Remaking of the Central City*, Oxford, Oxford University Press, 1996.
- [10] *Novi Sad – Generalni plan iz 1963. godine*, Urbanistički zavod Novog Sada, Novi Sad, 1963.
- [11] Pajović Dušan (ur.): *Novi Sad – slika grada*, JP Urbanizam - Zavod za urbanizam Novi Sad, Novi Sad, 1996.
- [12] Pušić Ljubinko: Lj. Pušić: *Sustainable Development and Urban Identity: A Social Context*, Spatium, No.11, Institut za Arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, 2004., str.1-6.
- [13] *Regulacioni plan blokova oko ulice Danila Kiša u Novom Sadu*, Službeni list Grada Novog Sada, 9/2003, Novi Sad, 2003.
- [14] *Tehnički izveštaj uz Generalni plan Novog Sada iz 1950. godine*, Urbanistički zavod Novog Sada, Novi Sad, 1950.

UDK: 624.042.7:550.344(045)=163.41

ANALIZA ODNOSA ZAHTEVA I ODGOVORA SISTEMA ZA PROCENU PERFORMANSI U USLOVIMA SEIZMIČKOG DEJSTVA

Mladen Ćosić¹

Rezime

U ovom radu su prikazani aspekti analize odnosa zahteva koji se postavlja pred sistem i odgovora sistema u uslovima seizmičkog dejstva. Odgovor sistema se razmatra primenom nelinearne statičke seizmičke analize, dok se zahtev koji se postavlja pred sistem određuje iz spektra odgovora i krive zahteva. Ovakva metodologija određivanja odnosa zahtev/odgovor sistema preko nivoa ciljnog pomeranja, implementirana je u ATC propise kao metoda spektra kapaciteta. Razmatrani su mogući odnosi zahtev/odgovor sistema za različite nivoe ciljnog pomeranja, a preko performansi sistema: nivo deformacija, krutost sistema, duktilnost, egzistencija viskoznog i histerezisnog prigušenja. Na osnovu utvrđenih performansi u ovom radu, a za različite nivoe odnosa zahtev/odgovor sistema, moguće je vršiti kvalitativnu analizu za realne proračunske modele objekata.

Ključne reči: *performanse sistema, metoda spektra kapaciteta, nelinearna statička seizmička analiza*

1. UVOD

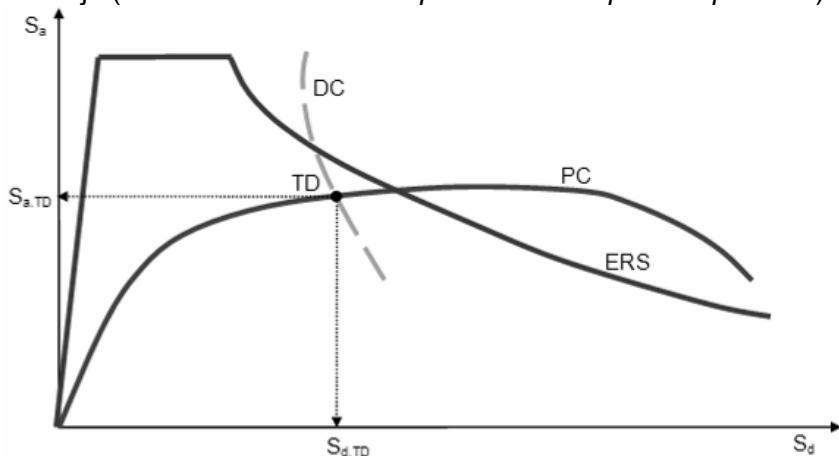
Razvoj savremene metodologije proračuna konstrukcija u uslovima seizmičkog dejstva prema konceptu PBEE performansi (PBEE- *Performance Based Earthquake Engineering*), zasniva se na primeni nelinearnih statičkih i dinamičkih analiza. Težište je na primeni nelinearne statičke seizmičke analize (NSPA- *Nonlinear Static Pushover*

¹ Mr, dipl.inž.građ., PhD student, mladen165@inffo.net

Analysis) i analize proračuna prema pomeranju (DDBD- *Direct Displacement Based Design*). Značajan napredak napravljen je i na polju primene nelinearnih dinamičkih analiza (NDA- *Nonlinear Dynamic Analysis*). Međutim, pošto se koncept PBEE analiza zasniva na analizi kapaciteta sistema do stanja kolapsa, to se moraju primeniti inkrementalne nelinearne dinamičke analize (INDA- *Incremental Nonlinear Dynamic Analysis*). Pošto se INDA analize još uvek ne primenjuju u praktične svrhe, to se za procenu nelinearnog odgovora uspešno primenjuju NSPA analize. Dakle, odgovor sistema se određuje na osnovu razvoja nelinearnih deformacija, a nivo merodavnog ciljnog pomeranja (TD- *target displacement*) se utvrđuje primenom metode spektra kapaciteta (CSM- *Capacity Spectrum Method*) [1]. Zahtev sistema se predstavlja preko krive zahteva (DC- *demand curve*), dok se odgovor sistema predstavlja preko krive kapaciteta ili *pushover* krive (PC- *pushover curve*). U PBEE metodologiji ovaj odnos se prikazuje kao odnos kapacitet/zahtev C/D (C- *capacity*/D- *demand*). Pošto se primenom CSM metode može grafički sagledati odnos C/D, to je i za analizu performansi u ovom radu primenjena CSM metodologija.

2. ANALIZA NELINEARNOG ODGOVORA SISTEMA

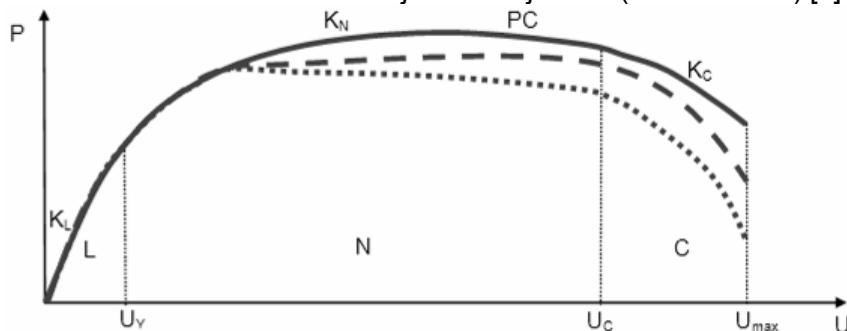
CSM metoda se zasniva na određivanju nivoa ciljnog pomeranja iz preseka PC i DC krive MDOF (*multi degree of freedom system*) sistema izloženog dejstvu zemljotresa. DC kriva se konstruiše iterativnim postupkom, a PC kriva iz inkrementalno-iterativne procedure. Na slici 1. prikazani su elastični spektar odgovora (ERS- *elastic response spectrum*), PC i DC kriva u formatu spektralno ubrzanje-spektralno pomeranje (ADRS- *Acceleration Displacement Response Spectrum*).



Slika 1. Određivanje TD pomeranja CSM metodom (ADRS format)

Analiza odnosa zahteva i odgovora sistema za procenu performansi
u uslovima seizmičkog dejstva

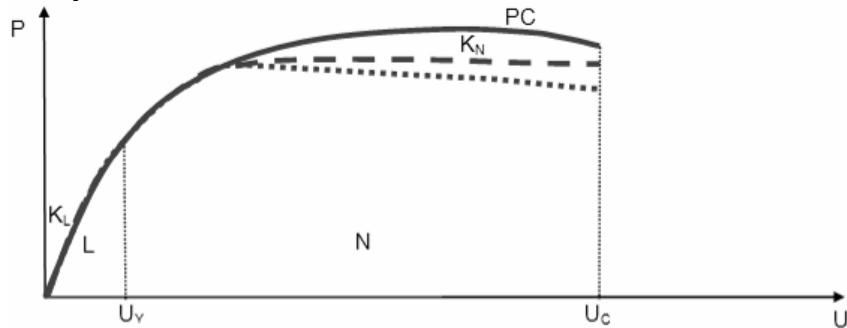
U ovom radu analiza odnosa C/D prikazana je u formatu P-U (sila-pomeranje) radi jednostavnosti, uzimajući u obzir da se DC kriva prethodno konvertuje iz ADRS formata u P-U format. Istraživanje sprovedeno u ovom radu zasniva se na ponašanju MDOF sistema zgrada u uslovima zemljotresnog dejstva. Generalna podela ponašanja zgrada pri nelinearnom odgovoru je na duktilne, neduktilne i prelazne kategorije između prethodne dve. Veliki broj testova sprovedenih na regularnim i neregularnim okvirima prezentovan u studiji [2] i preliminarnim istraživanjima, ukazuje na varijaciju u odgovoru pri nelinearnom ponašanju sistema. Na slici 2. prikazani su odgovori sistema sa egzistencijom linearног (L- *linear*), nelinearnог (N- *nonlinear*) i domena kolapsa (C- *collapse*). Izražen N domen ukazuje na duktilno ponašanje zgrada sa mogućim vrednostima krutosti sistema u nelinearnom domenu $K_N > 0$, $K_N \approx 0$, $K_N < 0$, tako da je $K_N \square K_L$. Ovako duktilno ponašanje zgrada je povoljno obzirom na mogućnost znatne dissipacije histerezisne energije i plastifikaciju sistema povoljnim mehanizmima loma u uslovima dejstva zemljotresa (*ductile failure*) [3].



Slika 2. Odgovori sistema sa duktilnim ponašanjem □L, □N, □C,
 $K_N \square K_L$

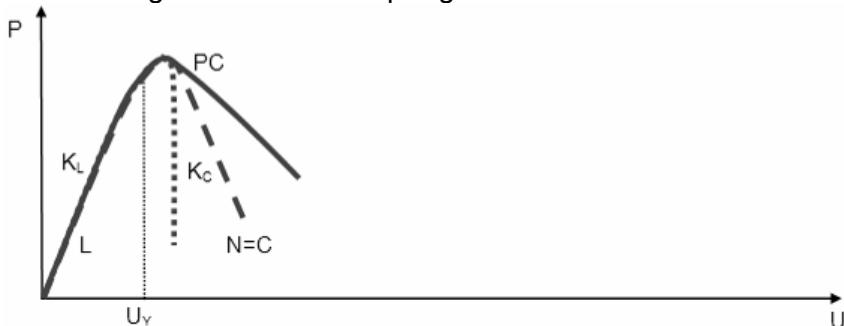
U određenom broju istraživanja [2], a posebno kod neregularnih okvirnih sistema zgrada niže spratnosti, utvrđeno je nepostojanje C domena. I pored toga što ovakva zgrada može razvijati povoljan mehanizam loma, određivanje nivoa TD pomeranja može predstavljati problem usled različitog odgovora sistema za različite tipove tla na kojem je objekat fundiran. Za tipove tla kod kojih je brzina smičućih seizmičkih talasa niža, nivo TD pomeranja se pomera ka C domenu, tako da se u određenim situacijama i ne može odrediti nivo TD pomeranja. Sa druge strane, ovakav odgovor sistema može biti i problem numeričkog rešenja, jer je za okvirne sisteme zgrada potreban veliki broj inkremenata i iteracija, a takođe potrebno je i pooštiti kriterijume tolerancije za rezidualno (neizbalansirano) opterećenje. Na slici 3. prikazani su odgovori sistema sa egzistencijom L i N domena, i

nepostojanjem C domena, a za različite vrednosti $K_N > 0$, $K_N \approx 0$, $K_N < 0$, tako da je $K_N \square K_L$.



Slika 3. Odgovori sistema sa duktilnim ponašanjem $\square L$, $\square N$ i bez C domena $\square C$, $K_N \square K_L$

Za razliku od duktilnog modela ponašanja zgrada, kod neduktilnog ili krtog mehanizma loma zgrada (*brittle failure*) nema N domena ili je isti u okviru C domena (slika 4.). Ovakav model ponašanja karakteriše nagli i iznenadan kolaps zgrada.



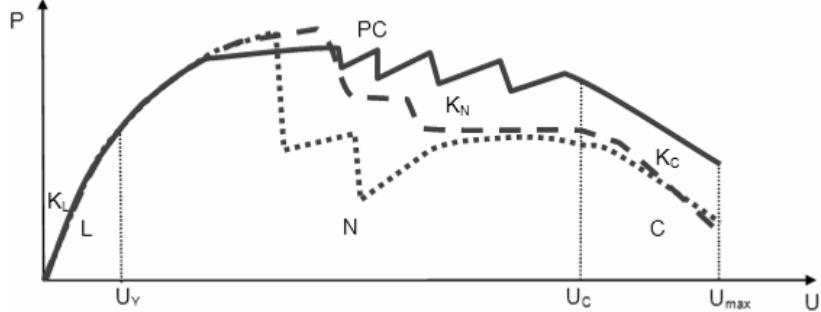
Slika 4. Odgovori sistema sa neduktilnim ponašanjem $\square L$, $\square N$, $\square C$ (ili $\square C$)

Kod sledećeg modela karakteristična je nagla promena krutosti sistema (*saw-tooth shape*) $K_N > 0$, $K_N \approx 0$, $K_N < 0$ u N domenu (slika 5.). Sistem se generalno ponaša duktilno, dok je promena krutosti u N domenu frekventna, tako da određivanje nivoa TD pomeranja u ovom slučaju može biti veoma složeno. Problem se može rešiti primenom određenih postupaka, kao što je izjednačavanje energije deformacije u N domenu za dati model ponašanja i idealizovani sa konstantnim K_N .

Na osnovu prethodno izloženih modela nelinearnih odgovora sistema, može se konstatovati da prvi model najbolje opisuje duktilno ponašanje višespratnih okvirnih sistema zgrada, tako da će se u

Analiza odnosa zahteva i odgovora sistema za procenu performansi u uslovima seizmičkog dejstva

daljim razmatranjima analiza C/D odnosa i procena performansi sprovesti za dati model.

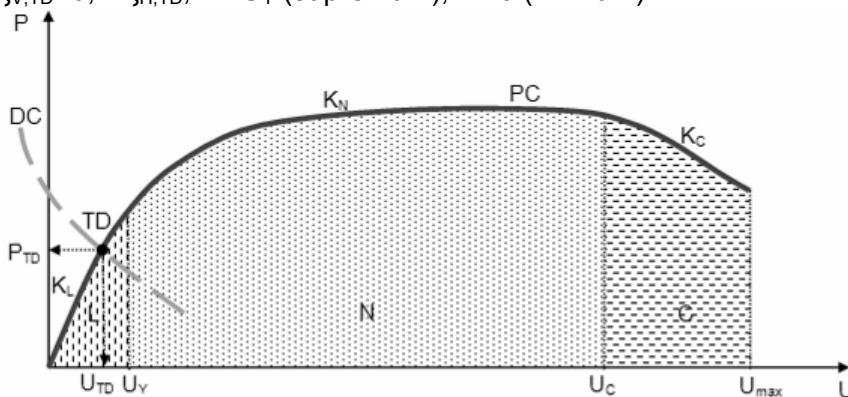


Slika 5. Odgovori sistema sa duktilnim ponašanjem □L, □N, □C, (ili □C) i promenljivim K_N

3. ANALIZA ODNOSA C/D I PROCENA PERFORMANSI

U procesu određivanja odnosa C/D i procena performansi sistema diskretne vrednosti PC i DC kriva razmatraće se kao skupovi uređenih parova $S_{PC}(U_{PC}, P_{PC})$ i $S_{DC}(U_{DC}, P_{DC})$. Ukoliko postoji presek PC i DC krive, onda je moguće odrediti TD pomeranje, a zatim utvrditi nivo duktilnosti μ_{TD} , viskozno $\xi_{V,TD}$ i histerezisno $\xi_{H,TD}$ prigušenje. U prvom slučaju (slika 6.) prikazan je model kod koga je nivo TD pomeranja određen u elastičnoj oblasti:

$$\begin{aligned} S_{DC} \cap S_{PC} = & TD, \quad \square !TD: \square U_{TD} \square \square \square P_{TD} \square \square \\ 0 < U_{TD} \leq U_Y, \quad 0 < P_{TD} \leq P_Y, \quad K = K_L \\ \mu_{TD} \leq \mu_1, \quad \mu_{TD} = & U_{TD}/U_Y \\ \square \xi_{V,TD} > 0, \quad \square \xi_{H,TD}, \quad M = & U_Y \text{ (supremum)}, m = 0 \text{ (infimum)} \end{aligned} \quad (1)$$

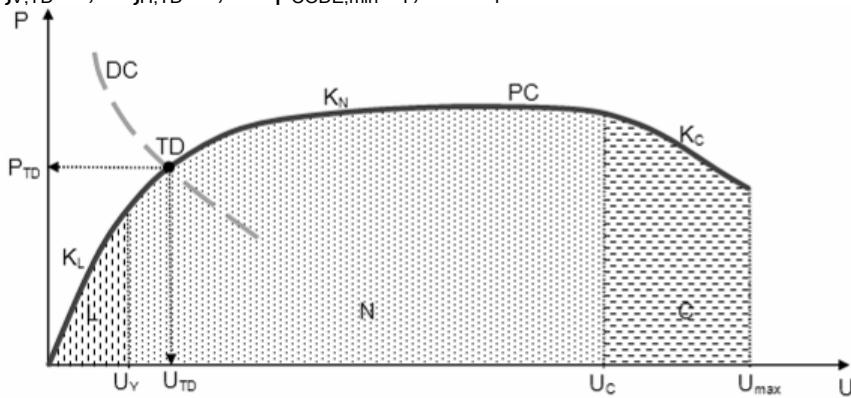


Slika 6. Analiza odnosa C/D za $0 < U_{TD} \leq U_Y, \mu_{TD} \leq \mu_1$

Drugi slučaj odnosa C/D (slika 7.) je nešto povoljniji u odnosu na

prethodni, ali je u ovom slučaju duktilnost μ_{TD} manja od minimalno potrebne prema propisima $\mu_{CODE,min}$:

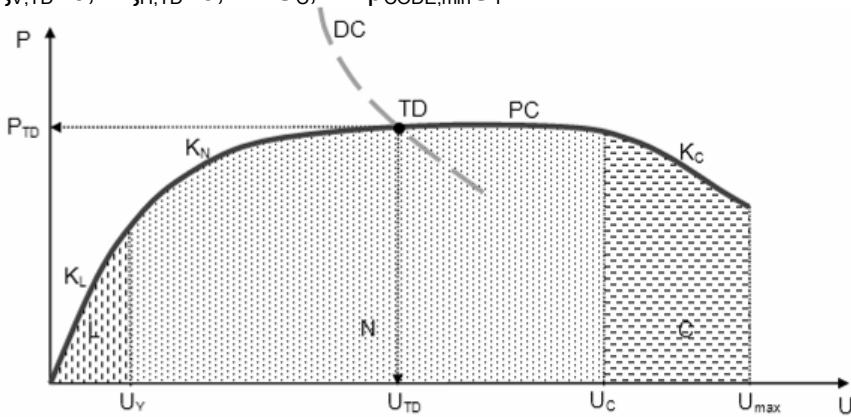
$$\begin{aligned} S_{DC} \cap S_{PC} = TD, \quad \square !TD: \quad & U_{TD} \leq U_Y, P_{TD} \leq P_Y \\ U_Y < U_{TD} < \mu_{CODE,min} U_Y, P_Y < P_{TD} < P_{\mu, CODE, min}, K = K_N \geq 0, K_N & \leq K_L \\ \mu_1 < \mu_{TD} < \mu_{CODE,min}, \mu_{TD} = U_{TD}/U_Y, \mu_{CODE,min} \approx 2 & \\ \square \xi_{V,TD} > 0, \quad \square \xi_{H,TD} > 0, M = \mu_{CODE,min} U_Y, m = U_Y & \end{aligned} \quad (2)$$



Slika 7. Analiza odnosa C/D za $U_Y < U_{TD} < \mu_{CODE,min} U_Y$, $\mu_1 < \mu_{TD} < \mu_{CODE,min}$

Treći slučaj odnosa C/D (slika 8.) je najpovoljniji jer je između ostalog i duktilnost μ_{TD} u granicama optimalno potrebne:

$$\begin{aligned} S_{DC} \cap S_{PC} = TD, \quad \square !TD: \quad & U_{TD} \leq U_Y, P_{TD} \leq P_Y \\ \mu_{CODE,min} U_Y \leq U_{TD} \leq U_C, P_{\mu, CODE, min} \leq P_{TD} \leq P_C, K = K_N \geq 0, K_N & \leq K_L \\ \mu_{CODE,min} \leq \mu_{TD} \leq \mu_C, \mu_{CODE,min} \approx 2, \mu_{TD} = U_{TD}/U_Y \leq \mu_{CODE,max}, \mu_C = U_C/U_Y & \\ \square \xi_{V,TD} > 0, \quad \square \xi_{H,TD} > 0, M = U_C, m = \mu_{CODE,min} U_Y & \end{aligned} \quad (3)$$



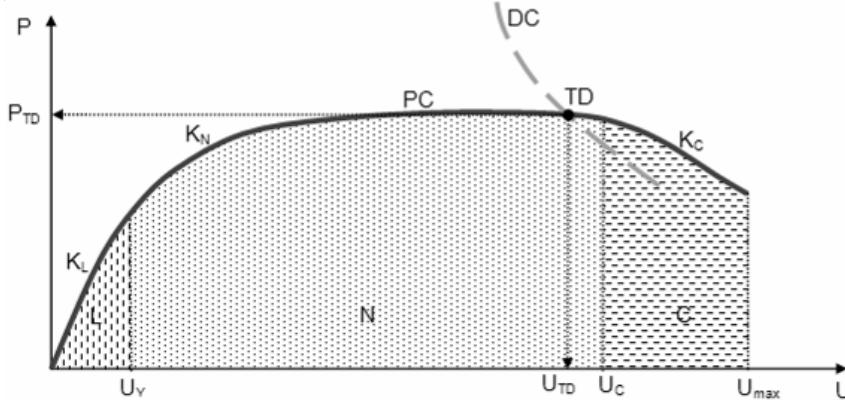
Slika 8. Analiza odnosa C/D za $\mu_{CODE,min} U_Y \leq U_{TD} \leq U_C$, $\mu_{CODE,min} \leq \mu_{TD} \leq \mu_C$

Četvrti slučaj odnosa C/D (slika 9.) je delimično povoljan zbog

Analiza odnosa zahteva i odgovora sistema za procenu performansi u uslovima seizmičkog dejstva

prevelike realizovane duktilnosti μ_{TD} :

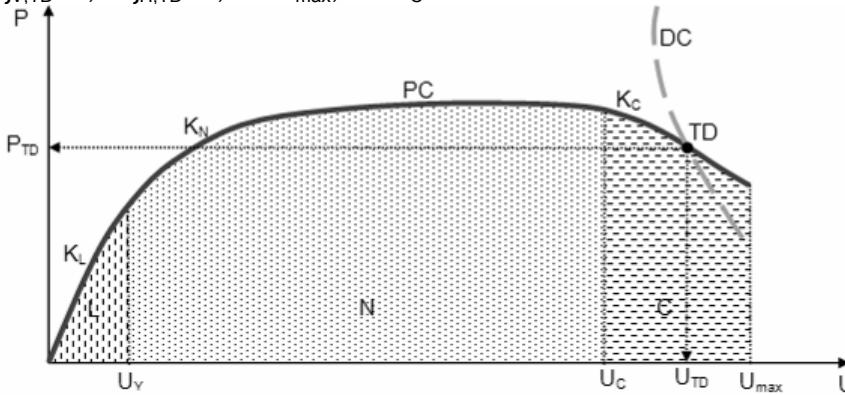
$$\begin{aligned}
 S_{DC} \cap S_{PC} &= TD, \quad \square !TD: \square U_{TD} \square \square \square P_{TD} \square \square \\
 \mu_{CODE,max} U_Y < U_{TD} \leq U_C, \quad P_{\mu,CODE,max} &< P_{TD} \leq P_C, \quad K = K_N \geq 0, \quad K_N \square K_L \\
 \mu_{CODE,max} < \mu_{TD} < \mu_C, \quad \mu_{TD} &= U_{TD}/U_Y, \quad \mu_C = U_C/U_Y \\
 \square \xi_{V,TD} > 0, \quad \square \xi_{H,TD} > 0, \quad M &= U_C, \quad m = \mu_{CODE,max} U_Y
 \end{aligned} \tag{4}$$



Slika 9. Analiza odnosa C/D za $\mu_{CODE,max} U_Y < U_{TD} \leq U_C$, $\mu_{CODE,max} < \mu_{TD} < \mu_C$

Peti slučaj odnosa C/D (slika 10.) je nepovoljan zbog prevelike realizovane duktilnosti μ_{TD} i dobijenog nivoa TD pomeranja u kolapsnoj oblasti:

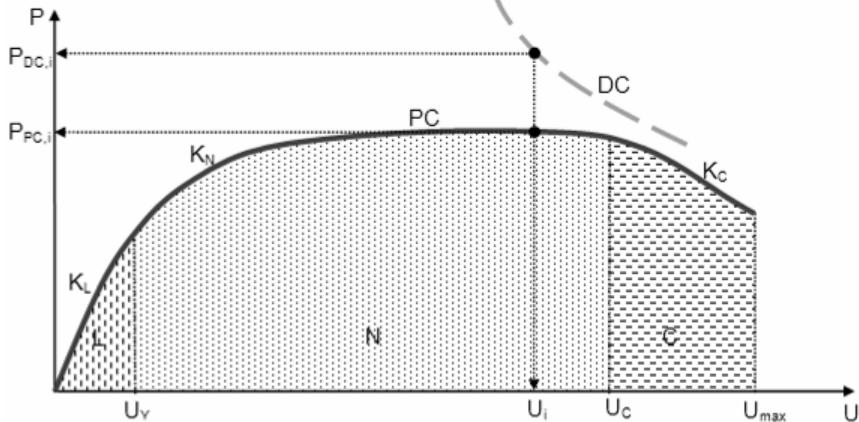
$$\begin{aligned}
 S_{DC} \cap S_{PC} &= TD, \quad \square !TD: \square U_{TD} \square \square \square P_{TD} \square \square \\
 U_C < U_{TD} \leq U_{max}, \quad P_C &> P_{TD} \geq P_{max}, \quad K = K_C \\
 \mu_C < \mu_{TD} \leq \mu_{max}, \quad \mu_{TD} &= U_{TD}/U_Y, \quad \mu_C = U_C/U_Y, \quad \mu_{max} = U_{max}/U_Y \\
 \square \xi_{V,TD} > 0, \quad \square \xi_{H,TD} > 0, \quad M &= U_{max}, \quad m = U_C
 \end{aligned} \tag{5}$$



Slika 10. Analiza odnosa C/D za $U_C < U_{TD} \leq U_{max}$, $\mu_C < \mu_{TD} \leq \mu_{max}$

Šesti slučaj karakteriše situacija u kojoj nije moguće odrediti nivo TD pomeranja (slika 11.) jer nema preseka PC i DC krive:

$$\begin{aligned} S_{DC} \cap S_{PC} &= \square, \quad \square TD, \quad \square U_i: P_{DC,i} > P_{PC,i} \\ \square U_{TD}, \quad \square P_{TD}, \quad \square \mu_{TD}, \quad \square \xi_{V,TD}, \quad \square \xi_{H,TD} \end{aligned} \quad (6)$$



Slika 11. Analiza odnosa C/D kada $\square TD$

4. ZAKLJUČAK

Analiza odnosa C/D za procenu performansi sistema u uslovima seizmičkog dejstva zahteva razmatranje na više različitih nivoa: nosivost, krutost, duktilnost, prigušenje (viskozno, histerezisno, efektivno), indeks oštećenja (DI), globalni (DR) i međuspratni driftovi (IDR). Sa druge strane, PBEE metodologija zahteva multidisciplinarni pristup u određivanju ovih ključnih faktora preko NSPA, DDBD, NDA ili INDA analiza, a posebno se naglašava analiza sistema primenom inkrementalno-iterativnih procedura.

5. LITERATURA

- [1] ATC 40, *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*, Volumes 1. and 2., Applied Technology Council, Redwood City, USA, 1996, 346p.
- [2] Ćosić M.: *Nelinearna statička seizmička analiza višespratnih okvira*, Magistarska teza, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2010, 230str.
- [3] Lađinović Đ., Folić R., Ćosić M.: *Comparative Analysis of Seismic Demands of Regular Multi-Story Concrete Frames*, Banja Luka Earthquake - 40 years of Construction Experience, International Conference on Earthquake Engineering, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, 2009, pp. 129-143.

UDK:624.153+624.159.2(045)=163.41

POREĐENJE METODA PRORAČUNA SLEGANJA PLITKIH TEMELJA NA KRUPNOZRNM TLU NA OSNOVU TEORIJSKO-EKSPERIMENTALNE ANALIZE

Nebojša Davidović¹

Zoran Bonić²

Verka Prolović³

Dejan Kobliška⁴

Rezime

U savremenoj stručnoj literaturi navodi se da postoji više od 40 različitih metoda proračuna sleganja temelja na krupnozrnom tlu. Kod svih metoda najveći uticaj na sleganje imaju intenzitet opterećenja, deformacijske karakteristike podloge (tla) i širina temelja. Metode po pravilu precenjuju očekivana sleganja, a potcenjuju nosivost tla, što postupak dimenzionisanja temelja čini konzervativnim. U cilju provere tačnosti i pouzdanosti metoda koje se najčešće koriste u praksi izvršena je uporedna analiza sleganja sračunatih njihovom primenom i onih izmerenih tokom izvođenja eksperimentalnog dela naučno-istraživačkog projekta "Teorijska i eksperimentalna analiza interakcije plitkih armirano-betonskih temelja i tla za potrebe unapređenja domaće regulative i primene sistema Evrokodova", u okviru koga je serija modela armirano-betonskih temelja u velikoj razmeri ispitivana opterećivanjem rastućim spoljnjim opterećenjem do loma.

Ključne reči: Sleganje, plitki temelji, krupnozrno tlo, metoda, naučno-istraživački projekat, eksperiment, teorijsko-eksperimentalna analiza.

¹ mr, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, dnebojsa@gaf.ni.ac.rs

² mr, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, zokibon@yahoo.com

³ dr, red.prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, vprolovic@yahoo.com

⁴ dipl.građ.inž., asistent, Fakultet tehničkih nauka u K.Mitrovici, dkobliska@gmail.com

1. UVOD

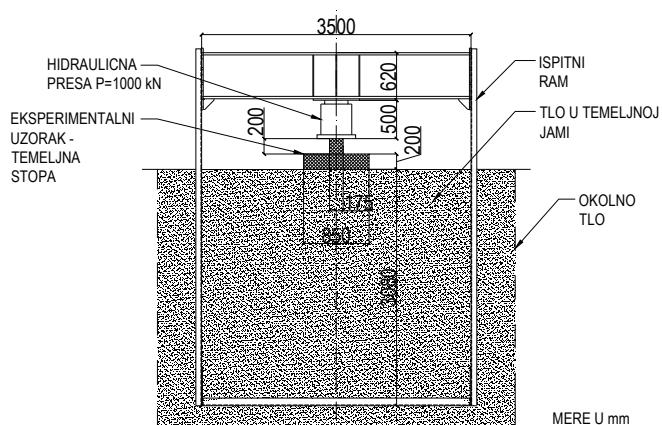
Sleganje plitkih temelja fundiranih na krupnozrnom tlu je elastičnog karaktera i zbog velike vodopropustljivosti ovakvog tla dešava se vrlo brzo, još tokom nanošenja opterećenja. Za dimenzionisanje plitkih temelja vrlo važno je da se ovo sleganje odredi što tačnije, jer je po pravilu veličina tog sleganja, a ne čvrstoća tla, merodavna za dozvoljeno opterećenje temelja. Pri određivanju pokazatelja deformabilnosti krupnozrnog tla, koji su potrebni za proračun sleganja, javlja se problem dobijanja neporemećenih uzoraka. Dok se iz slojeva glinovitog tla mogu dobiti neporemećeni uzorci za laboratorijska ispitivanja, iz krupnozrnih materijala, kao što su šljunak i pesak, praktično je nemoguće uzeti neporemećene uzorke koji bi se ispitivali u laboratoriji, npr. u edometru ili triaksijalnom aparatu. Zato se pokazatelji deformabilnosti određuju indirektno, iz empirijskih relacija dobijenih na bazi rezultata opita standardne (dinamičke) penetracije (SPT) ili opita statičke penetracije (CPT). U savremenoj stručnoj literaturi navodi se da postoji više od 40 različitih metoda proračuna sleganja temelja na krupnozrnom tlu[1]. Kod svih tih metoda glavni uticajni faktori na veličinu sleganja su intenzitet opterećenja, deformacijske karakteristike podloge (tla) i širina temelja. Metode po pravilu precenjuju očekivana sleganja, a potcenjuju nosivost tla, što postupak dimenzionisanja temelja čini konzervativnim.

2. EKSPERIMENTALNO ISPITIVANJE

Na Građevinsko-arhitektonskom fakultetu u Nišu je u toku realizacija naučno-istraživačkog projekta TR-16021 pod nazivom "Teorijska i eksperimentalna analiza interakcije plitkih armirano-betonskih temelja i tla za potrebe unapređenja domaće regulative i primene sistema Evrokodova", koga finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije. Jedan od glavnih ciljeva istraživanja u okviru Projekta je utvrđivanje ponašanja plitkih armirano-betonskih temelja oslonjenih na deformabilnu podlogu, opterećenih rastućim spoljnjim opterećenjem do loma. U sklopu realizacije Projekta izvršeno je eksperimentalno ispitivanje serije modela plitkih armirano-betonskih temelja u velikoj razmeri oslonjenih na realnu podlogu (šljunkovito tlo), opterećivanjem do loma[2]. Eksperiment je pažljivo isplaniran, a svi detalji precizno definisani Programom ispitivanja. Zahtev da uslovi u kojima se izvodi eksperiment budu što realniji odnosio se na AB temelje (u pogledu oblika, dimenzija, marke betona i armature), nivoje opterećenja i način opterećivanja temelja, kao i na

Poređenje metoda proračuna sleganja plitkih temelja na krupnozrnom tlu na osnovu teorijsko-eksperimentalne analize.

podlogu ispod temelja (u pogledu vrste upotrebljenog materijala, njegove zbijenosti i vlažnosti). Dodatni uslov bio je da temeljni iskop, koji će biti ispunjen ovim materijalom, ima takve dimenzije, koje će u slučaju da pri opterećivanju pre dođe do loma u podlozi nego u temelju, omogućiti nesmetano formiranje kompletnih kliznih površi u njemu[3]. Po iskopu temeljne jame dimenzija u osnovi 5x4m i dubine 3m, na dno je spušten čelični ram, koji služi za prihvatanje reaktivne sile prese, pomoću koje se vrši opterećivanje temelja[4]. Iskopani materijal zamenjen je rečnim šljunkom, koji je ugrađivan i zbijan u slojevima od 0,30m. Kontrolisana je zbijenost svakog sloja optom kružnom pločom, pri čemu su izmerene vrednosti modula stišljivosti (M_s) u rasponu od 43,3 do 66,7MPa. Preostali prostor (oko 0,90m) između završnog sloja šljunka i rama je iskorišćen za postavljanje temeljne stope osnove $0,85 \times 0,85$ m, hidrauličke prese i opreme za merenje napona i deformacija (Slika 1).



Slika 1. Ispitivanje temelja na krupnozrnom tlu – šema eksperimenta

Tokom ispitivanja svakog temelja merene su sledeće veličine: Sila opterećivanja temelja, pritisci na kontaktu temelja sa podlogom, deformacije u betonu i armaturi i sleganja temelja. Na osnovu tih merenja bilo je moguća uporedna analiza sleganja izmerenih tokom eksperimenta i sleganja sračunatih primenom metoda koje se najčešće koriste u praksi.

3. METODE PRORAČUNA SLEGANJA

U tradicionalnim metodama, najčešće korišćenim u inženjerskoj praksi, proračun sleganja se zasniva na idealizaciji tla ispod temelja preko niza homogenih slojeva definisanih jednim parametrom.

Terzaghi i Peck (1948) su autori prve racionalne metode za proračun sleganja plitkih temelja na krupnozrnom tlu. Na bazi rezultata serije opita opterećenja peskovitog tla kvadratnom pločom stranice 300 mm dobili su vezu između sleganja (s) kvadratnog temelja stranice B metara i sleganja kvadratne ploče (s_p) u vidu izraza:

$$s = s_p \cdot \left(\frac{2B}{B+0,3} \right)^2 \cdot \left(1 - \frac{D}{4B} \right) \quad (1)$$

gde je: D – dubina fundiranja.

Proteklih decenija ovo rešenje bilo je u širokoj upotrebi, ali je praksa pokazala da su rezultati koji se dobijaju vrlo konzervativni, pa je to glavni razlog što je potisnuto od strane novijih, manje konzervativnih rešenja.

Krupnozrno tlo se često tretira kao linearno ili nelinearno elastična sredina na koju se primenjuju principi teorije elastičnosti. U proračunima sleganja tlo se predstavlja Poisson-ovim koeficijentom (ν) i Young-ovim modulom (E). Postoje dva postupka proračuna:

a) Integracija vertikalnih deformacija tačke na površini terena (Metod integracije pomeranja), tako da se sleganje računa iz izraza:

$$s = \frac{q_n \cdot B \cdot (1 - \nu^2) \cdot I}{E} \quad (2)$$

gde je: q_n - neto kontaktni pritisak na koti fundiranja,

I – uticajni faktor, koji zavisi od oblika i krutosti stope temelja, kao i položaja tačke čije sleganje se računa.

b) Integracija vertikalnih dilatacija (ε_z) tačaka tla ispod tačke čije sleganje se računa, gde je:

$$\varepsilon_z = [\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_z)]/E \quad (3)$$

Obično se zanemaruju horizontalne deformacije tla ($\nu = 0$), pa je:

$$\varepsilon_z = \sigma_z/E \quad (4)$$

Sleganje se dobija integracijom napona u tlu:

$$s = \int_0^z \varepsilon_z dz = (1/E) \int_0^z \sigma_z dz \quad (5)$$

pa se zato ovaj postupak naziva i Metod integracije napona.

Schmertmann (1970) je predložio drugačiji pristup u korišćenju rezultata CPT opita za proračun sleganja temelja na pesku. Uočio je da se raspodela sleganja po dubini ispod težišta temelja razlikuje od raspodele dodatnih napona i da se najveća vertikalna deformacija

Poređenje metoda proračuna sleganja plitkih temelja na krupnozrnom tlu na osnovu teorijsko-eksperimentalne analize.

javlja na dubini $B/2$. Sleganje temelja (s) se računa kao zbir sleganja homogenih slojeva:

$$s = C_1 \cdot C_2 \cdot q_n \cdot \sum_0^{2B} \frac{I_z}{E_s} \Delta z \quad (6)$$

gde je: C_1 - faktor dubine fundiranja,

C_2 - empirijski faktor puzanja,

E_s - modul deformacije, koji se usvaja na osnovu rezultata (q_c) iz CPT opita,

Δz - debљina sloja tla,

I_z - koeficijent deformacije, koji se menja s dubinom prema tzv.

"2B-0,6" dijagramu, tako da je:

$$I_z = 0 \text{ na } z = 0; \max I_z = 0.6 \text{ na } z = 0.5B; I_z = 0 \text{ na } z = 2B \quad (7)$$

Schmertmann, Hartman i Brown (1978) izvršili su izmene prethodne metode u pokušaju da je poboljšaju, tako što su uveli posebne funkcije raspodele I_z za trakast temelj i drugu zavisnost između q_c i E_s . Međutim, u praksi ovaj novi postupak nije doneo očekivana poboljšanja, pa starija verzija metode često pokazuje bolju saglasnost sa izmerenim sleganjima, nego modifikovani postupak[5].

Među novijim pristupima, koji bi trebalo da omoguće tačniji proračun očekivanih sleganja, su i oni prisutni u rešenjima Berardi i Lancellotta (1991), kao i Mayne i Poulos (1999).

Metoda Berardi i Lancellotta (1991) uzima u obzir promenu modula elastičnosti tla sa intenzitetom sleganja. Sleganja se računaju na osnovu izraza:

$$s = I_s \frac{q_n \cdot B}{E} \quad (8)$$

gde je: I_s - uticajni faktor za krut temelj (Tsytovich,1951),

E - modul elastičnosti tla, koji se računa na bazi poznatog kontaktnog pritiska.

Sleganje se dobija iterativnim postupkom koji se ponavlja sve dok prepostavljeno i sračunato sleganje ne bude isto.

Metoda Mayne i Poulos-a (1999) u proračunu elastičnog sleganja temelja koristi faktore deformacije dobijene primenom teorije elastičnih kontinuuma. Prepostavlja se da modul elastičnosti tla E_s raste linearno sa dubinom, počev od vrednosti E_0 na koti fundiranja. Sleganja se računaju iz jednačine:

$$s = \frac{q_n \cdot B' \cdot I_G \cdot I_F \cdot I_E \cdot (1 - v^2)}{E_0} \quad (9)$$

gde je: B' - ekvivalentna širina pravougaonog temelja,

I_G - faktor deformacije (uticaj promene E_s sa dubinom),

I_F - faktor krutosti temelja,

I_E - faktor sleganja, koji uzima u obzir dubinu fundiranja.

Ovaj postupak daje dobre rezultate ako je pretpostavka u vezi veličine modula elastičnosti logična.

4. ANALIZA IZMERENIH I SRAČUNATIH SLEGANJA

Analiza je sprovedena upoređivanjem izmerenih sleganja sa onima sračunatim primenom metode Schmertmann-a (1970), Metode integracije napona, Metode integracije deformacija i metode Mayne i Poulos-a. Osnova za analizu su sleganja izmerena pri ispitivanju temelja TI-3. Takođe, sleganja su sračunata primenom navedenih metoda za svaku od 4 različite usvojene vrednosti Poisson-ovog koeficijenta ν (0,25, 0,26, 0,27 i 0,30), koje su unutar preporučenog raspona vrednosti za šljunkoviti pesak[6]. Svi proračuni urađeni su u Excel dokumentu "Footing TI-3: Settlement Calculation", koji je kreiran za potrebe ove analize[7].

U Tabeli 1 dat je sumarni prikaz izmerenih i sračunatih sleganja temelja TI-3 za silu 1000kN i za sve 4 usvojene vrednosti ν . Vidi se da je samo Metoda integracije napona "neosetljiva" na promenu ν . Prema očekivanju, sve metode precenjuju sleganja, ali se u tome značajno razlikuju.

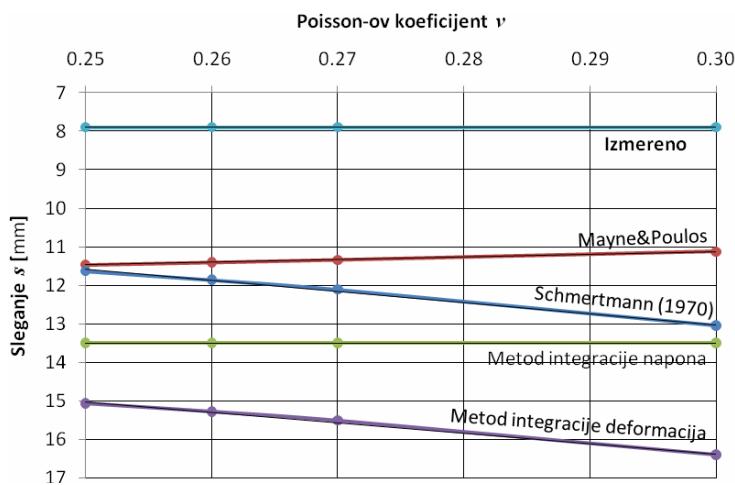
Tabela 1. Izmerena i sračunata sleganja temelja TI-3

Sila opterećenja temelja 1000 kN		Usvojeno ν			
		0.25	0.26	0.27	0.30
Sleganje s [mm]	Schmertmann (1970)	11.627	11.856	12.108	13.044
	Mayne & Poulos	11.462	11.400	11.335	11.126
	Metod integracije napona			13.494	
	Metod integracije deformacija	15.058	15.270	15.506	16.396
	Izmereno			7.899	

Najveće odstupanje je kod Metode integracije deformacija. "čija" su sleganja veća od izmerenih za 90% (za $\nu=0,25$), pa do čak 107% (za $\nu=0,30$). Sleganja sračunata po Metodi integracije napona veća su od izmerenih za 70%, po metodi Schmertmann-a (1970) od 47% do 65%, a najmanje odstupanje je kod metode Mayne i Poulos-a - "samo" 40% do 45%.

Poređenje metoda proračuna sleganja plitkih temelja na krupnozrnom tlu na osnovu teorijsko-eksperimentalne analize.

Grafički prikaz uticaja promene usvojene vrednosti ν na veličinu sračunatog sleganja dat je na Slici 2. Dok se sa porastom ν sleganja sračunata primenom Metode Mayne i Poulos-a "polako" približavaju izmerenim, dotle se sleganja sračunata primenom Metode integracije deformacija i metode Schmertmann-a (1970) udaljavaju od izmerenih. Linija sleganja Metode integracije napona je paralelna liniji izmerenih sleganja zbog "neosetljivosti" ove metode na promenu vrednosti ν .



Slika 2. Uticaj usvojene vrednosti ν na sračunata sleganja

5. ZAKLJUČAK

Prethodno opisana analiza urađena je sa ciljem da se provere rezultati primene tradicionalnih, u praksi najčešće korišćenih metoda (Metoda Schmertmann-a (1970), Metoda integracije napona i Metoda integracije deformacija) i jednog novijeg pristupa u proračunu sleganja (Metoda Mayne i Poulos-a), upoređivanjem sračunatih sa sleganjima koja su izmerena pri eksperimentalnom ispitivanju temelja. Analiza je potvrdila poznatu činjenicu da sve metode precenjuju sleganja. Međutim, treba napomenuti da od svih korišćenih, metoda Mayne i Poulos-a konzistentno daje najbolje rezultate, tj. sleganja sračunata njenom primenom su najbliža izmerenim. Takođe, analiza je potvrdila da na sračunato sleganje veći uticaj imaju usvojene vrednosti geotehničkih parametara, nego primenjena metoda.

Zbog inherentne promenljivosti svojstava tla, deterministički pristup, prisutan u prethodno opisanim metodama, ne može da pruži informaciju o verovatnoj grešci predviđanja (sračunatog sleganja). Danas se uspešnim smatra samo onaj postupak proračuna "čija" su sleganja dovoljno blizu izmerenim, pa korišćenje konzervativnih vrednosti parametara tla u proračunima više nema opravdanja, Uključivanjem probabilistike u postupak predviđanja očekivanih sleganja dobija se jasnija predstava o verovatnom opsegu sleganja, što je vrlo korisno pri odlučivanju, jer se kvantificuje rizik prisutan u predviđanju očekivanih sleganja. Međutim, velikoj većini geotehničkih inženjera nije bliska ni statistička terminologija, ni osnove teorije verovatnoće, pa probabilistički pristup, i pored očiglednih prednosti, još uvek nije dovoljno zastupljen u geotehničkoj praksi.

6. LITERATURA

- [1] Das, B. M., and Sivakugan, N.: "Settlement of shallow foundations on granular soil – an overview" *International Journal of Geotechnical Engineering* (2007), 1, pp. 19-29.
- [2] Bonić, Z., Prolović, V., Davidović, N. i Zlatanović, E.: "Sadržaj programa i problemi u realizaciji pripremne faze eksperimentalnog ispitivanja plitkih AB temelja pri probijanju" *Treće naučno-stručno savetovanje "Geotehnički aspekti građevinarstva"*, Zlatibor, 2009, Zbornik radova, str. 103-108.
- [3] Davidović, N., Prolović, V. i Bonić, Z.: "Geotehnički aspekti realizacije programa eksperimentalnog ispitivanja interakcije plitkih AB temelja i tla" *Prvi nacionalni simpozijum sa međunarodnim učešćem TEIK 2010*, Niš, 2010, Zbornik radova, Knjiga III, str. D - 91-100.
- [4] Vacev, T., Prolović, V., Bonić, Z. i Kajganović, T.: "Konstruisanje i proračun čeličnog rama za ispitivanje plitkih temelja na deformabilnoj podlozi" *Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu*, br. 23, 2008, str. 93-103.
- [5] Maksimović, M.: *Mehanika tla*, 4. izdanje. AGM knjiga, Beograd, 2008, str. 312.
- [6] Das, B. M.: *Advanced soil mechanics*, McGraw-Hill, New York, 1985.
- [7] Davidović, N., Bonić, Z., Prolović, V., Mladenović, B. i Stojić, D.: "A comparative theoretical-experimental analysis of settlements of shallow foundations on granular soil" *Facta Universitatis – Series Architecture and Civil Engineering*, Vol. 8, No 2, 2010, pp. 135-143.

UDK:624.072.1:624.016:624.072.2(045)=163.41

PRORAČUN PODUŽNOG SMICANJA U BETONSKOJ PLOČI SPREGNUTOG NOSAČA PREMA EC4

Biljana Deretić-Stojanović¹
Svetlana Kostić²
Nenad Marković³

Rezime

U radu se prikazuje proračun podužnog smicanja u betonskoj ploči prema Evrokodu 4 (EN 1994-1-1:2004). Analiziraju se potencijalne površine loma usled podužnog smicanja, u punoj i spregnutoj betonskoj ploči. Za svaku potencijalnu površinu loma definiše se odgovarajuća dužina površine smicanja. Proračun nosivosti pri podužnom smicanju se zasniva na uslovu da proračunski podužni napon smicanja, bilo koje potencijalne površine loma usled podužnog smicanja u okviru ploče, ne bude veći od proračunske nosivosti pri podužnom smicanju. Proračunska nosivost pri podužnom smicanju betonske ploče se određuje u skladu sa EN 1992-1-1. Ovaj proračun se zasniva na modelu rešetke, tj. betonska ploča se posmatra kao sistem kosih (dijagonalnih) pritisnutih betonskih štapova kombinovan sa zategama koje predstavlja poprečna zategnuta armatura. Gubitak nosivosti (lom) betonske ploče nastaje ako dođe do tečenja (loma) u armaturi ili ako dođe do drobljenja betona u pritisnutim štapovima. U betonskoj ploči se obezbeđuje adekvatna površina poprečne armature koja će da prenese srušujuće napone iz moždanika i obezbedi da ne dođe do prevremenog loma u betonu.

Ključne reči: spregnute konstrukcije, smicanje, betonska ploča

¹ Biljana Deretić Stojanović, Dr, dipl. građ. inž, vanredni profesor, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu

² Svetlana Kostić, Mr, dipl. građ. inž, asistent, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu

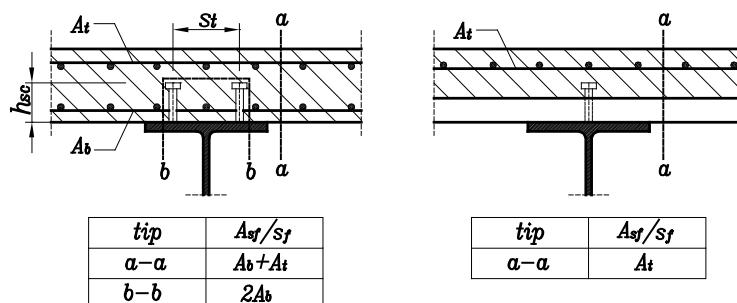
³ Marković Nenad, Dr, dipl. građ. inž, docent, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu□

1. UVOD

Kod spregnutih nosača na kontaktu između betonskog i čeličnog dela javljaju se podužne sile smicanja koje se prenose preko spojnih sredstava-moždanika i poprečne armature. Podužna sila smicanja, pri plastičnoj raspodeli napona, se određuje iz uslova ravnoteže podužnih sila čeličnog i betonskog dela na dužini smicanja između kritičnih poprečnih preseka. Kada se u kritičnom poprečnom preseku ostvari moment pune plastičnosti, reč je o punom smičućem spoju. Kod parcijalnog smičućeg spoja se ostvaruje moment koji je manji od momenta pune plastičnosti, i tada se određuje normalna sila u betonskom delu potrebna za ostvarenje ovakvog momenta, a na osnovu nje i podužna sila smicanja, odnosno broj moždanika između kritičnih preseka. Proračun nosivosti na podužno smicanje pored određivanja podužne sile smicanja, nosivosti, broja i rasporeda moždanika obuhvata i proveru nosivosti betonske ploče na podužno smicanje.

2. PRORAČUN PODUŽNOG SMICANJA U BETONSKOJ PLOČI

Podužne sile smicanja, koje se preko moždanika unose u betonsku ploču, mogu izazvati prevremeni lom u betonskoj ploči ili podužno cepanje betona. Tipični preseci, tj. potencijalne površine loma usled podužnog smicanja, u punoj i spregnutoj betonskoj ploči, a prema EC4, date su na sl.1.



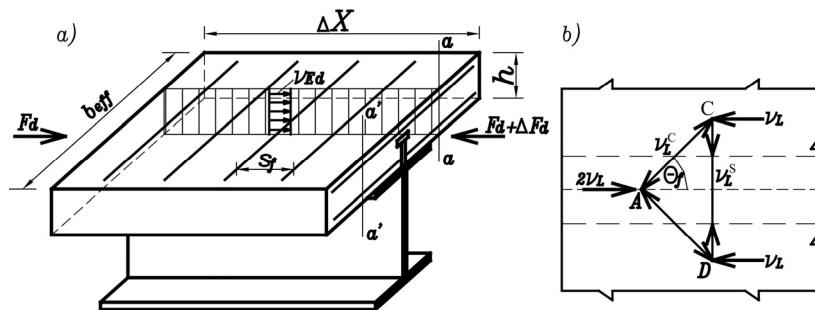
Slika 1. Tipične potencijalne površine loma usled podužnog smicanja

Proračun podužnog smicanja u betonskoj ploči spregnutog nosača
prema EC4

U betonskoj ploči mora da se obezbedi adekvatna površina poprečne armature koja će preneti smičuće napone iz moždanika i obezbediti da ne dođe do prevremenog loma u betonu. Poprečna armatura povećava nosivost betonske ploče na smicanje. Efektivna površina poprečne armature po jedinici dužine A_{sf}/s_f je ukupna armatura koja preseca potencijalnu površinu loma betonske ploče (sl.1). A_{sf} predstavlja površinu poprečnog preseka armature, a s_f je razmak između šipki poprečne armature, A_b , A_t i A_{bh} su površine armature po jedinici dužine prema sl.1. Veličina A_{sf}/s_f zavisi od rasporeda moždanika i armature, od prisustva ili odsustva vute i od posmatrane površine loma, npr. $A_{sf}/s_f = 2A_b$ za površinu loma b-b, a za površinu loma a-a je $A_{sf}/s_f = A_b + A_t$.

Proračunski podužni napon smicanja ν_{Ed} , bilo koje potencijalne površine loma usled podužnog smicanja u okviru ploče ne sme biti veći od proračunske nosivosti na podužno smicanje ν_{Rd} . Za svaki tip površine smicanja koja se razmatra (sl.1), proračunski podužni napon smicanja ν_{Ed} se određuje preko proračunskog podužnog smicanja po jedinici dužine $\nu_l = \nu_{l,Ed}$ (tok smicanja), uzimajući u obzir dužinu smicanja h_f :

$$\nu_l = \nu_{l,Ed} = \nu_{Ed} h_f \quad (2.1)$$



Slika 2: a) Podužni napon smicanja ν_{Ed} u betonskoj ploči za površinu loma a-a; b) model rešetke za proračun poprečne armature

Proračunski podužni napon smicanja ν_{Ed} , koji odgovara površini smicanja sa leve ili desne strane čelične flanše (npr. a-a sl.1) može da se odredi na osnovu promene normalne (podužne) sile u posmatranom delu betonske ploče (sl.2a) prema izrazu:

$$\nu_{Ed} = \Delta F_d / (h_f \cdot \Delta x), \quad (2.2)$$

gde je: ΔF_d promena normalne sile u betonskoj ploči na dužini Δx ; Δx je posmatrana dužina grede; h_f dužina površine smicanja.

Dužina površine smicanja h_f , na primer za površinu smicanja b-b iznosi: $h_f = 2h_{sc} + s_t + d_1$, gde je h_{sc} ukupna visina moždanika, s_t razmak centara dva moždanika ($s_t=0$ za jedan red moždnika), d_1 prečnik glave moždanika; za površinu smicanja a-a h_f je za punu betonsku ploču jednak visini betonske ploče h , a za spregnutu ploču jednak visini betona iznad rebra profilisanog lima. Maksimalna vrednost koja može da se prepostavi za Δx je polovina rastojanja između preseka u kojem je moment jednak nuli i preseka u kojem moment ima maksimalnu vrednost.

Proračunska nosivost na poduzno smicanje betonske ploče (npr. za površinu smicanja a-a na sl.1 i sl.2a) se određuje u skladu sa EN 1992-1-1. Ovaj proračun se zasniva na modelu rešetke, tj. betonska ploča se posmatra kao sistem kosih (dijagonalnih) pritisnutih betonskih štapova kombinovan sa zategama koje predstavlja poprečna zategnuta armatura. Pri proračunu ugao između dijagonalnog pritisnutog betonskog štapa i ose grede θ_f može biti izabran u okviru definisanih granica. Ovde će se usvojiti najveći ustanovljeni ugao, tj 45° (sl.2b).

Na sl.2b je prikazan deo spregnute grede i analizira se nosivost površine smicanja tipa a-a (to je presek koji ne prolazi kroz gornju flanšu čeličnog profila koja je na sl.2b prikazana isprekidanim linijama). Model rešetke je ilustrovan trouglom ACD, kod koga dijagonale AC i AB predstavljaju pritisnute betonske štapove, a štap CD zategnutu armaturu po jedinici dužine čija je efektivna površina A_{sf} / s_f . Proračunski tok smicanja koji odgovara posmatranoj površini smicanja a-a je označen sa v_l . Na sl.2a se može uočiti odgovarajuća simetrična površina smicanja (a'- a') u odnosu na čeličnu flanšu u kojoj je proračunski tok smicanja takođe v_l . Tok smicanja $2v_l$ koji odgovara moždanicima je nanet u tački A i unosi se u betonsku ploču preko dijagonalnih betonskih štapova AC i AD pod uglom $\theta_f = 45^\circ$ izazivajući u njima pritisak. Iz uslova ravnoteže u tački A se može odrediti odgovarajuća sila po jedinici dužine u betonskom štalu $v_l^c = v_{l,Ed}^c$:

$$2v_l = 2v_l^c \cos \theta_f \Rightarrow v_l^c = \frac{v_L}{\cos \theta_f}, \quad (2.3)$$

**Proračun podužnog smicanja u betonskoj ploči spregnutog nosača
prema EC4**

Iz uslova ravnoteže u tački C određuje se sila po jedinici dužine u armaturi:

$$v_l^c \sin \theta_f = v_l^s \Rightarrow v_l^s = \frac{v_l}{\cos \theta_f} \sin \theta_f \Rightarrow v_l^s = \frac{v_l}{\operatorname{ctg} \theta_f}, \quad (2.4)$$

Gubitak nosivosti (lom) betonske ploče nastaje ako dođe do tečenja (loma) u armaturi ili ako dođe do drobljenja betona u pritisnutim štapovima.

Efektivna površina armature po jedinici dužine A_{sf}/s_f , koja preseca posmatranu ravan smicanja, određuje se iz sledećeg uslova:

$$v_l^s = v_{l,Ed}^s \leq v_{l,Rd}^s = \frac{A_{sf}}{s_f} f, \quad (2.5)$$

koristeći izraze (2.4) i (2.1) dobija se:

$$v_l^s = \frac{v_l}{\operatorname{ctg} \theta_f} = \frac{v_{Ed} h_f}{\operatorname{ctg} \theta_f}, \quad (2.6)$$

pa iz uslova (2.5) sledi:

$$A_{sf} f_{yd} / s_f > v_{Ed} h_f / \operatorname{ctg} \theta_f, \quad \text{tj.:} \quad (2.7)$$

$$A_{sf} > v_{Ed} h_f s_f / f_{yd} \operatorname{ctg} \theta_f, \quad (2.8)$$

U slučaju kada se koristi spregnuta ploča kod koje su rebra profilisanog lima postavljena poprečno na gredu, kontinualno preko gornje nožice grede i kada je kod čeličnog profilisanog lima ostvareno sprezanje mehaničkim sredstvima ili trenjem tada se može uzeti doprinos lima poprečnoj armaturi pri prihvatanju podužnog smicanja. Tada se za površine smicanja tipa a-a (sl.2a) umesto izraza (2.7) koristi izraz (EN 1994-1-1 deo 6.6.6):

$$A_{sf} f_{yd} / s_f + A_{pe} f_{yp,d} > v_{Ed} h_f / \operatorname{ctg} \theta, \quad (2.9)$$

gde je A_{pe} efektivna površina poprečnog preseka čeličnog profilisanog lima po jedinici dužine grede; $f_{yp,d}$ proračunska granica razvlačenja lima.

Da bi se spričilo drobljenje betona u pritisnutim štapovima čija je širina b'_c po jedinici dužine grede jednaka $b'_c = \sin\theta_f$, treba da bude zadovoljen sledeći uslov:

$$v_l^c = v_{l,Ed}^c \leq v_{l,Rd}^{sc} = v f_{cd} h_f b'_c, \quad (2.10)$$

Koristeći izraze (2.3), (2.1) i $b'_c = \sin\theta_f$, iz (2.10) sledi:

$$\frac{v_{Ed} h_f}{\cos\theta_f} \leq v f_{cd} h_f b'_c = v f_{cd} h_f \sin\theta_f, \quad \text{tj.:} \quad (2.11)$$

$$v_{Ed} \leq v f_{cd} \sin\theta_f \cos\theta_f, \quad (2.12)$$

gde je v koeficijent smanjenja čvrstoće betona sa prslinama usled smicanja (EN 1992-1-1 deo 6.2.4):

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] \quad (f_{ck} \text{ u MPa}), \quad (2.13)$$

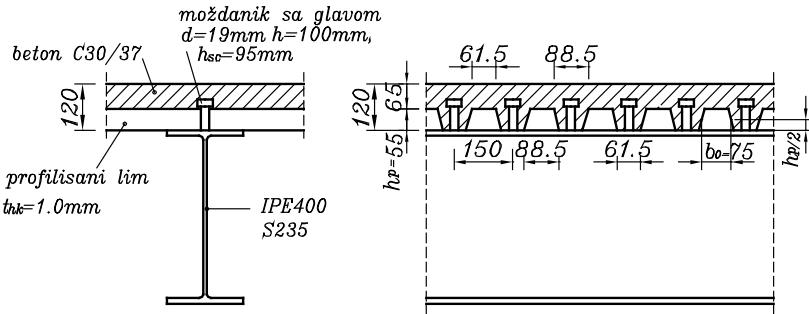
3. NUMERIČKI PRIMER

Proračun podužnog smicanja u betonskoj ploči je ilustrovan na primeru čeličnog nosača spregnutog sa spregnutom pločom na profilisanom limu. Pretpostavljen je parcijalni smičući spoj.

S pregnuti nosač je tipa proste grede, raspona $L=11.4m$. Za sprejanje se koriste moždanici sa glavom prečnika 19mm i visine 100mm, granične čvrstoće na zatezanje $f_u=450N/mm^2$. Dimenzije poprečnog preseka i karakteristike materijala prikazane su na slici 4.

Proračunom nosivosti usvojeno je $2 \times 28 = 56$ moždanika na čitavom rasponu nosača. Nosivost jednog moždanika, sračunata prema EC4, iznosi $P_{Rd}=81.66kN$, pri čemu je uzeta u obzir i redukcija nosivosti usled prisustva profilisanog lima.

Proračun podužnog smicanja u betonskoj ploči spregnutog nosača
prema EC4



Slika 4. Spregnuti nosač

Da bismo odredili proračunski podužni napon smicanja ν_{Ed} , najpre treba odrediti dužinu Δx :

$$\Delta x = \frac{L}{2} = 5700 \text{ mm}, \quad (3.1)$$

Promena normalne sile u betonskoj ploči na dužini Δx , ΔF_d , se, za polovinu raspona, određuje na sledeći način (prisutne su dve ravni smicanja a-a i a'-a', slika 2):

$$\Delta F_d = N_c / 2 = 28 \cdot P_{Rd} / 2, \quad (3.2)$$

gde je N_c sila koju prenose moždanici na polovini raspona grede i, s obzirom na pretpostavku o parcijalnom smičućem spoju, jednaka je proizvodu broja moždanika na polovini raspona grede i nosivosti jednog moždanika, P_{Rd} .

Dakle, zamenom vrednosti u izraz (3.2), dobijamo:

$$\Delta F_d = 28 \cdot 81.66 \cdot 0.69 / 2 = 788.84 \text{ kN}, \quad (3.3)$$

$$h_f = d_{ploce} - h_p = 120 - 55 = 65 \text{ mm}, \quad (3.4)$$

$$\begin{aligned} \nu_{Ed} &= \Delta F_d / (h_f \cdot \Delta x) = \\ &= 788.84 \cdot 10^3 / (65 \cdot 5700) = 2.13 \text{ N/mm}^2 \end{aligned} \quad (3.5)$$

Da bi se sprečilo drobljenje betona u pritisnutim dijagonalama, mora biti zadovoljen i uslov (2.12) (usvojeno je $\theta_f=45^\circ$):

$$v_{Ed} \leq 0,6 \left[1 - \frac{30}{250} \right] \cdot \frac{30}{1.5} \sin \theta_f \cos \theta_f = 5.28 N/mm^2, \quad (3.6)$$

Usvojićemo da je razmak šipki poprečne armature $s_f=200mm$. Poprečna armatura A_{sf} mora da zadovolji i uslov (2.8):

$$A_{sf} > \frac{2.13 \cdot 65 \cdot 200}{\frac{420}{1.15} \cdot \operatorname{ctg} \theta_f} = 75.8 mm^2, \quad (3.7)$$

Usvajamo poprečnu armaturu prečnika 10mm ($78.5 mm^2$) na razmaku od 200mm.

4. ZAKLJUČAK

Pri proračunu podužnog smicanja spregnutog nosača u punoj i spregnutoj betonskoj ploči mora da se obezbedi adekvatna površina poprečne armature koja će da prenese smičuće napone iz moždanika, i obezbedi da ne dođe do prevremenog loma u betonu. Poprečna armatura povećava nosivost betonske ploče na smicanje.

Ovaj rad je pripremljen u okviru projekta 16031 u oblasti tehnološkog razvoja, za koji je sredstva obezbedilo i Ministarstvo nauke Republike Srbije.

5. LITERATURA

- [1] EN 1994-1-1:(Eurocode 4- EC4): *Design of composite steel and concrete structures: Part 1-1: General rules and rules for buildings*, CEN, 2004.
- [2] EN 1992-1-1:(Eurocode 2- EC4): *Design of concrete structures: Part 1-1: General rules and rules for buildings*, CEN, 2004.
- [3] Johnson R.P. *Composite structures of steel and concrete, Volume 1, Beams, columns and frames for buildings*, Second edition, Blackwell scientific Publication, Oxford, 1994.

UDK:72.01:728.3(045)=163.41

UKLJUČENJE KORISNIKA U PROCES ARHITEKTONSKOG PROJEKTOVANJA U KONTEKSTU INDIVIDUALNE INTERPRETACIJE STAMBENE SREDINE

Milica Đorđević¹
Slaviša Kondić²
Milan Tanić³

Rezime

Konvencionalan pristup u arhitektonskom projektovanju stambenih objekata zasniva se na metodološkim principima i normativima koji su velikim delom prilagođeni osnovnim potrebama korisnika. Pri tom je veoma često zanemarena činjenica da se potrebe korisnika tokom vremena i eksploatacije stambenog prostora menjaju.

U praksi, mogućnosti prilagođavanja novim, specifičnim potrebama korisnika kroz promenu postojeće strukture i formiranje različitih prostornih konfiguracija stambene sredine su minimalne. Raspoloživ stepen modifikacije najčešće podrazumeva intervenciju kroz reorganizaciju postojeće opreme u okviru kruto definisanih volumena stambene jedinice.

Potencijalno rešenje ovog problema, naročito izraženog kod višeporodičnog stanovanja, trebalo bi da bude aktivnije uključenje korisnika u proces oblikovanja prostora. Valorizacijom eksperimentalnih projekata i analizom specifičnosti na relaciji proces projektovanja – korisnik formulisan je osnovni skup preporuka koje bi doprinele većim potencijalima ovakvog projektantskog pristupa.

Ključne reči: stambena sredina, proces projektovanja, korisnik, fleksibilnost

¹ Milica Đorđević, inž. arh., asistent Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu

² Slaviša Kondić, dipl. inž. arh., asistent pripravnik Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu

³ mr Milan Tanić, dipl. inž. arh., asistent Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu

1. UVOD

Višeslojnost procesa arhitektonskog projektovanja ogleda se i u tome što je pri kreiranju prostora potrebno anticipirati i sagledati buduće potrebe njegovih korisnika. Pri tome je konkretan korisnik često nepoznat, što dodatno otežava zadatku projektanta.

Postavlja se pitanje da li je uopšte moguće bez informacija o budućem korisniku, o njegovim zahtevima i specifičnim potrebama, projektovati prostor koji bi on prihvatio u potpunosti kao svoj i sa kojim bi mogao da se identificuje.

Odgovor svakako treba potražiti u mogućnosti uključenja potencijalnih korisnika u proces oblikovanja arhitektonskog prostora, ali i u mogućnostima optimalnog prilagođavanja različitim zahtevima korisnika kroz funkcionalnu modifikaciju postojeće stambene sredine.

2. ANALIZA PROJEKATA UKLJUČENJA KORISNIKA U PROCES PROJEKTOVANJA STAMBENIH OBJEKATA

Kompleksnost odnosa korisnika prema neposrednom fizičkom okruženju i mogućnost njegovog učešća u oblikovanju prostora koji mu pripada naročito je značajna kod višeporodičnog stanovanja, gde je ovaj odnos intiman i kontinualan. Projekti uključenja potencijalnih korisnika u proces projektovanja stambenih objekata do sada su imali eksperimentalni karakter. Potencijali ovakvog pristupa su veliki jer bi njegov rezultat trebalo da bude mnogo prisniji odnos korisnika prema neposrednom okruženju. U tom kontekstu potrebno je analizirati eksperimentalne projekte uključenja korisnika u proces projektovanja i sintetizovati njihova iskustva u cilju formiranja preporuka za dalju primenu ovakvog projektantskog pristupa.

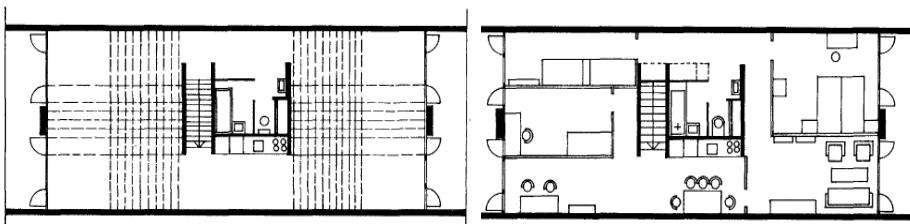
2.1. Neuwil

Stambena zgrada Neuwil u Švajcarskoj, Metron grupe arhitekata, predstavlja jedan od ranih primera koji je imao za cilj uključenje budućih korisnika u proces projektovanja [1]. Osnovna zamisao bila je da stambena struktura zahvaljujući svojim fleksibilnim karakteristikama odgovori na promenljive potrebe jedne porodične grupe, odnosno promenljivi životni stil budućih generacija. Ova stambena zgrada, sagrađena 1966. godine, sadrži 49 stambenih jedinica sa "fleksibilnim" prostornim pregradama u enterijeru. Dimenzije spoljnog gabarita stana su unapred određene kao i veličina i lokacija stepeništa, kuhinje i sanitarnih čvorova. Sanitarni čvor i

Uključenje korisnika u proces arhitektonskog projektovanja u kontekstu individualne interpretacije stambene sredine

kuhinja su smešteni unutar gabarita stana pri čemu namena ostalih prostorija nije unapred određena. Prostori koji izlaze na istočnu i zapadnu fasadu su identične veličine i imaju izlaz na balkon. Kako je kvalitet, veličina i povoljnost orijentacije prostorija sa istočne i zapadne strane gotovo identična, dnevni boravak se može prevideti u bilo kom od navedenih prostora. Prostornu organizaciju stana mogu utvrditi sami stanari pri čemu je unapred određena moguća dispozicija pregrada po modularnoj mreži od 30 cm.

Kako bi se budući korisnici ohrabrili za korišćenje potencijala prostorne organizacije stambene jedinice, arhitekte su pripremile priručnik, koji se sastoji iz 3 dela sa grafičkim prilozima lakin za čitanje i razumevanje. U prvom delu priručnika ukazuje se na promenljive potrebe i promenljive prostorne konfiguracije stana za moguću porodičnu grupu koja boravi u zgradbi na više od 10 godina. U tekstu su korišćeni grafikoni, skice i slike modela stana. U drugom delu korisnicima su predstavljeni pregradni zidni elementi, način njihovog korišćenja kao i pregled troškova ugradnje. Treći deo sadrži veliki broj primera koji ukazuju na mogućnosti prostorne organizacije stana. Svaki primer sadrži i kratak opis predviđene strukture korisnika kojoj bi određeno rešenje najviše odgovaralo i pregled karakteristika funkcionalne organizacije stana. U osnovama, debljim linijama su naznačeni elementi koji su fiksni i koje korisnici ne mogu da pomeraju ili modifikuju. Tanke linije predstavljaju organizaciju nameštaja dok isprekidane linije ukazuju na moguću dispoziciju zidova.



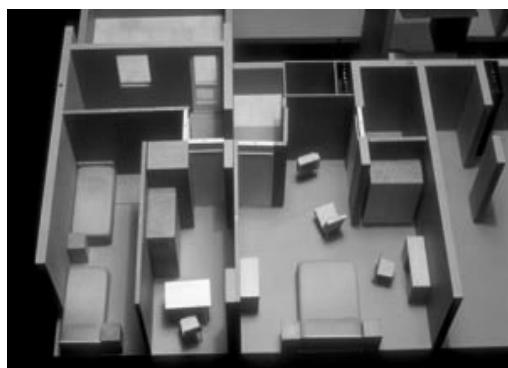
Slika 1. Osnova stana u zgradi Neuwil sa mogućim položajem pregrada i jedno od mogućih rešenja, 1966.

2.2. PSSHAK

PSSHAK (Primary Support Structures and Housing Assembly Kits) je projekat koji su razvili Nabeel Hamdi i Nick Wilkinson na arhitektonskoj školi Architectural Association [4]. Ovaj sistem primenjen je pri projektovanju stambenog kompleksa Adelaide Road Estate u Londonu. Projekat se zasniva na učešću potencijalnih

korisnika u procesu projektovanja. On im omogućuje ne samo da se uključe u planiranje svojih stambenih jedinica već i da promene prostornu konfiguraciju jedinica u kasnijoj fazi projektovanja.

Najpre se formira konstuktivni sistem i omotač objekta, koji se sastoji od nosećih zidova i međuspratnih konstrukcija. U sklopu ovog omotača, na određenim mestima, formiraju se „prohodne zone“ koje omogućavaju uklanjanje pregrade i povezivanje prostora, kako u vertikalnom tako i u horizontalnom pravcu (sl.2). U tako formiranu strukturu uvode se potencijalni stanari koji dobijaju rok od dve nedelje da osmisle prostor svojih stambenih jedinica. Zadatak arhitekte, nakon toga, je da ta njihova rešenja uobliči i unapredi i dâ svoje mišljenje o usvojenim sadržajima i troškovima projekta.



Slika 2. Primary Support Structures and Housing Assembly Kits, 1979.

Potencijalnim korisnicima tada je pružena mogućnost da posete nedovršeni stambeni prostor i sagledaju modele pre donošenja konačnih odluka o preraspodeli prostora. Projekat PSSHAK je imao za cilj da ukaže na pogodnosti i prednosti participativne metode dizajna.

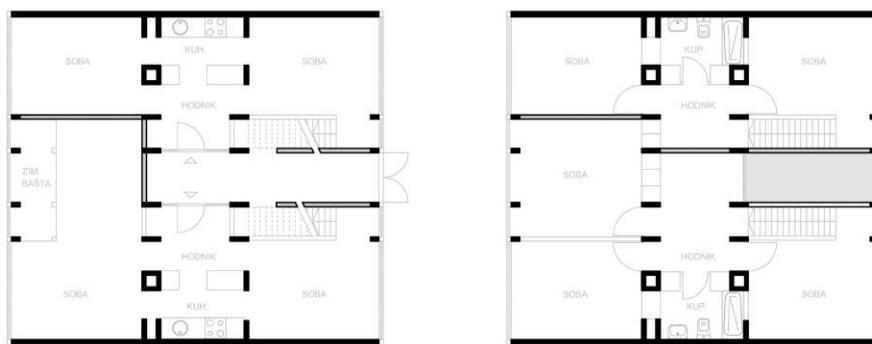
2.3. Funktionsneutrale Raume

Walter Stam je kroz projekat stambenog objekta u Winterthur-u u Švajcarskoj razvio model fleksibilnog stambenog objekta koji omogućava korisniku visok stepen fleksibilnosti u okviru formirane stambene jedinice [5].

Objekat je približno kvadratne forme u osnovi, razvijen na četiri nadzemne etaže. Sa dve naspramne strane nalaze se noseći zidovi, dok su druge dve strane slobodne. Između nosećih zidova postavljeni

Uključenje korisnika u proces arhitektonskog projektovanja u kontekstu individualne interpretacije stambene sredine

su fiksirani betonski elementi koji sa njima formiraju noseći skeletni sistem objekta (sl.3). Dispozicija fiksiranih betonskih elemenata je takva da oni pored konstruktivne imaju i drugu, dodatnu ulogu. Oni svojim položajem sugeriju različite mogućnosti funkcionalne organizacije prostora i njegove preraspodele, a pri tome ga ne određuju i ne fiksiraju. Njihov položaj, uz fasadne zidove i u centralnom jezgru, instalacioni blokovi locirani u centralnom modulu objekta uz bočne noseće zidove, kao i dva stepeništa – vertikalne komunikacije, jedini su determinišući faktori za organizaciju prostora. Betonski stubovi predstavljaju skelet na koji se nadovezuje sekundarna struktura pregrada koje su montažno-demontažne, lako pomerljive i tretiraju se pre kao deo opreme nego kao fiksni elementi koji pregrađuju prostor.



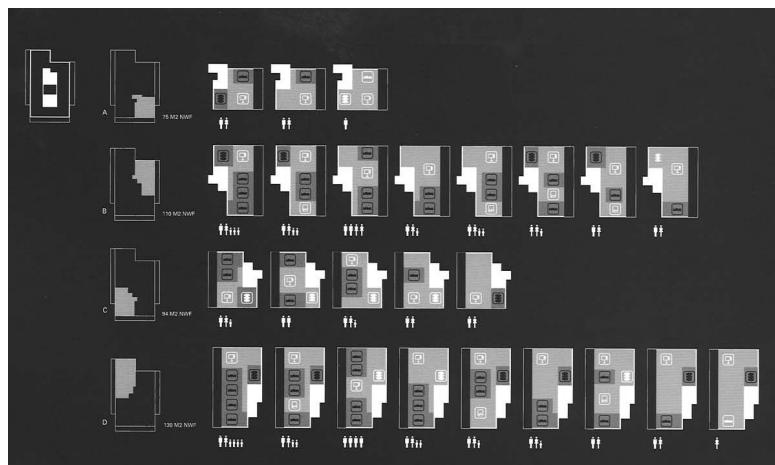
Slika 3. Funktionsneutrale Raume, Walter Stamm, 1987.

Pomeranjem pregradnih zidova moguće je menjati strukturu stana, njegovu organizaciju i veličinu prostorija. Na taj način korisnici su u mogućnosti i da naknadno intervenišu u okviru stambene jedinice i prilagođavaju je svojim potrebama koje se tokom vremena menjaju.

2.4. Hegianwand housing

Projekat EM2N grupe je dobio prvu nagradu na konkursu za izgradnju pet stambenih zgrada u Cirihu [3]. Svaki objekat je organizovan oko centralnog betonskog jezgra, koji sadrži stepenište, hodnički prostor kao i sanitarne čvorove. Jedini noseći element je betonsko jezgro i spoljna fasada, čime se ostavlja mogućnost slobodnog uređenja unutrašnjosti stana. Nedovršen unutrašnji prostor može biti podeljen u skladu sa željama i potrebama budućih korisnika postavljanjem pregradih zidnih panela. Fleksibilnost ostvarena slododnim pozicioniranjem zidova unutar stanova trebalo bi da pruži korisniku mogućnost samostalne prostorne organizacije stana a u

skladu sa trenutnim ili budućim potrebama stanara kao i da privuče potencijalne stanare prilagodljivom prostornom konfiguracijom i promenljivim brojem soba. Na slici je prikazano 25 različitih varijacija u planu predloženih od strane arhitekte, koje se mogu dobiti različitim pozicioniranjem unutrašnjih pregrada. Svako rešenje ukazuje i na veličinu i strukturu porodice kojoj je prostorni model namenjen.



Slika 4. Funktionsneutrale Raume, Walter Stamm, 1987.

3. FAKTORI KOJI UTIČU NA UKLJUČENJE KORISNIKA U PROJEKTANTSKI PROCES

Na osnovu sprovedene analize moguće je identifikovati faktore koji utiču na uspešnost uključenja korisnika u proces projektovanja i principe koji bi omogućili da ovakav projektantski pristup postane češći u praksi.

3.1. Arhitektonski pristup procesu projektovanja

Posmatrano sa arhitektonskog aspekta, svaki novi projekat predstavlja mogućnost za promovisanje inovativnog i autentičnog dizajna koji uglavnom ne uzima u ozbiljnije razmatranje aspekt zadovoljstva korisnika, već proizilazi iz stavova i individualne izražajnosti arhitekte [2]. Umesto projekcije ideja i koncepta životnih vrednosti arhitekte na buduće stanare, bolje rešenje je projektovati stambenu jedinicu koja će biti prilagodljiva željama i zahtevima budućih korisnika. Fleksibilnost u arhitektonском projektovanju je karakteristika koja korisnicima pruža mogućnost izbora u smislu

Uključenje korisnika u proces arhitektonskog projektovanja u kontekstu individualne interpretacije stambene sredine

samostalnog određivanja funkcije pojedinih celina unutar stana kao zamenu za arhitektonsko predodređenje stila i načina življenja. Pod ovim se podrazumeva uvođenje korisnika u proces projektovanja i izgradnje objekta, pri čemu korisnik pored svojih potreba u projekat unosi i sopstvena merila koja se mogu u potpunosti razlikovati od stručnih.

3.2. Upoznavanje korisnika sa aspektima projekta

Kako bi participativni pristup u dizajnu od eksperimentalnog prerastao u praktično primenjiv model, veoma je važno prethodno upoznavanje stanara sa mogućnostima i prednostima ovakve izgradnje. Upoznavanje i motivisanje korisnika za primenu fleksibilnog pristupa u dizajnu podrazumevalo bi izradu reklamnog materijala i posebnih priručnika koji bi, pored isticanja važnosti ispoljenja vlastite individualnosti kroz prostorno oblikovanje stambene jedinice, uključili i ilustrovani prikaz nekih od mogućnosti njenog prostornog uređenja. Neadekvatno informisanje budućih stanara najčešći je uzrok neprimenjivosti ovakvog pristupa.

3.3. Saradnja korisnika i arhitekte

Uzrok slabe primenjivosti ovakvog pristupa je takođe i manjak saradnje projektanta i budućih stanara. Neminovnost neposredne komunikacije projektanta sa korisnikom je verovatno glavni razlog otpora, jer u ovakvom vidu komunikacije stavovi arhitekte prestaju da budu neprikosnoveni. Često sami stanari nisu zainteresovani za ovaku vrstu saradnje usled skromnih finansijskih mogućnosti ili nedovoljne informisanosti. Dvodimenzionalne skice i crteži koji se najčešće koriste u komunikaciji arhitekte i klijenta, često su nerazumljivi za običnog čoveka. Trodimenzionalnim fizičkim i virtuelnim modelima i animacijama olakšala bi se vizuelizacija i sagledavanje predloženog rešenja.

4. ZAKLJUČAK

Uobičajeni pristup projektovanju višeporodičnih stambenih objekata zasniva se na ustanovljenim normama i principima koji su formirani prema potrebama prosečnog korisnika. Međutim, takav pristup ne može u potpunosti da zadovolji specifične zahteve svakog od budućih stanara. Da bi se ostvarila potpunija identifikacija korisnika sa stambenom sredinom, potrebno je predvideti mogućnost njene individualne interpretacije.

Ukoliko su potencijalni korisnici višeporodičnog stambenog objekta unapred poznati, moguće je uključiti ih u proces projektovanja i stambene jedinice prilagoditi njihovim potrebama. Međutim, ako se projekat radi za nepoznate korisnike, kroz samo rešenje potrebno je ostaviti mogućnost za naknadne modifikacije unutar stambenih jedinica. Pri tom, neophodno je ostvariti visok stepen fleksibilnosti u sklopu stambene jedinice i mogućnost formiranja različitih prostornih konfiguracija i promene strukture samog stana. To je moguće ostvariti izborom konstruktivnog sistema koji bi u što manjoj meri uslovjavao funkcionalno rešenje. Pregradni zidovi bi u takvom rešenju bili potpuno nezavisni od konstrukcije, montažno-demontažni, što bi omogućilo stanarima da na relativno lak način intervenišu u okviru stana i prilagode ga svojim potrebama. Još jedan bitan faktor koji utiče na fleksibilnost i mogućnost intervencije u okviru stana su pozicije instalacionih vertikala.

Nakon koncipiranja samog objekta i formiranja njegove fiksne strukture potrebno je dati rešenje stambenih jedinica. Zadatak arhitekte, u tom segmentu projekta, bio bi da pomogne korisnicima i usmeri ih, tako što bi im ponudio više potencijalnih rešenja stambene jedinice. Na taj način korisnici mogu da izaberu rešenje koje u najvećoj meri odgovara njihovim željama ali i da posle toga prerađuju stambenu jedinicu i prilagođavaju je potrebama koje se tokom vremena menjaju. Potencijalna rešenja stambene jedinice, u okviru njenih definisanih gabarita, moguće je ponuditi korisniku u vidu kataloga ili uputstva. U tom slučaju arhitekta, pored ostalog, preuzima i ulogu stručnog konsultanta koji pomaže korisnicima da prostor oblikuju na način koji bi zadovoljio njihove specifične želje i potrebe.

7. LITERATURA

- [1] Kendall S., Teicher J.: *Residential open building*, Taylor & Francis, 1999, p. 70
- [2] Misra, K.: *Whose House Is It? Exploring User Participation in the Design Process of Residences*, Systems Research and Behavioral Science, vol 19, p. 308
- [3] Mozas, J., Fernandes P. A.: *Density*, a+t magazine, 2003, p. 98-111
- [4] Schneider, T., Till, J.: *Flexible housing*, Architectural press, London, 2007, p. 92
- [5] Schneider, T., Till, J.: *Flexible housing- opportunities and limits*, Architectural Research Quarterly, Cambrige University press, vol 9, no 2, 2005, p. 160

UDK:624.2/.8:69.05(497.11NIŠ)(045)=163.41

SISTEM UPRAVLJANJA MOSTOVIMA I MOSTOVI U CENTRU NIŠA

Milan Gligorijević¹

Rezime

Primena Sistema upravljanja mostovima nam omogućava optimalno korišćenje raspoloživih sredstava za usaglašavanje postojećih mostova sa saobraćajnim potrebama i zahtevima bezbednosti. Autor ovoga rada je, u okviru inspekcijskog pregleda mostova u centru Niša, registrovao izuzetno veliki porast oštećenja pojedinih mostovskih konstrukcija, uz alarmatni pad nosivosti, stabilnosti, a samim tim i bezbednosti konstrukcija mosta. Reiting ovih mostova u Sistemu upravljanja mostovima, zahtevač je hitnu sanaciju pojedinih konstrukcijskih elemenata, što nažalost nije urađeno, te je usled nebrige i neodržavanja došlo do incidentnih urušavanja vitalnih konstrukcijskih elemenata mostova.

Ključne reči *Sistem upravljanja mostovima, oštećenja, održavanje, popravke i sanacija*

1. UVOD

Konstrukcije mostova su, za razliku od većine drugih građevinskih objekata, permanentno izložene različitim spoljašnjim uticajima, tako da se njihovom održavanju mora posvetiti posebna pažnja. Pravilno određivanje prioriteta u održavanju mostova, postaje sve složeniji problem sa povećanjem broja objekata koji pokazuju neka konstrukcijska oštećenja, kao posledicu neadekvatnog projektovanja, građenja i praćenja funkcionalnosti ili pak nedostatka održavanja.

¹ Milan Gligorijević, Mr, Asistent, Građevinsko arhitektonski fakultet u Nišu

Rešenje ovih problema daje nam Sistem upravljanja mostovima (engl. *Bridge Management System - BMS*). Sistem upravljanja mostovima uključuje čitav životni vek mosta kao građevinskog objekta tj. pethodne studije – projektovanje – građenje – eksploataciju – održavanje – rekonstrukcije i uklanjanje. Zbog toga BMS kao poslovni proces zahteva dobro poznavanje različitih tehničkih i drugih ne tehničkih disciplina.

Sistem upravljanja mostovima bavi se postojećim mostovima u cilju osiguranja njihove funkcionalnosti tokom predviđenog životnog veka, uz prihvatljivo nizak rizik otkazivanja i uz minimum neophodnih troškova održavanja

Sistem upravljanja mostovima (BMS) je, prema tome, zbir organizacionih elemenata, propisa, standarda i postupaka koje koristi nadležna služba da bi organizovala, obavljala i pratila aktivnosti koje slede posle izgradnje mosta. To je integrисани sistem alata i procesa koji omogućava planiranje eksploatacije, održavanja, kontrole i finansijske analize, kako bi se ostvarili unapred postavljeni ciljevi u određenom vremenskom periodu. Da bi uspešnije ostvarili postavljene ciljeve, među kojima je najvažniji optimalno korišćenje raspoloživih sredstava za usaglašavanje postojećih mostova sa saobraćajnim potrebama i zahtevima bezbednosti, a sve sa ciljem da se poverena imovina što bolje i duže koristi, neophodno je usavršavanje i razvijanje modernog sistema upravljanja mostovima.

Praksa je međutim pokazala, da čak i u razvijenim zemljama ima nedostataka u toj oblasti, pa već izvesno vreme traju pokušaji da se postojeća rešenja poboljšaju i dođe do najefikasnijeg Sistema upravljanja mostovima. Nedostaci su otkriveni i svim oblastima – organizaciji, propisima, standardima – a posledično i u aktivnostima “koje slede posle izgradnje mosta”. Uočen je učestali porast oštećenja na mostovskim konstrukcijama, uz pad nosivosti i bezbednosti mostova, pa su čak zabeležena i rušenja, nekih i vrlo značajnih mostova.

To je bio povod, da se preduzmu odgovarajuće mere za postizanje optimalnih rezultata putem odgovarajućih istraživanja i tehnico-ekonomskih analiza. Poboljšanja se već implementiraju u nacionalne sisteme upravljanja mostovima, pa se može reći da se razvijene zemlje približavaju uspešnom rešenju poboljšanja svojih BMS. Uspesi su vidljivi u povećanom stepenu saznanja o stanju mostova, uzrocima i posledicama šteta na njima, posledicama zanemarenja održavanja, a naročito u probuđenom interesovanju stručne javnosti, državnih i političkih struktura, kao i najšire javnosti uopšte. Rezultat svega toga je povećano izdvajanje sredstava za istraživanja u ovoj oblasti i najzad uvođenje modernog Sistema

upravljanja mostovima sa savremenim informacionim sistemom kao njegovim jezgrom.

Nerazvijene zemlje i zemlje u razvoju, u ovoj oblasti zaostaju iza razvijenog sveta u srazmeri njihovog ukupnog nivoa razvoja prema razvoju u bogatim industrijskim zemljama zapada. Ograničena gustina putne mreže, kao i skromne ekonomske mogućnosti, upotpunjavaju ukupnu sliku stanja u ovoj oblasti u tim nerazvijenim zemljama, koju karakteriše dosta nedostataka u oblasti Sistema upravljanja mostovima.

2. SISTEM UPRAVLJANJA MOSTOVIMA U SRBIJI

Putna mreža je jedna od najvećih kapitalnih vrednosti u Srbiji, a drumski saobraćaj predstavlja osnovni vid prevoza kod nas, tako da se danas putevima preveze oko 90% putnika. Putevi Republike Srbije deo su evropske mreže puteva, a multimodalni panevropski saobraćajni koridor X najvećim delom prolazi njenom teritorijom.

Putna mreža Republike Srbije (bez teritorije Kosova) ima oko 17 000km magistralnih i regionalnih puteva sa oko 3000 mostova, čija se vrednost procenjuje na preko 14 milijardi dolara.

Mostovi su različite starosti, najrazličitijih oblika i načina gradnje, od drveta, kamena, betona, prethodno napregnutog betona, čelika, i različitih statičkih sistema, raspona i dužina od 5 do 2 212 m, koliko je dugačak most preko reke Dunav kod Beške. Treba istaći 11 velikih mostova i to 7 mostova preko reke Dunav i 5 mostova preko reke Save. Takođe, trenutno je u izgradnji i most sa kosim zategama preko Ade u Beogradu, a planira se i izgradnja još jednog kapitalnog mosta koji treba da poveže Borču i Zemun.

Usled dugogodišnjeg nedovoljnog ulaganja u održavanje i rekonstrukciju mostova, trenutno stanje mostova nije zadovoljavajuće, naročito u odnosu na njihovu starost. Prema nekim podacima, skoro četvrtina mostova u Srbiji su u lošem stanju (u klasifikaciji dobro-srednje-loše).

Nestabilni uslovi finansiranja, česte organizacione promene, neravnoteža između ulaganja u građenje i održavanje, doprineli su značajom zaostatku u ovoj oblasti. Redovno održavanje je uglavnom primitivno, tako da se ubrzava starenje-propadanje mostova, a veće popravke i sanacije gotovo su jedini vid aktivnosti i obavljaju se u bezizlaznim situacijama.

Mora se međutim reći, da deo uzroka za visok stepen oštećenosti mostova u Srbiji nije samo posledica nedostataka u BMS, nego i u oblastima koje ne pripadaju, strogo uzevši BMS, kao što su projektovanje i građenje.

Prvi pokušaji uvođenja i razvoja BMS u Srbiji urađeni su tokom 1985 - 1988. godine. U tom pogledu, vredan pažnje je deo rezultata postignutih u Beogradu, gde treba istaći osnivanje banke podataka o mostovima i početak njenog korišćenja za potrebe planiranja i programiranja radova. Već od 1990. godine, savremeni sistem upravljanja mostovima u Srbiji je u permanentnom razvoju, i na nivou celokupne putne mreže. Na taj način, zadovoljene su osnovne organizacione i tehnološke predpostavke za racionalno održavanje putne mreže, a time i mostova.

Istraživački program, koji je u toku u Srbiji, razmatra i pitanja odnosa između projektovanja, građenja, održavanja, praćenja funkcionalnosti i naučno-istraživačkog rada, dovodeći ih u međusobnu vezu. Ako se usvoji taj pristup, može se očekivati otklanjanje uslova za propadanje mostova koji su van BMS, kao i puni uspeh rezultata uvođenja u upotrebu savremenog Sistema upravljanja mostovima u Srbiji.

3. MOSTOVI U CENTRU NIŠA

Ekonomска situacija u Srbiji, sa nizom drugih problema, kao i često nerešenih pravnih pitanja i neadekvatnog čuvanja tehničke dokumentacije, dovela je do toga da su i mostovi na gradskim saobraćajnicama Niša u prilično lošem stanju. Autor ovoga rada je, u okviru inspekcijskog pregleda mostova u centru Niša, registrovao izuzetno veliki porast oštećenja pojedinih mostovskih konstrukcija, uz alarmatni pad nosivosti, stabilnosti, a samim tim i bezbednosti konstrukcija mosta. Redovni pregledi mostovskih konstrukcija, koji se prema Pravilniku [5] obavljaju svake druge godine, od 1997. godine nisu urađeni na mostovima u Nišu. Enormno povećanje saobraćajnog opterećenja na ovim mostovima, rezultovalo je ogromnu degradaciju i ekstremno pogoršanje stanja svih konstrukcija mostova. Usled nebrige i neodržavanja došlo je do incidentnog urušavanja vitalnih konstrukcijskih elemenata.

U ovom radu, prikazana su samo dva mosta u najužem centru Niša kao ilustrativni primer permanentne nebrige i neodržavanja.

3.1. Most Mladosti

Most „Mladosti“ prevodi drumski i pešački saobraćaj preko reke Nišave, povezujući ulicu Filipa Kljajića sa Bulevarom Nikola Tesla i ulicom Ratko Pavlović u Nišu. Armiranobetonska konstrukcija mosta ima 3+2 otvora i sastoji se od tri građevinske celine: glavne rasponske konstrukcije na tri polja 14+68+14m, prilazne konstrukcije na levoj obali dužine 6,90m i prilazne konstrukcije na desnoj obali

dužine 13,70m. Projekat je uradio 1955. g. akademik profesor Dr hc Djordje Lazarević sa saradnicima prof. dr M. Ivković, prof. dr Ž. Radosavljević i ing. D. Stojadinović. Objekat je izgradila GRO Mostogradnja iz Beograda 1958. i 1959. godine. Konačna regulacija sila u zategama i ispitivanje mosta izvršeno je decembra 1960. godine i od tada je bio permanentno u funkciji. Uticaj vremena i povećano saobraćajno opterećenje značajno su razrušili konstrukcije mosta. Prikaz oštećenja i globalno stanje mosta u Sistemu upravljanja mostovima dati su u Izveštaju [1] kao i u radovima [2], [3]. Zbog opasnosti sloma obalnog stuba i pada prilazne konstrukcije na desnoj obali, most je urgentno saniran karbonskim trakama 2001. g.

3.2. Čelični most ispred Tvrđave u centru Niša

Most prevodi pešački i drumski saobraćaj preko reke Nišave i sagrađen je na mestu starog čeličnog lučnog mosta, ispred glavnog ulaza Tvrđave u Nišu. Most ima jedan otvor raspona 64m i dva sakrivena otvora (polja) na obalama po 8m. Projekat mosta je uradio prof. Jovan Canić u RO "Inženjering" Mašinske industrije Niš 1959-1960 godine. Objekat je izgradila Mašinska industrija iz Niša 1962 godine. Antikorozivna sanacija čeličnih elemenata mosta izvršena je 1991. godine.

Alarmantno povećanje degradacije i oštećenja čeličnih i armiranobetonskih elemenata konstrukcija ovog mosta kroz vreme, a samim tim i ukupnog "rejtinga" mosta u Sistemu upravljanja mostovima, zahtevalo je hitnu popravku i sanaciju pojedinih konstrukcijskih elemenata mosta, što nažalost nije uradjeno, te je usled nebrige i neodržavanja došlo do incidentnog urušavanja konstrukcijskih elemenata na delu uzvodne pešačke staze (sl)



Slika 1. Urušavanje atheziona prednapregnutih talpi konzole pešačke staze

4. ZAVRŠNE NAPOMENE

Nezavisno od impozantnih dostignuća, građevinsko konstrukterstvo ima i veoma ozbiljan i izuzetno atraktivni zadatak, da uspešno reši problem budućnosti огромнog broja postojećih objekata.

Oštećenja mostova na putevima su neprijatna ali očekivana i neizbežna pojava. Savremeni Sistem upravljanja mostovima nam pomaže kako da se ta oštećenja svedu na najmanju moguću meru, te kako, kada i kojim redosledom oštećenja treba otklanjati.

Blagovremeno održavanje uz praćenje stanja mostovskih konstrukcija, redovne popravke, rekonstrukcije i preventivne mere, daju veoma pozitivne efekte kako u tehničkom, tako i u funkcionalnom i ekonomskom pogledu. Karakterističan primer za uspešno upravljanje i održavanje mostova predstavlja "Zakon broja 5" koji je u svoju praksu uvela Australija: "Jedan ekstra dolar potrošen u fazi A je ekvivalentan uštedi od 5 dolara za troškove popravke u fazi B, ili 25 dolara za troškove popravke u fazi C ili 125 dolara za troškove popravke u fazi D". Posledice nebrige i neodržavanja mostovskih konstrukcija su još očiglednije ako se napred citirano objasni na sledeći način: Svaki dolar koji nije potrošen u fazi A, a morao je biti utrošen, koštaće 5 dolara u fazi B, a ako se ne uloži ni tada, koštaće 25 dolara u fazi C, odnosno 125 dolara u fazi D. Zbog toga održavanje mostova treba da bude preventivno i redovno. To je tehnički, organizaciono i ekonomski najpovoljnije rešenje, i u duhu je principa **održivog građenja**.

6. LITERATURA

- [1] Gligorijević M i dr: "Izveštaj o stanju mosta »Mladost» u Nišu", Institut za građevinarstvo i arhitekturu, 06 broj 26/2-17, 08.09.1997., Gradjevinski fakultet Niš, 1997. godine,
- [2] Gligorijević M: "Prikaz oštećenja armiranobetonskih konstrukcija mosta Mladost u Nišu", Zbornik radova Simpozijuma o istraživanjima i primeni savremenih dostignuća u našem građevinarstvu u oblasti materijala i konstrukcija, str. 349-354, JUDIMK, XXII Kongres, Niška Banja, Oktobar 2002. god.
- [3] Gligorijević M: "Application of the bridge management systems at the example of the »Mladost« bridge in Nis", Jubilee Scientific Conference of UACEG, pp. 161- 167, Sofia, May 2007.
- [4] Gligorijević M: "Sistem upravljanja mostovima na primeru čeličnog mosta u centru Niša", str. 123-128, Zbornik radova VI Naučno-stručnog savetovanja "Ocena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata i naselja", Divčibare, maj 2009. g
- [5] Pravilnik o tehničkim normativima za eksploataciju i redovno održavanje mostova Sl. List SRJ br.20/1992.godine.

UDK: 28.3(497.11)(045)=163.41

Otpadne vode u zaštićenim oblastima Jelašničke i Sićevačke klisure

**Milan Gocić¹,
Dragan Radivojević²,
Slaviša Trajković³**

Rezime

Cilj ovog rada je: prvo, prikazati način odlaganja otpadnih voda iz domaćinstava; drugo, predstaviti rezultate sanitarno-tehničkog nadzora; i treće, predložiti niz mera i aktivnosti koje treba da dovedu do održivog odlaganja otpadnih voda iz domaćinstava u zaštićenim oblastima.

Na osnovu nadzora i višegodišnjeg sagledavanja stanja zaključeno je sledeće: na seoskom području ne postoji propisno odlaganje otpadnih voda iz domaćinstava, otpadna voda se ispušta na ulice, poljoprivredne površine i reke, vodotoci su veoma zagadjeni otpadnom vodom, zemljište u blizini naselja se potpuno zasitilo otpadnom vodom, postoji velika opasnost od širenja zaraznih bolesti.

Predlog mera za otklanjanje nedostataka: uraditi projektnu dokumentaciju i izgraditi kanalizacione sisteme u većim selima, izgraditi propisne sanitарне septičke jame u manjim selima. Upravljanje u manjim selima koja će odlagati otpadne vode u sanitарне septičke jame treba poveriti novoformiranom opštinskom komunalnom preduzeću. U većim selima kod kojih se očekuje izgradnja kanalizacionih sistema, upravljanje tim sistemima treba poveriti JKP Naissus koje se već stara o kanalizacionom sistemu grada Niša.

Ključne reči otpadne vode, zaštićene oblasti, kanalizacioni sistemi, Jelašnička klisura, Sićevačka klisura

¹ mr Milan Gocić, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

² mr Dragan Radivojević, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

³ dr Slaviša Trajković, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

1. UVOD

Italijanska NVO Cooperazione Internazionale (COOPI) otpočela je početkom aprila 2004. godine implementaciju projekta "Poboljšanje uslova rukovođenja i kontrole hidro i resursa životne sredine Grada Niša" koji je finansiran od strane Vlade Italije preko Ministarstva inostranih poslova Italije. Projekat je pokrenut sa ciljem poboljšanja kvaliteta životne sredine Grada Niša i zaštićenih oblasti Sićevačke i Jelašničke klisure. U okviru projekta odvijale su se i aktivnosti poboljšanja rada seoskih vodovodnih sistema i rešavanja problema otpadnih voda iz domaćinstava u selima Sićevačke i Jelašničke klisure [4].

U cilju sagledavanja stanja izvršen je sanitarno tehnički nadzor u sledećim selima: Gornja Studena, Donja Studena, Čukljenik, Jelašnica, Prosek i Sićevo. Cilj ovog rada je: prvo, prikazati način odlaganja otpadnih voda iz domaćinstava sela u Jelašničkoj i Sićevačkoj klisuri; drugo, predstaviti rezultate sanitarno-tehničkog nadzora; i treće, predložiti niz mera i aktivnosti koje treba da dovedu do održivog odlaganja otpadnih voda.

2. NASELJA U ZAŠTIĆENIM OBLASTIMA

U zaštićenim oblastima Jelašničke i Sićevačke klisure nalaze se sledeća naselja koja nemaju adekvatno rešen problem odlaganja otpadnih voda: Gornja Studena, Donja Studena, Čukljenik, Jelašnica, Prosek, Sićevo, Ostrovica, Ravni Do, Kunovica i Bancarevo. Ukupan broj stanovnika u ovim naseljima je 5,240 i predstavlja oko 35% stanovništva opštine Niška Banja. Sela Gornja Studena, Donja Studena, Čukljenik i Jelašnica nalaze se u Jelašničkoj klisuri. Sela Prosek, Sićevo, Ostrovica i Ravni Do su u Sićevačkoj klisuri.

Izgradnja kanalizacionog sistema nameće se danas kao neophodnost, ne samo zbog višeg životnog standarda, već i zbog potrebe sanitarne zaštite ovih naselja. Pogotovo je to važno sada kada je do svakog domaćinstva izgradjen vodovod čime se količina upotrebljavanih voda višestruko povećava, a način njihovog odvodjenja (sengrupi, upojne jame i otvoreni kanali) je nehidrijenski. Trenutna situacija u ovim naseljima je takva da se zemljишte potpuno zasitilo otpadnom vodom i da je ugroženost stanovništva svakim danom sve veća. Producovanje ovakvog stanja otvara mogućnost pojave epidemija zaraznih bolesti.

Otpadne vode u zaštićenim oblastima Jelašničke i Sićevačke klisure

Tabela 1. Naselja u zaštićenim oblastima Jelašničke i Sićevačke klisure

Naselja	Zaštićena oblast	Broj stanovnika	Broj domaćinstava
Gornja Studena	Jelašnička klisura	400	170
Donja Studena	Jelašnička klisura	320	130
Čukljenik	Jelašnička klisura	280	100
Jelašnica	Jelašnička klisura	1,700	600
Prosek	Sićevačka klisura	600	220
Sićevo	Sićevačka klisura	1,020	340
Ostrovica	Sićevačka klisura	600	235
Ravni Do	Sićevačka klisura	100	50
Kunovica	Sićevačka klisura	100	55
Bancarevo	Jelašnička klisura	120	60
UKUPNO	-	5,240	2,060

Po svojim karakteristikama odvajaju se dva tipa naselja. Prvi tip predstavljaju sela sa malim brojem stanovnika, većinom starijih osoba, slabijeg materijalnog statusa. To su sela: Gornja i Donja Studena, Čukljenik, Ravni Do, Kunovica i Bancarevo. Drugom tipu pripadaju naselja sa relativno velikim brojem stanovnika i radno aktivnom populacijom. To su sela: Jelašnica, Prosek, Sićevo i Ostrovica.

Manja naselja

Sela Gornja Studena, Donja Studena i Čukljenik ukupno imaju oko 1,000 stanovnika koji žive u 400 domaćinstava. Ogoromna većina domaćinstava ispušta otpadne vode u reku Studenu. Kvalitet vode reke Studene dramatično se pogoršava nizvodno od svakog od ovih naselja. Kao dokaz za ovu tvrdnju mogu da posluže rezultati merenja kvaliteta vode od juna 2005. do aprila 2006. godine koji pokazuju pad kvaliteta vode na nizvodnim profilima što je direktna posledica zagadjivanja reke Studene otpadnim vodama iz domaćinstava.

Anketa sprovedena avgusta i septembra 2005. godine u navedenim selima pokazala je da maksimalno 10% domaćinstava ima septičku jamu. I te septičke jame u velikom broju slučajeva nisu napravljene na propisan način tako da predstavljaju opasnost za meštane.

Izgradnja kanalizacionih sistema je poželjna. Međutim, radi se o selima koja imaju mali broj stanovnika, u većini su staračka domaćinstva sa veoma oskudnim sredstvima za život. Meštani sa teškom mukom podmiruju osnovne komunalne troškove i u nekoj bližoj budućnosti nisu u mogućnosti da participiraju u izgradnji

kanalizacije i kasnije da plaćaju održavanje i korišćenje kanalizacionog sistema.

Ono što je možda još važnije, osnovni ekonomski pokazatelj koštanje investicije po glavi korisnika je veoma nepovoljan i bez izrade Studije o izvodljivosti očigledno je da za tako mali broj stanovnika trenutno nije ekonomski isplativa izgradnja kanalizacije.

Naravno, to ne znači da ne treba ništa uraditi na rešavanju ovog velikog problema. Potrebno je napraviti kratkoročan plan u kome će se dati smernice kako prevazići postojeći problem ispuštanja otpadnih voda.

Ovaj plan se ukratko sastoji u sledećem:

- Izgradnja propisnih sanitarnih septičkih jama za sva domaćinstva na navedenom području.
- Aktivna ekološka kampanja na podizanju svesti lokalnog stanovništva koja bi ukazivala na opasnost po zdravlje ljudi ako se postojeća situacija ne promeni.
- Aktivno učešće organa lokalne samouprave preko inspekcijskih službi i lokalnih odbora za vode koji treba da svoje nadležnosti prošire i na otpadne vode iz domaćinstava.
- Formiranje opštinskog komunalnog preduzeća koje bi se brinulo o seoskim vodovodima i o sakupljanju otpadnih voda iz domaćinstava.

Dugoročan plan podrazumeva da se uradi projekat kanalizacije za ova tri sela. Veliki problem predstavlja i zakonska obaveza prečišćavanja otpadnih voda pre ispuštanja u recipijent. Treba naknadno analizirati dve osnovne varijante. Prva je da svako selo ima svoje malo postrojenje. Druga varijanta je priključenje kanalizacije na glavni kolektor otpadnih voda. Problemi koji se javljaju kod sela Ravni Do, Kunovica i Bancarevo veoma su slični sa problemima koji su opisani u ovom poglavljju.

Veća naselja

Sićevo, Jelašnica i Prosek spadaju u veća naselja u opštini Niška Banja. U Sićevu je problem otpadnih voda iz domaćinstava posebno izražen. Značajan ideo u tome ima topografija terena. Ovo naselje smešteno je na veoma strmom terenu tako da je ugroženost domaćinstava koja se nalaze na nižem terenu velika. Pored kuća ugrožene su bašte, voćnjaci i njive.

Za naselje Sićevo planira se izgradnja kanalizacije po separacionom (odvojenom) sistemu i to tako što će se otpadne vode iz domaćinstava odvoditi zatvorenom cevnom kanalskom mrežom, a kišnica će se odvoditi postojećim rigolama pored saobraćajnica i u kasnijoj fazi ona se može modernizovati. Prema okvirnom proračunu iz jula 1992. godine ukupna vrednost radova na izgradnji kanalizacionog sistema u selu Sićevo bez postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda iznosi oko 400,000 evra.

Jelašnica je najveće naselje u Jelašničkoj klisuri i najveći zagadjivač reke Studene. Skoro sva domaćinstva koja se nalaze u blizini reke Studene ispuštaju otpadne vode direktno u reku. Većina domaćinstava koja se nalaze dalje od reke imaju septičke jame. Međutim, veoma mali broj njih je urađen na propisan način. Tako da se zemljište potpuno zasitilo otpadnom vodom i ugroženost stanovništva je svakim danom sve veća. Producovanje ovakvog stanja otvara mogućnost pojave epidemija zaraznih bolesti. Slična situacija je i u selu Prosek. Anketa urađena početkom septembra 2005. godine pokazuje da maksimalno 10% domaćinstava ima propisno urađenu septičku jamu koju povremeno prazni.

Potrebno je uraditi projekte za kanalizacione sisteme u ovim naseljima. Jedina veća dilema je da li za ove sistema izgraditi posebna postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda ili priključiti ih na glavni kolektor otpadnih voda. Problemi koji se javljaju kod sela Ostrovica su veoma slični sa problemima koji su opisani u ovom poglavljju [1].

3. UPRAVLJANJE KANALIZACIONIM SISTEMIMA

Lokalne zajednice u opštini Niška Banja nemaju dovoljno kapaciteta da na valjani način upravljaju odlaganjem otpadnih voda bez obzira da li će se to odlaganje zasnivati na septičkim jamama ili kanalizacionim sistemima.

Upravljanje u manjim selima koja će odlagati otpadne vode u sanitарне septičke jame treba poveriti novoformiranom opštinskom komunalnom preduzeću. Ovo preduzeće treba da preuzme odgovornost i za upravljanje lokalnim, seoskim vodovodima.

U većim selima kod kojih se očekuje izgradnja kanalizacionih sistema, upravljanje tim sistemima treba poveriti JKP Naissus koje se već stara o kanalizacionom sistemu grada Niša. Novoizgradjeni

sistemi biće integrirani deo jedinstvenog kanalizacionog sistema grada Niša [2, 3].

Bez obzira kome se poveri upravljanje, neophodno je proširiti nadležnosti dosadašnjih lokalnih Odbora korisnika seoskih vodovoda i na deo odlaganja otpadnih voda iz domaćinstava. Potrebno je aktivno učešće stanovništva kako bi se ovaj veliki problem na adekvatan način rešio [5, 6].

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu nadzora i višegodišnjeg sagledavanja stanja zaključeno je sledeće:

- Na seoskom području ne postoji propisno odlaganje otpadnih voda iz domaćinstava.
- Otpadna voda se ispušta na ulice, poljoprivredne površine i reke.
- Vodotoci su veoma zagadjeni otpadnom vodom.
- Zemljишte u blizini naselja se potpuno zasitilo otpadnom vodom.
- Postoji velika opasnost od širenja zaraznih bolesti.

Predlog mera za otklanjanje nedostataka:

- Uraditi projektnu dokumentaciju i izgraditi kanalizacione sisteme u većim selima.
- Izgradnja propisnih sanitarnih septičkih jama u manjim selima.
- Preuzimanje redovnog održavanja kanalizacionih sistema u većim naseljima od strane JKP "Naissus".
- Formiranje opštinskog komunalnog preduzeća koje bi se brinulo o seoskim vodovodima i o sakupljanju otpadnih voda iz domaćinstava u manjim naseljima.
- Aktivna ekološka kampanja na podizanju svesti lokalnog stanovništva koja bi ukazivala na opasnost po zdravlje ljudi ako se postojeća situacija ne promeni.
- Aktivno učešće organa lokalne samouprave preko inspekcijskih službi i lokalnih odbora za vode koji treba da svoje nadležnosti prošire i na otpadne vode iz domaćinstava.

5. LITERATURA

- [1] Branković, S., Simić, V. i Trajković, S., Hidrobiološka istraživanja reke Nišave prema Okvirnoj direktivi o vodama, Zbornik radova Gradjevinsko-arkitektonskog fakulteta 22, 143 – 148, 2007.
- [2] Branković, S. and Trajković, S., The Nišava River water quality as the indicator of the sustainable development of the city of Niš, Spatium 15 – 16, 80 -84, 2007.
- [3] Branković, S., Trajković, S. i Gocić, M., Analiza kvaliteta vode reke Nišave nizvodno od Sićevačke klisure, Zbornik radova Gradjevinsko-arkitektonskog fakulteta u Nišu 24, 179-186, 2009.
- [4] Kostić, L. i Trajković, S., Stanje i predlog mera za održivo korišćenje seoskih vodovodnih sistema u opštini Niška Banja, Nauka+Praksa 9, 9-14, 2006.
- [5] Stamenković, M. i Trajković, S., Prikaz rezultata ekološkog projekta "Niš - naše čisto dvorište", Nauka+praksa 11, 91-101, 2008.
- [6] Trajkovic, S., Kolakovic, S., and Ignjatovic, M., Public opinion survey as a form of public participation in the implementation of the Water Framework Directive- Leskovac field irrigation, Facta Universitatis, Series Architecture and Civil Engineering, 3(2), 173 -183, 2005.

ACKNOWLEDGEMENTS

The research was carried out within the three year project "Improvement of the management and control condition of water and environmental resources in the City of Nis – Serbia" (7370/COOPI/YUG). The project was financed by the Italian Ministry of Foreign Affairs, through Cooperazione Italiana, Department for Cooperation and Development, and it was implemented by the Italian NGO COOPI-Cooperazione Internazionale.

UDK: 72.01:691:502/504(045)=163.41

EKOLOŠKI MATERIJALI - KOMPONENTA ODRŽIVE ARHITEKTURE

Zoran Grdić¹
Gordana Topličić Čurčić²

Rezime

Zgrade značajno menjaju naše okruženje. Njihovom izgradnjom troši se oko 40 procenata kamena, sitnog i krupnog agregata kao i 25 procenata drvene građe. Ovi objekti troše 40 procenata energije i 16 procenata vode koja se potroši godišnje širom sveta. Veliko učešće u otpadu ima građevinski otpad. Odabiranje ekološki prihvatljivijih materijala je jedan od načina za poboljšanje ekoloških karakteristika zgrada. Simprolit blokovi, zeleni i pametni betoni, ekološke podne obloge, samočisteće staklo, niskoemisiono staklo, ekološki nameštaj su samo neki od primera mogućih ekoloških materijala. Međutim, da bi ekološki dizajn bio upotrebljiv, mora biti ekonomski opravдан.

Ključne reči: Okruženje, održiva arhitektura, ekološki materijali

1. UVOD

Većina ljudi živi u objektima koji više deluju protiv klime, nego u njenu korist. Oni su energetski neefikasni, prehladni ili pretopli i skupi za održavanje. Većina domova koristi veće količine vode od potrebnih i često su napravljeni od materijala koji loše utiču na zdravlje i životnu sredinu. Primena ekoloških materijala podrazumeva stvaranje udobnih stanova tj. individualnih objekata koji imaju minimalan uticaj na životnu sredinu, a koji će istovremeno biti ekonomičniji i zdraviji za stanovanje [1].

¹ dr, vanredni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu,
zoran.grdic@gaf.ni.ac.rs

² dr, docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu,
gordana.toplicic.curcic@gaf.ni.ac.rs

Koristeći principe "održivog" projektovanja može se izgraditi zgrada tj. individualni objekat koji štedi energiju, vodu i novac, a koji je ujedno i priјatan i udoban. Šta je to "održiva" ili "ekološka" arhitekura?

Održiva arhitektura je projektovanje i izgradnja objekta kroz duboko razmatranje o potrebama korisnika, a uz poštovanje zakona prirode. To podrazumeva maksimalno iskorишćavanje prirodnih uslova lokacije, upotrebu zdravih materijala, racionalno trošenje vode i energije za izgradnju i korišćenje objekta. [2], [3].

Naše ponašanje i način na koji gradimo životnu sredinu su povezani. Kada izgradimo dobro osmišljen "održivi" dom, moramo ga i koristiti na dobro promišljeni "održivi" način.

2. EKOLOŠKI MATERIJALI

2.1 Simprolit blokovi

Simprolit – polistirolbeton predstavlja vrstu lakog betona na bazi agregata od ekspandiranih granula polistirola. Pri tome, primena polistirolbetona u građevinarstvu nije novost već nekoliko decenija. Naime, ekspandirani polistirol je otkriven 1951. godine i vrlo brzo je počeo da se primenjuje u oblasti lakih betona. Simprolit se spravlja na bazi granula polisirola, portland cementa, vode i posebnih aditiva.

Prednosti zidanja Simprolit blokovima su:

- Zidovi od Simprolit blokova debljine 25,0 cm imaju 2,5 puta bolje termičke karakteristike od propisanih za naše klimatsko područje, pa ih nije potrebno dodatno utopljavati.
- Izgradnjom objekata Simprolit blokovima rešava se i problem protivpožarne saglasnosti, jer zid od Simprolit bloka d = 25,0 cm ima otpornost na dejstvo požara preko 180 minuta (EI 180).
- Fasadni zid od Simprolit bloka debljine 25,0 cm obostrano omalterisan, težak je svega 164 kg/m^2 zida (npr. omalterisani pregradni zid od opeke debljine 12 cm težak je 260 kg/m^2 zida).
- Zidovi zidani Simprolit blokovima su najdugovečniji od svih konkurenčkih proizvoda, jedini su koji „dišu”, otporni su na veoma visoke i veoma niske temperature. Takođe su termoizolacioni, zvukoizolacioni, paropropusni, komfortabilni, seizmootporni i ekonomični.
- Zidanjem Simprolit blokovima dobija se više od 10% dodatne prodajne neto površine unutar istih gabarita objekta.

- Rezultati mnogobrojnih istraživanja u svetu poslednjih godina pokazuju da se, kao jedinstven put povećanja kvaliteta uz istovremeno sniženje cene koštanja kvadratnog metra stambenog prostora, javlja povratak jednoslojnim konstrukcijama fasadnih zidova. Jednoslojni zidovi od Simprolita debljine samo 20 cm zadovoljavaju termičke zahteve svih klimatskih regiona Balkana, a zidovi od Simprolit blokova debljine 25 cm prevazilaze norme i preko 100%. Pri tome se koriste: Simprolit blokovi, beton za ispunu, malter za tanko malterisanje ili gletovanje i završna boja.
- Simprolit blokovi imaju izuzetno dobre i druge pokazatelje: ne upijaju vlagu, nemaju pojave glivica i buđi, zidovi „dišu“, otporni su na mraz preko 100 ciklusa, otporni su na požar preko 3 časa, seizmički su izuzetno stabilni, konstruktivno su nosivi i preko 20 spratova bez dodatnih stubova ili greda.
- U prostorijama zidanim od Simprolit blokova ne samo da se ostvaruje komfortnost življjenja, već su u potpunosti ispunjeni i svi ekološki zahtevi.
- Objekti izgrađeni Simprolit elementima pokazali su se kao najekonomičniji ne samo u izgradnji, već i u eksploataciji. Na taj način Simprolit sistem značajno utiče na pojeftinjenje kvadratnog metra prostora.
- Zahvaljujući maloj težini, zidanje Simprolit blokovima nema konkurenata kada se radi o nadogradnji postojećih objekata i izgradnji mansardi. Gde se drugim materijalima bez sanacije temelja može nadzidati maksimalno jedan sprat, primena Simprolit sistema omogućava nadgradnju dva i više spratova te iste težine.
- Kod zidova od Simprolit blokova treba istaći i jedinstvenu mogućnost kompenzacije topotnih gubitaka kada postoje zastakljeni fasadni otvori. Umesto da se povećava ili debljina zida ili broj grejnih tela, kod objekata izgrađenih u Simprolit sistemu dodaju se uložci unutar Simprolit blokova iste debljine [4].

2.2 Niskoemisiono staklo ili LOW-E staklo

Niskoemisiono staklo ili LOW-E staklo smanjuje gubitak toplote za 60 - 70% kada se uporedi sa standardnim termo stakлом. Za ove izuzetne karakteristike zaslужан je vrlo tanak ali izuzetno funkcionalan niskoemisioni film, kao i plameniti gas argon kojim je ispunjen prostor između stakala. Na površini stakla nalazi se mehani nanos tankog sloja od metalnih oksida. Deluje kao reflektor i zadržava temperaturu u prostoriji. Sloj je okrenut prema unutrašnjosti izo stakla tako da ga je nemoguće oštetići [5].

2.3 Staklo za zaštitu od sunca

Staklo za zaštitu od sunca proizvodi se kao jednostruka staklena površina ili kao izolaciono staklo. Namena mu je da maksimalno zadrži prodor energije sunčevog zračenja koja pada na staklenu površinu. Takva stakla nemaju zaštitu od blještanja.

Staklo za zaštitu od sunca može biti obojeno, tako da jače deluje apsorpcijski. Stepen emisije svetlosti staklene površine može se smanjuti i nanošenjem zaštitnog premaza. Na taj način u prostoriju dospeva manje dnevne svetlosti. Zaštitni premaz nanosi se na unutrašnju stranu spoljašnjeg stakla [8].

2.4 Samočisteće staklo

Samočisteća stakla su hidrofilne ili hidrofobne staklene površine koje se temelje na lotos – efektu. Imaju zajedničku funkciju koja se temelji na ponašanju orošavanja tečnosti na oplemenjenoj površini.

Kod hidrofobnih staklenih površina voda se odbija. Stvaraju se kuglaste kapljice koje se mogu otkotrljati i pri tome sa sobom pokupiti i čestice prašine. Hidrofobne čestice mogu se proizvoditi nanošenjem tankog organskog sloja (npr. fluorirani silani) ili proizvodnjom definisane mikrohrapavosti [7].

Hidrofilne staklene površine privlače vodu: Voda se širi u ravnomerni film koji otiče sa površine i ne ostavlja nikakav trag pri sušenju.

2.5 Ekološke podne obloge

Ekološke podne obloge dobijaju se od recikliranih materijala i otpadnih sirovina, ali i od materijala koji se kasnije mogu reciklirati i koji su biorazgradivi. Opšta svojstva ekoloških podnih obloga su:

- dobra apsorpcija buke
- ne štete čovekovom zdravlju
- mogućnost recikliranja
- cena konkurentna ceni podova od običnih materijala

Ekološke podne obloge mogu se podeliti u nekoliko kategorija zavisno od njihovih svojstava, materijala od kojeg su napravljene i od

namene prostora. Zavisno od njihovih svojstava dele se na tople i hladne.

Prema materijalu od kojeg su napravljene dele se na:

- podne obloge na bazi drveta, betona, stakla, tekstila, gume
- podne obloge na bazi materijala koji nemaju rasprostranjenu upotrebu: vlakna agave, vlakna jute, ljuške pirinča, kamena so i drugi.

Prema vrsti prostora u kome se koriste mogu se podeliti na:

- spoljašnje podne obloge (terase, balkoni, pristaništa u lukama, popločavanje oko bazena, javni objekti) i unutrašnje podne obloge (stan, kancelarija, poslovni prostor, javni objekti...)

Prilikom izbora ekoloških podnih obloga treba voditi računa o termoizolacionim svojstvima, apsorpciji buke, održavanju, ali i o tome kakvom je opterećenju pod izložen.

2.6 Ekološki nameštaj od drveta

U današnje vreme sve više se koriste materijali prirodnog porekla i izgleda, a drvo je jedan od najpopularnijih. Jedna od najvažnijih osobina drveta je što je u potpunosti biorazgradljiv i što ga je moguće reciklirati. Proizvod je dugotrajan, te na svojevrstan način štedi dalje korišćenje drvene sirovine. U zavisnosti od toga kako se drveni ekološki nameštaj dobija postoji:

- ekološki nameštaj od neprerađenog drveta bez premaza (bambus, ratan, hrast, bukva, jasen i jela)
- ekološki nameštaj od neprerađenog drveta sa premazima (bambus, ratan)
- ekološki nameštaj od prerađenog – recikliranog drveta (paneli, iverica, pluta) [5].

2.7 Zeleni i pametni betoni

Pod pojmom zeleni betoni podrazumeva se obiman projekat različitih aktivnosti racionalne potrošnje cementa, čija proizvodnja oslobađa velike količine ugljen dioksida.

Pametan beton (*Smart concrete*), je beton čiji se sastav projektuje tako da sam reaguje na delovanja i događanja u betonu i eliminiše njihove negativne uticaje. Takvi su npr. samozaceljivi beton i beton samokontrole oslobađanja toplote hidratacije [7].

Kod prvog betona se samozaceljivanje pukotina postiže ugradnjom lomljivih cevčica koje se pri pojavi pukotina lome i oslobađaju lepak koji popunjava iste.

Kod druge vrste pametnog betona samoregulisanje temperature vrši se parafinskim mikrokapsulama. Ove kapsule sadrže usporivač hidratacije cementa koji se iz kapsula oslobađa pri određenoj temperaturi betona [6].

3 PRIMERI EKOLOŠKIH KUĆA

Na izložbi "London Home Show", prikazano je nekoliko zanimljivih rešenja za ekološke kuće budućnosti. Pronalazači i konstruktori se nadaju da će nova rešenja za porodične kuće podstići ljudе da prevaziđu uvrežene ideje o stanovanju. Eksponati su bili raznovrsni: od rešenja za bolje korišćenje prostora u kuhinjama, preko kreativne upotrebe recikliranog materijala do loptaste privatne radne sobe, koja se može postaviti u bašti.



Slika 1. Kružna ekološka loptasta kuća autora Kris Snizbija

Kružna ekološka kuća prečnika 3 metra (slika 1) može se koristiti kao soba za odmor u tišini, za gledanje televizije ili kao radionica za neki hobi.

"Baštenski ofis smislio sam zato jer mislim da će u budućnosti sve više ljudi raditi kod kuće. Cena prevoza do posla i nazad neprestano raste, dok je tehnologija za rad kod kuće sve bolja. Baštenski ofis lakše razdvaja privatni od profesionalnog života", objašnjava konstruktor, Kris Snizbi.

Ekološka kuća nazvana "Pilotis" je izdignuta, kako bi se lakše u njoj regulisala temperatura (slika 2).



Slika 2. Ekološka kuća „PILOTIS“

„Pilotis“ znači da kuća stoji na stubićima, iznad zemlje, što joj samo po sebi pomaže da se greje i hlađe u zavisnosti od okoline. Sagrađena je 90 odsto od reciklirane drvene građe i drugog recikliranog materijala u svakodnevnoj upotrebi”, kaže direktor firme „Pilotis” Robert Gaukroger. Zidovi ove kuće dobro su izolovani, što znatno smanjuje troškove hlađenja i grejanja.

Da li ćemo jednoga dana zaista živeti u ovakvim kućama? Arhitekta Skot Braunrig kaže da je ključ u štednji energije [7].

4 ZAKLJUČAK

Većina konstruktivnih građevinskih materijala su proizvodi rudarske industrije: čelik, aluminijum, cement, glina, pesak, kamen itd. Iskop ovih sirovina za preradu u materijale za gradnju se obično obavlja na način koji ima značajno nepovoljan uticaj na okolinu.

Sirovine jednom ekstrahovane iz tla konačno su potrošene, dakle neobnovljive i moraće se naći alternativa za njih u budućnosti. Pretvaranje sirovina u građevinski materijal ili proizvod zahteva opsežne proizvodne procese, od kojih su neki energetski intenzivni, dok drugi zahtevaju različite stepene tehnološke intervencije. Osim toga, proizvodnja materijala odvija se najčešće na izvoru sirovina, što zahteva transport materijala i proizvoda na gradilišta.

Eko građevinski materijali su oni materijali koji imaju manji uticaj na okolinu, zahtevaju manje energije i manju tehnološku obradu, dopremaju se iz lokalnih izvora, poreklom su obnovljivi (drvo, bambus, prirodna vlakna, itd.) ili su u svom sastavu visoko reciklirani.

Održivi materijali trebaju imati vrhunska svojstva u pogledu stabilnosti, topotnih karakteristika i održavanja.

Primena ekoloških materijala je neophodna. Propisi i cene resursa primoraće nas da sve više koristimo obnovljive tj. reciklirane materijale [9].

5 LITERATURA

- [1] "Arhitecture week" The new magazin of design and building, No 421, 22. september 2010.
- [2] Andrea Deplazes: "Constructing, Architecture, Materials Processes, Structures" *Birkhause 2005*, ISBN 3764371897
- [3] Alanna Stang, Christopher Hawthorne "The green house: New directions in Sustainable Architecture", *Paperback, 28.04.2010.*
- [4] Carol Venolia, Kelly Lerner "Natural remodeling for the Not - So – Green House", *Lark Books* , New York, 2006
- [5] Janet Sobesky, "Natural style decorating with an earth – friendly point of view", *Creative Homeowner*, 2008.
- [6] Jovo Beslać, Dubravka Bjegović, Ružica Rosković, "Inovativni materijali i tehnologije u građenju i održavanju betonskih konstrukcija", *GRAĐEVINAR 57 (2005) 4*, 247-255
- [7] Paul Scheerbart Carol Venolia, Kelly Lerner "Natural remodeling for the Not - So – Green House", *Lark Books* , New York, 2006.
- [8] "The Gray Cloth: A Novel on Glass Architecture": *MIT 2003*, ISBN 0262692961
- [9] Rebecca Proctor,"1000 New ECO Designs and Where to Find Them", *Laurence King*

UDK: 624.014.2:624.046:624.074.43(045)=163.41

GRANIČNA ANALIZA, USLOVI OPTIMUMA I PRIMERI DIMENZIONISANJA METALNIH LJUSKI

Tomislav S. Igić¹
Dragana Turnić²

Rezime

U delu ovog rada ukazano je na graničnu analizu kružnih cilindričnih luski za složeniji vid opterećenja. Izvedeni su uslovi optimuma dimenzionisanja metalnih, cilindričnih luski u oblasti plastičnosti, sa funkcijom cilja minimalne cene. Koristeći rezultate i iskustva prvog autora ovog rada, uradjeni su originalni primeri. Dobijena su rešenja jednog broja tih problema u analitičkom obliku. Složeniji primeri lusko i odgovarajućih opterećenja su rešeni primenom numeričkih metoda. Odredjeni dobijeni rezultati potvrđeni su i eksperimentima izvedenim u laboratorijama Politehničkog fakulteta u Monsu u Belgiji.

Ključne reči: optimalno dimenzionisanje, granična analiza, metalna luska, eksperiment.

1. UVOD

U ovom radu su tretirani problemi granične analize i optimalnog dimenzionisanja metalnih luski. Za opterećenje je uzet jednoliki unutrašnji pritisak, kao i hidrostatičko opterećenje. Originalan teorijski deo ovih problema izložiće se u sažetom obliku, a biće data i numerička rešenja koja u ovoj oblasti egzistiraju u veoma malom broju. Ukazuje se i na eksperimentalnu proveru ovde datih postavki i rezultata.

¹ Dr, redovni profesor, Građevinsko-arkitektonski fakultet u Nišu

² Dipl. ing. arh, Građevinsko-arkitektonski fakultet u Nišu

2. TEORIJSKE OSNOVE PROBLEMA OPTIMALNOG DIMENZIONISANJA METALNIH LJUSKI

Posmatrajmo cilindričnu lјusku tipa "sendvič" koja sadrži jezgro debljine H i listove debljine h . Materijal je kruto plastičan sa uslovom plastičnosti izraženim heksagonom HODGE-a. Napon plastičnog tećenja je σ_0 .

Lјuska je dužine L , poluprečnika srednje površine R , a opterećena je rotaciono simetrično unutrašnjim pritiskom p .

Uslovi oslanjanja su zadati tako da posmatrana konstrukcija može da izdrži dato opterećenje u graničnom stanju plastičnosti. Uslov optimuma je dobijen u obliku

$$\frac{M \cdot W'' + \frac{NW}{R}}{h} \leq k,$$

gde su: W - pomeranja lјuske u poprečnom smislu,
 M - momenat savijanja, N - normalna sila .

Za konzolnu lјusku dužine

$$L \leq \frac{\pi}{3} \sqrt{RH},$$

posmatrajući mehanizam loma, dobijamo

$$W'' + \frac{W}{RH} = \frac{k}{\sigma_0 H}.$$

Iz ove jednačine i konturnih uslova, ima se

$$W = \frac{kR}{\sigma_0} (1 - \cos \omega x), \quad \text{gde je} \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{RH}}.$$

Za dužinu lјuske

$$L > \frac{\pi}{3} \sqrt{RH} \quad \text{je} \quad W'' - \omega^2 W = -\frac{k}{\sigma_0 H},$$

Odnosno,

$$W = \frac{\alpha R}{\sigma_0} [\sin \omega x_1 sh \omega(x - x_1) - \cos \omega x_1 ch \omega(x - x_1) + 1]$$

Mehanizam loma postaje takav da je

$$\frac{W_2''}{W_2/R} \leq -\frac{0.5N_0}{M_0} \quad \frac{dW_2}{dx} = 0, \quad W_2 = \frac{kR}{2\sigma_0}.$$

Dužina ljuške (videti[5]) je ovde

$$\frac{\pi}{3}\sqrt{RH} < L_2 \leq 1.691\sqrt{RH}.$$

Za treći slučaj ima se

$$L > 1.691\sqrt{RH} .$$

Numerički primer 1

Rotaciono simetrična ljuška je opterećena složenijim tipom opterećenja - hidrostatičkim opterećenjem intenziteta po.

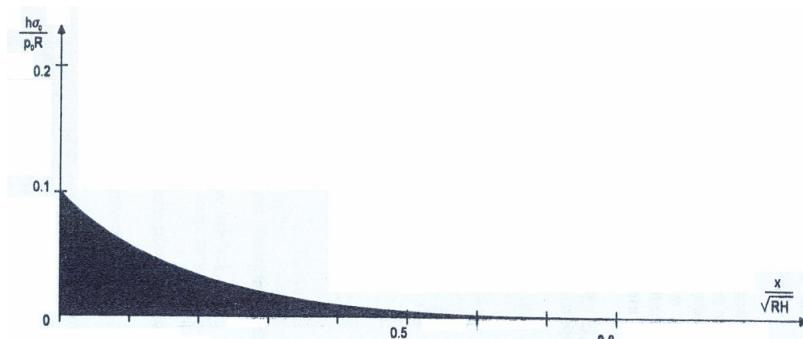
Za slučaj ove kratke ljuške dobija se optimalno rešenje u analitičkom obliku

$$h \frac{p_o R}{\sigma_o} \left(1 - \frac{x}{L} - \frac{\sin \omega(L-x)}{\omega L} \right) .$$

Sračunata je , takođe, vrednost minimalne zapremine u obliku

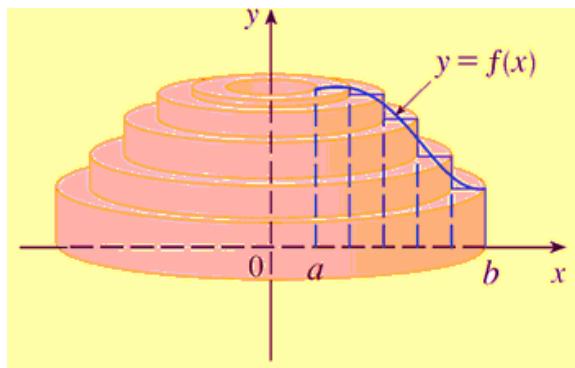
$$v = \frac{4\pi R^2 p_0}{\sigma_0} \left(\frac{L}{2} + \frac{\cos \omega(L-1)}{\omega^2 L} \right) .$$

Na slici 1 prikazano je rešenje za ljušku dužine $L = 0.8 \cdot \sqrt{RH}$.



Slika 1

3. USLOVI PLASTIČNOG DIMENZIONISANJA MINIMALNE CENE PUNIH METALNIH CILINDRIČNIH LJUSKI



Slika 2

Neka je zadata cilindrična ljska čija je srednja površina poznata, a isto tako poznati su i uslovi oslanjanja.

Materijal koji sačinjava ljsku je kruto plastičan.

Geometrijska shema ljske (Sl. 2.) podeljena je na n prstenova ogranicenih poznatim apscisama tako da svaka zona ima konstantnu debljinu.

Posmatramo dimenzionisanje izraženo preko debljina prstenova ljske e_i i koje se pod opterecenjem $p(x)$ nalazi tačno na granici loma.

Uslovi optimuma su dobijeni u obliku

$$\frac{\partial D_i}{\partial e_i} \leq \left| \frac{dc}{de} \right|_{e=e_i} A_i, \quad e_i = e_{\inf}, \quad \frac{\partial D_i}{\partial e_i} \geq \left| \frac{dc}{de} \right|_{e=e_i} A_i, \quad e_i = e_{\sup}, \quad \frac{\partial D_i}{\partial e_i} = \left| \frac{dc}{de_i} \right|_{e=e_i} A_i,$$

odnosno,

$$A_i \frac{\partial c_i}{\partial e_i} = \frac{\partial D_i}{\partial e_i}, \quad A_i \frac{\partial c_i}{\partial e_i} \geq \frac{\partial D_i}{\partial e_i}, \quad A_i \frac{\partial c_i}{\partial e_i} \leq \frac{\partial D_i}{\partial e_i} .$$

Predhodni uslovi su identični dovoljnim uslovima za relativni minimum cene punih ljski ovoga tipa i prvi put su izvedeni od strane Igića [5].

4. OPTIMALNO PLASTIČNO DIMENZIONISANJE KRUŽNO CILINDRIČNE PUNE LJUSKE SASTAVLJENE IZ PRSTENOVA KOJA JE IZLOŽENA DEJSTVU JEDNAKO PODELJENOG UNUTRAŠNJEG PRITiska

Iz uslova oslanjanja, kontinuiteta presečnih sila i uslova simetrije, posle odredjenih transformacija dobija se

$$(1 - \frac{P_s}{E_1} - \frac{S_{ki}}{2} (\frac{E_2}{E_1})^2) \cos\{x_1 \sqrt{\frac{2}{E_1}}\} - (1 - \frac{P_s}{E_1}) - (\frac{E_2}{E_1})^2 \sqrt{\frac{E_1}{E_2}} (0.5 - \frac{P_s}{E_2}) \sin\{x_1 \sqrt{\frac{2}{E_1}}\} \sin\{(x_2 - x_1) \sqrt{\frac{2}{E_2}}\} = 0$$

$$(0.5 - \frac{P_s}{E_2}) (\cos\{(x_2 - x_1) \sqrt{\frac{2}{E_2}}\} - 1) + \frac{S_{ki}}{2} - 0.5 = 0 .$$

Za rešavanje ovog problema sačinjen je program na računaru. Sa jedne strane, rešavanje numeričkim postupkom je olakšano jer je realnost i praktičnost problema upućivala na određena ograničenja i polazne vrednosti. Sa druge strane, složenost se iskazivala u tome što nije bilo jednostavno odrediti oblast gde postoji rešenje, tj. gde je isto statički prihvatljivo. Sračunate su i vrednosti sila u presecima.

Ima se

$$\begin{aligned} \bar{D}_1^{(1)} (4.5 \sqrt{\frac{E_1}{2}} \cos\{x_1 \sqrt{\frac{2}{E_1}}\} + 1.5 x_1 \cdot \sin\{x_1 \sqrt{\frac{2}{E_1}}\} - 3 \sqrt{\frac{2}{E_1}}) - 2 x_1 \\ - \bar{D}_1^{(2)} E_1 \sqrt{\frac{2}{E_2}} \cos\{x_1 \sqrt{\frac{2}{E_1}}\} + D_2^{(2)} E_1 \sqrt{\frac{2}{E_2}} \sin\{x_1 \sqrt{\frac{2}{E_1}}\} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{D}_1^{(2)} (4.5 \sqrt{\frac{E_2}{2}} \cos\{x_2 \sqrt{\frac{2}{E_2}}\} - 3 \sqrt{\frac{E_2}{2}} \cos\{x_1 \sqrt{\frac{2}{E_1}}\} + 1.5 x_2 \sin\{x_2 \sqrt{\frac{2}{E_2}}\}) - x_1 \sin\{x_1 \sqrt{\frac{2}{E_2}}\} + \bar{D}_2^{(2)} (\\ 3 \sqrt{\frac{E}{2}} \sin\{x_1 \sqrt{\frac{2}{E_2}}\} - 4.5 \sqrt{\frac{E_2}{2}} \sin\{x_2 \sqrt{\frac{2}{E_2}}\} + 1.5 x_2 \cos\{x_2 \sqrt{\frac{2}{E_2}}\} - x_1 \cos\{x_1 \sqrt{\frac{2}{E_2}}\}) - 2(x_2 - x_1) = 0 . \end{aligned}$$

Sračunate su i promene pomeranja tokom vremena te je, na ovaj način, rešenje kompletno u smislu teorije granične analize.

Numerički primer ljske sa tehnoškim ograničenjima

Ovde se prikazuje poslednja iteracija koja obuhvata resenja za E_1 i E_2 i vrednost zapremine. Prema posebnom programu su odredjene vrednosti brzina pomeranja i nagiba u desetinama dužina prstenova ljske. Rezultati proračuna su sledeći:

KSI=0.743	KSI LIMITE=0.742	EPS=0.0001	X1=0.08	X2=0.16	PS=0.035
-----------	------------------	------------	---------	---------	----------

KSI	E2	E1	KSIxE2xE2	E1xE2	VOLUME
0.7429	0.03073	0.02635	0.000701410	0.000694219	0.004566007
0.7428	0.03072	0.02636	0.000701118	0.000695064	0.004566942
0.7427	0.03071	0.02638	0.000700826	0.000695907	0.004567874
0.7426	0.03071	0.02640	0.000700534	0.000696753	0.004568809
0.7425	0.03071	0.02641	0.000700242	0.000697590	0.004569744
0.7424	0.03071	0.02643	0.000699947	0.000698453	0.004570687
0.7423	0.03070	0.02644	0.000699653	0.000699302	0.004571624
0.7421	0.03070	0.02646	0.000699363	0.000700150	0.004572559
	0.03069	0.02648	0.000699072	0.000700999	0.004573497

Sračunate su i vrednosti za ljudsku konstantne debljine prema formuli

$$(0.5 - \frac{P_s}{E})(\cos \alpha - 1) - 0.5 = 0 ,$$

što je omogućilo upoređivanje ljudski i sračunavanje ušteda.

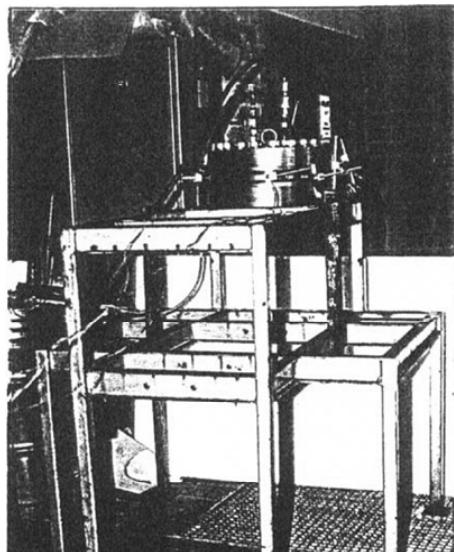
X1	0	0.07	0.095	0.11	0	0.09	0	0.085	0
X2	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16
E1	-	0.02638	0.02961	0.03096		0.02861		0.02755	-
E2	0.0332	0.034	0.0345	0.0344	0.0321	0.033	0.031	0.0321	0.0298

Eksperimentalna potvrda

Postojao je veoma mali broj eksperimenata za slučajeve granične analize ovakvih konstrukcija. Izmedju ostalih, Drucker, M. Save, Augusti i Augustini su izvršili prve opite. Za probleme granične analize, mi upućujemo čitaoca na [6] za složenije slučajeve opterećenja.

Koncept, postavku eksperimenata, kao i kompletну teorijsku osnovu sastavio je Igić (konsultativno sa Guerlement-om) na Politehničkom fakultetu u Monsu, Belgija za optimalno plastično dimenzionisanje ljudski sa tehničkim ograničenjima. Na tom

fakultetu je pod mentorstvom Guerlement-a Kuam izveo prve takve eksperimente.



Slika 3

Hipoteze teorije optimalnog plastičnog dimenzionisanja ljuški su u njima potvrđene.

5. ZAKLJUČAK

Izvedeni su uslovi optimuma rotaciono simetričnih ljuški sastavljenih iz prstenova različitih debljina. Tretirani su tipovi "sendvič" ljuški, kao i punih ljuški koje su bliske realnim ljuuskama.

Rešeni su problemi optimalnog dimenzionisanja ljuški korišćenjem softverskog paketa koji je razvijen za rešavanje tih problema iterativnim postupkom.

Deo dobijenih rezultata je poslužio kao osnova za seriju eksperimenata. Ti opiti su izvedeni u laboratorijama Politehničkog fakulteta u Monsu, Belgija i potvrdili su naše rezultate.

6. LITERATURA

- [1] Save M. and Prager W. (editors), Structural optimization, Vol.1, Plenum Press, New York, 1985.

- [2] Igić T. , Lamblin D.O., Guerlement G.: Granična analiza cilindrične ljske ukrštene na jednom, a slobodno oslonjene na drugom kraju, 18. Jugoslovenski kongres teorije i primenjene mehanike, Vrnjačka Banja, 1988.
- [3] Save M., Massonet C., Limit Analzsis and Design of Plates, Shells and Disks, North – Holland Pub. Co. Amsterdam, 1972.
- [4] Lamblin, D.O., Guerlement G., Cinquini C., Analyse Limite des coques cylindriques par la programmation lineaire, Journal de mecanique, vol.20, n.2, 1981.
- [5] Igić T, Doprinos optimalnom dimenzionisanju konstrukcija, Gradjevinski fakultet, Niš, 1980.
- [6] Guerlement G., Igić T., Lamblin D. O., Granična analiza i optimalno plastično dimenzionisanje ljske uklještene na jednom a slobodne na drugom kraju pod dejstvom hidrostatickog pritiska, 3. Jugoslavenski simpozij o teoriji plastičnosti, Plitvička jezera, Jugoslavija, 1983.
- [7] Tiago M. Rocha, José F. Meireles, Jorge C. Ambrósio , António C. Pinho, Updating of Coarse Finite Elements Structural Models For Dynamic Analysis Identified by Complex Model Results, 7th EUROMECH Solid Mechanics Conference J. Ambrosio et.al. (eds.) Lisbon, Portugal, September 2009.
- [8] Kouam M., Contribution a l' analyse limite et au dimensionnement optimal des coques cylindriques, These de Doctorat, Faculte Polytechnique , 1983.

UDK: 721.4:72.01(045)=163.41

PRIMENA ATRIJUMSKE FORME ZGRADA U PROJEKTOVANJU OBJEKATA INDUSTRIJE

Ljiljana Jevremović¹

Rezime

Atrijumske forme objekata javljaju se još u antičko doba. Primenjivost ovog koncepta ispitana je u praksi do sada u brojnim tipovima objekata različitim i po funkciji i po prostornim karakteristikama. Rad se bavi objektima industrije koji se danas projektuju i grade kao savremeni objekti koji moraju da zadovolje sve složenije i strožije zahteve. Projektantima se nameće kompleksni uslovi, od racionalne organizacije prostora, potrebe za stvaranjem maksimalnog komfora i humanog ambijenta, do karakterističnog vizuelnog identiteta. Cilj analize je da se ispitaju mogućnosti atrijumskih zgrada, kao tipološko rešenje, u ispunjavanju datih uslova. Analizirano je nekoliko objekata savremenih autora koji pripadaju objektima industrije a kod kojih je primenjena atrijumska forma. Primeri arhitektonskih objekata koji koriste ovu formu koriste se dalje u diskuriji o modelima primene ove forme u koncipiranju industrijskog objekta. Na kraju rad donosi zaključak o karakteristikama i specifičnostima primene atrijumskog koncepta u projektovanju industrijskih objekata, ograničenjima i nedostacima ali se ističu i pozitivni aspekti realizacije ovakvog koncepta u skladu sa savremenim pristupima i trendovima u projektovanju.

Ključne reči: *atrijum, projektovanje, industrija, arh. koncept, forma*

1. UVOD

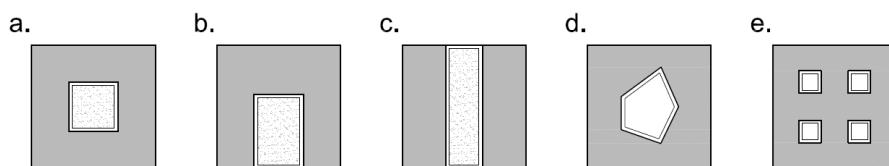
Savremeni trendovi projektovanja i građenja industrijskih objekata, tj. objekata za proizvodnju danas nameću sve brojnije i složenije zahteve. Ako su se u početku ovi objekti razvijali kao strogo

¹ Ljiljana Jevremović, dipl. ing. arh. , stipendista MNTR

funkcionalna postrojenja sa fokusom na tehnološke zahteve proizvodnje, racionalnost i ekonomičnost, danas oni evoluiraju u moderne objekte kod kojih su postizanje komfora i humanog ambijenta ali i estetike i vizuelnog identiteta objekta, osnov uspešne realizacije projekta. Forma industrijskih zgrada se vremenom menjala i evoluirala, graditelji su istraživali sa različitim konceptima ne bi li što adekvatnije odgovorili na postavljene zahteve, pa tako danas imamo nekoliko prepoznatljivih sistema gradnje. To su paviljonski, blok, tj. kompaktni sistem, kao i mešoviti sistem. [3] Atrijumska forma industrijskog objekta uglavnom se prepoznaće kao podsistem mešovitog sistema.

2. DEFINISANJE MODERNOG ATRIJUMA

Forma atrijuma u graditeljstvu poznata je još iz perioda antike, gde je srećemo uglavnom kod stambenih objekata. Kroz istoriju ona je evoluirala, a primena proširena gotovo na sve tipove objekata. Danas su poznata dva oblika atrijuma, otvoreni i zatvoreni (zastakljeni). Dok je otvoreni atrijum (engl. courtyard) zadržao karakteristike antičkog atrijuma, to je potpuno otvoren prostor okružen sa svih strana objektom, kod nas u literaturi se može naći i pod nazivom unutrašnje dvorište, zatvoreni atrijum (engl. atrium) predstavlja prostor unutar objekta koji je pokriven, obično zastakljen, i proteže se kroz sve etaže u objektu tako povezujući ih u jedan vazdušni prostor. Zatvoreni atrijum, međutim, retko se sreće kod industrijskih objekata², te će za dalju analizu biti karakteristično ispitivanje primene otvorenih atrijuma u arhitekturi industrijskih zgrada.



Slika 1. Forme atrijuma: a. centralizovan ili četvorostran; b. poluzatvoren ili trostran; c. linearan, d. nepravilan, e. multiatrijum

Po formi i položaju u objektu atrijume možemo klasifikovani u nekoliko generičkih tipova (Slika 1). Osnovne atrijumske forme, centralizovan, poluzatvoren ili linearan su generalno odgovarajući i za

² Razlog leži u činjenici da povezivanje više etaža u jedan vazdušni prostor uglavnom nema opravdanja kod industrijskih zgrada jer doprinosi dodatnom opterećenju zgrade požarom, bukom, itd.

manje i jednostavne zgrade kao i za velike komplekse. Međutim moguće je formirati i kompleksnije forme, višestrane, nepravilne ili pak formirati veći broj atrijuma unutar objekta. Atrijum može biti i asimetrično postavljen u odnosu na volumen objekta i ne mora da prati formu i oblik spoljne fasadne linije (d.).

Atrijumski koncept rešenja objekta tradicionalno se koristi zbog benefita u dnevnom osvetljenju, pasivnom grejanju i hlađenju, ali se iskorišćavaju i zbog prostornih organizacionih kvaliteta. Centričan atrijum je normalno postavljen po dubini osnove objekta, da bi omogućio prirodnom svetlu da dopre do centralnih zona objekata. On tako efikasno funkcioniše kao centralno organizacioni ili komunikacioni element istovremeno postajući fokalna tačka za brojne aktivnosti. Ipak sve ovo je loše ako atrijum nije pravilno projektovan i sagledan. Održivost primene ove forme zasnovana je na pretpostavci da ona može adekvatno da odgovori na sve zahteve u projektovanju, realizaciji i eksploraciji objekta. Da bi to bilo moguće treba sagledati mogućnosti i prednosti koje daje ovaj koncept ali i nedostatke i ograničenja sa kojima se moramo suočiti. Analiza se odnosi na karakteristike urbanističkog rešenja atrijumskih objekata u industriji, zatim na glavne konstruktivne aspekte rešenja, kapacitete u rešavanju saobraćaja i ostalih komunikacija, odnos prema zahtevima tehnološkog procesa koji se u odvija u objektu, kao i na karakteristike humanog komfora i ambijenta koji atrijum stvara. Odabrani primeri reprezentuju najčešće forme atrijuma u industriji (centralizovani i polu-atrijum), kod kojih je primenjen atrijumski koncept umnogome definisao i odredio rešenje.

3. PRIMENE FORME ATRIJUMA U INDUSTRIJI

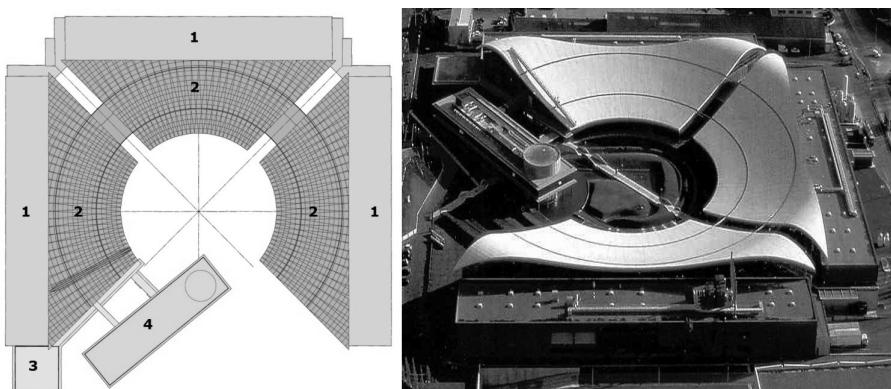
3.1. Fabrika L`oreal u Aulnay-sous-Bois (Francuska)

Autori kompleksa su francuski arhitekti Denis Valode i Jean Pestre koji su za kozmetičku kompaniju L'oreal projektovali rešenje 1992. godine. Projektantski program pored proizvodnog dela obuhvata skladištenje sirovina i gotovih proizvoda kao i istraživački centar sa administrativnim blokom.

Kompleks je projektovan kao polu-zatvoreno atrijumsko rešenje karakteristične forme krova. Projektanti nisu imali na raspolaganju prostranu lokaciju, što je uzrokovalo visok stepen zauzetosti lokacije. Autori se odlučuju za relativno zatvorenu formu koja maksimalno koristi kapacitete lokacije. Atrium je otvoren jedino na strani administrativnog dela, gde položaj objekata dozvoljava dublje vizure u unutrašnjost

kompleksa. Funkcionalno, spoljnu liniju kompleksa čine magacini i pomoći prostori, povezani sa obimnim saobraćajnicama, dok je ka unutrašnjem dvorištu orjenitisan proizvodni deo kompleksa. Obimni objekti, karakteristično zatvorenih fasada sa manjim prozorskim otvorima, obezbeđuju privatnost centralnom delu kompleksa – jezgru fabrike. Unutrašnji objekti kompleksa rešeni su mnogo raskošnije uključujući i centralno unutrašnje dvorište – vrt. Sve vertikalne fasade proizvodnog objekta rešene su transparentno, u staklu, sa pogledom na vrt u atrijumu, što stvara prijatan i maksimalno osvetljen ambijent u proizvodnom pogonu. Formalistički dizajn dominantne forme krova nije nimalo naškodio funkcionalnom rešenju fabrike. Svi proizvodni pogoni smešteni su pod krovom prostorno-površinskog nosača; tehnološki proces je ispoštovan formiranjem linijske šeme koja prati oblik fabričkog pogona u osnovi – oblika Π ; a povezanost udaljenih prostora je uvećana uvođenjem dijagonalne komunikacije kroz centralni atrijum.

Rešenje je podržalo namjeru investitora da stvore arhitektonski simbol kompanije. Asocijacija na oblik cveta sa proizvođačem kozmetike možda je očigledna, ali ovde ona postaje više neka abstrakcija nego figurativna referenca u bilo kom smislu.



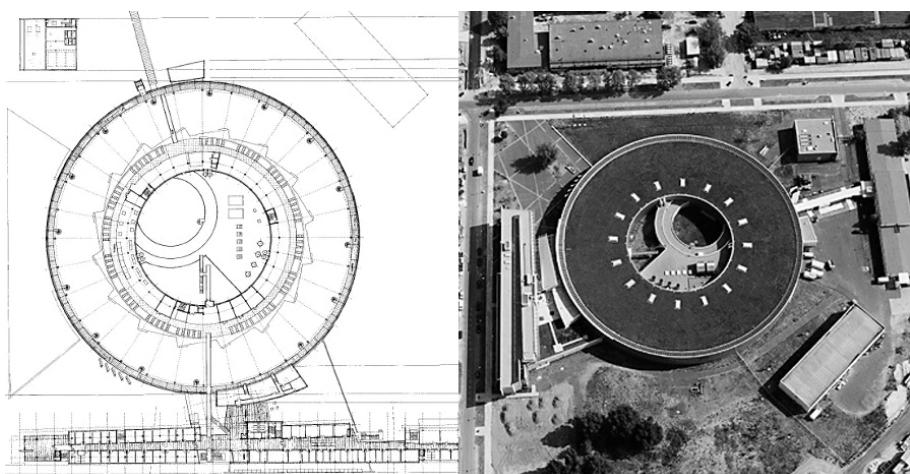
Slika 2. Levo: funkcionalna šema kompleksa - 1. skladišta, 2. proizvodni pogon, 3. radnički blok, 4. administracija i laboratorije; Desno: Fotografija kompleksa L'oreal fabrike u Francuskoj [1]

3.2. BESSY II – Tehnološki centar, Berlin (Nemačka)

Kompleks tehnološkog centra koji su projektovali Brenner&Partner, 1997. godine, predstavlja deo obnovljenog područja jugoistočnog Berlina namenjen razvoju tehnologije i nauke. Deo ovog kompleksa je zgrada namenjena tehnološkom razvoju i istraživanjima na polju zračenja.

Objekat je karakteristične forme prstena, u kome se prepoznae centralizovan atrijumski koncept. Arhitekti ovom formom postižu primernu simbiozu naučnog istraživanja i arhitekonske ekspresije, jer zgrada dosledno reflektuje tehničke funkcije koje se odvijaju unutar nje. Prstenasta hala čini centralni deo kompleksa koji još čine prateći objekti-sateliti pasarelama povezani sa glavnom halom. To definiše i glavne komunikacije u kompleksu zrakasto orientisane prema hali. Unutrašnje komunikacije su koncentrične, kružne, dok se poprečne komunikacije kao i u prethodnom slučaju (L'oreal) odvijaju delom i kroz atrijum. Trakasti prozori na inače punoj fasadi povezuju prstenastu halu sa spoljnjim okruženjem, dok su servisne prostorije i kancelarije orijentisane ka atrijumu gde je fasada transparentnije rešena.

Rešenje karakteriše formalistički dizajn koji pored funkcionalnog opravdanja ima i ulogu nosioca fizičkog identiteta prostora koji tako postaje prepoznatljiv i karakretističan (danas široko poznat pod nazivom „Berlin Ring“). Jednostavna, futuristička forma, takođe je u savršenom skladu sa karakterom prostora jednog tehnološkog centra.



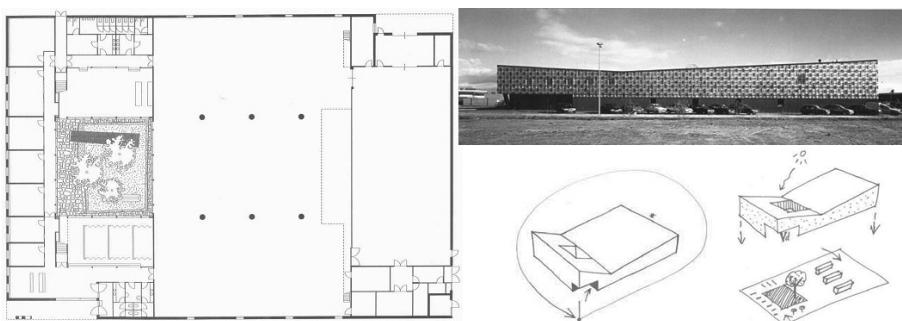
Slika 3. Levo: Osnova glavne prstanaste hale u kompleksu; Desno: Fotografija kompleksa BESSY II u Nemačkoj [2]

3.3. Štamparija Veenman, Ede (Holandija)

Objekat Veenman štamparije u Ede projektovali su Neutlings Riedijk Architects 1995. godine. Štamparija je koncipirana kao integrisani objekat koji samostalno stoji na parceli unutra tipične poslovno-industrijske zone grada. Rešenje koristi atrijumski koncept sa

asimetrično postavljenim kvadratnim atrijumom koji je i svojom pozicijom podelio funkcionalne zone u objektu – administrativni i proizvodni deo.

Funkcionalna organizacija objekta oslanja se na organizaciju oko unutrašnjeg dvorišta - atrijuma koji osvetljava i ventiliše centralne delove objekta, radni prostor sa jedne strane i hodničke komunikacije i salu za sastanke sa druge. Preko njega su ovi različiti sektori i u međusobnom vizuelnom kontaktu. Atrijum formira kontrakunkt okužujućem radnim prostorijama i kreira prijatnu radnu klimu koja je u dodiru sa okuženjem i prirodom. Da bi izbegli tradicionalnu podelu između „belih i plavih mantila“, arhitekti su se opredelili i za kontinualnu fasadnu opnu zgrade koja ne pravi razliku između radnih, proizvodnih prostorija, skladišta i administrativnih kancelarija. Da bi naglasili kontinuitet i kompaktnost objekta, krovne ravni su samo blago nagnute diskretno nagoveštavajući podelu prostora, dok je pri tom zanemareno postojanje atijuma a time dodatno naglašena privatnost, intimnost ovog prostora. Volumen je uvučen na dva mesta, da naglasi ulazna mesta u objektu. Kod glavnog ulaza, koje je obeležen sa nosećim logoom kompanije, i ulaz za izdavanje robe. Ovo zajedno sa krovnim vencem oblika V doprinosi upečatljivom volumenu.



Slika 4. Levo: Osnova štamparije; Desno (gore): Fotografija glavne fasade sa prilaznog puta; Desno (dole): Skice objekta štamparije [4]

4. DISKUSIJA

Atrijumski koncept rešenja industrijskih objekata ovde je razmatran teoretski i kroz primere nekoliko izvedenih objekata. Analiza teoretskih modela koji pripadaju osnovnim modelima direktno ukazuju na glavne odlike koncepta koji se u praksi primenjuje u izvedenoj formi sa varijacijama ili kao međurešenja čistih teoretskih modela.

Primena atrijumskog koncepta kod industrijskih objekata u mnogome već unapred definiše karakter njegovog urbanističkog

rešenja. Pored karakteristične kompozicije i forme, ovaj koncept nameće funkcionalno rešenje spoljašnjih komunikacija periferno, oko objekta, sa tačkastim pristupom ili po čitavom obimu. Druga odlika urbanističkog rešenja atriumskog objekta jeste stroga podela na spoljašnje i unutrašnje dvorište. Slobodan prostor, po obimu objekta, ima karakter javnog prostora, vidljivog i dostupnog svima, dok je unutrašnje dvorište sakriveno od pogleda javnosti, internog karaktera i pruža intimnu atmosferu, osigurano od nepoželjih pogleda i upada. Ova dvorišta se tradicionalno koriste kao produžeci unutrašnjih prostorija objekta a u industrijskim objektima, mogu se koristiti kao prostori za odmor radnika.

Unutrašnji saobraćaj kod atrijumskih objekata ima jednu karakterističnu odliku - diskontinualnost prostora u pojedinim pravcima, što nameće organizaciju glavnih unutrašnjih komunikacija, koncentrično u odnosu na atrijum, dok su poprečni putevi sekundarni. Ovaj izražen problem može se amortizovati adekvatnim prostornim rasporedom, i funkcionalnom organizacijom ili pak projektovanjem poprečnih veza kroz atrium. Atrijumski koncept nudi dobru mogućnost racionalizacije transporta, jer podrazumeva postojanje kružnog toka, tj. ciklične dinamike transporta koja odgovara većem broju funkcionalno-tehnoloških šema proizvodnje.

Atrijumski koncept nije konstruktivno specifičan i zahtevan, te nema mnogo ograničenja u konstrukciji nosećih elemenata. Mogu se izdvojiti dve kategorije rešenja. Prvi tip rešenja ima konstrukciju centrično postavljenu u odnosu na atrium. Ovde atrium ima ulogu „žižne“ tačke, a konstrukcija predstavlja manje-više jedan radikalni sistem. Karakteristika ovako postavljenog nosećeg konstruktivnog sistema jeste sloboda i racionalnost u modelovanju konstrukcije (tipizacija) kojom se postiže željena forma objekata kao celine. Ovako oblikovana konstrukcije ima mogućnost formiranja atrijuma bez obzira na njegovu dimenziju, proporciju pa i oblik. Drugi način komponovanja konstrukcije jeste „negacija atrijuma“. Konstrukcija prati neku osnovnu matricu objekta, tj. formira sopstveni sistem; atrijumi se formiraju kao otvoreni prostori unutar, obično, jednog konstruktivnog rastera. Dimenzija, položaj i forma atrijuma definisani su i ograničeni konstrukcijom. Ponekad forma objekta uošte i ne ukazuje na postojanje atrijuma.

Atrijumski objekat daje značajne prednosti čoveku - radniku. Kod ovakvih objekata formiranje unutrašnjeg otvorenog prostora donosi dovoljno svetlosti i vizura u unutaršnjost, što obezbeđuje kontakt čoveka direktno sa okruženjem, tlom, nebom i horizontom. To je jako bitano između ostalog i zbog osećaja za orijentaciju i položaj u prostoru i kroz vreme (trajanje dana, tj. radne smene).

5. ZAKLJUČAK

Is svega gore diskutovanog mogu se izvući neke odlike ovakvog pristupa koncipiranju i projektovanju objekata proizvodnje. Dobre strane primene atrijumskog koncepta kod ovih objekata su:

- jasan urbanistički koncept, čitljivost prostora sa distance, što je od naročite važnosti kod velikih kompleksa
- laka diferencijacija puteva i podela na spoljašnji (javni) i unutrašnji (privatni) otvoren prostor, što isključuje potrebu za ogradijanjem kompleksa
- jednostavan konstrukcijski sklop i primenljivost najrazličitijih konstruktuvnih sistema i materijala
- kvalitetno rešenje prirodnog osvetljenja i provetrvanja unutrašnjeg prostora
- blizina otvorenog prostora radnoj sredini čoveka, humani ambijent.

Ipak, nekoliko činjanica treba naglasiti kao nedostatke ovog rešenja, to su:

- veći ukupni gabarit i zauzetost prostora u odnosu na kompaktan blokovski sistem
- diskontinuitet unutrašnjeg prostora u pojedinim pravcima
- veća ukupna površina fasadnog omotača

Na kraju, može se zaključiti da je ovakav princip naročito primenljiv kod objekata koji podrazumevaju veći stepen zauzezosti prostora, to znači na „tesnim“ parcelama kakvih najčešće srećemo u već izgrađenim sredinama.

6. LITERATURA

- [1] *** : *Valode & Pestre Architects, Selected and Current Works, The Master Architect Series VII*, Images Publishing, , Mulgrave, Australia, 2005, 236 str.
- [2] Brun, H., Gromling, D.: *A Design Manual, Research and Technology Buildings*, Birkhauser, Berlin, 2005, 238 str.
- [3] Damjanović, V.: *Industrijski kompleksi i zgrade*, Građevinska knjiga, Beograd, 1990, 306 str.
- [4] Mosteadi, A.: *New Working Spaces, Architectural Design*, Vol. 11, Instituto Monsa de Ediciones, Barselona, Spain, 2000, 237 str.

UDK: 624.01:624.042.6(045)=163.41

KONSTRUKCIJE VELIKIH RASPONA I NJIHOV UTICAJ NA OBLIKOVANJE OBJEKATA

Marina Jordanović¹

Rezime

Savremeni arhitektonski objekti različitih namena širom sveta, ne predstavljaju samo zadovoljenje ljudskih potreba za prostorom, već su na izvestan način prikaz izuzetnih tehnoloških dostignuća kako u konstruktivnom, tako i u oblikovnom smislu. Kombinacijom različitih materijala i korišćenjem njihovih karakteristika, uspostavlja se veza između nosećeg i nošenog, unutrašnjeg i spoljašnjeg.

Konstrukcije velikih raspona omogućavaju stvaranje posebnog ambijenta unutar objekta i predstavljaju veliki izazov inženjerima ali se postavlja pitanje da li ograničavaju ili doprinose prostornom oblikovanju.

Ključne reči: konstrukcije velikih raspona, projektovanje, oblikovanje

1. UVOD

Tokom vremena potreba ljudi za prostorom se menjala. Nije više bilo potrebno i dovoljno sakriti se od vremenskih nepogoda. Neophodno je ostvariti komunikaciju (vizualnu, funkcionalnu, bezbednu, estecku) između posmatrača tj. korisnika i objekta ili prostora u njemu. Velika konkurenca na tržištu je ustanovala vrlo visoke kriterijume i postavila ih pred inžinjere. Više nije dovoljno isprojektovati objekat koji će u svemu odgovoriti na zahteve investitora, već sve to mora biti i dobro "upakovano".

¹ Dia, asistent pripravnik, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

Napretkom raznih tehnologija i dobrom primenom istih moguće je svaku zamisao pretvoriti u izuzetno arhitektonsko delo. Kombinacijom rada i znjanja kao i različiti pristupi rešavanju problema, dobijaju se mnogobrojne varijante na zadati zadatak. Posledica toga jesu objekti koji i ako su iste namene, spratnosti, površine ne izgledaju isto.

Objekti velikih gabarita (bez obzira na njihovu namenu: industrijski objekti, dvorane, sale, restorani, muzeji i sl.) predstavljaju izazov svim projektantima. Svedoci smo da specifičnim potrebama svakog prostora je moguće odgovoriti na adekvatan način. To nam pokazuju primeri savremene arhitekture [5].

Građevinarstvo je jedna od oblasti ljudskih delatnosti koja u najvećoj meri, trajno menja izgled i strukturu zemljine površine [4]. Pre konačne odluke o izgledu objekta, neophodno je izvršiti mnogobrojne analize i provere, kako bi krajnji rezultat bio objekat koji ne zadovoljava samo funkcionalne potrebe već je arhitektonsko delo sa svrhom i mestom u prostoru.

2. KONSTRUKCIJA

Svaki objekat komunicira sa posmatračima preko svoje opne-fasade. Da bi se došlo do zatvaranja objekta, mora se odabrati adekvatna konstrukcija koja često ali ne uvek bude manje vrednovana od fasade objekta. Jedno je sigurno, bez stabilnog i bezbednog konstruktivnog sklopa svih elemenata konstrukcije, ne bi bilo ni objekta. Originalnost ili lični pečat projektanta-arhitekte mora biti prepoznat od strane inžinjera koji će doprineti ostvarenju zamisli. Na osnovu iskustva, znanja i mnogobrojnih kriterijuma za odabir konstrukcije donosi se konačna odluka o nosaču. Osnovni kriterijumi za izbor konstrukcije su:

- Racionalnost
- Ekonomičnost
- Trajnost
- Funkcionalnost
- Estetika

Svaki konstruktivni element mora biti precizno dimenzionisan kako bi u potpunosti odgovarao zahtevima objekta ali i uticaju spoljnih nepredvidljivih faktora (udari vatra, zemljotres, snežni nanosi). Materijal od koga će biti izvedena konstrukcija može biti tradicionalni ili savremeni, ali mora zadovoljiti standardom predviđene zahteve, pre svega da je

otporan na požar i da nije štetan po zdravlje ljudi [6]. Tehnologija izvođenja trebalo bi da bude laka i brza.

Ekonomičnost mora biti prisutna i tokom izvođenja i tokom eksploatacije objekta. Brza izgradnja i optimalan utrošak materijala kao i isplativo održavanje konstruktivnog sistema tokom korišćenja objekta su ključni elementi pri oceni isplativosti-ekonomičnosti [3].

Trajinost konstruktivnog sistema zavisi od mnogo faktora. Vrlo bitan segment za realizaciju konstruktivnog sklopa je pažljivo odabran materijal za izradu nosača. Mnogi materijali su se nametnuli svojom dostupnosti, cenom, kvalitetom i tehničkim karakteristikama. Može se reći da je upotreba svih materijala i danas zastupljena u građevinarstvu uz primenu novih tehnologija i metoda građenja, bez obzira na to da li su tradicionalni ili savremeni. Građevinski materijal od koga je sačinjena konstrukcija podložan je razaranju do potpunog uništenja. Zavisno od toga da li je konstrukcija vidljiva, odnosno da li je izložena padavinama, ili je unutar objekta i podložna oštećenjima prilikom eksploatacije samog prostora, preduzimaju se adekvatne mere zaštite. Različiti fizičko-hemijski uticaji spoljne sredine, bez obzira na hemijski sastav samog materijala konstrukcije, utiču na brže ili sporije promene u izgledu i tehničkim karakteristikama konstruktivnog sklopa [4]. Održavanje konstrukcije u toku eksploatacije objekta može uticati na ekonomsku isplativost samog objekta ali i produžiti vek trajanja istog.

Funkcionalnost je, pored ostalih kriterijuma za odabir konstrukcije, jednako važana. Premostiti korisni radni prostor iz jednog ili više raspona može biti od ključne važnosti za dalje funkcionisanje samog prostora. Kada govorimo o industrijskim objektima, proizvodni proces može biti takav da ne dozvoljava prisustvo međuoslonaca što može, i ne mora, da utiče na sam izgled objekta, ali svakako odgovara funkcionalnosti istog [2]. S druge stane, neki radni prostori mogu u sebe da prime konstruktivne elemente, stubove, koji će uticati na smanjenje visine glavnog nosača i time omogućiti drugačije oblikovanje objekta na kraju. Postojanje što manjeg broja stubova u okviru zadatog prostora pruža veće mogućnosti za promenom i adaptiranjem postojećeg prostora u neko novo, drugačije. Reorganizacija prostora je jednostavnija i više puta je moguće promeniti namenu objekta.

Estetika. Nezahvalno je govoriti o tome da li je nešto lepo ili ne. Subjektivni osećaj o nečemu zavisi od mnogo faktora [1]. Poruka koju arhitektura šalje može biti izložena divljenju, kritici, proučavanju, posmatranju i nedopadanju. Takođe, arhitektura je i sredstvo kojim se iskazuju određeni stavovi, ideje, bogatstvo, napredak u tehnologiji... Posmatrač ili korisnik na određeni način je primoran da komunicira sa objektom. Sluzeći se raznim sredstvima komunikacije (svetlo, senka,

material, boja, forma...), arhitektura ipak povezuje čoveka sa okruženjem.

3. KARAKTERISTIČNI PRIMERI

3.1. Konstrukcija u službi enterijera

Prilikom projektovanja istovremeno treba razmišljati o konačnom izgledu objekta kao i o njegovom enterijeru. Momenat kada se donosi konačna odluka o konstruktivnom sistemu je veoma važan, jer će on upravo otvoriti mnogobrojne mogućnosti u rešavanju enterijera ili ih ograničiti. Ne postojanje unutrašnjih oslonaca i odabirom konstrukcije koja omogućava "igranje" sa otvorima u njoj je savršen način "izbegavanja" rešavanja enterijera. Paviljon galerije u Londonu, (slika 1) je pravi primer kako konstrukcija može doprineti enterijeru. Unutrašnji prostor je jednostavan, miran, bez mnogo detalja. Ono što ga čini posebnim je svetlost koja dopire u njega kroz otvore u konstrukciji. Stalna promena inteziteta svetlosti i senke, ovaj prostor čini uvek drugaćijim. Neophodnost konstrukcije za postojanje objekta moguće je iskoristiti i u estetske svrhe.

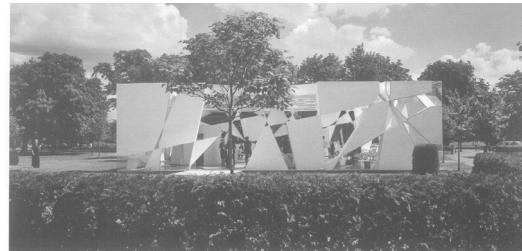


Slika 1. Paviljon galerije, London, Toyo Ito, 2002. enterijer

U osnovi metalna konstrukcija postaje nevidljiva zbog načina otvaranja objekta (slika 2). Oblikom, formom i visinom, Paviljon galerije,

Konstrukcije velikih raspona i njihov uticaj na oblikovanje objekata

ne narušava predeo u kome se nalazi a nepravilnim otvorima simulira nepravilnosti prirode koja se na trenutke ogleda u njemu.



Slika 2. Pavijon galerije, London, Toyo Ito, 2002. eksterijer

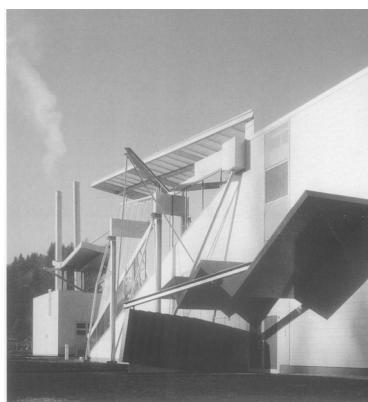
Ideja da se "otvori zatvoreno", odnosno, da se na poseban način učini atraktivnim prostor restorana, je vodila i Fosteru pri odluci o osmišljavanju završnih, ključnih elemenata konstruktivnog sistema [7]. Restoran koji je na 21-om spratu The Centry Tower-a u Tokiju, ne samo da je na vrhu objekta, već to boravkom u njemu može i da se vidi. Noseća konstrukcija od betona ne narušava jedinstven prostor restorana, već omogućava lagano pokrivanje korisnog prostora. Transparentnim zatvaranjem objekta i otvorenim pogledom ka nebu, prostor je prijatniji i veći.



Slika 3. The Century Tower, Tokyo, Foster and Partners, 1991. Enterijer restorana

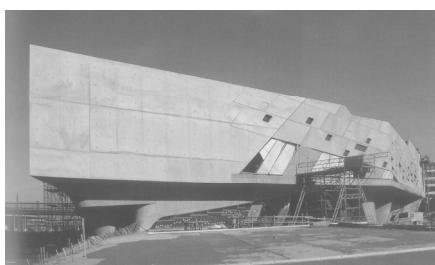
3.2. Objekti u pokretu

Objekti velikih gabarita, istih namena, su odavno prestali da liče jedan na drugi. Najbolji primer za to su industrijski objekti. Nakada su bili tipski građeni (ista ili slična konstrukcija, jednostavna materijalizacija...). Dovoljno je bilo pokriti i zatvoriti dovoljno veliki prostor za proces proizvodnje. Savremeni objekti velikih gabarita i konstrukcijom velikih raspona predstavljaju izuzetna arhitektonska dela koja demonstriraju primenu novih tehnologija i dizajna.



Slika 4. Primer upotrebe konstruktivnih detalja u estetske svrhe

Ne retko, konstruktivni detalji se koriste i kao dominantni elementi fasade (slika 4). Dinamične promene oblika, materijala i boje kao i stalne promene pružanja pravaca pojedinih elemenata konstrukcije, doprinose nestatičnosti fasadnog zida. Vertikalnost mnogih konstruktivnih elemenata se podrazumeva, ali ne mora da bude uvek tako. Poigravanje sa silom zemljišne teže i dobrim kombinovanjem otvora na objektu, Naučni centar Zaha Hadid izgleda kao da niče iz tla (Slika5).



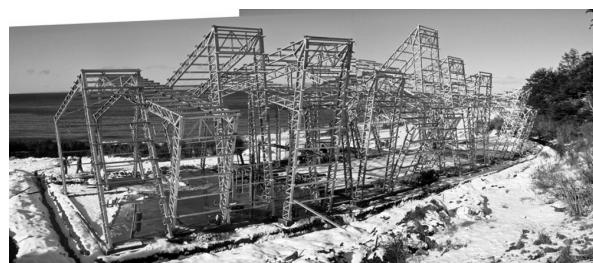
Slika 5. Naučni centar, Wolfsburg, izgradnja, Zaha Hadid

Konstrukcije velikih raspona i njihov uticaj na oblikovanje objekata

Originalnost i inovativnost najbolje objašnjavaju nova arhitektonska dostignuća. Mnogi objekti liče na skulpture, instalacije u prostoru koje imaju svoju funkcionalnu i upotrebnu vrednost. Jedan od takvih objekata je i AONNI-fabrika mineralne vode u Čileu (slika 6, 7). Inspiracija projektanta za ovakvo oblikovanje objekta je bila priroda predela u kojem se nalazi (erozija, glečeri, vetrovi). Segmentno odvajanje pojedinih delova objekta, dinamična promena visina glavnih nosača i zakrivljenost zidova, simuliraju pokret. Doprinos utisku da je objekat organski, u stalnom kretanju, daje i dnevna svetlost koja pravi fantastične senke.



Slika 6. AONNI fabrika mineralne vode, Punta Arenas, Čile, izgled objekta



Slika 7. AONNI fabrika mineralne vode, Punta Arenas, Čile, konstrukcija

4. ZAKLJUČAK

Konstrukcije velikih raspona utiču na oblikovanje objekta u velikoj meri. Primenom novih tehnologija i metoda, znanja i iskustva, savremena arhitektura ne prepoznaje neizvodljivo. Malo je

novoizgrađenih objekata koji zadovoljavaju i podržavaju samo funkciju a ne i formu. Vrlo kreativni, inovativni i smeli poduhvati su prisutni u gradnji. Dinamičnost arhitektonskog objekta, iako statičan u prostoru, je nužna komponenta modernosti. Polako se zaboravlja simetričnost, određenost i čvrstina. Objekti danas, iako velikih gabarita, postaju lagani, uklopljeni u okolinu i na prvi pogled ne odaju svoju namenu.

Nemoguće je svesti arhitekturu na razumnu meru u smislu estetike bez suvišnosti ili nedostataka.

Ipak, sva lepota je u oku posmatrača!

5. LITERATURA

- [1] Vasov M., Bogdanović I., Istrazivanje strukture oblikovnih i estetskih karakteristika fasadnih termoizolacionih sistema, Facta universitatis-series: Architecture and Civil Engineering, vol 3, br. 1, str. 69-77, 2004
- [2] Giedion S., Prostor, vreme i arhitektura, Građevinska knjiga, Beograd, 1969
- [3] Damnjanović M., Arhitektonsko-konstruktivne specifičnosti prostornih okvirnih konstrukcija sa zidnim prečkama, Zbornik radova Građevinskog fakulteta u Nišu, br. 10-11/ 1989-1990, str. 139-149
- [4] Krnjetin S., Materijali, konstrukcije i životna sredina, Materijali i konstrukcije, vol 48, br 4., str 57-61, 2005
- [5] Le Courbisier, Ka pravoj arhitekturi, Građevinska knjiga, Beograd, 1999
- [6] Stojić D., Stevanović B., Kočetov T., Cvetković R., Proračun konstrukcija velikih raspona od lepljenog lameliranog drveta prema graničnim stanjima, Nauka+Praksa, br. 6, str. 24-29, 2003
- [7] Foster and Partners, Loft publication, Barselona, 2002

UDK: 725.94(045)=163.41

SAVREMENI PRINCIPI INTERVENCIJA NA SPOLJAŠNJIM I UNUTRAŠNJIM DELOVIMA SPOMENIKA GRADITELJSKOG NASLEĐA

Aleksandar Keković¹
Marjan Petrović²

Rezime

U ovom radu predmet istraživanja je utvrđivanje principa kada i u kojoj meri je moguće uklapanje novonastalih fizičkih struktura u vidu aneksa ili drugih intervencija na fasadnim ili krovnim ravnima spomenika kulture, spomenika kulture od velikog i izuzetnog značaja, u neposrednoj blizini spomenika kulture ili isključivo intervencija u enterijeru. Pre svega, akcenat je stavljen na kompozicionu i funkcionalnu analizu novonastale forme, koja u manjoj ili većoj meri menja dotadašnji izgled čitave građevine, odnosno do koje mere je moguće intervenisati, a da se ne izgubi perceptivni doživljaj celine i potencijal kulturne vrednosti. Postavljena je hipoteza da je moguća "estetska asimilacija nove arhitekture i istorijskih građevina" što je dokazano analizom studija slučaja, kod kojih su ove intervencije vrednovane kao uspešne. Da bi se izveo dokazni postupak, prethodno su utvrđeni osnovni kriterijumi za vrednovanje po više osnova, odnosa oblika u prostoru, sadejstvu primenjenih materijala, funkciju, upotrebu i to u kontekstu društvenih istorijskih perioda, u okviru kojih se postavljaju različiti vrednosni sudovi i kritika.

Za ovakve prepostavke uporište je nađeno u teoretskim razmatranjima Ćezara Brandija, koji je napisao: "Fizička konzistentnost dela mora nužno imati prioritet, jer predstavlja stvarno mesto materijalizacije umetničke predstave i obezbeđuje prenošenje forme u budućnost, omogućavajući tako njenu recepciju u ljudskoj svesti."

**Ključne reči, graditeljsko nasleđe, arhitektonska forma,
arhitektonski oblik, građevina, kontekst**

¹□Aleksandar Keković, dr, docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

² Marjan Petrović, dipl. inž.arh., saradnik, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

1. UVOD

Klasifikacija poznatih intervencija umetanja novoprojektovanih struktura u graditeljsko nasleđe podrazumeva njihovo razvrstavanje prema karakteristikama pristupa samom zadatku. Može se zaključiti da se uglavnom radi o većim ili manjim intervencijama koje bi se mogле podeliti u tri grupe (metode): ponavljanje, prilagođavanje i kontrast. Sve tri metode su „utemeljene na različitim primerima, šabloni ne postoje, te moraju biti kreativne u svom pristupu i zahtevaju dosta znanja“.³ U ovom radu analizirani su primeri druge i treće grupe: prilagođavanje i kontrast. U teoretskim razmatranjima interpolacije, pitanje metoda, odnosno principa intervencije, odnosi se na određivanje načina pristupa pri rešavanju problema, pa ih u krajnjem možemo razvrstati po povećanju radikalnosti zahvata: *princip „faksimila“ (ponavljanja), princip prilagođavanja, princip naglašavanja, princip kontrasta, princip kombinovanja dva ili više principa.* Na osnovu analiziranih primera u ovom radu mogu se izvući opšti zaključci o radu u osetljivim sredinama. Pored generalne podele o nivou radikalnosti zahvata, način intervencije se može tipološki razvrstati u nekoliko kategorija: *izgradnja novoprojektovanog objekta u vidu aneksa već postojeće stare građevine ili kompleksa spomenika graditeljskog nasleđa, gde se ostvaruje direktni fizički kontakt između "starog i novog", izgradnja novoprojektovanog objekta u neposrednom okruženju spomenika graditeljskog nasleđa, intervencije na unutrašnjim delovima spomenika graditeljskog nasleđa, kombinovanje dve ili više kategorija.*

2. ANALIZA STUDIJA SLUČAJA

2.1. IZGRADNJA NOVIH OBJEKATA U VIDU ANEKSA SPOMENIKA GRADITELJSKOG NASLEĐA

Princip "ponavljanja" materijala i gabarita starih objekata dao je pozitivne rezultate na primeru skole "St. Albans" iz 1909. godine u Vašingtonu, gde je vršena rekonstrukcija i dogradnja. "Skidmore, Owings & Merrill"-arhitekti pri projektovanju rekonstrukcije i dogradnje sagledavaju problem kontekstualno vezujući se i za arhitektonsku formu i materijale postojeće građevine, kao i za topografiju terena najvišeg brda St. Albans na kome se škola nalazi. Novoprojektovana zgrada, koja je locirana u centru školskog kampusa i predstavlja vezu sa starijim objektima i katedralom, okrenuta je prema gradu i najvećim delom zastakljena zbog otvorenih vidika i prihvatanja velike količine

Savremeni principi intervencija na spoljašnjim i unutrašnjim delovima spomenika graditeljskog nasleđa

dnevne svetlosti. Koristeći nagib terena objekat je delimično ukopan, a sam teren terasasto denivelisan vodeći računa o vizurama iz svih pravaca kako bi najdominantniji elementi čitavog ambijenta i dalje bili stari objekti ili njihovi određeni delovi i okolno zelenilo. (Slika 1.) Ozelenjeni ravni krovovi postaju šetališta i vidikovci. (Slika 2.)



Slika 1. Objekat prati topografiju



Slika 2. Ozelenjeni ravni krovovi

Principom "ponavljanja" autori uspevaju da naprave logičan sled koristeći plavi masivni kamen, vrlo veran originalu "Potomac" kamenu korišćenom za izgradnju 1909. godine.

2.2. IZGRADNJA NOVIH OBJEKATA U NEPOSREDNOM OKRUŽENJU SPOMENIKA GRADITELJSKOG NASLEĐA

Pozitivan primer takve intervencije je crkva na Brezjama, izgrađena krajem 19.veka koja je danas najveća hodočasnička crkva u Sloveniji. Centralni deo crkvenog kompleksa je trg na kome se prilikom katoličkih praznika odvijaju slavlja i obredi na otvorenom. Pošto se javila potreba za preuređenjem trga za takve potrebe, projektovanjem oltara, kao i novom servisnom prostorijom, to je podrazumevalo dogradnju novog objekta a samim tim i konflikt postojeće crkve i novogradnje. Arhitektice Maruša Zorec i Martina Tepina kontekstualno sagledavajući čitav ambijent, ne razmišljaju o oltaru kao o opremi već kao o prostornom zahвату u arhitekturi. Postojeći obodni zid trga koji su kasnih 30.-tih godina projektovali Plečnik i Valentinčić, one iskoriščavaju kao potporni element svog projekta. Svi novi prostori stavljeni su na rub zida, servisne prostorije iza linije zida i tako skrivene od pogleda sa trga, a oltar je postavljen u

samu osu zida kao njegovo logično produženje. Ovakav potez je rezultirao celokupnim preoblikovanjem čitavog kompleksa. (Slika 3. i Slika 4.)



Slika 3. Crkveni kompleks



Slika 4. Novi oltar

2.3. INTERVENCIJE NA UNUTRAŠNJIM DELOVIMA SPOMENIKA GRADITELJSKOG NASLEĐA

Vrlo kompleksan primer savremene intervencije jeste dvanaestogodišnji projekat obnove i sanacije muzeja „Neues“ u Berlinu, u Nemačkoj, svečano otvorenog 16. oktobra 2009. godine. Autor rekonstrukcije i obnove je britanski arhitekt David Chipperfield sa svojim saradnikom konzervatorom Julian Harrap-om. Remek-delo arhitekte Augusta Stulera, učenika slavnog Friedricha Schinkela, izgrađeno između 1843. i 1855. godine, u drugom svetskom ratu je pretrpelo teška oštećenja i nakon toga prepušteno višegodišnjem propadanju. (Slika 5.)



Slika 5. Muzej u ruševinama



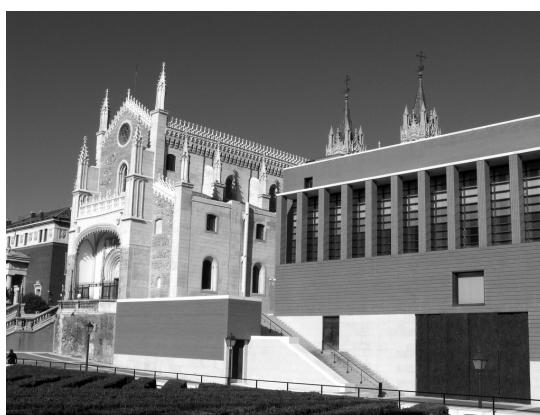
Slika 6. Muzej posle obnove

August Stuler je u duhu svog istoricističkog vremena gotovo svaki prostor u muzeju iscenirao kao vlastitu epohu, u pogledu konstrukcije i predstavljanja Egipatske, Grčke i Rimske kulture. Chipperfield svoj konceptualni model bazira na toj osnovi i sada predstavlja Nemačku kulturu oslanjajući se na Stulerov istorijski kolaž

stilova. Jezikom minimalističkog oblikovanja u dodatim, novoprojektovanim arhitektonskim elementima, arhitekta pravi vrlo odmerenu distancu u odnosu na postojeće, restaurirane arhitektonske elemente i ornamente, dodatno ih naglašava i ističe u celini i detalju. „On stvara novu simbiozu starog i novog, savremenu arhitekturu koja je na demonstrativan način samosvesna i svesna istoričnosti svoje lokacije.“⁴ Uz pomoć kamena koji sadrži 70% svetlog saskog mramora, on stvara u unutrašnjosti zgrade nov, vrlo suzdržan okvir za fragmente, i koji svojom apstrakcijom i homogenošću predstavlja kontrapunkt u odnosu na opeku malog formata kojom je Chipperfield ponovo sagradio izgubljene zidove. Opeke potiču iz starih srušenih zgrada dok ovde dobijaju novu namenu. (Slika 6.) Elementi inscenacije obnove „Neues“ Muzeja su primena više svetlosti i oblikovanje prostora, a manje same površine. Jedno od najvećih dostignuća na ovom projektu je činjenica da je ova zgrada i dalje okupana dnevnim svetлом, pa stoga pogled u prostorije i na njihove raznolike plafone ne ometaju glomazna rasvetna tela. Perforirani materijal od staklenih vlakana, proziran i jedva vidljiv, spušta se samo u slučaju naročito intenzivnog upada svetlosti. Patinirane staklene pregrade pregrađuju prostor u prizemnom nivou i vizuelno olakšavaju prostor nasuprot okolnim masivnim zidovima.

2.4. KOMBINOVANJE DVE ILI VIŠE KATEGORIJA

Muzej „Prado“ je izgrađen u Madridu 1875. godine. Rađen je u neoklasičnom stilu po projektu tadašnjeg uglednog kraljevskog arhitekte Juan de Villanueva i poseduje veliki broj umetničkih dela poznatih umetnika.



Slika 7. Simboiza gotske crkve i savremene zgrade muzeja

Potrebe savremenog društva uslovile su proširenje ovog grandioznog zdanja i posle dva raspisana konkursa, 1995. i 1998. godine, aneks muzeja se realizuje po prvonagrađenom projektu španskog arhitekte Rafaela Monea. (Slika 7.) Pored novoprojektovanih objekata muzeja, autor je u rešenje uvrstio i crkvu iz 16.veka koja je vlasništvo manastira San Jeronimo, a nalazi se u neposrednoj blizini muzeja. Tako je gotska crkva postala simbol „novog“ muzeja čija porta sada služi kao jedan od ulaza u muzej. Deo terena koji je u padu, autor koristi kao podzemnu etažu u kojoj smešta sve neophodne sadržaje savremenih namena. Ukopavanjem Moneo vešto izbegava direktnu „konfrontaciju“ starog i novog i ispunjava sve funkcionalne zahteve zadatog programa. Na krovu ove etaže nalazi se zelena bašta u vidu svojevrsnog labyrintha, zelenog pojasa koji istovremeno razdvaja i spaja staro i novo. U eksterijeru, autor pristupa oblikovanju novog objekta principom „prilagođavanja“, ali na savremeni način. Ona kontekstualno ponavlja najdominantnije materijale sa postojećeg muzeja, crvenu fasadnu opeku i beli kamen, stvarajući geometrizovanu, svedenu formu oštrih i ravnih linija, koja se sada vizuelno uklapa i u ambijent modernih stambenih zgrada izgrađenih preko puta. Glavna ulazna fasada je u kombinaciji opeka, kamen, staklo, sa naglašenim masivnim bronzanim vratima dvospratne visine, specijalno dizajniranih za ovaj objekat. Takođe dvospratni je i natkriveni trem sa kolonadom stubova koji predstavlja stilizovano ornamentalni detalj i glavni motiv ove fasade, i reminescenciju na istaknute tremove objekata prošlih vremena.

3. ZAKLJUČAK

Svest o tome da treba spomenike kulture sačuvati u što izvornijem obliku rapidno raste, kao i težnja arhitekata da pored tih grandioznih i monumentalnih „nosača istorije“ i oni budu što originalniji i kreativniji, kako bi i sami postali deo te istorije. Nažalost, ne mali broj primera nam pokazuje da u toj težnji mnogi stvaraoci ne nađu pravu „meru“ i ne ostvare dobar odnos sa nasleđem, pa samim tim umanjuju vrednost i spomeniku kulture i novostvorenoj građevini.

U ovom radu izvedena je analiza studija slučaja gde je estetska asimilacija nove arhitekture i istorijskih građevina vrednovana kao uspešna, koja se bazira na utvrđenim kriterijumima po više osnova. Iako su svi primeri razvrstani u više kategorija, može se konstatovati da ono što je svima zajedničko jeste tendencija da se uvođenjem novih funkcija i stvaranjem novih struktura otvara perspektiva opstanka i daljeg (održivog) razvoja. Izvedene su

generalne preporuke za rad u osteljivim sredinama na osnovu ustanovljenih metoda i principa, počevši od principa ponavljanja, preko prilagođavanja, do kontrasta i međusobne kombinacije ovih principa. Takođe je ustanovljeno da je univerzalna definisana metodologija rada u osetljivim sredinama nemoguća, i da konačan rezultat umnogome zavisi od intelekta, nivoa znanja, iskustva i kreativnosti pojedinca ili grupe koji se bave ovom problematikom, te da klasifikacije, metode i principi treba da predstavljaju samo stimulaciju te kreativnosti. „Ključna stvar je polazište da su u projektovanju važniji ciljevi nego metode i da racionalnost metoda projektovanja mora biti u funkciji racionalnosti ciljeva, a u konačnom u funkciji racionalnosti društvenih ciljeva“.⁶ Shodno tome, može se konstatovati da opšti pristup problemu ostaje nepromenjen u samom procesu realizacije, a koji se može podeliti u tri grupe: *analitička faza, koja se sastoji iz opservacije, merenja i induktivnog razmišljanja; kreativna faza, koja se sastoji iz evaluacije, procene, deduktivnog razmišljanja i odlučivanja, i ilzvršna faza, koja podrazumeva realizaciju projekta.*

4. LITERATURA

¹ Kurtović-Folić N., "Izvodi sa predavanja-Izborni predmet: Zaštita graditeljskog nasleđa", *Doktorske studije*, Arhitektonsko- Građevinski fakultet-Univerzitet u Nišu, Školska godina 2008/2009., str. 10

² Bonča M., "Objektivizacija starog i novog u arhitektonskom ambijentu i detalju", *Autoreferat o Doktorskoj disertaciji*, Univerzitet „Kiril i Metodij“, Arhitektonski fakultet u Skoplju, Skopje, 1978, str. 1

³ Maksimović B., "Staro i novo u istom gradu (građa sa kongresa)", *Kongres IFHP, Arhitektura i Urbanizam*, Beograd, 1971, str.64-65

⁴ Kapplinger C., „Povijesnost jedne suzdržane moderne“, *Časopis „Oris“*, Arhitekst, br.57, Zagreb, 2009, str. 46-57

⁵ Kojić Đ., "Dizajn stolice na prostorima Jugoslavije u XX veku i osnovni kriterijumi za njegovo vrednovanje", *Doktorska disertacija*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih nauka-Odsek Arhitekture, Novi Sad, 2005, str.:01-108

⁶ Keller G., "Design", Osvrt na skriptu Meštrovića M.: "Osnovi metodologije industrijskog dizajna", *Vjesnik*, Zagreb, 1976, str. 159

UDK: 624.071.32:624.01(045)=163.41

KLASIFIKACIJA ŠIPOVA U SAVREMENOM GRAĐEVINSKOM KONSTRUKTERSTVU

Dejan Kobliška¹
Zoran Bonić²
Nebojša Davidović³

Rezime

Savremeno građevinarstvo karakteriše izgradnja objekata sve složenijih konstruktivnih sklopova i izuzetnih opterećenja. Posebne probleme stvaraju često nepovoljni geotehnički uslovi u kojima se takvi objekti mogu naći, pa je primena šipova za njihovo fundiranje najadekvatnije rešenje. Danas je u upotrebi preko dve stotine vrsta šipova različitih tehnologija izrade i konstruktivnih karakteristika, od kojih je široku primenu našao samo mali broj najkvalitetnijih. Radi sistematičnijeg razmatranja i pravilnog izbora šipove je neophodno klasifikovati. U radu su date najvažnije klasifikacije šipova u zavisnosti od aspekata sa kojih se vrši posmatranje i analiza. .

Ključne reči: šipovi, klasifikacija, aspekti klasifikacije

1. UVOD

Građevinska tehnika danas poznaje preko dve stotine šipova različitih konstruktivnih osobina [5], [6], [7]. Međutim, široku primenu našle su samo one vrste šipova koje ispunjavaju sledeće zahteve:

- potrebna nosivost za podužno i poprečno opterećenje
- dovoljna trajnost
- ekonomična izrada
- lako apliciranje u tlo (zabijanje, bušenje, utiskivanje.....)

¹Dipl.ing.građ, Tehnički fakultet u Kosovskoj Mitrovici,

²Mr, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu,

³Mr, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu,

Radi sistematičnijeg razmatranja i komparativnih analiza, u cilju izbora optimalne vrste za date uslove, šipovi se mogu klasifikovati na više načina u zavisnosti od aspekta sa kojih se vrše posmatranja.

2. OSNOVNI ASPEKTI KLASIFIKACIJE ŠIPOVA

Neku opštiju podelu šipova teško je dati, a od nje ne bi ni bilo neke praktične koristi. Pri izboru vrste šipa za date uslove opterećenja od konstrukcije i uslove sredine mora se voditi računa o mnogim elementima, pa se klasifikacija šipova može dati prema:

- materijalu od koga se izrađuju
- konstruktivnim elementima
- načinu izrade
- računskoj šemi i načinu opterećenja
- načinu prenošenja opterećenja
- uticaju na tlo
- karakteru rada u tlu (interakcija šip-tlo)
- klimatskoj zoni u kojoj se izvode

3. KLASIFIKACIJA ŠIPOVA

3.1. Prema materijalu od koga su izrađeni šipovi mogu biti:

- | | |
|--------------------|-----------------------------------|
| • drveni | • šipovi od prenapregnutog betona |
| • čelični | • šljunčani |
| • betonski | • kombinovani |
| • armiranobetonski | |

3.2. Klasifikacija šipova prema konstruktivnim elementima

Osnovni konstruktivni elementi šipa su telo šipa, vrh i glava šipa, pa zavisno od njihovog oblika, dimenzija i same konstrukcije mogu se napraviti posebne podele.

Podela šipova prema formi poprečnog preseka šipa

Oblik poprečnog preseka šipa zavisi od materijala od koga je šip izrađen i najčešće je rezultat težnje da se izvrši njegovo prilagođavanje uslovima opterećenja i uslovima sredine (tla). Najčešći oblici poprečnog preseka su:

- kvadratni
- pravougaoni

- kružni
- prstenasti
- trougaoni
- trapezni
- kombinovani

Podela šipova prema veličini poprečnog preseka

Veličina poprečnog preseka se obično izražava veličinom prečnika šipa i može varirati u dosta širokim granicama. Prema većini autora šipovi se mogu svrstati u tri grupe i to kao:

- mikrošipovi
- šipovi malog prečnika
- šipovi velikog prečnika

Pojedini autori šipovima velikog prečnika smatraju šipove čiji je prečnik veći od 600 mm.

Podela prema konstrukciji i obliku vrha šipa

Oblik i konstrukcija vrha šipa zavisi od tehnologije izrade i materijala od koga je šip izrađen. Mogu biti:

- šipovi sa suženim vrhom (oštra konstrukcija vrha)
- šipovi sa proširenim vrhom (bazom)
- šipovi sa ravnom bazom

Podela šipova prema dužini

Prema dužini kojom su zašli u tlo šipovi se mogu podeliti na:

- kratke (do 6 m)
- duge (preko 6 m)

Prema dužini izrade elemenata odnosno delova šipovi se dele u dve grupe, i to na:

- šipove gde je telo šipa izrađeno iz jednog dela
- šipove gde je telo šipa izrađeno iz više delova

3.3. Klasifikacija prema načinu izrade

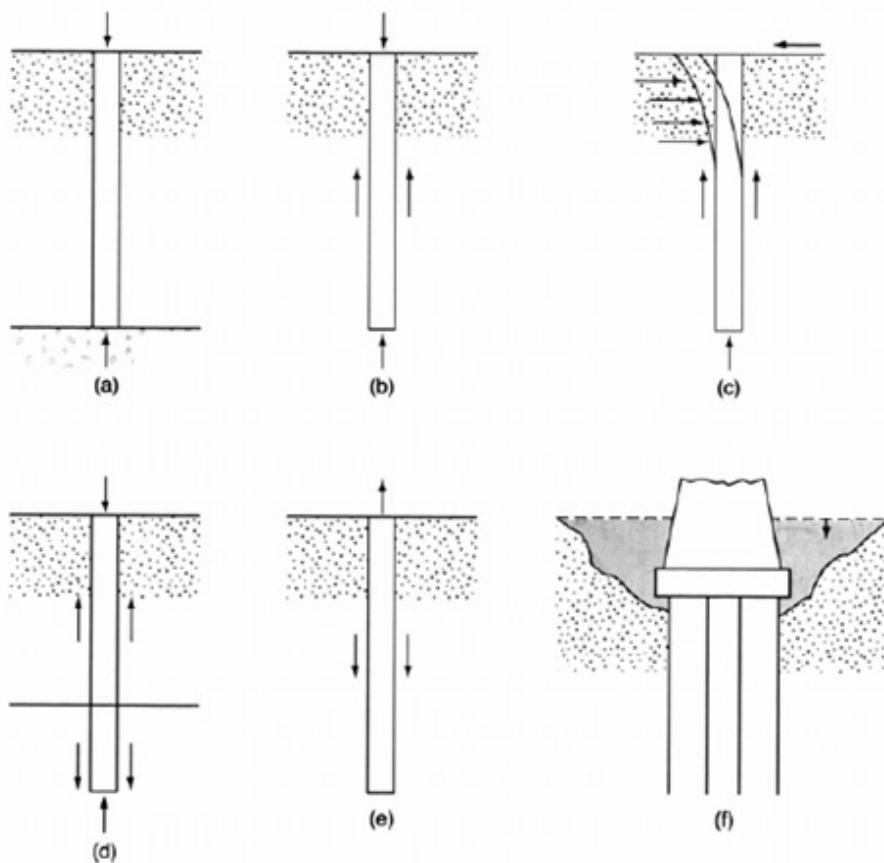
Tehnologija izrade šipova je vlasništvo preduzeća, firmi ili kompanija, patentirana je i takvi šipovi obično nose imena firmi ili autora koji su datu vrstu šipa autorizovali. Prema načinu izrade šipovi se dele na:

- prefabrikovane (zabijeni, utisnuti, uvrtani)
- šipove izvedene direktno u tlu (nabijeni, bušeni [7], kopani)
- kombinovane

3.4. Klasifikacija prema računskoj šemi i načinu opterećenja

Veza između šipova i konstrukcije može biti izvedena na različite načine u zavisnosti od vrste šipova i prirode opterećenja koje šipovi treba da prime i prenesu na tlo. Karakterom izvedene veze određuje se prenos statičkih i dinamičkih uticaja, pa šipovi mogu biti klasifikovani na one koji su opterećeni:

- podužnom silom pritiska ili zatezanja
- poprečnom (transverzalnom) silom
- momentom savijanja
- poprečnom silom i momentom savijanja (poprečnim opterećenjem [3], [4])
- podužnim i poprečnim opterećenjem



Slika 1 Šeme načina prenošenja opterećenja sa šipova na tlo

Šipovi prenose zadano opterećenje na tlo:

- trenjem po omotaču
- otporom u bazi šipa
- kombinovano po motaču i bazi

3.5. Klasifikacija prema karakteru rada u tlu

U interakciji šipa sa tlom, zavisno od načina oslanjanja donjeg kraja i načina opterećenja šipovi mogu biti:

- stojeći (dubeći)
- viseći (lebdeći)
- ankerni

Stojeći šipovi opterećenje prenose uglavnom preko baze šipa na čvrstu, dobro nosivu podlogu. Kod lebdećih šipova dobro nosiva podloga je nedostupna, baza šipa nema čvrst oslonac, pa se opterećenje prenosi uglavnom preko omotača. Šipovi ankeri opterećenje prenose preko omotača u skladu sa zatežućom silom u glavi šipa.

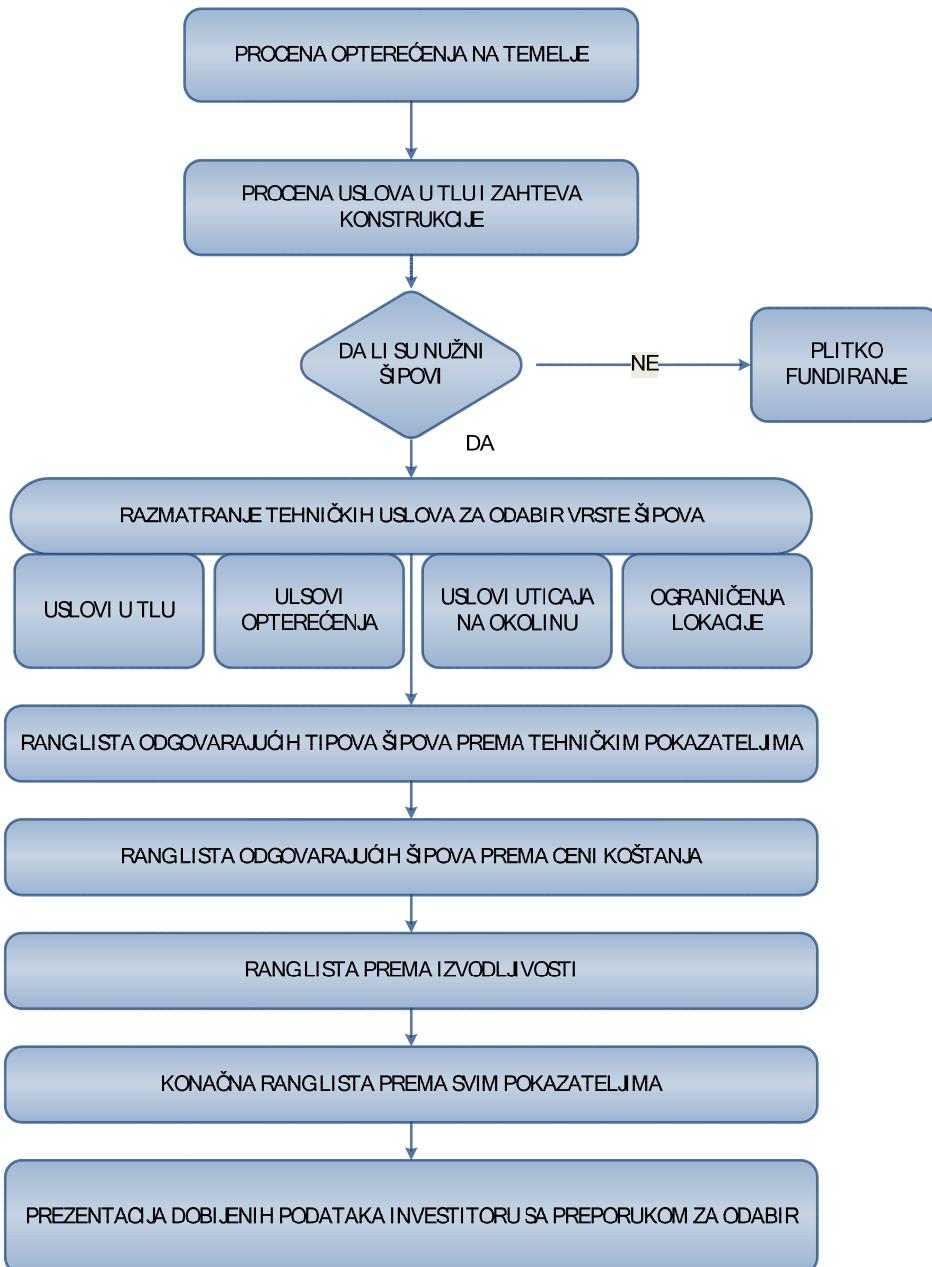
3.6. Klasifikacija šipova prema klimatskoj zoni

Uslovi za izradu šipova mogu da budu izuzetni (posebni) kada se radi na niskim temperaturama, u tlu gde vlada večiti sneg i led. Samo ponašanje konstrukcija i šipova u takvim uslovima je takođe posebno. Otuda i sledi podela šipova na:

- šipove koji se izvodi u umerenim klimatskim uslovima
- šipove koji se izvode u večito zamrznutnom tlu

4. IZBOR RACIONALNOG TIPOA I TEHNOLOGIJE IZRADE ŠIPOVA

Problem fundiranja određenog objekta uvek može biti rešen na više načina, ali će se posle procene uslova u tlu i analize zahteva konstrukcije jedno rešenje nametnuti kao najracionalnije. I to odabranu rešenje može da se dalje analizira i racionalizuje, kako je prikazano narednim algoritmом, kad je u pitanju temeljenje sa šipovima.



Slika 2 Algoritam izbora racionalnog tipa i tehnologije izrade šipova prema [1]

Očigledno je koliko u navedenom postupku mogu pomoći napred prikazane detaljne klasifikacije šipova.

5. ZAKLJUČAK

Krajnji cilj pri rešavanju problema fundiranja objekata, pogotovu kada su u pitanju šipovi, jeste izbor racionalnog rešenja. U savremenom građevinarstvu veliki broj vrsta šipova i različitih tehnologija izrade zahteva njihovo klasifikovanje po različitim parametrima. Jedino tako predstavljeni mogu biti od velike koristi u komparativnim analizama i pri konačnom izboru najracionalnijeg rešenja.

6. LITERATURA

- [1] GEO Publication No. 1/96, <http://sc.legco.gov.hk/>.
- [2] Day, Robert W. (2006): *Foundation engineering handbook*, The Mc Graw- Hill Companies
- [3] Prolović V., Spasojević N., Bonić Z.: *Uticaj raspodele koeficijenta reakcije tla na ponašanje dugih poprečno opterećenih šipova*, Zbornik radova Građevinskog fakulteta u Nišu br.18, 1997, str.1-9
- [4] Prolović V., Bonić Z.: *Analiza ponašanja poprečno opterećenih šipova u sistemu šip-tlo*, Geotehnički aspekti građevinarstva, Zbornik radova sa naučno-stručnog savetovanja, Kopaonik, 24-27 oktobar 2005, str. 343-350
- [5] Roje-Bonacci, T.: *Duboko temeljenje i poboljšanje temeljnog tla*, Građevinsko- arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2008
- [6] Spasojević N., Prolović V., Gligorijević M., Bonić Z.: *Uticaj složenih inženjersko geotehničkih uslova ušća reke Sene na izbor načina fundiranja mosta "NORMANDIE"*, "Nauka+praksa", Institut za građevinarstvo i arhitekturu Građevinskog fakulteta u Nišu, Niš 1996. godine, N°3, str. 39-44
- [7] Spasojević N., Prolović V., Bonić Z., Spasojević M., Gligorijević M.; *Primena bušenih šipova pri rečavanju specifičnih problema fundiranja*, "Nauka+praksa", Institut za građevinarstvo i arhitekturu Građevinskog fakulteta u Nišu, Niš 2005. godine, N°8, str. 21-28

UDK: 728.1/.3(497.11NIŠ)(045)=163.41

INDIKATORI KVALITETA STANOVANJA U PLANSKIM DOKUMENTIMA GRADA NIŠA

Aleksandra Koneski¹

Rezime:

Stanovanje kao jedna od osnovnih čovekovih potreba i najzastupljeniji vid izgradnje zahteva i precizne i jasne indikatore kvaliteta stanovanja u planskim dokumentima kako bi se ostvario planirani kvalitet stanovanja u građenoj strukturi. Međutim, u praksi za različite ili iste indikatore kvaliteta stanovanja u planskim dokumentima implementacijom plana ostvaruje se isti ili različit kvalitet stanovanja što ukazuje na nejasne i nedorečene indikatore čija je manipulacija legalno moguća. U ovom radu će se pre svega dati sistematizacija i pregled relevantnih indikatora kvaliteta stanovanja kroz planove različitog reda grada Niša. Razmatraće se i mogućnost različitog tumačenja, a samim tim i različite primene istog indikatora što u praksi dovodi do stvaranja različitog kvaliteta stanovanja na teritoriji koja je obuhvaćena istim planom ili istim indikatorima u različitim planovima.

Ključne reči: *indikatori kvaliteta stanovanja, planski dokumenti grada Niša*

¹ Aleksandra Koneski, dipl.inž. arh.; student doktorskih studija na Građevinsko arhitektonskom fakultetu u Nišu; student specijalističkih studija na Arhitektonskom fakultetu u Beogradu

1. UVOD

Ako se složimo da su osnov društva porodica i dom i ako se složimo sa Saarinenom da urbane zajednice "moraju biti obrazovane ili reformisane u zdravim domovima i okolini i u fizičkom i duhovnom pogledu" [9] jer "poboljšanje grada i njegovog daljeg razvijanja mora početi od doma i njegove okoline" [9] onda cemo se složiti da istraživanje kvaliteta stanovanja, a naročito njegovih indikatora u planskim dokumentima, je od vitalnog značaja za planiranje razvoja grada.

Definicija kvaliteta stanovanja koja bi bila opšte prihvaćena ne postoji kao ni opšti standardi i normativi kvalitetnog stanovanja. Razlog tome prema Kseniji Petovar leži u velikim ekonomskim, političkim, kulturnim, geografskim, socijalnim i drugim razlikama, navikama, stilovima života, graditeljskog nasleđa i tradiciji između različitih država. "Definicije pristojnog stanovanja daju se kao opšti okvir, a očekuje se da svaka pojedinačna država operacionalizuje ove pojmove u skladu sa svojim ekonomskim mogućnostima, socijalnim i političkim obeležjima." [7] Najbolji način operacionalizacije jeste preko indikatora kvaliteta stanovanja jer kada se jednom definišu i uspostave kao relevantni oni su primenjivi, pouzdani, jasni i transparentni, a samim tim lako se kontrolisu.

Indikatori kvaliteta stanovanja mogu biti kvantitativni i kvalitativni. Kvantitativni indikatori se izražavaju apsolutnim brojevima (na primer koliko ima stanovnika) ili kao procenat (50% objekata je nelegalizovano). Takođe se mogu izraziti kao odnos (jedna škola na svakih 10 000 stanovnika). U svakom slučaju vrednost kvantitativnog indikatora se dobija merenjem ili brojanjem dok se vrednost kvalitativnog indikatora dobija anketiranjem, posmatranjem i tumačenjem.

Često se kvantitativni indikatori smatraju čvrstim, pouzdanim i pre svega objektivnim, a kvalitativni nepouzdanim i subjektivnim. Pogrešno je reći da kvantitativni indikatori govore sami za sebe. Oni takođe zahtevaju tumačenje kako bi doatile svoj smisao. Očigledan primer su prosečne vrednosti (npr. za gustinu naseljenosti, zelenilo po stanovniku ...) koje se brojčano prikazuju, a da se pritom ne uzme u obzir koji je obuhvat uzet u razmatranje. Izbor kvalitativnih kao i kvantitativnih indikatora za merenje kvaliteta stanovanja je takođe subjektivan i nije neutralan.

U radu će se razmatrati samo kvalitativni indikatori kvaliteta stanovanja koji se javljaju u planskim dokumentima grada Niša.

2. INDIKATORI KVALITETA STANOVARJA U PLANSKIM DOKUMENTIMA

U socijalističkom sistemu stan je tretiran kao socijalna kategorija i bez obzira na prihode i društveni status svakome je trebalo obezbediti podjednako kvalitetan i savremen stambeni prostor. „Sistem planiranja je bio zasnovan na javnom interesu, jedinstvenim standardima i intervenciji vlasti. Nasleđeni urbanistički planovi koji su još uvek na snazi prilagođeni su toj situaciji i nude stambena građevinska područja i standarde koji i dalje podrazumevaju sredstva državne intervencije.“ [5] Danas tržišni sistem koji se odvija van jedinstvenog standarda daje stambene prostore različitog kvaliteta, ali bez kategorizacije prema kvalitetu ostvarenih uslova stanovanja (kvalitet materijala i njegove ugradnje, količina prirodnog osvetljenja, energetska efikasnost, gustina naseljenosti u okruženju ...). Nasleđeni urbanistički planovi ne odgovaraju tržišnim uslovima, ne preduzimaju potrebne restrikcije i ne podstiču izgradnju kvalitetnog stanovanja kontrolisanom strategijom.

Dok je država imala monopol nad gradnjom višeporodičnog stanovanja, a porodična gradnja se uglavnom odvijala van legalne gradnje, urbanistički planovi su izrađivani i kontrolisani od strane istog investitora-države što je omogućavalo i poštovanje tih istih planova bez potrebe preciziranja i striknog definisanja. Investitor, koji danas gradi, po prirodi stvari želi da ostvari maksimalni profit i maksimalnu zakonom dozvoljenu iskorišćenost parcele. Ukoliko planom ili drugom zakonskom obavezom nisu precizno definisane vrednosti indikatora kvaliteta stanovanja onda se oni u većini slučajeva neće poštovati od strane investitora, već će se tražiti način da se ostvari maksimalna dobit.

Standardi i normativi koji zakonom nisu regulisani ne mogu se razmatrati kao relevantni. Na primer, poslednji "Tehnički normativi za projektovanje i izgradnju stambenih zgrada i stanova na teritoriji opštine Niš" iz 1975 (Sl. gl. br. 32/1975) nisu u skladu sa današnjim uslovima života niti je zakonom produženo važenje ovih normativa, te se ne mogu uzeti kao relevantni i važeći planski dokument. Može se reći da se već duži niz godina u Nišu gradi bez važećih normativa i prvilnika za stambenu gradnju. To je još jedan problem koji se otvara kada je reč o kvalitetu stanovanja u smislu kvaliteta stambenog prostora kako u funkcionalnom tako i u tehničkom smislu (pre svega se misli na održavanje zgrade). Jer bez normativa i zakonski određenih pravila održavanja zgrade ne postoje pravila i uređenost koja garantuje kvalitet stambenog prostora.

Hijerarhiski sistem planiranja koji je na snazi u Srbiji nameće poštovanje Zakona o planiranju i izgradnji kao prvog dokumenta. Novi Zakon o planiranju i izgradnji iz septembra 2009. ("Sl. glasnik RS", br. 72/2009) ne definiše kvalitet stanovanja, ali definiše pojam nekih indikatora kvaliteta. To su indeks zauzetosti, indeks izgrađenosti (član 1., stav 13. i 14.) i za razliku od predhodnog zakona definiše standarde pristupačnosti (član 1., stav 40.) i energetska svojstva objekta (član 4.).

Standard pristupačnosti se odnosi na obavezne tehničke mere, standarde i uslove projektovanja, planiranja i izgradnje kojima se osigurava nesmetano kretanje i pristup osobama sa invaliditetom, deci i starim osobama, dok sertifikat o energetskim svojstvima objekta obezbeđuje propisana energetska svojstva objekta. Uvođenjem ova dva nova indikatora kvaliteta stanovanja novi zakon je učinio korak dalje ka kvalitetnijem stanovanju, ili bar kategorizacijom razlitih kvaliteta kada je reč o energetskoj efikasnosti objekata. Ono što nedostaje novom zakonu jeste da definiše i obaveže primenu i donošenje novih standarda stanovanja (standardi mogu biti definisani na lokalnom nivou) po ugledu na standard pristupačnosti.

Novina u novom zakonu koja je značajna za indeks izgrađenosti, jednog od značajnijih indikatora, jeste definicija bruto razvijene građevinske površine koja se definiše kao "zbir površina svih nadzemnih etaža objekta, merenih u nivou podova svih delova objekta –spoljne mere obodnih zidova (sa oblogama, parapetima i ogradama)" (član 1., stav 12.). Ovo je veoma bitna dopuna jer je često korišćena mogućnost (od strane onih koji su bili upućeni u tu mogućnost) da se bruto površina objekta u indeksu izgrađenosti smatra samo bruto razvijena izgrađena površina svih nadzemnih etaža korisnog prostora. Pod bruto razvijenom izgrađenom površinom svih nadzemnih etaža korisnog prostora podrazumevala se samo zbirna površina korisnog prostora, a to su neto površine stanova ne računajući kupatila, kuhinju, hodnike i pomoćne prostorije.

Zakonska osnova za ovu legalnu manipulaciju jeste član 7. "Pravilnika o opštim uslovima o parcelaciji i izgradnji i sadržini, uslovima i postupku izdavanja akta o urbanističkim uslovima za objekte za koje odobrenje za izgradnju izdaje opštinska, odnosno gradska uprava" ("Službeni glasnik RS", broj 47/2003) koji je po starom zakonu bio važeći (a i još uvek jeste dok se ne donesu svi detaljni planovi) ukoliko nije bio donet plan detaljne regulacije, što je najčešći slučaj u centralnoj zoni grada. U članu 7. "indeks ili stepen izgrađenosti je odnos između bruto razvijene izgrađene površine svih nadzemnih etaža korisnog prostora i površine parcele ..." [8]. Ovakvo tumačenje bruto površine objekta koje nije bilo podjednako

Indikatori kvaliteta stanovanja u planskim dokumentima grada Niša

prihvaćeno za sve projektante od strane Uprave za planiranje grada Niša dovelo je do neravnomjerne izgrađenosti naročito centralne zone i do parcela sa visokim stepenom izgrađenosti što definitivno nije bila namera zakonodavca.

Nedorečenost zakona omogućila je različita tumačenja istog indikatora kvaliteta stanovanja i samim tim povlašćen odnos prema određenim strukturama investitora i projektanata. Dovela je do stvaranja različitog kvaliteta stanovanja na teritoriji koja je obuhvaćena istim planom, ali se indeks iskorišćenosti različito tumačio za različite parcele. U korist investitira neke su parcele opterećene velikim brojem stanova i velikom gustom naseljenosti i izgubile planirani kvalitet stanovanja.

Generalni plan grada Niša 1995-2010 (u daljem tekstu GP), koji je još uvek važeći, definiše veći broj indikatora kvaliteta stanovanja. Jedan od prvih jeste prosečna površina stana po stanovniku. U poglavlju GP-a „032 Smernice razvoja“ pod rednim brojem „(1) Stanovanje“ stoji da „...svako domaćinstvo treba da ima jedan stan, odnosno da svaki stanovnik ima jednu sobu, prosečna veličina stana treba da bude $60m^2$, a korisna površina stana $20m^2$ po stanovniku.“ Međutim, nije precizirano da li se radi o prosečnoj veličini stana u okviru jedne zgrade, bloka ili čitavog područja GP-a, tj. koja se površina teritorije uzima u obzir kada se određuje prosek. Na ovaj pačin ostavlja se mogućnost postojanja velikih razlika u površinama stanova, a da prosek ostane u granicama traženog čime se stvara pogrešna slika o blagostanju stanovanja i ne sagledavaju se različiti kvaliteti stanovanja u okviru jednog područja.

GP određuje broj i potrebu za objektima društvenog značaja u poglavlju broj 237. Za standard stanovanja bitan indikator jeste broj vrtića, zatim broj osnovnih škola i zdravstvenih stanica. Vrtici prema GP-u su planirani „...po principu da sva područja MK u gradskom području imaju vrtić sa celodnevним boravkom.“[1] Isto važi za škole. Takođe „Na području u granicama GP-a treba da bude ukupno 36 zdravstvenih stanica i 7 ambulanti.“[1] Definisanje broja ovih objekata prema mesnim kancelarijama, a ne prema broju stanovnika može da prouzrokuje neravnomeren odnos broja stanovnika na jedan objekat društvenog značaja i da ugrozi kvalitet stanovanja područja sa velikom gustom naseljenosti.

Indikatori: prosečna ozeljenjena površina po stanovniku i mesto za stacioniranje vozila su vrlo precizno određeni u GP-u. „U svim novim naseljima treba da bude obezbeđeno $14m^2$ novog zelenila po stanovniku, od čega $5m^2/st$ u okviru parka i $9m^2/st$ zelenila u stambenim blokovima.“[1] i „jedno parking ili garažno mesto po stanu, u stambenim zonama“[1]. Problem nastaje prilikom

implementacije ovih indikatora, a ne u tumačenju plana. Ukoliko ne postoje podaci o postojećem stanju onda je vrlo teško odrediti da li je postignuta odgovarajuća površina zelenila, a garaže predviđene projektom se često pretvaraju u poslovne prostore jer je to zakonski omogućeno.

GP na osnovu različitih gustina naseljenosti predviđa pet različitih kategorija stanovanja. Gustina naseljenosti kao indikator kvaliteta stanovanja razmatran je u izvoru [4] gde je analiziran veliki broj planova Niša i zaključeno da široko područje koje obuhvata GP Niša prilikom definisanja gustine kao i nepreciznost planova nižeg reda prilikom razmatranja ovog parametra omogućavaju nekontrolisanu gustinu što dalje omogućava nekontrolisan kvalitet stanovanja.

Za svaku od pet kategorija stanovanja, pored već navedeni, GP vrednosno određuje indikatore kvaliteta: spratnost objekta, procenat i koeficijent izgrađenosti, procenat slobodnog prostora i uređenih zelenih površina i površinu igrališta za decu i odrasle u odnosu na metar kvadratni stana.

Planovi detaljne regulacije Niša (u daljem tekstu PDR) bliže određuju vrednosti indikatora kvaliteta stanovanja i prema Zakonu o planiranju i izgradnji član 33. u obavezi su da budu u skladu sa GP-om. U PDR-ovoma relevantni indikatori kao što su gustina naseljenosti, indeks izgrađenosti i indeks zauzetosti često se razvrstavaju prema neto i bruto vrednostima. Tako da se u PDR-ovoma pojavljuju pojmovi neto gustine naseljenosti i bruto gustine naseljenosti koji nisu definisani, a GP-om se ne prepoznaaju, pa se postavlja pitanje na koju gustinu se odnosi GP. Indeks izgrađenosti i indeks zauzetosti ne samo da nemaju definiciju za bruto i neto vrednosti već se u GP-u prepoznaaju kao koeficijent izgrađenosti i procenat izgrađenosti. Različito tumačenje, koje se omogućava ovakvim definicijama ili bolje rečeno nedefinicijama, ostavlja mogućnost legalnog manevrisanja sa vrednostima ovih indikatora.

Često se u PDR-ovima omogućava ili izgradnja višeporodičnog objekta u okviru već pretežno porodičnog stanovanja ukoliko parcela ima više od $600m^2$ ili izgradnja porodičnog objekta tamo gde je planirana izgradnja višeporodičnog stanovanja [3]. Ovakav pristup može da izazove neravnomeran kvalitet stanovanja u okviru bloka i da naruši planiranu siluetu i dizajn bloka jer se arhitektonski različito tretiraju višeporodični od porodičnih objekata i zakonski je određena različita spratnost [8]

Kada je reč o parking mestima tu su PDR-ovi vrlo jasno definisali po ugledu na GP da na jedan stan ide jedno parking mesto. Međutim u nekim planovima se javlja mogućnost da ukoliko najmanje

Indikatori kvaliteta stanovanja u planskim dokumentima grada Niša

polovina vozila imaju garažna mesta onda može da se uzme u obzir parametar da na $70m^2$ stambenog prostora ide jedno parking mesto. I opet je pitanje da li se radi o bruto ili neto površini stambenog prostora kao i da li je prosečna površina stana u zgradи $70m^2$.

Kada je reč o zelenim površinama ili dečijim igralištima, koji su takođe indikatori kvaliteta stanovanja, oni se predviđaju PDR-ovima, ali se ne precira njihovo mesto, niti se određena površina opterećuje njihovom izgradnjom. Ukoliko ne postoji definisano mesto, niti se obavezuje određeni inestitor na izgradnju onda se postavlja pitanje da li će to neko svojom dobrom voljom uraditi ili će država izgraditi na tuđem zemljištu.

Značajan indikator jeste i međusobna udaljenost objekata. Skoro po pravilu svi PDR-ovi propisuju minimalnu udaljenost od polovine višeg objekta ukoliko ima otvora za osvetljenje stambenih prostorija ili četvrtine višeg objekta ukoliko otvora nema, sa tim da to udaljenje nije manje od 4m. Vrlo je diskutabilna vrednost ovog indikatora naročito zato što nisu uzete u obzir orijentacije zgrada. U praksi se ove vrednosti minimuma najčešće koriste, a naročito u gusto izgrađenoj strukturi. Ne može se postići kvalitetno stanovanje ukoliko insolacija bloka nije kvalitetna, a ova vrednost ovog indikatora ne može da obezbedi kvalitetnu insolaciju.

3. ZAKLJUČAK

Relevantni indikatori kvaliteta stanovanja koji se pojavljuju u planovima grada Niša vrlo često nemaju jasne definicije ili se javljaju različiti nazivi istih indikatora što otvara mogućnost različitog tumačenja istih indikatora. Još veću zabunu unose i kategorije bruto i neto u planovima nižeg reda koji se ne prepoznaju u planovima višeg reda.

Minimalne vrednosti pojedinih indikatora su nedovoljne da se ostvari kvalitet. Nepotpunost i nedorečenost nekih indikatora takođe stvaraju pogodno tlo za legalnu manipulaciju i ostvarivanje lošijeg kvaliteta stanovanja od onog koji se prvobitno planirao.

Radom je ukazano na neka ključna mesta u planskim dokumentima koja je potrebno izmeniti, redefinisati ili dopuniti kako bi se sprovelo ono što je i planirano. Rad takođe otvara široko polje za dalja istraživanja.

Ovoj temi potrebno je posvetiti veću pažnju od strane stručne javnosti naročito sada kada je u toku skoro izmena svih planskih dokumenata jer se u vrtlogu tranzicija i raznoraznih promena zaboravio odgovor na bazično pitanje svakog plana: Zbog koga se donose planovi, odnosno koji je cilj planiranja?

7. LITERATURA

- [1] JP Zavod za urbanizam Niš, *Generalni plan Niša 1995-2010*, "Sl. List grada Niša" 13/95 i 2/2002
- [2] JP Zavod za urbanizam Niš *Plan detaljne regulacije bloka "Stara Železnička Kolonija-Rasadnik"*, "Sl. List grada Niša" 29/2007
- [3] JP Zavod za urbanizam Niš *Plan detaljne regulacije naselja "Somborska-centar"*, "Sl. List grada Niša" 106/2004
- [4] Koneski Aleksandra, *Određivanje gustine naseljenosti u planskim dokumentima grada Niša* Zbornik radova: Nauka+Praksa 09, Građevinsko arhitektonski fakultet, Niš, 2009, str.80-84
- [5] Lazarević Bajec Nada, *Uloga stambene politike i urbanog planiranja u obezbeđenju socijalnog stanovanja*. Zbornik radova: Unapređenje stanovanja, Arhitektonski fakultet univerziteta u Beogradu, Beograd, 1994, str.139-143
- [6] Minić-Šinžar Dragana, *Urbanistički parametri i standardi stanovanja u Beogradu*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2003, str. 29-34
- [7] Petovar Ksenija, *Stanovanje kao ljudsko pravo*, Predavanje na seminaru: Socijalno stanovanje, Arhitektonski fakultet univerziteta u Beogradu, Beograd, 2008-2009, str.2
- [8] *Pravilnik o opštim uslovima o parcelaciji i izgradnji i sadržini, uslovima i postupku izdavanja akta o urbanističkim uslovima za objekte za koje odobrenje za izgradnju izdaje opštinska, odnosno gradska uprava* ("Službeni glasnik RS", broj 47/2003)
- [9] Saarinen Eliel, *GRADOVI njihov razvitak, njihovo propadanje, njihova budućnost*, Svetlost, Sarajevo, 1972, str.11-12
- [10] Ric van Poll, *THE PERCEIVED QUALITY OF THE URBAN RESIDENTIAL ENVIRONMENT A Multi-Attribute Evaluation*, 1997, elektronska verzija, korišćeno 17.07.2010.
- [11] *Zakon o planiranju i izgradnji*, ("Sl. glasnik RS", br. 72/2009)

UDK: 728.1/.3:696/697(045)=163.41

FLEKSIBILNOST STAMBENE JEDINICE U ODNOSU NA GRUPISANJE INSTALACIJA

Vladimir Kubet¹

Olga Carić²

Ksenija Hiel³

Rezime

Usled primene novih tehnika i tehnologija, život u stambenim prostorima može se posmatrati kroz transformaciju funkcionalne organizacije stambenih jedinica. Različite strukture porodica i načina korišćenja stambenog prostora doprinele su alteraciji tradicionalnog shvatanja ove tipologije objekata i pristupa projektovanju stana. U ovom radu istražuje se fleksibilnost funkcije stana u odnosu na grupisanje instalacija i izbor konstruktivnog sklopa. U tom smislu, značajni faktori su pozicija grupisanih instalacija, kao i geometrija osnove stambene jedinice. Dati parametri se analiziraju na primerima dvoiposobnih i većih struktura stanova, ugrađenih ili višestruko orijentisanih. Takođe se razmatra fleksibilnost u odnosu na broj etaža u okviru jedne jedinice i njenu ukupnu veličinu.

Ključne reči: stambena jedinica, fleksibilnost, funkcija, instalacije, konstruktivni sklop

1. UVOD

Značenje i karakter stana odnosno slika stambenog prostora podložna je kontinualnoj promeni usled dinamičnog razvoja tehnika i

¹Vladimir Kubet, dipl. ing. arh. – master, asistent, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za arhitekturu i urbanizam

²Olga Carić, dipl. ing. arh. – master, saradnik u nastavi, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za arhitekturu i urbanizam

³dr Ksenija Hiel, dipl. ing. arh., docent, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za arhitekturu i urbanizam

tehnologija, ali i usled radikalne modifikacije socijalnog konteksta. Ukoliko se arhitektura shvati kao izraz ili apologija društvene realnosti u sklopu koje ona nastaje[7], njena višestruka povezanost sa društvom je, možda, najuočljivija na primeru problematike stanovanja. Različiti profili korisnika i širok spektar shvatanja pojma „porodice“, kao i alteracija ovog shvatanja tokom životnog veka korisnika iziskuje izvesnu „privremenost“ karaktera stambenog prostora odnosno njegovu podložnost promeni. Ona zahteva fleksibilnost koja može da omogući da stambena jedinica prati životni ritam korisnika i menja se u skladu sa njegovim potrebama.

Stambeni prostor sačinjava integracija njegovih komplementarnih merljivih (fizički izraz, praktične, funkcionalne karakteristike) i nemerljivih (značenja, estetske i simbolične vrednosti) aspekata.[5] Težište ovog rada predstavljaju fleksibilnost i merljivi, i to najnefleksibilniji aspekti svakog stambenog prostora. Naime, istražen je uticaj suvise organizacije konstruktivnog sistema i, pre svega, pozicioniranja instalacija na postizanje višeg stepena fleksibilnosti stambene jedinice. Kako su ovi činioci, možda, najznačajniji ograničavajući faktor fleksibilnosti, neophodna je temeljna analiza njihovog potencijala i insuficijencija pre organizacije stambenog prostora koji je u mogućnosti da prati promene.

2. FLEKSIBILNOST KAO IMPERATIV

Pojam fleksibilnost stambenih prostora pojavila se u svetskim akademskim krugovima još kasnih 1960-tih kao kritika na standardizaciju koju je iznedrila Moderna. Adorno i Benjamin su uočili da su profili korisnika i dnevna realnost isuviše raznoliki da bi se mogli pojasniti, uslovno rečeno, klišeom⁴, dok je davne 1962. godine, Hajdeger skrenuo pažnju da radikalni razvoj tehnika i tehnologija onemogućava bilo kakvu mogućnost stagnacije.[3] Ubrzo potom, došlo je do izvesne demokratizacije i decentralizacije procesa planiranja[1] odnosno ustanovljeno je da korisnik kao individua poseduje potrebu da učestvuje u organizaciji svoje stambene jedinice.

⁴Videti više u: Douglas Mary: *The idea of a home*, Miller Lane Barbara (ed.) „Housing and Dwelling – Perspectives on Modern Domestic Architecture”, Routledge, New York, 1993 str.61-68

Fleksibilnost funkcije stambene jedinice u odnosu na grupisanje instalacija

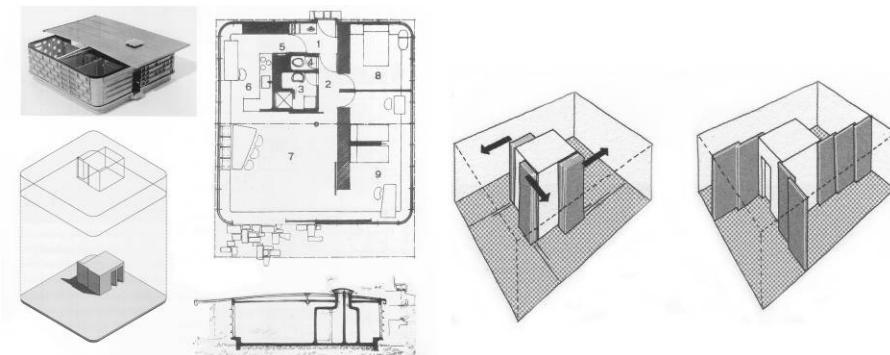
Fleksibilnost je neophodnija danas, čini se, nego ikada pre. Novi načini života i želja za promenama prema van Zejlu, poprimile su „dekadentne razmere“.[11] Hibridne forme menjajućih kombinacija zastupljenosti stanovanja i posla i rada van kuće doprinele su njihovoj konvergenciji odnosno onemogućile dihotomiju ovih aktivnosti u savremenom tehnološkom društvu.[6] Dodatno, centar razvijanja stambene tipologije više ne predstavlja monotematska porodica; mladi ljudi, samci, parovi bez dece, kohabitacija izvan porodične zajednice, domaćinstva sa jednim roditeljem i stariji danas predstavljaju samo segment čitavog spektra različitih grupa korisnika sa sopstvenim subjektivnim percepcijama doma. Neke grupe mogu posedovati čak i suprotne sklopove zahteva, vrednosti, idealu, perspektiva, standarda, značenja, itd. *Erga omnes*, s obzirom da su želje korisnika osnovni generator kvaliteta njihovih stambenih jedinica, neophodno je pristupiti projektovanju tzv. „sirovog prostora“ koji dopušta značajniji stepen aktivnog učešća samog korisnika u odnosu na njegov životni prostor.

Fleksibilno stanovanje treba da omogući društvene (lične – npr. promena broja korisnika; praktične – npr. promena potreba tokom životnog veka stanovnika) i tehnološke promene (ugradnja novih instalacija). Uzimajući u obzir razvijenu presečnu ravan arhitekture sa drugim disciplinama, fleksibilnost treba da bude priemčiva i na demografske (promena zastupljenosti neke od grupa korisnika), ekonomske (promena potreba na tržištu) ili klimatske promene (potreba za ugradnjom novih elemenata u skladu sa promenom klimatskih uslova).[10] No, značajno je naglasiti da fleksibilnost ne predstavlja samo cilj, već sredstvo kojim se korisniku omogućava da modifikuje svoj stambeni prostor u skladu sa svojim potrebama i željama. Stambeni prostori osmišljeni tako da korespondiraju sa promenama u okviru nepoznatih parametara u budućnosti i postavljaju problematiku projektovanja kao sugestiju odnosno okvir za intervenciju budućih korisnika, jer „ono što se može menjati, zaobilazi okove tradicije (...) i zauvek je novo“.[10]

3. POZICIONIRANJE INSTALACIJA – NEPROMENLJIVI DEO FLEKSIBILNE STAMBENE JEDINICE

Osnovne merljive aspekte koji direktno utiču na fleksibilnost stambenog prostora predstavljaju geometrija i veličina osnove, pozicija instalacija (grupisane ili pojedinačno postavljane), konstruktivni sklop, pozicija i broj ulaza, kao i veličina modula (u cilju dodavanja ili

oduzimanja delova u budućnosti).[10] Ovi aspekti zasnovani su na Habrakenovoj ideji iz 1972. godine da se fleksibilnost stambenih prostora zasniva na kvalitetnoj organizaciji osnovnih, uslovno rečeno, nemenjanjućih aspekata objekta odnosno "podršci".[2] U cilju višeg stepena fleksibilnosti u odnosu na zastupljenost rada u okvirima jedinica, pomenutim fizičkim, merljivim aspektima stambenih prostora, mogli bi se dodati i uticajni činioci kao što su grupisanje instalacija na način da podjednako kvalitetno mogu da opslužuju i poslovne prostore, kao i povećanje visine prostorija.[12] Takođe, uticajne faktore za fleksibilnost stambene jedinice predstavlja njena orijentacija, kao i broj njenih slobodnih fasadnih zidova. S obzirom da projektant fleksibilnih stambenih prostora stvara okvir za menjanje od strane (različitih) korisnika i da ovi prostori pre svega poseduju funkciju korespondiranja sa promenama u budućnosti koje se danas ne mogu predvideti, lagodno strukturiranje ili blago predimenzionisanje u slučajevima gde je to moguće, predstavlja poželjnju stavku. Pri procesu projektovanja, značajno je detaljno definisanje svih aspekata ovih polivalentnih prostora. Otvoreni, neutralni prostori sami za sebe nisu dovoljni;[4] neophodno je temeljno proanalizirati sve upotrebne potencijale stambenog prostora, uočavajući koji su to promenljivi, a koji nepromenljivi⁵ i na osnovu njih precizno generisati fleksibilne jedinice.



Slike 1 i 2. Maison Alba projekat iz 1950. od arh. Silvi i Prouvé, mode, osnova i presek; Koncept fiksnog tehničkog jezgra sa pomerljivim panelima.

Jedan od osnovnih konstituenata merljivih ili, prema Lojpenu, nepromenljivih aspekata stambenih prostora, kao što je navedeno,

⁵Videti više u: Leupen Bernard: *Frame and Generic Space - A study into the changeable dwelling proceeding from the permanent*, Rotterdam: 010 Publishers, 2006.

Fleksibilnost funkcije stambene jedinice u odnosu na grupisanje instalacija

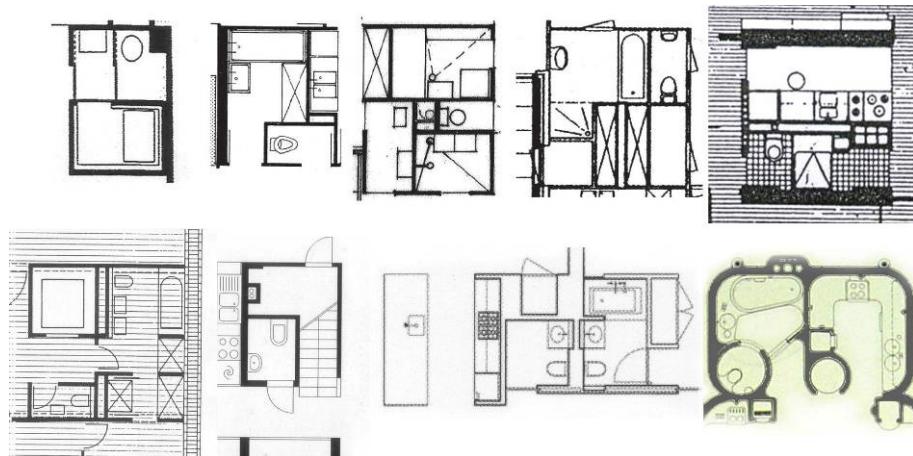
sačinjava pozicioniranje instalacija. Ključna uloga ovog dela procesa projektovanja za fleksibilnost stambene jedinice saglediva je kroz činjenicu da upravo ovi delovi predstavljaju njene najnefleksibilnije činioce. Stoga, problematiku strukturiranja tehničkih jezgara odnosno instalacija važno je sagledati i rešiti u početnom stadijumu projektovanja.

Značajno je razmotriti različite mogućnosti deljenja prostora u odnosu na grupisanje instalacija tako da taj prostor bude funkcionalan (oblik i veličine prostorija, osuđenost, itd.). Uticajnu ulogu u ovom segmentu analize i odlučivanja poseduje geometrija i veličina osnove. Različiti primeri grupisanja, otvaranja i zatvaranja prostorno-funkcionalnih elemenata stana doprinose formiranju njegovih raznovrsnih oblika i ambijenata. U zavisnosti od konstitutivnih motiva organizacije prostora⁶, integracijom i pozicioniranjem funkcionalnih procesa i njihovih prostora u sklopove stana, formiraju se varijantni tipovi stambenih jedinica. Prostorije ili funkcionalne celine mogu da budu organizovane: koridorski (iz jedne u drugu prostoriju), oko proširene komunikacije ili dnevног boravka (salona), oko otvorenog prostora (lođe) ili oko tehničkog bloka (kuhinja, sanitarni i instalacioni blok). Takva rešenja mogu tematizovati stan kao prostor socijalne interakcije, sa prostorima koji se razvijaju u zavisnosti od potreba i interpretacija pojedinih načina življenja, vremenske dimenzije i domena funkcija u njemu (biološki ritam, generacijska podela, kružna veza i fleksibilnost).[9]

U ovom istraživanju kao jedan od najznačajnijih konstitutivnih motiva organizacije prostora analizirani su tipovi stanova sa grupisanim instalacijama u tehničkom bloku, i njihove kombinacije sa drugim organizacionim sistemima. Prefabrikovani elementi (instalacioni blok i pregradni zidovi) postavljeni u tehničko jezgro u otvorenom prostoru stana omogućuju viši stepen fleksibilnosti organizacije funkcionálnih procesa po njegovom obodu. Oko njegovih ivica se na širok spektar načina, u zavisnosti od potrebne namene u određenim delovima jedinice, mogu organizovati priključci na vodovodne, kanalizacione i ventilacione sisteme. Tako se u takvim celinama mogu oslanjati ili u potpunosti grupisati prostori kuhinje, kupatila, wc-a, ostave, degažmana, interne vertikalne komunikacije (steperište i lift ukoliko je stan organizovan na više etaža) i garderobera.

⁶Konstitutivne motive stana predstavljaju činoci koji imaju integrišuću ulogu u formiranju projektnog koncepta sklopova različitih nivoa prostora. Više videti u: Marušić Darko: Sveska 6, Arhitektonski fakultet univerziteta u Beogradu, Beograd, 2000, str. 4.

Uočavaju se različite tipologije tehničkih jezgara. Tehničko jezgro može da obuhvata: samo garderober; kupatilo i garderober; kupatilo, garderober i kuhinju; kupatilo, wc, kuhinju i garderobere; kupatilo, wc, kuhinju, garderobere i vertikalnu komunikaciju.



Slika 3. Različita tipološka rešenja tehničkih jezgara.

Po geometriji i obliku organizacije tehničkih jezgara posmatrano sa nivoa ukupne osnove jednog višeporodičnog stambenog objekta, razlikuju se sledeći tipovi postavljanja:

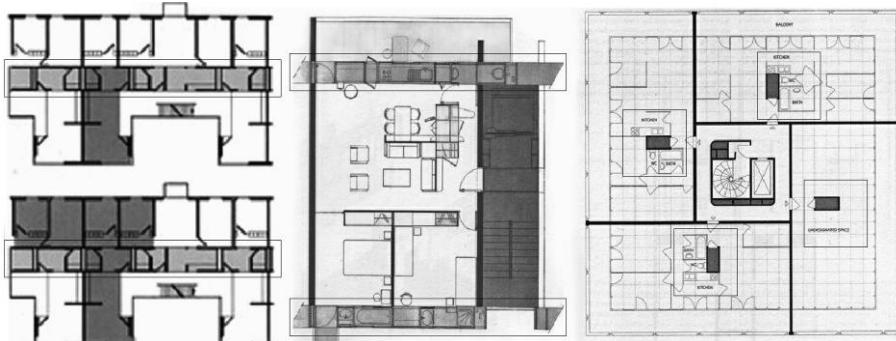
- linearno
- tačkasto
- grupisano

Linearno postavljanje tehničkih jezgara najčešće se organizuje po aksi objekta odnosno u njegovom središtu, no zastupljeni su i primeri njihovog postavljanja na fasadi. Tačkasto postavljanje podrazumeva jedno ili ređe dva jezgra strukturirana u svakoj stambenoj jedinici, dok grupisano označava primere u kojima su instalaciona jezgra grupisana za više stanova.

Položaj i broj elemenata jezgra u odnosu na njegove pripadajuće funkcionalne procese ostvaruju moguće načine organizacije stambene jedinice. U okvirima jedne stambene jedinice, razlikuju se sledeće dispozicije tehničkog bloka:

- slobodnoстоjeće u centralnoj zoni stana
- centralno postavljene uz jedan ili više zidova jednog stana
- strukturirane uz zid između dva stana

Fleksibilnost funkcije stambene jedinice u odnosu na grupisanje instalacija



Slike 4, 5, 6. Organizacija tehničkih jezgara (linearno u sredini objekta - Überbauung Hellmutstrasse, Zürich, 1991; linearno postavljeno na fasadi - Domus demain projekat iz 1984, arh. Lion i Leclercq; tačkasto postavljeno – primer iz Francuske iz 1971, arh. Arsène-Henry).

Slobodnostojeće tehničko jezgro u centralnoj zoni stana omogućava pristup sa svih njegovih strana i podstiče kružnu vezu u stanu. Kod značajnijeg broja primera, na ovaj način organizovano jezgro je ortogonalno postavljeno u odnosu na raster stana, dok je dijagonalno pozicioniranje ređe zastupljeno. Centralno postavljena jezgra uz jedan ili više zidova jedinice mogu dnevne i noćne zone razdvajati koridorima, dok kada je tehničko jezgro postavljeno uz zid između dva stana se kod većih stanova vrlo često pojavljuje potreba za formiranjem jedne ili više dodatnih vertikala.

4. ZAKLJUČAK

Grupisanje instalacija predstavlja značajnu početnu stavku pri projektovanju fleksibilne stambene jedinice. Fiksiranjem instalacija, okolni slobodni prostori, ukoliko su smisleno organizovani, priemčivi su na promene koje vreme donosi. Na osnovu ovih primera, može se zaključiti da rotacijom ili zamenom dnevnih i noćnih funkcija koje su strukturirane oko njega, centralno pozicionirano instalaciono jezgro može da omogući najviši stepen fleksibilnosti stambene jedinice. Jezgro postavljeno centralno uz jedan ili više zidova doprinosi mogućnosti kombinovanja organizacije prostora u odnosu na biološki ritam, dok instalacije pozicionirane uz zid između dva stana onemogućavaju kružnu vezu u sklopu inicijalnih jedinica, i podstiču je ukoliko bi se stanovi u budućnosti spojili.

5. LITERATURA

- [1] Dirisamer Rudolf, Kuzmich Franz, Uhl Ottokar, Voss Walter: *Überbauung "Wohnen morgen" in Hollabrunn, Niederösterreich*, Werk-archithese, 64(11/12), Niggli, Niederteufen, 1977, str.22-23
- [2] Habraken John: *Supports: an alternative to mass housing*, Architectural Press, London, 1972,
- [3] Heidegger Martin: *Sojourns: The journey to Greece*, State University of New York, Albany, NY, 2005, str.41-42
- [4] Hertzberger Herman: *Lessons for Students in Architecture*, 010 Publishers, Rotterdam, 1991
- [5] Hilde Heynen: *Architecture between Modernity and Dwelling: Reflections on Adorno's "Aesthetic Theory"*, Assemblage, br. 17, The MIT Press Publishers, Cambridge, MA, April 1992, str.78-91
- [6] Kubet Vladimir: *Novi aspekti fleksibilnosti stambenih prostora*, Nauka + Praksa, 12(1), Građevinsko- arhitektonski fakultet, Niš, 2009, str.97-100
- [7] Kubet Vladimir, Carić Olga, Ristić Dušan: *Izložbe Verkbunda – čitanja rukopisa modernizma danas*, „Arhitektura i Urbanizam“, br.28, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, 2010, str.21-28
- [8] Marušić Darko: *Sveska 6*, Arhitektonski fakultet univerziteta u Beogradu, Beograd, 2000
- [9] Schneider Friederike, *The Layout of the Apartment/the Floor Plan Idea*, Schneider Friederike (Ed.): „Floor Plan Manual: Housing“, Birkhäuser Architecture, Basel, 2004, str.34-39
- [10] Schneider Tatjana, Till Jeremy: *Flexible Housing*, Architectural Press, London, 2007
- [11] Van Zeijl Gerard: *The Architecture of Dwelling: A History of a (ir) rational Bulwark*, Hans Cornelissen (ed.): „Dwelling as a figure of thought“, Sun Publishers, Amsterdam, 2005, str.103-127
- [12] Van Zwol Jasper: *The Combination of Living and Working*, Leupen Bernard, Heijne Rene, Van Zwol Jasper (eds.), „Time-based Architecture“, 010 Publishers, Rotterdam 2005, str. 30 - 41

UDK 691.54+691.322(045)=111

THE INFLUENCE OF QUANTITY OF SLAG ON CEMENT PROPERTIES WITH USING DR-3 ADDITION

Dmitry V. Lomachenko¹
Nina P. Kudayarova²

Resume

There is properties of cement grinding with DR-3 addition with various quantity of slag was researched. Slag as a major active mineral addition widely using in cement industry in Russian Federation, but at the same time it's more hard-grinding material than cement. At the same time various additions using for intensify cement clinker grinding. One of this additions DR-3 addition, which has resorcinol waste production base. Resorcinol waste production represent stillage bottoms after distillation of ready product Using of DR-3 addition can provide more grindability of cement klinker with slag, and also improve properties and strength of finished product.

Key words: *cement, slag, addition, grindability*

1. INTRODUCTION

The blast-furnace slag widely using as active mineral addition for cement production. Using of blast-furnace slag in a cement production can appreciably decreasing prime cost of cement. The active mineral addition using in 90% of all cement in developed countries. In this work we try to research how quantity of blast-furnace slag can influent on cement clinker grinding process also with addition using as a grinding process intensifier. There are big ranges of this kind of additions [1]. In this work by way of this addition the

¹ Mr., Belgorod State Technological University named after Shukhov

² Ph.D., Prof, Belgorod State Technological University named after Shukhov

DR-3 addition used. There was determinated that DR-3 addition positively influent on cement clinker grinding process if using cement without any active mineral additions[2,3].

2. DR-3 ADDITION PRODUCTION

The base of DR-3 addition is resorcinol waste production. They are stillage bottoms after distillation of ready product on the last stage and represent dark-brown rosin color. Stillage bottom is represented as a set of phenol compounds. For DR-3 addition rosin is dissolving and making addition. This addition adsorbed on cement, gypsum, and chalk particles in aquatic environment.

3. EXPERIMENTAL PART

In experimental part we appraise influence of varies quantity of blast-furnace slag during cement clinker grinding process with DR-3 intensifier. According to EU standard EN 197.1 cement with blast furnace slag quantity from 36% to 65% classified as a CEM III/A, and cement with blast-furnace slag quantity from 21% to 35% classified as CEM II/A-S.

For this purposes the intergrinding cement and blast-furnace slag in various quantities was conducted in ball mill. The cement clinker for this research was made at Belgorod Cement Plant and blast-furnace slag was received from Azovstal Steel Works company from Mariupol, Ukraine. Also DR-3 addition was added in quantities 0,02%;0,04%;0,06 for grinding intensification. The cement/slag ratio was 60/40, 50/50, 40/60 for cement CEM III/A, and 75/25,70/30,65/35 for CEM II/A-S. According standards 5% of gypsum was added as well for setting time regulation. Grinding time of all samples was equal (40 min).

After intergrinding the specific surface area of samples was measured using air permeability method. Fineness of grinding increasing can be conductive to increasing strength of cement. The same assertion is right for Portland cement with blast furnace slag. Strength of cement with blast-furnace slag can essentially change both at begin of curing and distant curing as well depending on components grindability.

Appraising of physic-mechanical properties of cement blast-furnace samples was realized after specific surface area measuring. Particularly compressive strength in 2 and 28 day age was measured.

4. RESULTS

Table 1. Specific surface area (cm^2/g) for CEM II/A-S cement

Cement/ blast furnace slag ratio	DR-3 Addition quantity, %			
	0	0.02	0.04	0.06
75/25	2768	2981	3159	3243
70/30	2672	2897	3016	3054
65/35	2608	2814	2951	2994

Table 2. Specific surface area (cm^2/g) for CEM III/A cement

Cement/ blast furnace slag ratio	DR-3 Addition quantity, %			
	0	0.02	0.04	0.06
60/40	2537	2751	2944	2956
50/50	2471	2701	2843	2846
40/60	2395	2612	2743	2731

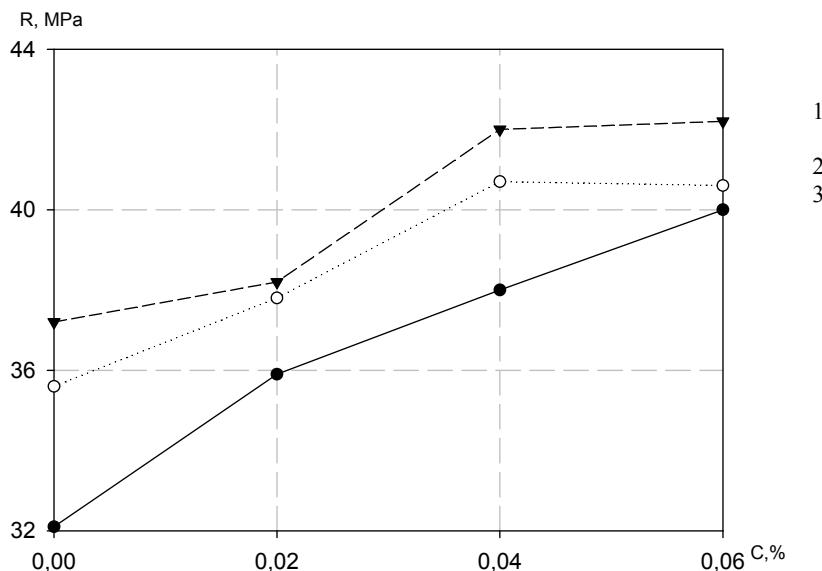


Figure 1. Compressive strength of CEM II/A-S depending of DR-3 addition concentration for different cement/slager ratio: (1.- 75/25; 2.-70/30; 3.- 65/35)

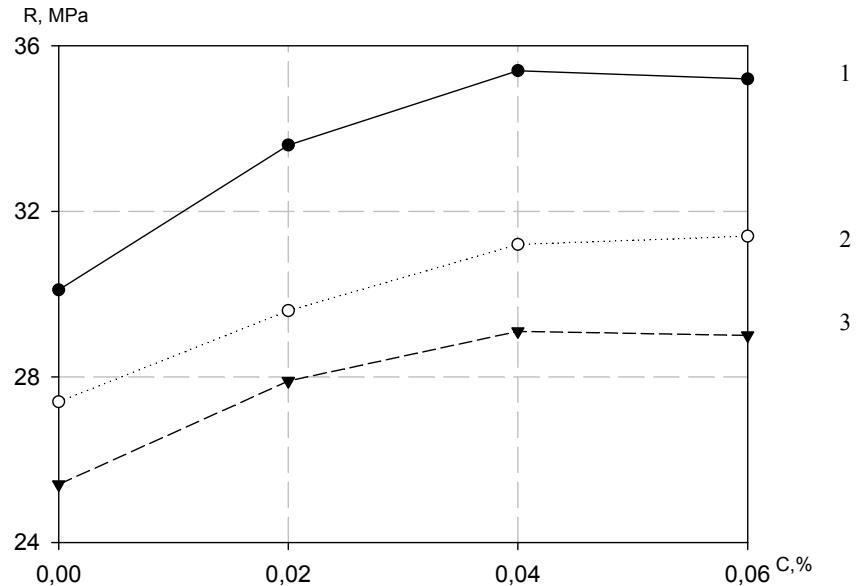


Figure 2. Compressive strength of CEM III/A depending from DR-3 addition concentration for different cement/slag ratio: (1.- 60/40; 2.-50/50; 3.- 40/60)

5. DISCUSSION OF RESULTS AND CONCLUSION

The most effective influence of DR-3 addition during the process of grinding shown between 0.04% and 0.06% quantity of this addition. Maximum increasing of specific surface come for CEM II/A-S from 14.2 % to 17.1 % and for CEM III/A from 14.5 % to 16.5 % depending from quantity of slag. The increasing the quantity of slag in cement for CEM II/A-S leads to additional growth of specific surface area dimension if compare cement with DR-3 concentration 0.04% and 0.06% insignifacnt reduced. For CEM III/A cement similar situation was determinate only with one difference. For sample which contain 40/60 cement/blast furnace ratio optimal concentration of DR-3 addition is 0.04% and in case when concentration of DR-3 addition will be increase to 0.06% there is a decreasing of specific surface area dimension. With a slag ratio increasing from 25% to 60% maximum increasing of specific surface area dimension slows down.

The main purpose of next stage of researching were strength characteristics of cement-blast furnace slag appraising. For this purposes the standard compressive strength tests was realized according present standards. For this compressive strength tests the cements with specific surface area 2300-2700 cm²/g.

The slag ratio increasing can result the compressive strength decreasing. This can be explain by slag activity which is lower than cement activity. We can observe compressive strength of blast-furnace slag cement increasing in all samples which were grinding with DR-3 addition. The samples which doesn't contain DR-3 addition has lower strength in beginning of curing which result the low strength in 28-day age compare with samples which were grind with DR-3 addition. The compressive strength increasing is 14.5% for cement which has blast-furnace slag ratio 25%. But if ratio slag will be 30%, increasing of cement compressive strength slows down to 13.6 %. During the experiments was realized that optimal concentration of slag for CEM/IIA-S with DR-3 addition using is 35%. In that case increasing of compressive strength at 28-day age makes more than 25% with DR-3 addition using in 0.06% quantity in comparison with sample which was grind without DR-3 addition. Moreover, the optimal concentration of DR-3 addition in this case makes to 0.06%. For samples with 75/25 and 70/30 cement/blast-furnace slag ratio optimal DR-3 concentration was 0.04% (Fig.1).

For CEM III/A cement optimal concentration of DR-3 addition is 0.04%. Maximum compression strength increasing of samples grinded with DR-3 addition in comparison with sample which was grind without addition is more than 17 % for with cement/slag ratio 60/40. The maximum strength in this case is 35.5 MPa. For the slag ratio is increased to 50 and 60 % maximum strength of samples grinded with DR-3 addition slows down to 29,1 MPa.

The main conclusions of this work are that optimal DR-3 quantity for CEM II/A-S cement is 0.06%, and 0.04% for CEM III/S cement samples. It was researched that optimal cement/blast-furnace slag ratio, for samples which were grind with DR-3 addition, is 65/35. In this case maximum compressive strength increasing is more than 25% when using DR-3 addition during process of grinding in comparison with sample which was doesn't grind with DR-3 addition.

LITERATURE

1. Mabrouk M.R., Mosllsmy F.H., Gad E.A.M. Rheological properties of different cement pastes made with different admixtures.// Silicates Ind., 2005. № 3. p. 59–64
2. Dispersion of cement clinker in the course of grinding with new organic additive / D.V. Lomachenko, N.P. Kudeyarova // Construction Materials №7, 2009 pp. 62-64.
3. Influence of surface-active properties of additives on grindability of cement clinker / D.V. Lomachenko, N.P. Kudeyarova // Construction Materials №8, 2010 pp. 58-59.

UDK: 624/627(045)=163.41

BIM U NISKOGRADNJI

Bojan Matić¹
Đorđe Uzelac²
Nebojša Radović³
Siniša Sremac⁴

Rezime

BIM nije ni proizvod ni softver, nego integrisani proces izgrađen na koordiniranim i pouzdanim informacijama od projektovanja do građenja i eksploatacije objekta. BIM omogućava inženjerima da mnogo lakše predvide performanse projekta pre građenja, reaguju brže na promene projekta, optimizuju projekte pomoći analiza, simulacije i vizualizacije i dobijaju visok kvalitet dokumentacije za građenje. Štaviše, omogućava da se dobiju vredni podaci iz modela za lakše i brže donošenje odluke i ekonomičniji projekat. Kompletan životni ciklus putnog projekta može biti kontrolisan iz jednog izvora što donosi bržem, lakšem, sigurnijem i tačnijem konceptu upravljanja podacima putne mreže i generalno putevima. BIM obezbeđuje kvalitetno upravljanje četiri segmenta: radna snaga, novac, mašine, materijali (4M, manpower, money, machine, material), što će biti i predstavljeno u radu.

Ključne reči: upravljanje podacima, BIM, životni ciklus puta

1. KONCEPT BIM-A

Niskogradnja je deo građevinarstva koji zahteva visok nivo upravljanja podacima i informacijama, jer postoji veliki broj podataka koje treba kvalitetno složiti, ažurirati i u pravom trenutku iskoristiti. Mala greška u početnom projektovanju može biti velika u kasnijim fazama i prouzrokovati veća sredstva za ulaganje nego što su optimalna. Pri projektovanju ranijih godina nije važio princip integrisanih podataka. Predmet rada je da prikaže principe projektovanja na bazi integrisanih podataka, kao i njegove prednosti i

¹ Bojan Matić grad. civ. Eng., assistant, The Faculty of Technical Sciences

² Đorđe Uzelac, grad. civ. Eng., professor, The Faculty of Technical Sciences

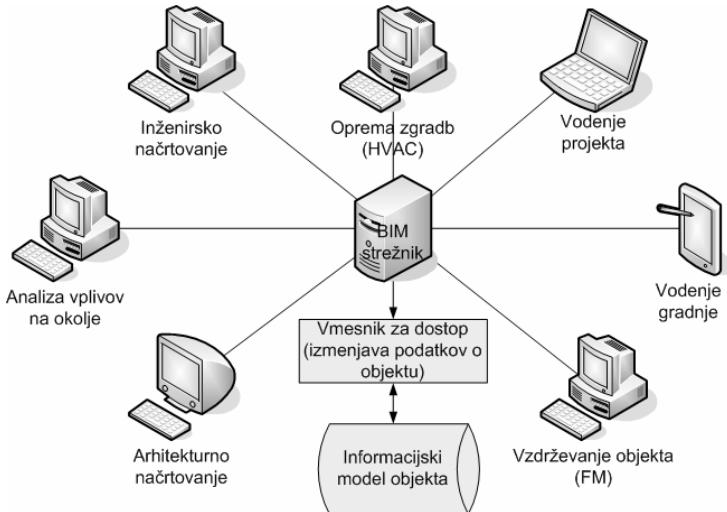
³ Nebojša Radović, grad. civ. Eng., assistant prof., The Faculty of Technical Sciences

⁴ Siniša Sremac, grad. Traffic Eng., assistant, The Faculty of Technical Sciences

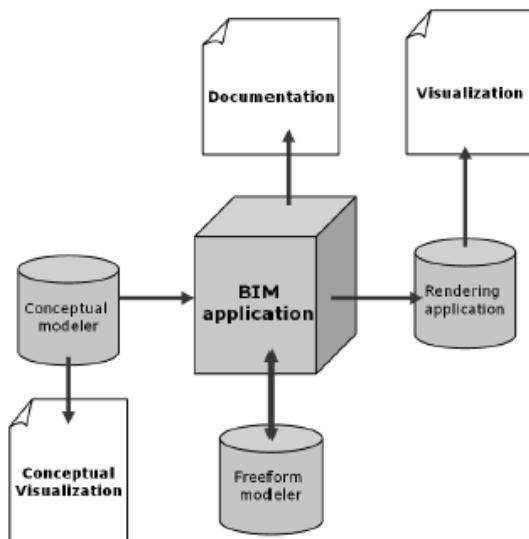
mane, pomoću danas najviše prihvaćenog modela, BIM-a (**BIM** = Building Information Modeling, *Also known as “Virtual Building” or “Building Simulation”*)[3]

Šta je to BIM? Kao što je već rečeno u rezimeu, Building information modeling - BIM model nije ni proizvod ni softver, nego integrirani proces izgrađen na koordiniranim i pouzdanim informacijama od projektovanja do građenja i eksploracije objekta. BIM omogućava inženjerima da mnogo lakše predvide performanse projekta pre građenja, reaguju brže na promene projekta, optimizuju projekte pomoću analiza, simulacije i vizualizacije i dobijaju visok kvalitet dokumentacije za građenje. Štaviše, omogućava da se dobiju vredni podaci iz modela za lakše i brže donošenje odluke i ekonomičniji projekat [2]. Kompletan životni ciklus putnog projekta može biti kontrolisan iz jednog izvora što donosi bržem, lakšem, sigurnijem i tačnjijem konceptu upravljanja podacima putne mreže i generalno putevima. BIM obezbeđuje kvalitetno upravljanje četiri segmenta: radna snaga, novac, mašine, materijali (4M, manpower, money, machine, material) [3].

Cilj rada je da pokaže sve prednosti projektovanja po principu BIM-a, ukaže na nedostatke prethodnih i predstavi buduće pravce razvoja. **Cilj BIM-a u niskogradnji** jeste da međusobno poveže sve ulazne podatke i da na osnovu njih donese pravo projektantsko rešenje (optimalno), već u ranim fazama projektovanja, slika 2.



Slika 1. Upravljanje podacima[6]

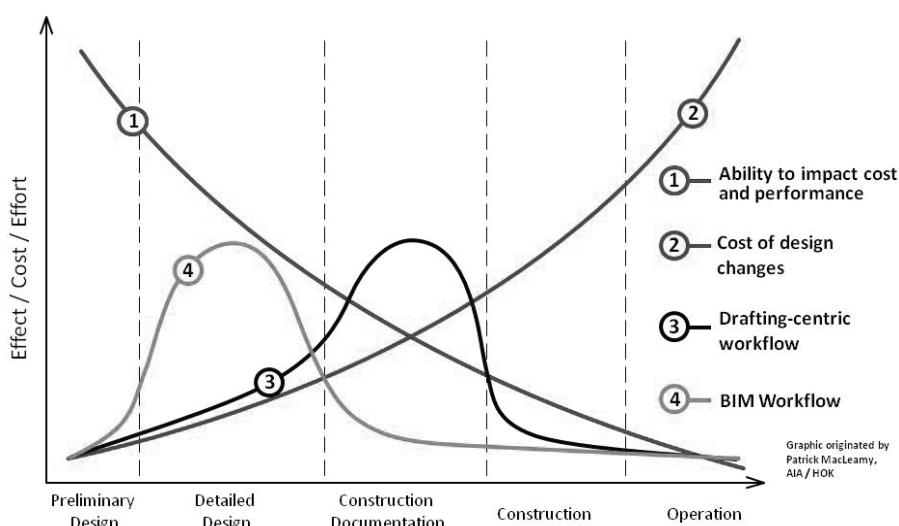


Slika 2. Međusobna povezanost različitih programa – koncept BIM-a [3].

2. PREDNOSTI BIM PROJEKTOVANJA

Sa grafika 1. se vidi, da u slučaju visokih troškova i napora u idejnom projektu (linija 1), troškovi se smanjuju kako projekat napreduje. U slučaju malih napora i troškova u fazi idejnog projekta,

troškovi rastu tokom kasnijih faza (linija 2). Linija 3 pokazuje slučaj kada inženjeri troše najviše vremena u fazi formiranja dokumentacije za građenje. Problem je u tome što je vrh ove linije 3 - kao funkcije koja zavisi od troškova, efekata i napora sa jedne i faza projekta sa druge strane baš na onom mestu gde mogućnost inženjera da utiče na projekt opada, a troškovi promena na projektu rastu. Pri projektovanju postoje različite alternative, a izbor alternativa zavisi od uloženih napora, troškova i efekata. Često je potrebno raditi iterativne procese pri projektovanju kako bi smo došli do najoptimalnije alternative. Međutim iterativni postupci mogu biti jako skupi, tako da uglavnom projekt koji se usvoji na početku, ne menja se do kraja, iako nije najbolje moguće rešenje. Suprotno rešenjima prikazanim na grafiku 1. pomoću linija 1,2,3 pojavio se novi standard koji je proizašao iz AEC industrije (Architecture, Engineering and Construction industry) pod nazivom BIM.



Grafik 1. Uticaj BIM-a na smanjenje troškova tokom životnog ciklusa projekta [14].

Linija 4 sa slike prikazuje princip BIM - a u niskogradnji koji podrazumeva da inženjeri ulože najviše napora i pokažu najviši nivo detaljnosti u detaljnem projektu, u kome je moguće vršiti promene projekta bez većih troškova, a sa malim troškovima u ostalim fazama projekta.

3. KARAKTERISTIKE BIM MODELA

BIM model koristi 3D model i promene na jednom crtežu utiču na čitav model što višestruko skraćuje posao. Lakše su uočljive projektantske greške na 3D modelu nego na odvojenim profilima i brže i lakše se otklanjaju. BIM formira i koristi gotove elemente iz baze elemenata puta (ivičnjaci, bankine, kolovozne trake, rigole, jarkovi, drenažni sistemi...) i formira modele. Moguće je formirati i sopstvene dimenzije elemenata. Dokumentacija je potpuno automatizovana (automatsko ažuriranje podataka). Bogat vizuelni sadržaj (animacija, vizuelni prikaz useka, nasipa, odvodnjavanja, dreniranja, prepreke na putu, raspored drveća i osvetljenost puta...), uz ostale karakteristike, čini koncept BIM-a potpuno jedinstvenim. Analiza obezbeđenja zaustavljanja i daljina vidljivosti su jedni od ključnih faktora pri donošenju projektantskih odluka.

BIM aplikacije mogu da koriste eksterne podatke i rezultate drugih programa. U cilju što lakšeg formiranja modela, moguće je BIM aplikaciju povezati i sa izvorima kao što je internet (npr. Google Earth ili sl.)

Bitna karakteristika BIM-a je da prilikom formiranja modela uzima u obzir i podatke o saobraćajnom kapacitetu, buku, osvetljenje, odvodnjavanje, analizu znakova i sl. Softverski paketi kao što su (npr: Plateia, Gavran, Autodesk, Anadelta Tessera), formiranjem 3D modela automatski određuju količine radova, predmer i predračun.

BIM koncept omogućava formiranje vizuelnog 3D mrežnog plana o građenju, koji pruža mogućnosti investitoru da na savremeniji i lakši način prati građenje objekta i svakodnevno vizuelno upoređuje predhodno sa trenutnim stanjem izgrađenosti.

4. RAZVOJ MODELA

U poslednjih dvadeset godina razvijani su različiti modeli puteva, od modela za opisivanje geometrije - (The Road Shape Model Kernel – RSMK, Holandija), do modela vezanih za opisivanje, čuvanje i razmenu podataka - OKSTRA (Objektkatalog für Straßen- und Verkerswesen, Njemačka) [5]. Švedska je razvila svoj model EuroSTEP, prema STEP standardima i ovo je jedan od najboljimih modела koji sadrži najviše podataka o putevima, ali zbog nedostataka sredstava ovaj projekat još nije završen. TransXML je proizvod američkog razvojnog programa (US National Cooperative Highway Research Program) čiji je cilj razvoj XML šeme za razmjenu podataka o saobraćaju [1].

Informacije sačuvane u BIM modelu mogu da se jednostavno razmenjuju u različitim file formatima što je velika prednost BIM-a. Ti formati mogu biti npr.: IFC (Industry Foundation Classes), DXF-DWG (Autocad Drawing), PDF (Portable Document Format), XML (Extensible Markup Language) i sl., slika 3.



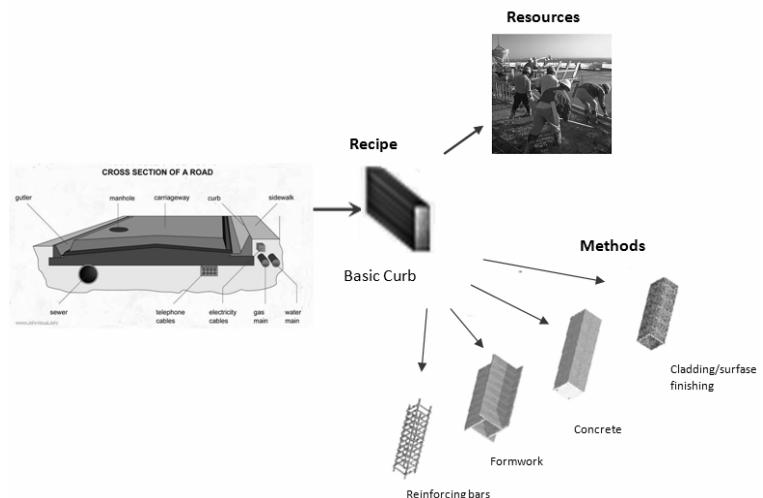
Slika 3. Formati za razmjenu podataka [3].

5. PRAVCI BUDUĆEG RAZVOJA BIM APLIKACIJA

BIM modeli mogu biti importovani u neke spoljašnje programe za analizu, čime omogućavaju širok opseg aktivnosti:

- Detekciju grešaka pri građenju
- Energetsku analizu
- Strukturnu analizu
- Ekonomsku i finansijsku analizu i sl.

BIM aplikacije za niskogradnju pored navedenih mogućnosti, kao opciju u budućnosti mogu uključiti i kompletну analizu građenja kolovozne konstrukcije, svaki elemenat kao odvojenu celinu. To podrazumeva da se za svaki elemenat puta definišu metode izvođenja i potrebni resursi. Na sledećoj fotografiji (slika 4) prikazan je primer za ivičnjak, odnosno metodologija izrade ivičnjaka. Na ovaj način bi se dobili tačni podaci o svakom elementu kolovozne konstrukcije (datum proizvodnje, ugrađeni material, naziv izvođača, garantni rok, metode izrade, potrebni resursi, potrebne finansije i sl.).



Slika 4. Primer analize građenja ivičnjaka

6. ZAKLJUČAK

U radu je izvršena analiza karakteristika BIM modela i predstavljeni su neki od načina razmene podataka kao i eventualno novi pravci razvoja BIM aplikacija, pomoću kojih bi se dobili još detaljniji, optimalniji i kvalitetniji podaci. Razmena podataka je dovedena na veoma visok nivo, čime se izbegavaju problemi u radu sa podacima i različitim file formatima. Kompletan životni ciklus putnog projekta može biti kontrolisan iz jednog izvora, što donosi bržem, lakšem, sigurnijem i tačnijem konceptu projektovanja i upravljanja podacima. Podaci mogu da se importuju iz različitih baza i drugih programa koji nisu u okviru BIM modela, što govori da je moguća stalna nadogradnja modela, novim rešenjima i softverskim paketima. Višeparametarskom analizom projekata donosi se konačna odluka o optimalnom projektnom rješenju, što utiče na smanjenje troškova i grešaka pri građenju. Razvojem BIM modela u budućnosti, ostvariće se višekriterijumska analiza projekata, što će uticati na smanjenje potrebne energije za građenje i uticati na smanjenje otpadnih materija i gasova, a to su osnovni zadaci današnjice - zaštita životne sredine. BIM model u odnosu na sve do sada predstavljene i korišćene modele predstavlja koncept budućnosti.

7. LITERATURA

- [1] AUTODESK, Civil Engineering Solutions,
http://images.autodesk.com/emea_apac_main/files/civil/_solutions_brochure_overview_us-proxy.pdf/2010
- [2] A. Strafaci, What does BIM mean for civil engineers? Road and highway projects can benefit from design using building information modeling,
<http://images.autodesk.com/adsk/files/what does bim mean for civil engineers ce news 1008.pdf/2010>
- [3] BIM Curriculum Lecture Notes, Graphisoft, Virtual Building Solutions/2006
- [4] C. Schultz, E. Buhmann, Developing the OKSTRA® Standard for the Needs of Landscape Planning in Context of Implementation for Mitigation and Landscape Envelope Planning of Road Projects,
http://masterla.de/conf/pdf/conf2008/Tagungsband_2008/Buh310-320.pdf/2010
- [5] D. Rebolj, A. Tibaut, N. Čuš-Babič, A. Magdić, P. Podbreznik, Development and application of a road product model, Automation in Construction 17 (2008) 719–728
- [6] D. Rebolj, Potenciali in trendi v gradbeni informatiki, Materijal sa doktorskih studija na FTN, Novi Sad, 2009
- [7] IFC BRIDGE & ROADS WORKSHOP, CSTB, Sophia-Antipolis, 22-
23 September 2005, http://salle-immersive.cstb.fr/en/file/rub19/doc34_9.pdf/2010
- [8] J. Wedding, S. McEachron, MasteringAutoCAD® Civil 3D® 2010, Sybex/2009
- [9] J. Wedding, P. E., R. Graham, IntroducingAutoCAD® Civil 3D® 2010, Sybex/2009

UDK: 691.16.001.2(045)=163.41

NAPREDNA LABORATORIJSKA ISPITIVANJA FUNDAMENTALNIH MEHANIČKIH KARAKTERISTIKA ASFALTNIH MEŠAVINA

Miomir Miljković¹

Rezime

Trajna deformacija u asfaltnim slojevima, čija se manifestacija na površini kolovoza naziva kolotrazima, predstavlja jedno od najznačajnijih vidova oštećenja asfaltnih kolovoznih konstrukcija. U zavisnosti od nivoa, može predstavljati veliku smetnju po bezbednost saobraćaja, udobnost vožnje, i životni vek kolovozne konstrukcije u celini. Kao dopuna Superpave® metodi zapreminskega projektovanja mešavina, predložena su tri, takozvana „jednostavna opita ponašanja“ (simple performance test ,SPT). Svako od ovih ispitivanja se sprovodi pri jednoaksijalnoj ili triaksijalnoj kompresiji cilindričnih probnih tela. Njima je obuhvaćeno određivanje dinamičkog modula, opit trajne deformacije sa ponavljanim opterećenjem (broj tečenja), i opit trajne deformacije sa statickim opterećenjem (vreme tečenja). Ova ispitivanja daju relativno dobar uvid u ponašanje mešavina u fazi eksploatacije. Primena ovih ispitivanja daje potencijalnu vezu između projektovanja mešavine i strukturne analize, što je bio cilj u osnovi značajnog broja ranijih istraživanja fleksibilnih kolovoznih konstrukcija.

Ključne reči: asfaltne mešavine, kolotrazi, trajne deformacije, dinamički modul, ponavljano opterećenje, broj tečenja, staticko opterećenje, vreme tečenja.

¹ Dipl. inž. građ., asistent
Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet

1. UVOD

Iskustvo iz postupka implementacije tokom proteklih godina je pokazalo da zapreminski postupak projektovanja, bez ispitivanja mehaničkih karakteristika, nije adekvatan za osiguranje prihvatljivog ponašanja mešavine. Za razliku od metode projektovanja mešavina po Maršalu, Superpave® zapreminskim postupkom projektovanja nije obuhvaćeno ispitivanje mehaničkih karakteristika radi provere ponašanja mešavine nakon završetka zapreminskog postupka projektovanja. [1] S tim u vezi usvojena su tri „jednostavna opita ponašanja“ (simple performance test, SPT).

2. DINAMIČKI MODUL (E^*)

Za linearne viskoelastične materijale kao što su asfaltne mešavine, kompleksni broj koji daje vezu napona i dilatacije pod kontinualno nanošenim sinusoidnim opterećenjem u određenom rasponu frekvencija, predstavlja kompleksni dinamički modul (E^*). Kompleksni modul je definisan kao odnos sinusoidnog napona (u bilo kom trenutku vremena, t , i pri bilo kojoj ugaonoj frekvenciji opterećenja, ω), $\sigma = \sigma_0 \sin(\omega t)$, i sinusoidne dilatacije, $\varepsilon = \varepsilon_0 \sin(\omega t - \varphi)$, u istom trenutku vremena i pri istoj frekvenciji, koji daje ustaljeni odgovor (slika 1) [1]:

$$E^* = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\sigma_0 e^{i \omega t}}{\varepsilon_0 e^{i(\omega t - \varphi)}} = \frac{\sigma_0 \sin(\omega t)}{\varepsilon_0 \sin(\omega t - \varphi)} \quad (1)$$

gde je:

- σ_0 amplituda (maksimalni) napon,
- ε_0 amplituda (maksimalna) dilatacija,
- φ fazni ugao, [$^\circ$],
- ω ugaona brzina, i
- t vreme, [s].

Matematički, dinamički modul je definisan kao absolutna vrednost kompleksnog modula, ili:

$$|E^*| = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0} \quad (2)$$

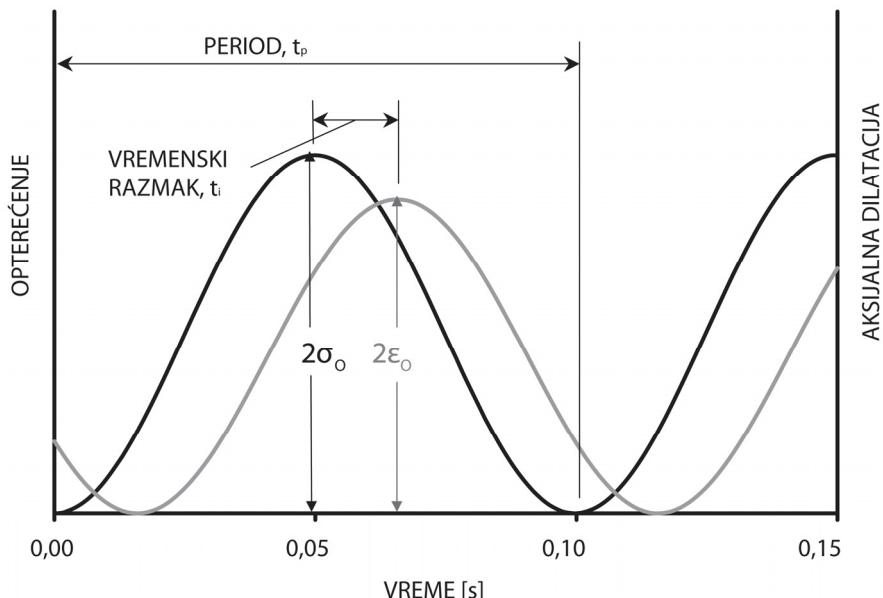
dok je fazni ugao definisan kao:

$$\varphi = \frac{t_i}{t_p} 360 \quad (3)$$

gde je:

- t_i vremenska razlika između javljanja amplitude napona i amplitude dilatacije, [s],
- t_p vremenska razlika između dva ciklusa napona, tj. dilatacije (period), [s], i
- i imaginarni broj.

Ispitivanje dinamičkog modula asfaltnih mešavina se normalno sprovodi korišćenjem šeme jednoosno nanetog sinusoidnog napona kao što je to prikazano na slici 2.



Slika 2. Tipičan izgled dijagrama napona i dilatacija u toku ispitivanja dinamičkog modula [5]

Izraženo preko realnog i imaginarnog dela:

$$E^* = E' + i E'' = |E^*| \cos \varphi + i |E^*| \sin \varphi \quad (4)$$

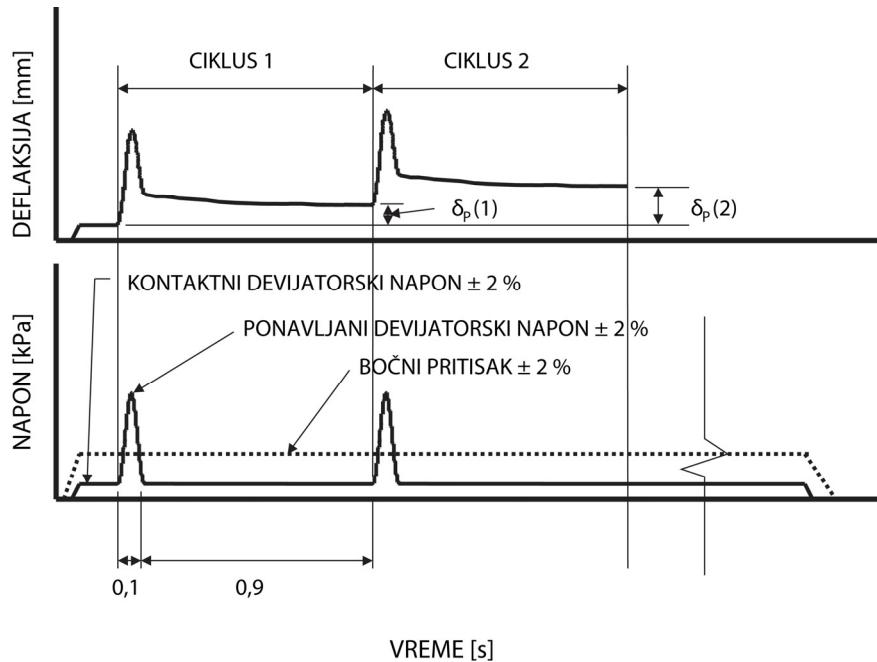
E' se kao komponenta kompleksnog modula obično naziva modulom elastičnosti ili skladištenja (storage modulus), dok se E'' naziva modulom gubitka (loss modulus), ili modul viskoziteta. Fazni

ugao, φ , je ugao za koji ε_0 kasni za σ_0 . On je indikator viskoznih karakteristika datog materijala.

Za čisto elastičan materijal, $\varphi = 0^\circ$, može se uočiti da je kompleksni modul (E^*) jednak apsolutnoj vrednosti, tj. dinamičkom modulu. Za čisto viskozan materijal, $\varphi = 90^\circ$.

3. OPIT TRAJNE DEFORMACIJE SA PONAVLJANIM OPTEREĆENJEM — FLOW NUMBER (F_n)

Jedan od pristupa u određivanju karakteristika u pogledu otpornosti na trajne deformacije asfaltnih materijala je nanošenje ponavljanog opterećenja sa nekoliko hiljada ponavljanja i praćenje kumulativne trajne deformacije u funkciji od broja ponavljana (ciklusa) opterećenja. Tokom ispitivanja u trajanju od oko 3 h, naizmenično se primenjuje sinusoidno pulsno opterećenje tokom 0,1 s i rasterećenje od 0,9 s (vreme relaksacije). Rezultat ovakvog pristupa je približno 10 000 ciklusa opterećenja nanetih na probno telo. [6], [7] Na slici 3 je prikazana šema ponavljanog opterećenja koje se koristi pri ovom ispitivanju.



Slika 3. Šema opterećenja i dobijeni podaci o ugibu (defleksiji) pri opitu trajne deformacije sa ponavljanim opterećenjem (F_n) [5]

Kumulativna trajna dilatacija, ε_p , u odnosu na broj ciklusa N se može okarakterisati korišćenjem stepenog modela:

$$\varepsilon_p = a N^b \quad (5)$$

gde su a i b regresione konstante koje zavise od materijala i uslova ispitivanja, i koje, redom, predstavljaju presek sa ordinatom i nagib tangente pri transformaciji $\log \varepsilon = \log a + b \log N$. Mora se naznačiti da se parametri a i b dobijaju sa linear nog (sekundarnog) dela krive kumulativne plastične dilatacije u odnosu na broj ciklusa opterećenja koja se crta u log-log razmeri. Pri ovom se zanemaruje početni primarni prolazni odgovor i konačna tercijarna nestabilnost. Parametar a predstavlja trajnu dilataciju kada je $N = 1$, a b , prirast promene trajne dilatacije u funkciji od broja ciklusa opterećenja, $\log N$. Za karakterizaciju porasta plastične dilatacije pri jednom ponavljanju opterećenja, ε_{pn} , može se koristiti alternativni matematički model:

$$\frac{d\varepsilon_p}{dN} = \varepsilon_{pn} = \frac{d(a N^b)}{dN} \quad (6)$$

ili

$$\varepsilon_{pn} = a b N^{b-1} \quad (7)$$

Generalno se prepostavlja da je povratna dilatacija, ε_r nezavisna u odnosu na broj ponavljanja opterećenja, N , pa se odnos plastične i elastične dilatacije može izraziti kao

$$\frac{\varepsilon_{pn}}{\varepsilon_r} = \left(\frac{a b}{\varepsilon_r} \right) N^{b-1} \quad (8)$$

Smenom $\mu = \left(\frac{a b}{\varepsilon_r} \right)$ i $\alpha = 1 - b$, dobija se:

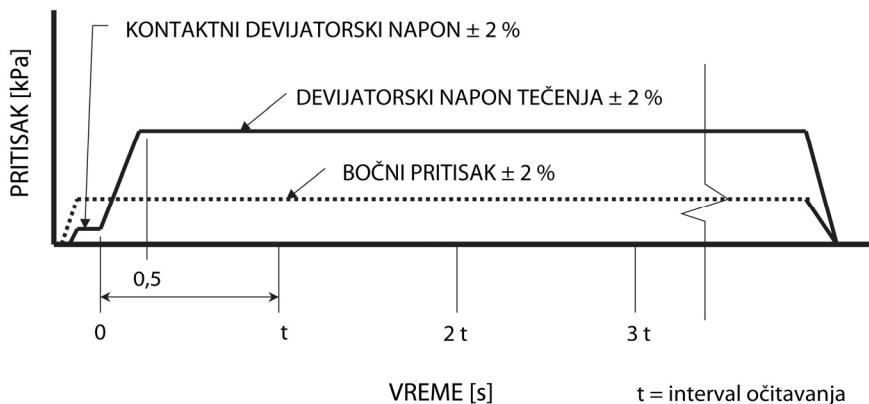
$$\frac{\varepsilon_{pn}}{\varepsilon_r} = \mu N^{-\alpha} \quad (9)$$

gde je:

- ε_{pn} prirast plastične dilatacije usled N -tog nanošenja opterećenja,
- μ odnos plastične i elastične dilatacije kada je $N = 1$, i
- α stopa opadanja prirasta trajne deformacije sa povećanjem broja ponavljanja opterećenja.

4. OPIT TRAJNE DEFORMACIJE SA STATIČKIM OPTEREĆENJEM — FLOW TIME (F_t)

Na slici 4 je prikazana šema statičkog opterećenja koje se koristi pri opitu trajne deformacije sa statičkim opterećenjem. Slično kao u slučaju opita sa ponavljanim opterećenjem, ovde se može uočiti da se kriva recipročne vrednosti modula može podeliti na tri osnovne faze: primarno, sekundarno, i tercijarno tečenje. Za uslove konstantnog napona od opterećenja, tokom faze primarnog tečenja, prirast dilatacije tečenja i promene recipročne vrednosti modula opadaju sa vremenom, približno su konstantni tokom faze sekundarnog, a rastu tokom faze tercijarnog tečenja. Pri niskim nivoima opterećenja, asfaltni beton mahom ispoljava primarno tečenje, tj., prirast tečenja polako opada do nule kako se ukupna dilatacija asimptotski teži graničnoj vrednosti. Ovo takođe ukazuje da se prirast tečenja u sekundarnoj fazi takođe može približiti nuli pri malim naprezanjima. Na višim nivoima naprezanja, konstantni prirast tečenja sekundarne faze će zavisiti od veličine nanetog opterećenja.



Slika 4. Šema statičkog opterećenja pri opitu trajne deformacije sa statičkim opterećenjem (F_t) [5]

Veliki porast recipročne vrednosti modula u toku tercijarne faze tečenja se, generalno, dešava pri konstantnoj zapremini. Stoga je vreme tečenja, F_t , definisano kao vreme na početku deformacija usled smicanja pri konstantnoj zapremini. Vreme tečenja se takođe može uočiti i kao tačka minimuma na dijagramu prirasta recipročne vrednosti modula u odnosu na vreme trajanja opterećenja.

5. ZAKLJUČAK

Trajna deformacija u asfaltnim slojevima, čija se manifestacija na površini kolovoza naziva kolotrazima, predstavlja jedno od najznačajnijih vidova oštećenja asfaltnih kolovoznih konstrukcija, i, u zavisnosti od nivoa, može predstavljati veliku smetnju po bezbednost saobraćaja, udobnost vožnje, životni vek kolovozne konstrukcije u celini. [8]

Kao dopuna Superpave metodi zapreminskega projektovanja mešavina, predložena su tri, takozvana, SPT opita. Ovim opitimama je obuhvaćeno određivanje dinamičkog modula, opit trajne deformacije sa ponavljanim opterećenjem, i opit trajne deformacije sa statičkim opterećenjem. Ovim ispitivanjima se dobija bolji uvid u ponašanje mešavina u fazi eksploracije. Dinamički modul je takođe i glavni ulazni parametar materijala u okviru mehaničko-empirijskog pristupa projektovanju kolovoznih konstrukcija [9]. Primena ovih ispitivanja daje potencijalnu vezu između projektovanja mešavine i strukturne analize, što je bio cilj u osnovi značajnog broja ranijih istraživanja fleksibilnih kolovoznih konstrukcija.

6. LITERATURA

- [1] Miljković, M., *Fundamentalne karakteristike asfaltnih mešavina u pogledu otpornosti na trajnu deformaciju*, Materijali i konstrukcije, vol. 53, broj 2, Društvo za ispitivanje i istraživanje materijala i konstrukcija Srbije, Beograd, 2010.
- [2] Kandhal, P. S., L. A. Cooley, Jr., *NCHRP Report 508: Accelerated Laboratory Rutting Tests: Evaluation of the Asphalt Pavement Analyzer*, Transportation Research Board, Washington, DC, 2003.
- [3] Williams, R. C., P. Romero, K. D. Stuart, *Comparison of Superpave Shear Test Results to WesTruck Performance*. <http://www.mrr.dot.state.mn.us/research/apt/DATA/CS13-11.PDF> Pриступљено: 2009-11-24.
- [4] Harrigan, E. T., *Permanent Deformation Response of Asphalt Aggregate Mixes (SHRP-A-415)*, Strategic Highway Research Program, Washington, DC, 1994.
- [5] Bonaquist, R., *NCHRP Report 629: Ruggedness Testing of the Dynamic Modulus and Flow Number Tests with the Simple Performance Tester*, Transportation Research Board, Washington, DC, 2008.
- [6] Kim, Y. R., *Modeling of Asphalt Concrete*. The American Society of Civil Engineers Reston, VA, 2009.
- [7] Witczak, M. *NCHRP Report 547: Simple Performance Tests: Summary of Recommended Methods and Database*. Transportation Research Board, Washington, DC, 2005.
- [8] Miljković M., *Uniformni evropski indikatori stanja kolovoznih konstrukcija*, Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta, Niš, broj 24, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, Niš, 2009., str. 121 – 148.
- [9] Milićević, A., Miljković, M., *Pregled vodiča za mehaničko-empirijsko projektovanje novih i rehabilitovanih kolovoznih konstrukcija NCHRP 1-37A*. Zbornik radova Građevinskog fakulteta, Niš, broj 23, 2008, str.105 – 117.

UDK: 624.072.22:624.041:681.3.06(045)=163.41

LINEARNO PROGRAMIRANJE U GRANIČNOJ ANALIZI STATIČKI NEODREĐENIH REŠETKASTIH NOSAČA

Žarko Petrović¹
Marina Mijalković²
Bojan Milošević³

Rezime

U radu je prikazan postupak proračuna graničnog opterećenja elasto-plastičnih statički neodređenih rešetkastih nosača izloženih dejstvu proporcionalog opterećenja. Proračun je urađen korišćenjem linearog programiranja čija primena predstavlja osnovu savremene granične analize konstrukcija. Primena je prikazana na primeru rešetkastog nosača opterećenog jednoparametarskim opterećenjem.

Ključne reči: granično opterećenje, linearno programiranje, granične teoreme.

1. UVOD

Granična analiza konstrukcija je alternativni analitički postupak kojim se određuje maksimalni sigurni parametar opterećenja ili parametar uvećanja opterećenja, koji jedna idealno elasto-plastična konstrukcija može da ponese. U poređenju sa

¹ Žarko Petrović, asistent-pripravnik, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

² Marina Mijalković, dr, vanredni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

³ Bojan Milošević, mr, saradnik u nastavi, Visoka građevinsko geodetska škola u Beogradu

inkrementalnom analizom (metoda korak po korak), efikasnost u graničnoj analizi je postignuta tako što se posmatra konačno stanje, stanje loma, bez obraćanja pažnje na to šta se dešavalo sa konstrukcijom i opterećenjem od trenutka formiranja prvog plastičnog zgloba ili prvog plastičnog štapa pa sve do loma. Metode granične analize bazirane su na teoremmama plastičnog loma za idealno elasto-plastična tela.

Iako su se neke ideje javile u 18-om veku, granična analiza je novijeg datuma. Početak se vezuje za Kazincy-ja (1914.), koji je sračunao opterećenje loma kod obostrano uklještene grede i taj rezultat potvrdio eksperimentalno. Sličan koncept su predložili i Kist (1917.) i Grüning (1926.). Međutim, rani radovi iz ove oblasti su se u mnogome oslanjali na inženjersku intuiciju. Iako je statičku teoremu prvi predložio Kist (1917.) kao jedan intuitivni aksiom ipak se smatra da je osnovne teoreme granične analize najpre izneo Gvozdev 1936. godine, a objavio ih je dve godine kasnije na lokalnoj ruskoj konferenciji, ali su one ostale nezapažene od strane zapadnih autora sve do 1960. godine kada ih je preveo i objavio Haythornthwaite.

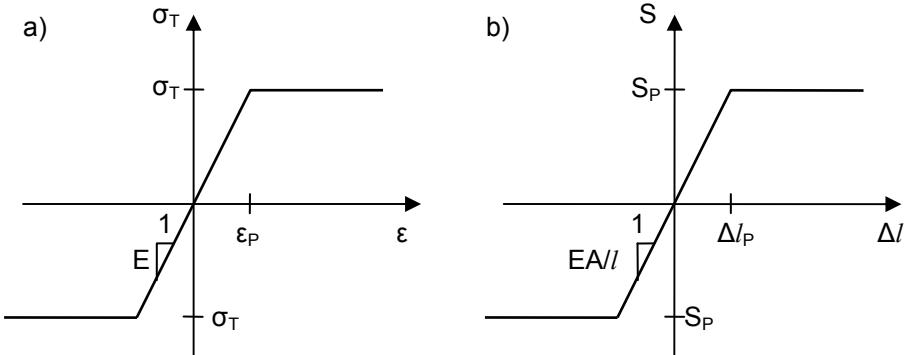
2. O GRANIČNOJ ANALIZI REŠETKASTIH NOSAČA

Graničnim stanjem preseka štapa naziva se takvo stanje pri kome je povećanje bilo koje unutrašnje sile u preseku fizički nemoguće, ili je ono moguće, ali je ograničeno nekim drugim prepostavkama i zahtevima. U prvom slučaju granično stanje zavisi samo od fizičkih svojstava materijala, u drugom ne samo od svojstava materijala već i od zahteva koji se postavljaju u svakom konkretnom slučaju^[1].

Fizička svojstva materijala uvode se u račun preko usvojenog oblika dijagrama; Naravno, reč je o idealizovanim σ - ϵ dijagramima. Dijagram koji odgovara idealno elasto-plastičnom materijalu (Slika1(a)), se najviše primenjuje kod proračuna prema graničnoj ravnoteži, a ne uzima u obzir očvršćavanje materijala.

Kada napon u štalu dostigne vrednost napona tečenja σ_T , štap počinje da teče i napon više ne može da raste. Sila u štalu kod koga je došlo do plastifikacije nije određena uslovima ravnoteže već uslovom loma, tako da se može smatrati poznatom ukoliko su poznate geometrijske i fizičke karakteristike štapa^[2]. Sila u "plastičnom" štalu ostaje konstantna i jednaka sili pune plastičnosti preseka (1). Slično razmišljanje se može sprovesti i u slučaju pritiska.

$$S_P = A\sigma_T \quad (1)$$



Slika 1. a) σ - ϵ dijagram za idealno elasto-plastičan materijal, b) odgovarajući S - Δl dijagram

Na osnovu preporuka u EUROCODE-u, dozvoljeni napon kod pritisnutih štapova (σ_{ti}) se može sračunati redukcijom napona tečenja (2), a sila pune plastičnosti pritisnutih štapova izrazom (4):

$$\sigma_{ti} = \varphi \sigma_T , \quad (2)$$

$$\varphi = \beta - \sqrt{\beta^2 - \frac{b^2}{\lambda^2}} \beta = \frac{1 + a(\frac{\lambda}{b} - 0.2) + (\frac{\lambda}{b})^2}{2(\frac{\lambda}{b})^2} , \quad (3)$$

$$S_P^- = A\sigma_{ti} . \quad (4)$$

Ovde je λ vitkost štapova koja se može sračunati na uobičajeni način. Konstante a i b zavise od oblika poprečnog preseka štapa i osobina materijala od koga je nosač izrađen.

Kako je napon u štalu rešetkastog nosača konstantan, tečenje počinje jednovremeno u svim tačkama štapa. Striktno govoreći, ovo važi u idealnom slučaju štapa sa idealnim poprečnim presekom, napravljenim od idealno homogenog materijala, itd. Sila u štalu u kome je došlo do plastifikacije ostaje konstantna, a dalji prirast opterećenja mora biti uravnovežen silama u štapovima koji ostaju u elastičnoj oblasti. Ovo znači da se konstrukcija ponaša, pri daljem povećanju opterećenja, kao da štap u kome je došlo do plastifikacije ne postoji^[3].

Ukoliko je stepen statičke neodređenosti konstrukcije $r \geq 1$, nakon početka tečenja u jednom štalu, stepen statičke neodređenosti postaje $r-1$, tako da konstrukcija još uvek može da

ponese dodatno opterećenje. Lom nastaje kada u $r+1$ štapova dođe do plastifikacije, a konstrukcija prelazi u mehanizam sa jednim stepenom slobode. Lom se može javiti i kada je u manje od $r+1$ štapova došlo do plastifikacije, u slučaju formiranja parcijalnog mehanizma loma.

3. LINEARNO PROGRAMIRANJE U GRANIČNOJ ANALIZI

Rešenja bazirana na metodama kojima se određuje maksimalni statički mogući parametar ili minimalni kinematički mogući parametar nisu do sada sistematizovane i delimično su zasnovane na intuiciji. Takav pristup nije adekvatan u projektovanju velikih, realnih, konstrukcija. Na sreću, ispostavilo se da se problem granične analize može formulisati i kao problem linearog programiranja, tako da se metode razvijene u matematičkoj teoriji optimizacije mogu primeniti u graničnoj analizi konstrukcija^[4].

3.1. Kinematički pristup

Gornjom graničnom teoremom tvrdi se da se sigurni parametar opterećenja loma može odrediti minimizirajući odnos:

$$\mu_k = \frac{s_p^T \delta}{\bar{f}^T \delta}, \quad (5)$$

gde su s_p i \bar{f} vektor sila pune plastičnosti štapova i referentni vektor opterećenja (poznate vrednosti), a δ i δ' vektori priraštaja deformacija i priraštaja pomeranja koji moraju zadovoljiti sledeće uslove:

$$\delta = B^T \delta', \quad (6)$$

$$\bar{f}^T \delta > 0, \quad (7)$$

gde je B^T matrica kompatibilnosti ili kinematička matrica koja daje vezu između deformacija štapova i pomeranja čvorova nosača.

Karakteristike kinematički mogućeg mehanizma loma su priraštaj pomeranja δ' i priraštaj deformacija δ . Ako se pomnože ove veličine istim pozitivnim brojem, dobija se drugi kinematički mogući mehanizam loma sa istim parametrom opterećenja loma μ_k . Samim tim, pažnja se može ograničiti na rešenja „normalizovana“ uslovom:

$$\bar{f}^T \delta = 1. \quad (8)$$

Za takve mehanizme loma, izraz (5), za kinematički mogući parametar opterećenja, se pojednostavljuje:

$$\mu_k = s_p^T \delta. \quad (9)$$

Ograničenja (6) i (8) su linearna i u funkciji su nepoznatih veličina δ i δ^t , ali funkcija cilja (9) nije. Ovo se može izbeći predstavljajući priraštaj promene dužina sa:

$$\delta = \delta^e - \delta^c, \quad (10)$$

gde je $\delta^e = (\delta^l + \delta^u)/2 \geq 0$ pozitivan deo, a $\delta^c = (\delta^l - \delta^u)/2 \geq 0$, negativan deo priraštaja δ . Apsolutna vrednost se može predstaviti kao $\delta = \delta^e - \delta^c$, tako da je funkcija cilja linearna i u funkciji novih promenljivih δ^e i δ^c . Tako, problem:

$$\min \quad \mu_k(\delta^e, \delta^c, \delta) = s_p^T \delta^e + s_p^T \delta^c, \quad (11)$$

uz uslove:

$$\delta^e - \delta^c - B^T \delta = 0, \quad (12)$$

$$\bar{f}^T \delta = 1, \quad \delta^e \geq 0, \quad \delta^c \geq 0, \quad (13)$$

je problem linearog programiranja.

3.2 Statički pristup

Shodno teoremi o donjoj granici opterećenja loma sigurni parametar μ može se odrediti kao najveći statički mogući parametar uvećanja. Statički moguće stanje je okarakterisano parametrom uvećanja μ_s i vektorom unutrašnjih sila s , koji zadovoljavaju jednačine ravnoteže i uslov plastičnosti. Odgovarajući problem linearog programiranja se može iskazati:

$$\max \quad f(s, \mu_s) = \mu_s, \quad (14)$$

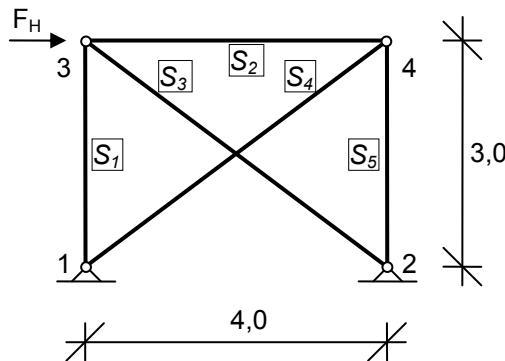
$$Bs = \mu_s \bar{f}, \quad (15)$$

$$-s_p \leq s \leq s_p, \quad (16)$$

gde je B statička ili matrica ravnoteže koja daje vezu između nepoznatih sila u štapovima i spoljašnjeg opterećenja.

4. PRIMER

Radi ilustracije primene linearog programiranja pri određivanju graničnog opterećenja prikazan je primer rešetkastog nosača prikazanog na Slici 2., koji je opterećen jednoparametarskim opterećenjem. Sila pune plastičnosti štapova S_1 do S_5 je S_p .



Slika 2. Rešetkasti nosač opterećen jednoparametarskim opterećenjem

4.1. Kinematički pristup

Problem linearog programiranja je dat izrazima (11)-(13) koji su za dati nosač:

$$\min \mu_k(\delta^e, \delta^c) \equiv S_p(\delta_1^e + \delta_1^c + \delta_2^e + \delta_2^c + \delta_3^e + \delta_3^c + \delta_4^e + \delta_4^c + \delta_5^e + \delta_5^c), \quad (17)$$

uz ograničenja (uslove):

$$\begin{aligned} -0,60\delta_1^e + 0,60\delta_1^c - 0,80\delta_2^e + 0,80\delta_2^c + \delta_3^e - \delta_3^c + \delta_4^e - \delta_4^c - \\ -0,60\delta_5^+ + 0,60\delta_5^- = 0, \\ S_p(0,75\delta_1^e - 0,75\delta_1^c - 1,25\delta_3^e + 1,25\delta_3^c) = 1, \\ \delta_i^e \geq 0, \delta_i^c \geq 0 \quad i = 1,2,3,4,5. \end{aligned} \quad (18)$$

Korišćenjem programskog paketa MATLAB rešen je problem linearog programiranja čime su dobijene vrednosti priraštaja promena dužina štapova:

$$\begin{aligned} \delta_1^e = 0, \quad \delta_1^c = 0, \quad \delta_3^e = 0, \quad \delta_4^e = 0,80, \\ \delta_1^c = 0, \quad \delta_2^e = 0, \quad \delta_3^c = 0,80, \quad \delta_4^c = 0. \end{aligned} \quad (19)$$

Zamenom dobijenih vrednosti (21) u (19) dobija se:

$$\mu_k = 1,60 . \quad (20)$$

Na osnovu dobijenih vrednosti može se zaključiti da će pri opterećenju $F_H = 1,60 \cdot S_p$ doći do plastifikacije štapova S_3 (pritisnut štap) i S_4 (zategnut štap), čime je formiran mehanizam loma.

4.2 Statički pristup

Problem linearog programiranja je dat izrazima (14)-(16) koji su za dati nosač:

$$\max f(s, \mu) = \mu_s \Rightarrow \min \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \\ -\mu_s \end{bmatrix} \min \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad (21)$$

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & -0,8 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0,6 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0,8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,6 & 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \\ \mu_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} -S_p \\ -S_p \\ -S_p \\ -S_p \\ -S_p \\ 0 \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \\ \mu_s \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} S_p \\ S_p \\ S_p \\ S_p \\ S_p \\ 10 \cdot S_p \end{bmatrix}. \quad (22)$$

Korišćenjem programskog paketa MATLAB dobijena je vrednost funkcije $f(s, \mu) = \mu$, odnosno vrednost sila u štapovima u trenutku granične ravnoteže kao i vrednost parametra opterećenja loma μ .

$$f(s, \mu_s) = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \\ \mu_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.60 \\ -0.80 \\ -1 \\ 1 \\ -0.60 \\ 1.60 \end{bmatrix} \cdot S_p \quad (23)$$

Kao što se vidi, dobijena vrednost parametra graničnog opterećenja i kinematickim i statičkim pristupom je identična ($\mu = 1,60 \cdot S_p$).

5. ZAKLJUČAK

Postupci za proračun graničnog opterećenja ukazuju na to da primena metoda granične analize (primena graničnih teorema) predstavljaju, u znatnoj meri, pojednostavljenje u odnosu na inkrementalni postupak. Ispostavilo se da se granična analiza može formulisati kao problem linearнog programiranja, tako da se parametar opterećenja loma može naći ili maksimizirajući statički moguć parametar opterećenja loma (statički pristup) ili minimizirajući kinematički moguć parametar opterećenja loma (kinematički pristup). Kod primene kinematičkog pristupa ne dobijaju se vrednosti sila u štapovima, ali se na osnovu dobijenih vrednosti priraštaja promene dužina može jasno zaključiti u kojim štapovima je došlo do plastifikacije, a samim time je vrednost sila u tim štapovima poznata (kao što je poznato i da li je sila pritiska ili zatezanja u pitanju). Sile u ostalim štapovima, koji su i dalje u elastičnoj oblasti, mogu se odrediti iz uslova ravnoteže. Za razliku od kinematičkog, u slučaju primene statičkog postupka mogu se odmah dobiti i vrednosti sila u štapovima u trenutku granične ravnoteže.

6. LITERATURA

- [1] Stevanović S., Popović B., Petković D.: Granična analiza konstrukcija, Univerzitet u Nišu, Građevinski fakultet, Niš, 1994.
- [2] Lubliner J.: Plasticity Theory, University of California at Berkeley, 2006.
- [3] Jirásek M., Bažant Z.P.: Inelastic Analysis of Structures, John Wiley & Sons, England, 2002.
- [4] Kirsh U.: Optimum structural design, McGraw-Hill Book Company 1981.
- [5] Popović B., Petrović Ž., Milošević B.: "Većina i oblik zone plastičnosti i plastičnog zgloba kod proste grede opterećene jednom koncentrisanom silom ili jednakopodeljenim opterećenjem po celom rasponu sa ili bez aksijalnih sila na krajevima grede", Zbornik radova Građevinsko-arkitektonskog fakulteta u Nišu, N°22 Niš, 2007.
- [6] Mijalković M., Milošević B., Petrović Ž.: "Određivanje graničnog opterećenja statički neodređenih ramovskih nosača primenom principa virtualnih rada", Zbornik radova Građevinsko-arkitektonskog fakulteta u Nišu, N°24 Niš, 2009.

UDK: 625.7/.8(045)=163.41

PUASONOV POTOK DOGAĐAJA KAO MODEL ZA PROLAZAK VOZILA KROZ PRESEK PUTA

Miloš Petrović¹
Snežana Đorić – Veljković²
Jugoslav Karamarković³

Rezime. U složenom sistemu grada kao celine , saobraćaj igra jednu od veoma bitnih uloga. S toga grad i saobraćaj čine jedinstveni planerski koncept. Tako da je planiranje i praćenje saobraćaja jako bitan segment. Teorija slučajnih procesa ili slučajnih funkcija vremena nalazi veliku primenu u nauci. Jedna od primena ove teorije biće izložena u ovom radu. Puasonovi procesi se primenjuju za modelovanje broja tzv. "retkih događaja". Retki događaji su oni gde se u kratkom vremenskom intervalu može odigrati najviše jedan takav događaj. U realne događaje koje ispunjavaju ove uslove se ubraja broj vozila koji prođu pored nekog mesta tj. nailazak vozila kroz presek puta. U ovom smislu Puasonov proces se naziva i Puasonov potok događaja. Posmatrajući vremensku t osu i na njoj u intervalu $[0, \sim)$ registruje se pojava karakterističnih događaja nailaska vozila kroz presek putao gde dolazi do pojave koja predstavlja potok događaja. Puasonova slučajna promenljiva služi kao model za vozila koja prolaze kroz presek puta. Cilj ovog rada je da se pokaže da verovatnoća pojave vozila u nekom vremenskom intervalu t ima Pusaonovu raspodelu. Merenje nailaska vozila je vršeno kod Tvrđavskog mosta u Nišu u toku jednog dana u vremenskom intervalu od 9 časova.

Ključne reči: Puasonov protok događaja, model, saobraćaj, vozila, vremenski interval, slučajna promenljiva...

¹ Dipl. inž. građ. - PhD student Građevinsko – arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu, petmil@ni.ac.rs

² Dr, Docent Građevinsko – arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu, snezana@gaf.ni.ac.rs

³ Dr, Redovni profesor Građevinsko – arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu, fizika@gaf.ni.ac.rs

1. UVOD

Kretanje ljudi i transport dobara su stari koliko i čovečanstvo. Iz praistorije kada su ljudi sa sobom nosili svu svoju skromnu imovinu, razvio se savremeni stil života u stalnim naseljima gradskog tipa koji je nezamisliv bez velikog obima kretanja ljudi i transporta roba. Saobraćaj zahteva utrošak niza resursa kao što su zemljište, energija, materijal za gradnju eksploraciju i održavanje saobraćajnih sistema, ljudsko znanje itd. Svi ovi utrošci i posledice ne bi bili prihvaćeni da ne postoje srazmerni efekti postojanja i funkcionalisanja saobraćajnih sistema koje realizuju i pojedinac i društvo u celini. [3]

Saobraćaj u najširem značenju, integralni je deo ukupnog funkcionalisanja društva i najdirektnije je povezan sa istorijom ljudske civilizacije, načinom i kvalitetom života, lokacijom i intezitetom proizvodnih i drugih aktivnosti, obimom i kvalitetom roba i usluga itd. Uvođenje novih ili usavršavanje postojećih tehnologija saobraćaja prostorno i vremenski se poklapa sa bitnim koracima razvoja savremene civilizacije. [3]

Poslednjih godina se sve više favorizuje koncept održivog urbanog razvoja, koji promoviše kompaktne urbane forme, veće gustine naseljenosti, odlučniju orientaciju na korišćenje javnog gradskog saobraćaja (uz pešačenje i bicikl) i koncept pristupnosti. Ovaj je koncept u dramatičnoj koliziji sa pro-automobilskom saobraćajnom strategijom koja već decenijama promoviše izuzetno niske gustine naseljenosti, tehničko-tehnološka poboljšanja performansi automobila, izgradnju autoputeva, i nagli porast mobilnosti. [1]

Ukupan broj stanovnika metropola nerazvijenog sveta uvećava se gotovo zastrašujućom brzinom: sa 67 miliona – 1950. godine na 1.250 miliona do 2015. godine. Ono do čega može doći je previd, da je intezitet međudejstva gradskog saobraćaja i urbane forme najveći upravo u fazama najurbanijeg razvoja. Danas u našoj zemlji živi oko $\frac{3}{4}$ stanovnika u gradskim područjima.

Planiranje i projektovanje saobraćajnih sistema, a pre svega njihova mreža, danas je nerazdvojni deo sveobuhvatnog urbanističkog planiranja i projektovanja, te predstavlja najčvršću spregu sa namenom površina. Suštinski problem u tom procesu predstavlja odmeravanje uloge i mesta sistema za javni i individualni putnički prevoz kako bi se mogli odrediti prostorni okviri i razmere svih činilaca saobraćajne osnove grada i programski parametri za projektovanje elemenata njihovih mreža. [3]

2. OSNOVNI POJMOVI SAOBRAĆAJNIH TOKOVA

Saobraćajni tok je istovremeno kretanje više vozila na putu u određenom poretku. Za opisivanje saobraćajnih tokova neophodno je definisati adekvatne pokazatelje. Oni se mogu nazvati osnovni parametri saobraćajnog toka i to:

- protok vozila,
- gustina saobraćajnog toka,
- brzina saobraćajnog toka,
- vreme putovanja vozila u toku,
- jedinično vreme putovanja vozila u toku,
- vremenski intervala sleđenja vozila u toku, i
- rastojanje sleđenja vozila u toku.

Pored ovih mogu se spomenuti i: rastojanje, struktura toka, složenost toka, merodavni protok, karakter toka i dr.

Pod pojmom protoka vozila podrazumeva se broj vozila koji prođe posmatrani presek puta saobraćajnice u jedinici vremena u jednom smeru za jednosmerne i u oba smera za dvosmerne saobraćajnice. Razlikujemo: protok na preseku puta i protok vozila na odseku ili deonici puta. Protok vozila na preseku puta predstavlja protok koji se ostavlja na posmatranom preseku puta u jedinici vremena. Protok vozila na odseku ili deonici puta predstavlja aritmetičku sredinu protoka na n-preseka na odseku ili saobraćajnoj deonici.

Sva teorijska uopštavanja fundamentalnih relacija u teoriji saobraćajnog toka, kada je reč o protoku, odnose se na protok na odseku u jednom pravcu u jednom nizu i u jednom smeru. [2]

Osnovna jedinica je broj vozila na jedan čas (voz/h). Mogu se koristiti i manje vremenske jedinice. Osnovni simbol za izražavanje protoka je q a koriste se i simboli PGDS, PDS i DS. Treba napomenuti da u engleskoj literaturi se koriste oznake AADT, ADT i DT.

Gustina saobraćajnog toka podrazumeva broj vozila na jedinici dužine saobraćajnice, po saobraćajnoj traci, po smerovima za jednosmerne saobraćajnice, odnosno u oba smera za dvosmerne saobraćajnice. Gustina saobraćaja je vezana prostorno za odsek ili saobraćajnu deonicu, a vremenski za trenutno stanje. Sva teorijska uopštavanja fundamentalnih relacija u teoriji saobraćajnog toka, kada je reč o gustini, odnose se na gustinu na odseku u jednom pravcu u jednom nizu i u jednom smeru. [2]

Osnovna jedinica za gustine je broj vozila po jednom kilometru. Osnovna oznaka je g . U Engleskoj se koristi oznaka K i D za iskazivanje gustine broj vozila po jednoj milji. Takođe, se i u Americi koristi broj vozila po jednoj milji.

3. VRSTE SAOBRAĆAJNIH TOKOVA

U red važnijih osobenosti saobraćajnog toka, značajnih za opisivanje zakonitosti kretanja vozila u saobraćajnim tokovima na drumskim saobraćajnicama i za opisivanje osnovnih parametara saobraćajnog toka i protoka vozila, spadaju:

- složenost saobraćajnog toka,
- opšti uslovi odvijanja saobraćaja,
- sastav ili struktura saobraćajnog toka, i
- vremenska neravnomernost saobraćajnog toka.

Saobraćajni tok možemo podeliti na:

- prost, i
- složen.

Prost saobraćajni tok se sastoji od jednog niza vozila koja se kreću u jednom pravcu i jednom smeru. Najmanji broj vozila su dva vozila. Prost saobraćajni tok ima značenje merodavnog toka.

Složeni saobraćajni tok se sastoji od dva ili više prostih saobraćajnih tokova. Realni saobraćajni tokovi pripadaju grupi složenih saobraćajnih tokova.

Po opštim uslovima odvijanja saobraćajnog toka možemo podeliti na:

- neprekinute tokove – kod kojih na uslove kretanja vozila deluje samo njihova međusobna interakcija,
- neprekinuti ali delimično ometeni tokovi – kod ovih tokova utiče i promena saobraćajne trake, i
- povremeno prekinuti tokovi – kod kojih na uslove kretanja vozila utiču i potrebe za vremenskom podelom prava korišćenjaistih saobraćajnih površina, od starne vozila iz ranih pravaca kretanja.

Po sastavu ili strukturi saobraćajnog toka možemo napraviti sledeću podelu:

- homogen tok,
- nehomogen ili mešoviti tok, i
- uslovno homogen tok.

Tok je homogen ako je sastavljen od jedne vrste motornih vozila. Nehomogen ili mešoviti tok u svom sastavu ima dva ili više vozila različite vrste (što je slučaj u ovom radu). Uslovno homogen tok praktično ne postoji već se radi o čisto teorijskoj aproksimaciji.

Posmatrano hronološki po jednakim vremenskim jedinicama na preseku ili odseku puta u stvarnim uslovima, protok vozila je promenljive veličine uslovljena brojnim faktorima, koji su

takođe po svom karakteru promenljivi. Karakteristika vremenske neravnomernosti saobraćajnog toka ima izuzetan značaj pri definisanju projektnih elemenata i donošenju odluka o opravdanosti izgradnje saobraćajnica. Značaj ove karakteristike saobraćajnog toka je naglašen i za mere koje se preduzimaju u regulisanju i upravljanju saobraćajem na postojećoj mreži. [2]

Teorijska uopštavanja zakonitosti vremenske neravnomernosti protoka vozila vrše se na sledeći način:

- da se zakonitosti vremenske neravnomernosti protoka vozila iskažu po određenim vremenskim jedinicama i periodima preko kojih se te zakonitosti direktno mogu dovesti u vezu sa uzročnicima, i
- da se iznađu odgovarajući matematički modeli pomoću raspodele verovatnoće slučajnih promenljivih.

Razmatranja zakonitosti saobraćajnog toka predstavljaju se stohastičkim matematičkim modelom.

4. STOHALIČKI MATEMATIČKI MODEL – PUASONOV POTOK DOGAĐAJA

Pod uticajem mnogobrojnih faktora koji imaju obeležje slučajno promenljivih u prostoru i vremenu, takođe i osnovni parametri saobraćajnog toka imaju karakter slučajno promenljivih vrednosti. To znači da se vrednosti osnovnih parametara saobraćajnog toka posmatrane na određenom preseku puta pojavljuju sa određenom verovatnoćom. [2] Osnovni parametri saobraćajnog toka direktne ili neprekidne promenljive tako da one podležu određenom zakonu raspodele verovatnoće.

Protok saobraćaja na određenoj deonici puta možemo predstaviti Puasonovom raspodelom. Kinzer je 1933. godine razmatrao mogućnost primene Puasonove raspodele za opisivanje protoka vozila na presek puta, dok je 1936. godine Adams dao prvi numerički primer sa Puasonovom raspodelom protoka vozila na preseku puta. Greenshields je takođe koristio Puasonovu raspodelu protoka vozila. [2]

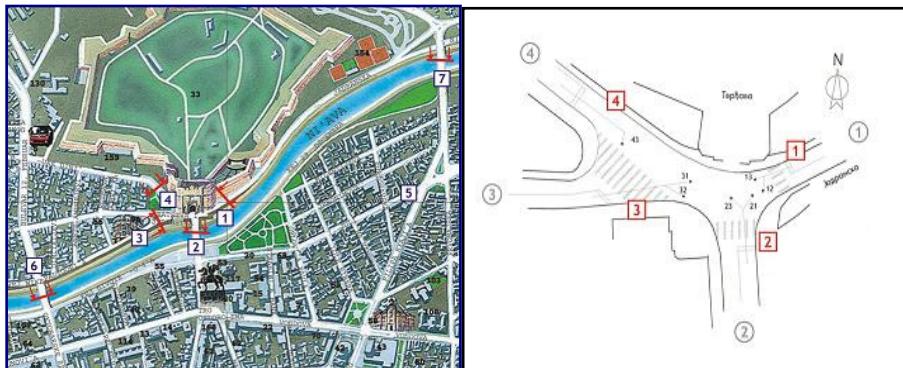
Prosečan tok bez zakasnelog dejstva naziva se Puasonov. [5] Puasonovi procesi spadaju u posebno važne procese. Slučajna promenljiva X_t predstavlja broj registrovanih realizacija nekog događaja od 0 do tekućeg vremena t [6], a raspodela verovatnoća ove slučajne promenljive data je izrazom:

$$P\{X_t=k\}=\exp\{-\lambda\}\lambda^k / k!.$$

Slučajan proces kod koga je broj događaja opisan Puasonovom raspodelom naziva se i Puasonov potok događaja.

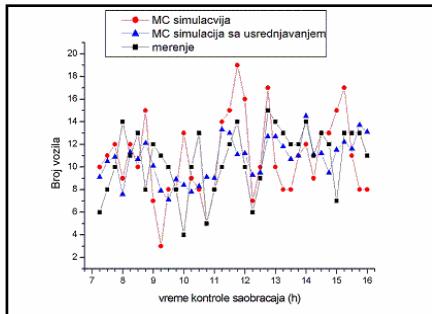
5. REZULTATI

Merenje protoka saobraćaja je vršeno kod Tvrđavskog mosta u Nišu. Preseci na kojima je paračen saobraćaj prikazani su na slici 1. brojevima od 1-4. Merenje je vršeno u toku jednog dana od 7^{00} – 16^{00} h. Da bi se pokazala primenljivost Puasonovog potoka događaja za simulaciju prolaska vozila kroz određeni presek puta posmatra se samo presek 1. Rezultati merenja upoređeni su sa rezultatima simulacije koja je dobijena programom napisanim u programskom jeziku Fortran primenom Monte Karlo metode. Merenja su vršena tako da se posebno odnose na putničke automobile, autobuse, laka teretna vozila, srednja teretna vozila, teška teretna vozila, i bicki. Ovakvo merenje predstavlja razlaganje nehomogenog toka na sumu nekoliko homogenih tokova. Uporedni rezultati merenja i simulacija prikazani su na slikama 2 i 3. Upoređenje rezultata merenja i simulacije pokazuje dobro slaganje za slučaj homogenog toka sa velikim brojem realizacija (putnički automobili). Ako se posmatraju homogeni tokovi sa malim brojem realizacija, usrednjavanje simuliranih vrednosti gubi smisao, i veće slaganje sa merenim vrednostima pokazuje jednostruka simulacija.

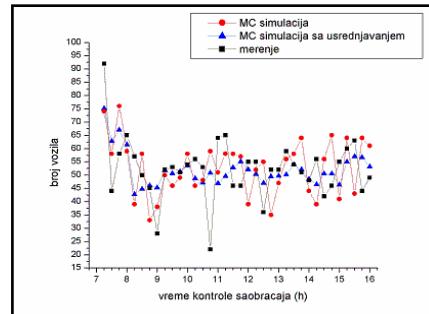


Slika 1. Brojačka mesta i šematski prikaz preseka i brojačkih mesta

Puasonov potok događaja kao model za prolazak vozila kroz presek puta



Slika 2. Putnički automobili 12*



Slika 3. Putnički automobili 13*

6. ZAKLJUČAK

U planiranju, projektovanju, građenju i održavanju puteva neophodna su permanentna unapređenja. Usvojene su metodologije koje se intezivno unapređuju a razvijaju se i nove naučno-stručne discipline koje omogućavaju udobno, bezbedno i ekonomično odvijanje saobraćaja kao i dugotrajnost puteva. Transportna mreža treba da ispunи neometano funkcionisanje tržišta i obezbeđenje mobilnosti ljudi i dobara u najboljim mogućim društvenim, ekološkim i uslovima bezbednosti saobraćaja. [4] Sprovedena analiza uz pomoć stohastičkog modeliranja i Puasonove raspodele pokazuje da se homogeni tokovi mogu modelirati Puasonovim potkom i da se ovakav vid analize može koristiti usavršavanja i sagledavanja poboljšanja problema saobraćajnog toka i da se ovakav vid analize može koristiti u cilju usavršavanja modelovanja saobraćajnog toka.

* Kretanje putničkog autombila iz preseka puta 1 u presek puta 2
* Kretanje putničkog autombila iz preseka puta 1 u presek puta 3

7. LITERATURA

- [1] Jovanovic, M.: *Gradski saobraćaj i održivi urbani razvoj – tržišni versus planski pristup*, Zbornik radova PMF – Geografski institut, Beograd, 2004., br. 52, str. 59 – 82.
- [2] Kuzović, Lj.: *Teorija saobraćajnog toka*, IRO „Građevinska knjiga“, Beograd, 1987., str. 18 – 150.
- [3] Maletin, M.: *Gradske saobraćajnice*, Građevinski fakultet, Beograd, 1992., str. 2 – 53.
- [4] Miličević, A., Cvetković, D.: *Harmonizacija naše i Evropske regulative iz oblasti projektovanja, građenja i održavanja puteva*, Zbornik radova Građevinsko-arkitektonskog fakulteta, Niš, 2006., br. 21, str. 103-114.
- [5] Radovanović, Lj., Adamović, Ž.: *Pokazatelj pouzdanosti poljoprivredne tehnike*, Traktori i pogonske mašine, Novi Sad, 2005., br. 10 – 4, str. 102 – 108.
- [6] Vukadinović, S., Popović, J.: *Slučajni procesi i njihova primena u saobraćaju i transportu*, IRO „Građevinska knjiga“, Beograd, 1989., str. 50 – 53.

UDK: 624.072.21:624.071.32:691.32(045)=163.41

ISPITIVANJE AB GREDNIH NOSAČA OJAČANIH VLAKNASTIM KOMPOZITIMA OBLIKA ŠIPKE POSTAVLJANJEM U ZAŠTITNOM SLOJU BETONA

Slobodan Ranković¹
Radomir Folić²
Marina Mijalković³

Rezime:

U radu je analizirana primena savremene tehnike ojačanja armiranobetonskih (AB) greda upotrebom elemenata od FRP materijala (polimera ojačanih vlaknastim kompozitima). Prikazane su osnovne karakteristike FRP materijala i savremena metoda postavljanja FRP armature u obliku šipke unutar zaštitnog sloja betona, tj. blizu površine greda (NSM metoda). Prikazani su i diskutovani neki rezultati ispitivanja uzoraka ojačanih AB greda koje su izložene savijanju probnim opterećenjem do loma. Uporedno su analizirani i rezultati dobijeni na neojačanoj (kontrolnoj) gredi. Eksperimentalna istraživanja su obavljena na GAF u Nišu 2009. godine.

Ključne reči: *Ojačanje, FRP kompoziti, NSM metoda, ispitivanje.*

1. UVOD

Značaj kompozitnih materijala ubrzano raste poslednjih godina u mnogim oblastima, pa i u građevinarstvu. Najčešća primena u građevinskim konstrukcijama je u oblasti sanacija i ojačanja kod armiranobetonskih (AB), prethodno napregnutih (PN), zidanih, drvenih, pa i čeličnih konstrukcija različitih konstrukcijskih sistema. Korišćenje vlaknima armiranih kompozita (FRP – fibre reinforced polymer) kao dodatne armature, zbog brojnih prednosti u odnosu na konvencionalne metode, predstavlja veoma atraktivnu tehniku za ojačanje AB konstrukcija. Njihove najznačajnije prednosti su visoka

¹ Mr, stručni saradnik, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, slobodan.rankovic@gaf.ni.ac.rs

² Dr, profesor emeritus, Departman za građevinarstvo Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad, folic@uns.ac.rs

³ Dr, vanredni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, maca@gaf.ni.ac.rs

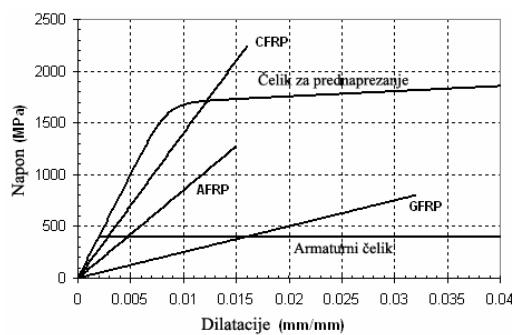
čvrstoća i mala težina, otpornost na koroziju i jednostavno postavljanje [1]. Iako je početna cena materijala veća, zbog brzine i lakoće montaže, otpornosti na agresivnost sredine, nepromjenjenog gabarita i estetike, mogu dobiti prednost u odnosu na ostale načine ojačanja [6]. Pri ojačanju AB konstrukcija izloženih savijanju, izdvajaju se dve osnovne tehnike primene FRP: površinski lepljena armatura u vidu laminata (EBR - external bonded reinforcement) i blizu površine (u zaštitnom sloju) betona montirane šipke -"bar" elementi (NSM – near surface mounted). U ovom radu se razmatra ojačanje upotrebom FRP elemenata u obliku šipki postavljenih u zaštitnom sloju betona, radi ojačanja AB grednih elemenata.

Kao nemetalna armatura, najčešću primenu imaju FRP elementi sa karbonskim vlaknima (CFRP) ili staklenim vlaknima (GFRP). Drugi sastovni deo je matrica, od najčešće epoksidnih smola [2]. Tako dobijena armatura može se oblikovati, između ostalog, u vidu šipki ("bars") sa vrlo različitom površinskom obradom (*slika 1*). Time se postiže znatno bolja prionljivost ove armature [6].



Slika 1: Najčešći oblici FRP šipki

Mehaničke karakteristike FRP elemenata zavise od matrice i vlakana, a zatezna čvrstoća u pravcu vlakana daleko je veća u odnosu na čelik (*slika 2*). Ponašanje FRP materijala pri zatezanju linearno je elastično sve do loma, a odlikuje ih izuzetna anizotropnost.



Slika 2: σ - ϵ dijagram za osnovne FRP materijale i čelik [5]

Ispitivanje AB grednih nosača ojačanih vlaknastim kompozitima oblika šipke

Težište ovog rada predstavlja eksperimentalno istraživanje ponašanja AB greda izloženih savijanju, koje su ojačane NSM tehnikom. Analiza je bazirana na P-Δ dijagramima ojačanih nosača i njihovom upoređenju sa neojačanom (kontrolnom gredom). U radu je za ojačanje AB nosača korišćena kompozitna dodatna armatura sa karbonskim vlaknima (CFRP) u obliku šipki prečnika $\varnothing 8$ mm, sa glatkom površinom.

2. OJAČANJE AB PRESEKA DODATNOM ARMATUROM UNUTAR ZAŠTITNOG SLOJA BETONA - NSM FRP METODA

NSM metoda zasniva se na tehnici kojom se u podužne proreze (šliceve), u zaštitnom sloju betona, postavljaju FRP elementi oblika šipke (bar) ili trake (strip), kao dodatna armatura, i zatapaju u epoksidne ili cementne smole (lepkove), čime se ostvaruje adhezija sa betonom i obezbeđuje sidrenje [2] i [9] (slika 3).



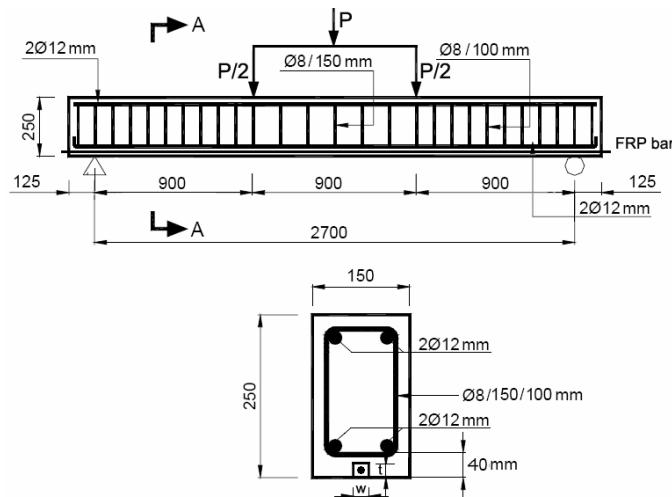
Slika 3 - Postavljanje NSM FRP "bar" elemenata [10]

Upotreba NSM metode ojačanja FRP elementima opravdana je u slučajevima ukoliko: 1) je ojačana površina podložna oštećenjima; 2) je ojačana površina neravna; 3) betonska površina ima nedovoljnu čvrstoću na zatezanje, a ostatak preseka zadovoljava i 4) postoji problem nedovoljnog prostora za druge vrste ojačanja [6]. Ovo su, zapravo, i najčešći slučajevi koji se u praksi javljaju. Ograničenja u primeni vezana su za obezbeđenje dovoljne debljine zaštitnog sloja betona, koji treba da bude 1,5 puta veći od prečnika primenjenih šipki za ojačanje ($\varnothing 6 \div \varnothing 16$ mm) [7]. Prema dosadašnjim iskustvima kod primene NSM sistema moguće su tri vrste otkaza: 1) usled odvajanja u sloju lepka; 2) usled odvajanja betona; i 3) usled zatežućih sila moguć je lom po FRP elementu [8].

3. DISPOZICIJA ISPTIVANIH NOSAČA

Na Građevinsko-arhitektonskom fakultetu u Nišu obavljena su eksperimentalna istraživanja nosivosti grednih nosača ojačanih FRP armaturom pri opterećenju do loma. Na slici 4 prikazani su dimenzije,

detalji armiranja i način nanošenja opterećenja. Svi ispitivani uzorci, statičkog sistema "prosta greda", imali su identično armiranje i izrađeni su od iste mešavine betona MB30. Opterećenje sa dve koncentrisane sile („four point load“) u trećinama raspona izazvalo je „čisto savijanje“ u srednjoj trećini raspona.



Slika 4: Detalji armiranja i način nanošenja opterećenja (NSM metoda ojačanja).

4 REZULTATI ISPITIVANJA AB GREDNIH NOSAČA OJAČANIH NSM CFRP ARMATUROM

Na slici 5a) prikazana je deformacija AB grede ojačane CFRP šipkama, a na slici 5b) oblik loma (otkaza) i raspored prslina pri maksimalnom opterećenju. Za ojačanje su korištene FRP šipke C-rod Ø8 mm i epoksidni lepak MapeWrap 11, italijanskog proizvođača MAPEI [4].

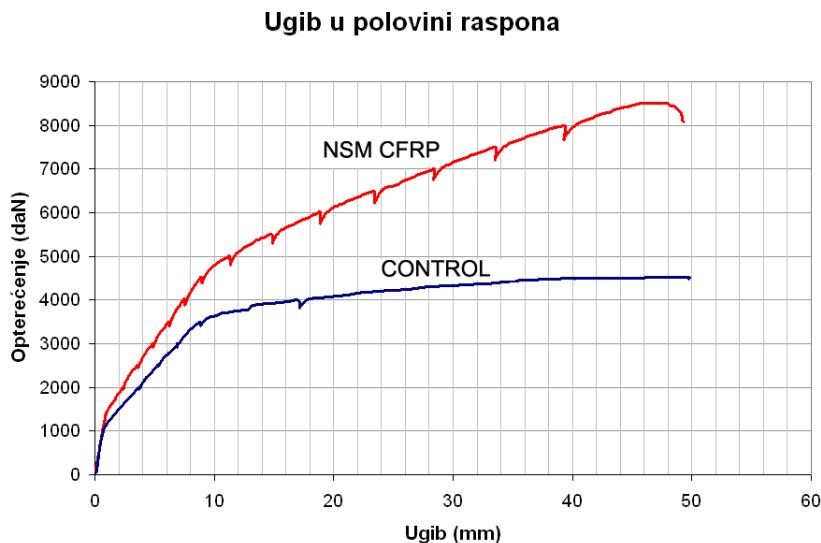


Slika 5: Dispozicija eksperimenta i način otkaza ojačanog nosača

Ispitivanje AB grednih nosača ojačanih vlaknastim kompozitim oblika šipke

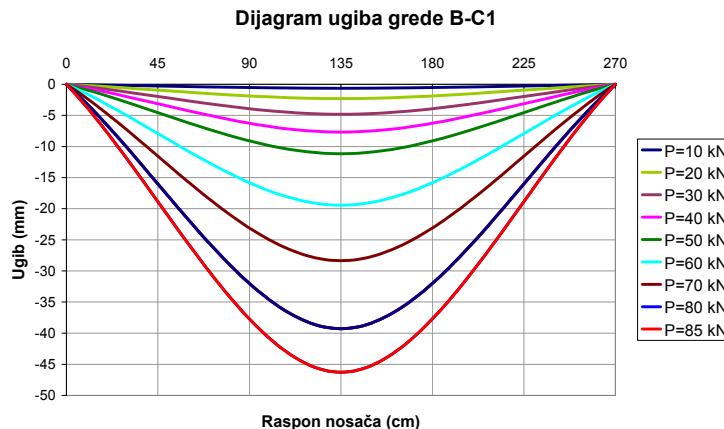
Ugibi su registrovani pomoću linearnih pretvarača pomeranja (LVDT) W50 i akvizicijskog sistema MGC plus, pri čemu su rezultati beleženi svake sekunde.

Na slici 6 prikazana je eksperimentalno dobijena veza opterećenje-ugib na polovini raspona za gredu ojačanu CFRP šipkom i kontrolnu gredu.



Slika 6: Dijagami opterećenje- ugib u L/2 kod ojačane i kontrolne grede

Sa dijagrama se može uočiti da je maksimalno opterećenje postignuto ojačanjem bilo za 89% veće, odnosno da je primenom NSM metode ojačanja maksimalna sila od 45 kN povećana na 85 kN. Uočljiva je i zadovoljavajuća duktilnost ojačane grede, što daje prednost primeni ove metode u odnosu na spolja lepljene laminate kod seizmičkog ojačanja. Do pojave prvih prslina nema razlike u krutosti grednih nosača, ona nastaje u delu od pojave prvih prslina do pojave tečenja u čeličnoj (osnovnoj) armaturi, a naročito posle te tačke. Otkaz je nastao usled proklizavanja CFRP šipke na spoju sa epoksidnim lepkom zbog gubitka prionljivosti na spoju. Rezultat ove pojave je odvajanje betona u nivou zaštitnog sloja i lom u zoni "čistog savijanja". Treba reći da je korišćena CFRP šipka bila bez površinskog orebrenja, što smanjuje prionljivost na spoju sa lepkom. Na slici 7 dat je grafički prikaz ugiba ojačanog grednog nosača za različite faze opterećenja.



Slika 7: Grafički prikaz ugiba grede u zavisnosti od nanetog opterećenja

5. DISKUSIJA RAZULTATA I ZAKLJUČAK

Kompozitni materijali u oblasti građevinarstva, sve izvesnije, postaju materijali budućnosti. Primena NSM metode ojačanja, kao relativno nove, pruža velike mogućnosti kod sanacija i ojačanja betonskih konstrukcija i produženja njihovog eksploatacionog veka.

Analiza podataka iz dostupne literature [3], [11] i sopstvena eksperimentalna istraživanja [10], sprovedena 2009. g. na GAF u Nišu, pokazuju značajno uvećanje nosivosti kod ispitivanih nosača ojačanih NSM metodom. U konkretnom slučaju, kada se u zaštitnom sloju aplicira samo jedna (dodatna) CFRP šipka Ø8 mm, registrovano je za 89% veće maksimalno opterećenje. Pri tome je do otkaza došlo na spoju CFRP šipke i epoksidne paste uz odvajanje u nivou zaštitnog sloja betona (nepoželjan-krti lom). Ostvareni indeks duktilnosti ID=5,3 pokazuje zadovoljavajuću duktilnost ovako ojačanih nosača.

Brojne navedene prednosti NSM FRP metodu unutrašnjeg ojačanja čine, u mnogo slučajeva, superiornom u odnosu na spolja lepljene FRP laminate. Naime, ovim sistemom ojačanja omogućeno je bolje prianjanje tj. sidrenje, jer se šipke mogu fabrički profilisati (orebriti) čime se postiže veća specifična površina za sprezanje sa betonom [2]. NSM armatura se može, takođe, lakše prednaprezati. Uz potpuniju regulativu, bolju obaveštenost projektanata i sve lakšu dostupnost FRP materijala na tržištu, može se očekivati njena sve šira primena u praksi.

Ispitivanje AB grednih nosača ojačanih vlaknastim kompozitima oblika šipke

Napomena: Ovaj rad je deo istraživanja na projektima 16001 i 16018 koje finansira Ministarstvo za nauku Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] ACI committee 440, "Guide for the Design and Construction of Concrete Reinforced with FRP Bars," ACI 440.1R-03, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 2003, 41 pp.
- [2] ACI 440R-07, Report on Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Reinforcement for Concrete Structures, Reported by ACI Committee 440, 2007.
- [3] Barros J., Dias S. Fortes A.: *Near surface mounted technique for the flexural and shear strengthening of concrete beams.*
- [4] Mapei FRP System, www.mapei.com, June, 2010.
- [5] Fédération Internationale du Béton (FIB):Technical Report Bulletin 14: *Externally Bonded FRP Reinforcement for RC Structures*, Lausanne, 2001.
- [6] Glavardanov, D. Folić, R.. *Pojačavanje betonskih konstrukcija FRP elementima NSM sistemom.* Materijali i konstrukcije, br. 4 2007., str. 29-35
- [7] Ranković S., Folić R. Mijalković. M.: *Ojačanje AB greda FRP atmaturom postavljenom unutar zaštitnog sloja betona,* Zbornik radova GAF Niš, br. 23, decembar 2008., st.39-47.
- [8] Rankovic S., Folić R.: *Adhesiveness ("Bond Efefect") of Fiber Reinforcement Polimer Bars in the NSM FRP Method of Strenghtening*, Eleventh national and fifth international scientific meeting INDIS 2009. Novi Sad, November 25-27, 2009., (p. 463-470.)
- [9] Ranković S., Folić R., Mijalković. M.: *Prionljivost kompozitne armature kod primene u NSM FRP metodi ojačanja armiranobetonskih nosača,* Zbornik radova GAF Niš, br. 24, decembar 2009., (st.36-44).
- [10] Rankovic S., Folić R., Mijalković M.: *Efects of RC beams strengthening using near surface reinforced FRP composites,* FACTA UNIVERSITATIS,Vol8, N°2, 2010., (pp. 177-185).
- [11] W.-T.Jung, Y.-H. Park, J.-S. Park: *Experimental Investigation on Flexural Behavior of RC Beams Strengthened by NSM CFRP Reinforcements,* ACI SP -230- 46, pp. 795-805.

UDK: 692.241.2:624.012.45:624.042.8(045)=163.41

DINAMIČKA ANALIZA UKLJEŠTENIH ARMIRANO BETONSKIH POTPORNIH ZIDOVA

Sadović Enis¹
Maslak Emir²
Zečirović Edin³

Rezime

Projektovanje armirano betonskih zidova se kod nas svodi na analizu uticaja i dimenzionisanje elemenata na osnovu statickog i pokretnog opterećenja uz kontrolu stabilnosti za određene uslove. U seizmički neaktivnim područjima ovaj postupak je opravdan, ali u suprotnom dinamički efekti mogu narušiti stabilnost konstrukcije i dovesti do neželjenih deformacija ukoliko se prethodno ne predvide. U radu je dat sažet opis metoda pseudo-statičke i pseudo-dinamičke analize sa komparacijom rezultata kroz koeficijente seizmičnosti i aktivne pritiske tla usled zemljotresnog dejstva. Varirani su različiti parametri (karakteristike tla) na primeru zida sistema obrnute konzole jednakog poprečnog preseka, a rezultati su predstavljeni grafički.

Ključne reči: potporni zid, pseudo-statička analiza, pseudo-dinamička analiza, seizmika, koeficijenti, aktivni pritisak

1. UVOD

Armirano betonski potporni zidovi se u praksi najčešće konstruišu koristeći pseudo-statičke metode koje služe za proračun stabilnosti kosina. U seizmički neaktivnim područjima je ovaj postupak opravdan, ali u trusnim područjima proračun se mora

¹ Sadović Enis, dipl.inž.građ., PhD student Univerziteta u Nišu

² Maslak Emir, dipl.inž.građ., PhD student Univerziteta u Nišu, asistent, DUNP Departman za Građevinarstvo

³ Zečirović Edin, dipl.inž.građ., PhD student Univerziteta u Nišu

unaprediti ujimanjem u obzir većeg broja parametara, pravilnim izborom dinamičkog modela, obuhvatanjem fenomena interakcije zida i tla. Činjenica da naša zemlja spada u red seizmički aktivnih regija se uglavnom zanemaruje prilikom proračuna i ide se do te mere da se projektuju potporne konstrukcije bez geomehaničkih podloga.

Opterećenje tj. aktivni pritisci tla na zid čine i statička i dinamička komponenta. Dinamičke sile variraju u toku potresa i stvaraju fenomene koji se reflektuju kao kompleksni konstrukcijsko-interakcijski efekti, koje je u generalnom smislu teško analizirati.

Potporne konstrukcije mogu biti tako konstruisane da ispunjavaju funkcijalne uslove za vreme i nakon projektovanog zemljotresa bez pretrpljenih značajnih konstrukcijskih oštećenja. Trajna pomeranja u formi kombinovanog klizanja i obrtanja i kasnijih trajnih deformacija tla, mogu biti prihvatljiva ako je dokazano da su kompatibilna sa funkcionalnim i estetskim zahtevima. Deformacije su posledica značajnih smičućih sila i momenata savijanja. U statičkom smislu veoma je bitan izbor proračunskog sistema konstrukcije (proračunskog modela). Karakterističan tip je AB zid sistema konzole uklještene u temeljnu ploču, koji spada u „lake“ potporne konstrukcije. Za metodu dinamičke analize su prihvaćene sve ustaljene metode bazirane na dinamici konstrukcija i tla. Preporuka je voditi računa o nelinearnom ponašanju tla ispod temelja i iza zida. U proračun treba uvrstiti, prema [1], inercijalne efekte združene sa masom tla i sva ostala gravitaciona opterećenja, hidrodinamičke efekte, kompatibilnost deformacija tla, zida i dela temeljne ploče iza zida.

U radu je dat prikaz poređenja važećeg Pravilnika [5] sa aktuelnim predlogom Eurocode-a [1] i ostalim metodama koje se primenjuju, sa aspekta pritisaka tla i koeficijenata seizmičnosti usled seizmičkog dejstva.

2. PREGLED METODA DINAMIČKOG PRORAČUNA

Shodno razvoju i primeni metode konačnih elemenata u proračunu konstrukcija ostale metode gube na značaju i primeni. Kao prelazna faza od statičkih ka dinamičkim metodama razvijene su grupe tzv. pseudo-dinamičkih metoda koje uvode vremensku istoriju (time history analysis) zemljotresnih pomeranja. Pregled metoda koje se koriste sa potrebnim ulaznim proračunskim parametrima dat je u tabeli 1.

Tabela 1. Pregled metoda za dinamički proračun potpornih konstrukcija [7]

Dinamička analiza uklještenih armirano betonskih potpornih zidova

Tip analize	Uprošćena analiza	Uprošćena dinamička analiza		Dinamička analiza
Metod	Pseudo-statičke/ empirijske metode	Newmark-ov tip metoda	Uprošćen dijagram baziran na parametarskim studijama	MKE/MKR (FEM/FDM)
Proračunski parametri	k_h - ekvivalentni seizmički koeficijent k_{crit} - treshold seizmički koeficijent	Empirijske jednačine: a_{max} - maksimalno ubrzanje V_{max} - maksimalna brzina Vremenska istorija zemljotresnih pomeranja a_{crit} - treshold ubrzanje	a_0 - maksimalno ubrzanje tla Poprečni presek zida Spisak karakteristika tla, uključujući SPT N-vrednost	Vremenska istorija zemljotresnih pomeranja na dnu u domenu analize Poprečni presek zida Za linearu geotehničku analizu: $G/G_0(y)$ i $D(y)$ krive Za nelinearnu geotehničku analizu: nedrenirane ciklične karakteristike i moduli G-smicanja i K-krotosti, kao dodaci za pseudo statičke i uprošćene metode
Ulazni parametri		Rezultati odgovora sa terenskih analiza, uključujući a_{max} i procenu sigurnosti od moguće likvefakcije Poprečni presek zida Geomehanički parametri, uključujući koheziju, ugao unutrašnjeg trenja, nivo podzemne vode		
Rezultati analize	Treshold granica Red magnitude pomeranja	Pomeranje zida Napon/duktilnost		Tonovi odgovora/loma Maksimalna i zaostala pomeranja, napon/duktilnost

Detaljnija objašnjenja osnovnih principa pseudo-statičkih i pseudo-dinamičkih metoda koje su predložene našim važećim Pravilnikom i Eurocode-om su data u nastavku. Za ovu analizu su prikazana objašnjenja i rezultati numeričkog primera za pomenute dve vrste metode jer se kod nas u projektovanju najviše koriste.

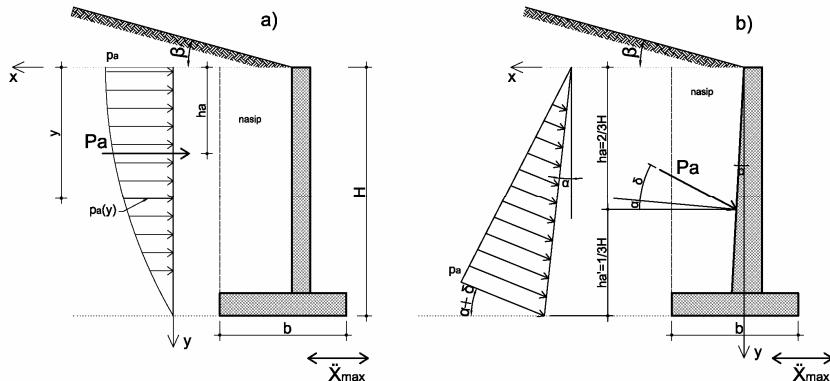
2.1. Pravilnik JUS

Osnovni princip aseizmičkog projektovanja inženjerskih konstrukcija je da se pri dejstvu najjačeg zemljotresa objekat ne sruši. Ovaj princip posebno važi za objekte van kategorije, pored kojih postoji i I kategorija objekata u koju spadaju potporni zidovi ($H < 20m$) [5]. Prema istom pravilniku potporne konstrukcije se u fazi projektovanja izlažu uticaju zemljotresa „Z1“ i „Z2“, čiji se intenzitet određuje na

osnovu podataka o seizmičnosti lokacije izražene preko koeficijenta seizmičnosti K_s .

Pored inercijalnih sila od sopstvene težine, kod ukopanih ili delimično ukopanih objekata moraju se uzeti u obzir i dopunski aktivni i pasivni pritisci tla. Vektor ubrzanja tla ima horizontalan pravac, a njegov uticaj na površinu zida se reflektuje u vidu aktivnog ili pasivnog pritiska. Ugao nagiba pritiska na zid zavisi od vrednosti ugla trenja između nasipa i površine zida ($\delta = \frac{1}{2}\varphi$, $\delta = \frac{2}{3}\varphi$). Na slici 1 je shematski prikazano generisanje pritiska na zid kao aktivnog u uslovima kada:

- nije nastupilo stanje granične ravnoteže (elastične deformacije tla, slika 1a)
- je nastupilo stanje granične ravnoteže (plastične deformacije tla, slika 1b)



Slika 1. Aktivni pritisak tla na zid usled seizmičkog opterećenja: a) elastične deformacije tla, b) plastične deformacije tla

Aktivni pritisci se računaju prema obrascima :

$$p_s = K_s \cdot \psi \cdot h \cdot R(y, \beta) \cdot \gamma_z \quad (1)$$

$$p_s = \gamma_z \cdot h \cdot c_a \quad (2)$$

gde je :

ψ - koeficijent redukcije

h - ukupna visina nasipa

$R(y, \beta)$ - bezdimenzionalna funkcija

γ_z - zapreminska masa tla

c_a - koeficijent aktivnog seizmičkog pritiska tla

Poslednji koeficijent se određuje na način koji je opisan u poglavlju 2.2.1. jednačinom (6).

2.2. Eurocode 1998-5

Osnovni model pseudo-statičke analize treba da sadrži potpornu konstrukciju i njen temelj, „klin“ od tla iza konstrukcije za koji važi pretpostavka da se nalazi u stanju aktivne granične ravnoteže, različita opterećenja na zemljani klin i eventualnu masu tla na temeljnoj stopi za koju važi ravnoteža u pasivnom stanju. Da bi se obezbedilo aktivno stanje tla, potrebno je da se desi određeno pomeranje zida tokom projektovanog zemljotresa. Za fleksibilne konstrukcije se to obezbeđuje momentom savijanja, a za krute konstrukcije klizanjem ili rotacijom.

Uticaj zemljotresa se reprezentuje kao set horizontalnih i vertikalnih statičkih sila, dobijenih množenjem gravitacionih sila sa seizmičkim koeficijentom. Intenzitet ekvivalentnih horizontalnih sila zavisi, za određenu seizmičku zonu, od količine trajnih pomeranja koja su dozvoljena shodno usvojenom konstrukcijskom rešenju. U nedostatku detaljnijih studija horizontalni (k_h) i vertikalni (k_v) koeficijent seizmičnosti mogu biti uzeti kao:

$$k_h = \alpha \cdot \frac{S}{r} \quad (3)$$

$$k_v = \begin{cases} \pm 0.5k_h, & \text{ako je } a_{vg}/a_g > 0.6 \\ \pm 0.33k_h, & \text{u suprotnom} \end{cases} \quad (4)$$

gde je r faktor koji se uzima iz tablice [1] zavisno od vrste konstrukcije. Za zidove visine manje od 10m koeficijent seizmičnosti se usvaja konstantan po celoj visini.

U oba navedena standarda se koriste principi iste metode, razvijene još 1929. godine, a njen prikaz je dat u sledećem poglavlju.

2.2.1. Mononobe-Okabe teorija

Autori po kojima ova metoda i nosi ime su postavili osnove pseudostatičke analize seizmičkog pritiska tla na potporne konstrukcije. Metoda predstavlja nastavak Coulomb-ove teorije o pseudostatičkim

uslovima, dodavanjem ubrzanja na Coulomb-ov aktivni ili pasivni klin. Sile koje deluju na aktivni klin u suvje nekoherentnoj ispunji su predstavljene horizontalnim i vertikalnim silama čije su magnitudo povezane sa masom klina pseudoubrzanjima $a_h = k_h \cdot g$ i $a_v = k_v \cdot g$. Ukupan aktivni pritisak može biti izražen na sličan način kao i u uslovima statičke ravnoteže:

$$S_{AE} = \frac{1}{2} \cdot K_{AE} \cdot \gamma \cdot H^2 (1 - k_v) \quad (5)$$

Gde je K_{AE} dinamički koeficijent aktivnog pritiska, dat obrascem:

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \beta - \theta)}{\cos \theta \cos^2 \beta \cos(\delta + \beta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \alpha - \theta)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2} \quad (6)$$

Prema ovim autorima rezultanta aktivnog pritiska bi trebala da deluje na visini $H/3$ iznad osnove zida visine H , dok je eksperimentalno dokazano [7] da se pri dinamičkim uslovima ova visina povećava. Ako ukupnu silu aktivnog pritiska podelimo u statičku S_A i dinamičku komponentu ΔS_{AE} , preporuka Seed-a i Whitman-a, prema [7], je da seizmička komponenta deluje na $0.6H$, pa rezultanta ukupnog pritiska deluje na visini:

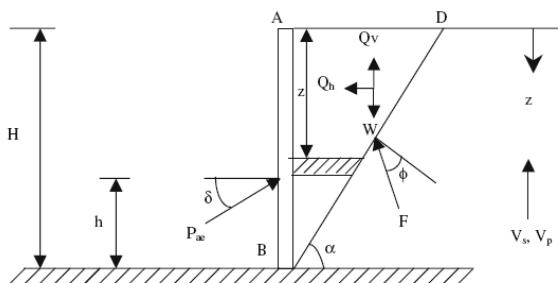
$$h = \frac{S_A \cdot H / 3 + \Delta S_{AE}(0.6H)}{S_{AE}} \quad (7)$$

2.3. Pseudo-dinamicke

Nedostak prethodne metode je uzimanje dinamičkog opterećenja kao vremenski nezavisnog, što je posledica prepostavke jednakе magnitudo ubrzanja tla iza zida. Pored ovoga, pseudostatičkom analizom se ne uzima u obzir uvećanje vibracija, čime se ne uvode u analizu bitni parametri kao što su prigušenje, moduli elastičnosti i smicanja i dr. Kako bi se prevazišli ovi nedostaci, autori [2][6][7] predlažu pseudo-dinamički pristup proračunu aktivnog pritiska tla na zid uzimajući u obzir pomenute parametre. U ovom radu će detaljnije biti objašnjen princip dat u radu [6], a pored njega koriste se još i metode poznate "push over" analize i Newmark-ovih krutih blokova [3].

2.3.1. Steedman & Zeng (Choudhury & Nimbalkar)

Opšti slučaj krutog, vertikalnog uklještenog zida je dat na slici 2, sa suvim nekoherntim materijalom kao ispunom iza zida. Važi prepostavka ravne vertikalne zadnje površine zida i klizne ravni pod uglom α . Problem se svodi na određivanje aktivnog pritiska tla ili otpora konstrukcije (P_{ae}) na aktivni pritisak tla usled seizmičkog opterećenja ukoliko su poznata vertikalna i horizontalna ubrzanja tla.



Slika 2. Model potpornog zida za proračun pseudo-dinamičkog aktivnog pritiska [2]

Rezultanta otpora konstrukcije se određuje iz uslova ravnoteže horizontalnih i vertikalnih sila, uzimajući u obzir seizmičko dejstvo preko koeficijenta seizmičnosti :

$$K_{ae} = \frac{2 \cdot P_{ae}}{\gamma \cdot H^2} \quad (8)$$

Za prepostavljene vrednosti konstantnog modula klizanja G , ugla nagiba zadnje strane zida $\theta=0^\circ$ i vertikalnog koeficijenta ubrazanja $k_v = 0$ dobijen je izraz za aktivni pritisak:

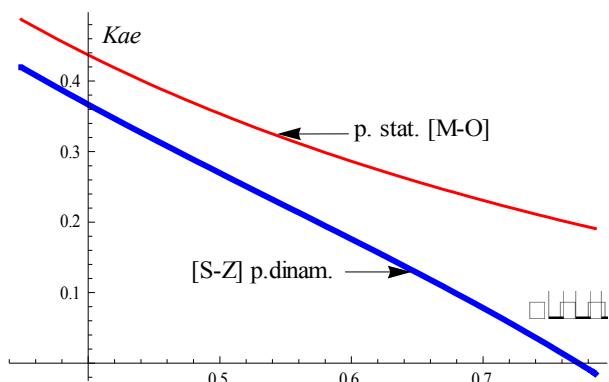
$$\begin{aligned} p_{ae} &= \frac{\partial P_{ae}(z, t)}{\partial z} = \\ &= \frac{\gamma z}{\operatorname{tg} \alpha} (1 + \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \theta) \frac{\sin(\alpha - \phi)}{\cos(\alpha - \phi - \delta - \theta)} + \\ &+ \frac{k_h \gamma z}{\operatorname{tg} \alpha} (1 + \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \theta) \left[1 + (f_a - 1) \frac{z}{H} \right] \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{z}{\lambda} \right) \frac{\cos(\alpha - \phi)}{\cos(\alpha - \phi - \delta - \theta)} \end{aligned} \quad (9)$$

Prvi deo jednačine čini statički pritisak od tla, a drugi deo dinamički pritisak usled horizontalnog ubrzanja tla. U jednačini, $\lambda = TV_s$ je

smičuća talasna dužina, a f_a je faktor uvećanja.

3. REZULTATI ANALIZE

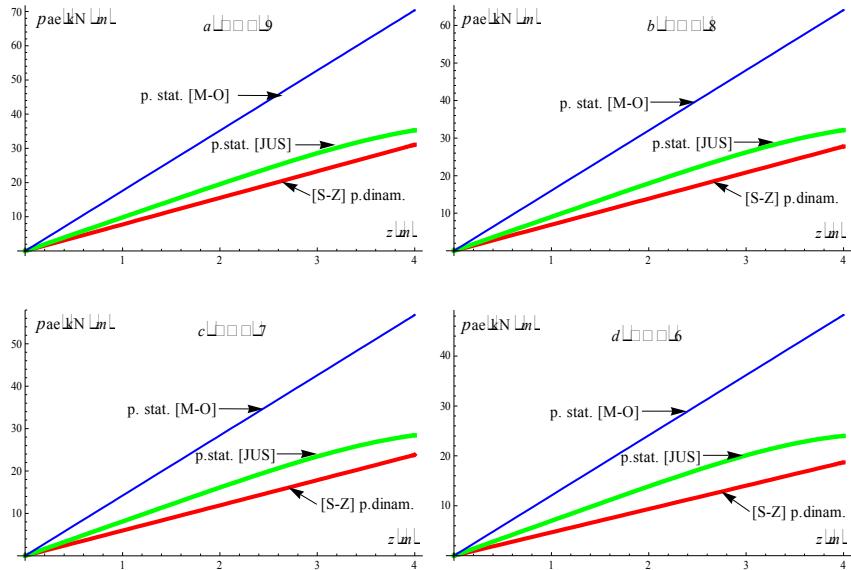
Na osnovu činjenice da se pri projektovanju analiziranih potpornih konstrukcija ispuna predviđa od nekoherentnog materijala, čija je klizna ravan često vertikalna, usvojene su vrednosti $\theta=0^\circ$ i $\alpha=\pi/4$, a za vrednost ugla $\xi = \arctg(k_s \cdot \psi)$ prema [5] i $\xi = \arctg[k_h / (1 - k_v)]$ prema [1]. Rezultati su predstavljeni grafički, dijagramima (slika 3 i 4), gde su određivani koef. seizmičnosti k_{ae} i aktivni pritisak tla usled seizmičkog opterećenja.



Slika 3. Promena koef. seizmičnosti u zavisnosti od ugla unutrašnjeg trenja, $\theta=0^\circ$, $\alpha=\pi/2$, $k_h=0.2$, $t/T=0.5$, $\delta=2/3\varphi$

Povećanjem ugla unutrašnjeg trenja tla, za konstantne vrednosti α , β i θ , koeficijent seizmičnosti se povećava. Vrednosti ugla φ su varirane u granicama od $\pi/4$ do $\pi/9$ (slika 3). Oznakom "p.stat.[M-O]" su predstavljeni rezultati dobijeni pseudo-statičkom, Mononobe-Okabe teorijom, a "p.dinam. [S-Z]" pseudo-dinamičkom, Steedman-Zeng teorijom.

Na slici 4 je predstavljena promena aktivnog pritiska po visini zida ($H=4m$), gde su upoređivane vrednosti dobijene pseudo-statičkom i pseudo-dinamičkom metodom. Analizirana su četiri slučaja vrednosti ugla φ i u svakom od njih su prvom metodom dobijene veće vrednosti pritiska. Smanjenjem ugla φ razlika između dinamičke metode i pseudostatičke, za slučaj elastičnih deformacija, se smanjuje, dok metoda prema Mononobe-Okabe znatno odstupa od prethodne dve.



Slika 4. Generisanje aktivnog pritiska tla po visini zida, $\theta=0^\circ$, $\alpha=\pi/4$, $kh=0.2$, $t/T=0.5$, $\delta=2/3 \varphi$

Treba napomenuti da su pritisci predstavljeni na dijagramima u stvari ukupni aktivni pritisci koji deluju na potporni zid. Sastoje se iz statičke komponente i dodatnog uticaja tj. dinamičke komponente.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu prethodne analize može se zaključiti da razlike koje se javljaju u metodama dinamičkog proračuna potpornih konstrukcija su značajne i na njih treba obratiti posebnu pažnju prilikom izbora metode proračuna u fazi projektovanja ovakvih konstrukcija. Armirano betonski potporni zidovi sistema obrnute konzole su zbog svoje male težine izloženi manjim aktivnim pritiscima tla usled zemljotresnog dejstva, a aktivno stanje tla se obezbeđuje momentima savijanja.

Važni parametri u ovakvim proračunima su karakteristike tla koje se moraju obezbediti pre početka procesa analize u cilju preciznijeg obuhvatanja svih uticaja. U ovom radu su analizirani zidovi čija je isplina od suvog nekoherenentnog materijala tj. slučaj kad je sprečen pristup vodi i njenom uticaju na zid. U suprotnom bi se morala obratiti pažnja na analizu generisanja hidrodinamičkih pritisaka i izazvanih efekata.

Na sličan način bi trebalo ispitati uticaj veličine ugla nagiba klizne ravni tj. ispitati više realnih slučajeva koji se sreću u praksi.

5. LITERATURA

- [1] CEN prEN 1998-5, *Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance, Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects*, Stage 49, Final draft, October 2002
- [2] Choudhury D., Nimbalkar S.S.: *Pseudo-dynamic approach of seismic active earth pressure behind retaining wall*, Geotechnical and Geological Engineering 24, Springer, 2006, pp. 1103-1113
- [3] Green R.A., Ebeling R.M.: *Seismic Analysis of Cantilever Retaining Walls, Phase I*, Earthquake Engineering Research Program, U.S. Army Corps of Engineers, Washington DC, 2002, pp. 104
- [4] Green R.A., Olgun C.G.: *Response and Modeling of Cantilever Retaining Walls Subjected to Seismic Motions*, Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering 23, 2008, pp. 309-322
- [5] *Pravilnik o tehničkim normativima za projektovanje i proračun inženjerskih objekata u seizmičkim područjima*, Službeni list SFRJ, br. 07/87
- [6] Steedman R.S., Zeng X.: *The influence of phase on the calculation of pseudo-static earth pressure on a retaining wall*, Geotechnique 40, 1990, pp. 103-112.
- [7] Visone C.: *Performance-Based Approach in Seismic Design of Embedded Retaining Walls*, Doctoral dissertation, University of Napoli Federico II, Napoli, November 2008, pp. 203

UDK: 624.5:539.4(045)=163.41

ANALITIČKA REŠENJA ZA DEFORMACIJE KOSIH MOSTOVSKIH KABLOVA

Marija Spasojević-Šurdilović¹
Ana Spasojević²

Rezime

Na osnovu dva različita aspekta teorijske postavke problema deformacija kosih mostovskih kablova, u radu su prikazana analitička rešenja za ugibe i izduženja ovih konstrukcijskih elemenata. Prvi pristup problemu odnosi se na posmatranje ravnoteže celog deformisanog kabla, a drugi na ravnotežu elementarnog dela kabla opterećenog odgovarajućim silama. Kroz numerički primer, pokazano je izuzetno slaganje rezultata proračuna prema oba izložena anlička rešenja.

Ključne reči: *kosi kabl, ugib, izduženje*

1. UVOD

Zahvaljujući mogućnostima savremenih materijala i tehnologija izgradnje, kao i napretku metoda teorije konstrukcija, počev od druge polovine XX veka, mostovi sa kosim zategama postižu izuzetan napredak u pogledu raspona. Naročiti doprinos tome daju moderni sistemi i tehnike kosih kablova, primenom kablova i ankera prema tehnologiji prednaprezanja..

¹ Ass. mr, dipl.građ.inž, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu
e-mail: marija.spasojevic.surdilovic@gaf.ni.ac.rs

² Dr, dipl.građ.inž, Gussetti&Tournier SA Ingenierie civile, Rue du Pont-Neuf 12, CH – 1227 Carouge, e-mail: spasojevic@gti.ch

Superstrukturu mostova sa kosim zategama čine tri tipa konstrukcijskih elemenata: pilon i rasponska konstrukcija (greda), izložene silama pritiska i momentima savijanja, i kosi kablovi kao zategnuti elementi (sl.1 i 2).



Slika 1 – Montaža kablova



Slika 2 – Zategnuti kablovi

Najznačajniji tipovi kablova za kose zatege su: "zatvoreni" kablovi, konstruisani od više slojeva okruglih, ili Z žica, obavijenih helikoidno oko jezgra, i kablovi sa paralelnim žicama, ili užadima, napravljeni od žica za prednaprezanje. Ankerovanje kablova u pilon vrši se fiksnim (pasivnim kotvama), a u rasponsku konstrukciju podešavajućim (aktivnim) kotvama, preko kojih se vrši i prednaprezanje kosih kablova.

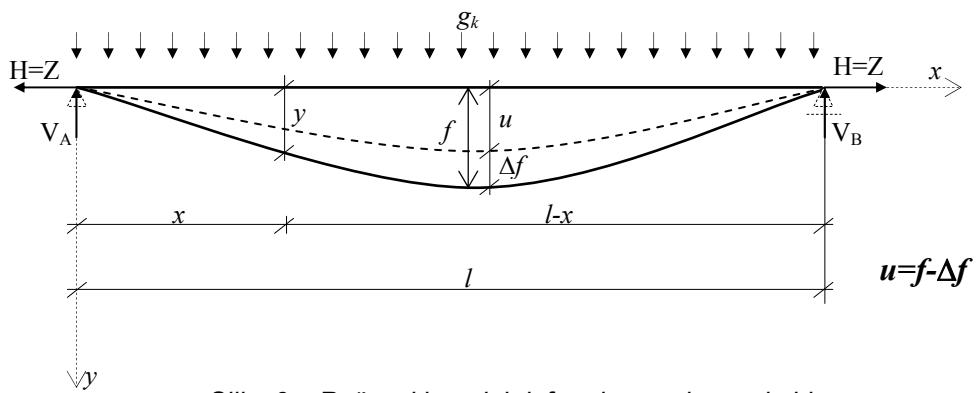
Deformacije kosog kabla (ugibi, izduženja) su funkcija njegove dužine i nagiba, zatim krutosti na zatezanje i savijanje, težine, sile kojom je kabl zategnut, pomerljivosti ankernih mesta, temperature, delovanja veta i snega, odnosno leda. U ovom radu su prikazana analitička rešenja za ugibe i izduženja kosog kabla, izvedena iz dva različita pristupa postavke problema. Na osnovu rešenja prvog pristupa ugib se definiše kao količnik max. momenta savijanja, usled sopstvene težine, i sile zatezanja kabla. Prema drugom pristupu, rešenja za deformacije kabla su data preko hiperboličkih funkcija. Za deformacije kabla usled delovanja dopunskih opterećenja veta, snega, odnosno leda, mogu se koristiti izvedene relacije, kada je ovo opterećenje moguće svesti na konstelacije korespondentne sa delovanjem stalnog opterećenja. Za izuzetne-ekstremne slučajeve ovih delovanja, kao i za deformacije usled vibracija, potrebno je sprovesti dodatne analize problema, koje nisu predmet ovog rada.

Važno je, takođe, napomenuti da su u izloženoj analizi apstrahovani uticaji mogućih elastičnih uklještenja ankernih delova kabla.

U radu je dat i numerički primer proračuna ugiba i izduženja kosih kablova.

2. PRVI ASPEKT TEORIJSKE POSTAVKE I REŠENJA PROBLEMA

Posmatramo, najpre, horizontalni kabl (sl.3) dužine l , težine g (kN/m), površine poprečnog preseka (čelika) A i modula elastičnosti E . U osloncu A postavljena je pasivna, odnosno fiksna, a u osloncu B aktivna kotva. Usled sopstvene težine, kabl ima ugib f na $l/2$, pri čemu je sila zatezanja $H=Z_g$. Ugib $u=f-\Delta f$ (sl.3) nastaje pri sili zatezanja $Z>Z_g$.



Slika 3 – Računski model deformisanog kosog kabla

Elastična osa kabla se može definisati kao parabola, iz uslova:

$$M_x = 0 \Rightarrow V_A \cdot x - g_k \cdot \frac{x^2}{2} - H \cdot y = 0 \quad (2.1)$$

Iz (2.1) sledi

$$y = \frac{4u}{l^2} \cdot x \cdot (l-x) \quad (2.2)$$

Dužina S deformisanog kabla iznosi:

$$S = \int_0^l \left(1 + y'^2\right)^{\frac{1}{2}} dx \quad (2.3)$$

Razvijanjem podintegralne funkcije izraza (2.3) u red sledi:

$$S = l \left(1 + \frac{8}{3} \cdot \frac{u^2}{l^2} - \frac{32}{5} \cdot \frac{u^4}{l^4} + \frac{256}{7} \cdot \frac{u^6}{l^6} - \dots \right) \quad (2.4)$$

Za slučaj plitke parabolične krive ($u / l \leq 1/10$) mogu se uzeti samo prva dva člana reda, tako da je S približno:

$$S = l \left(1 + \frac{8}{3} \cdot \frac{u^2}{l^2} \right) \quad (2.5)$$

Sistemsko izduženje kabla dobijamo iz jednačine:

$$\Delta S = \int_0^S \frac{H \cdot dS}{EA \cdot dx} dS = \int_0^l \frac{H}{EA} \left(1 + y'^2 \right) dx = \frac{H \cdot l}{E \cdot A} \left(1 + \frac{8}{3} \cdot \frac{u^2}{l^2} \right) \quad (2.6)$$

Ugib f kabla usled sopstvene težine

$H = Z_g$ - sila zatezanja usled sopstvene težine kabla

$$\Delta S = S - l = l \left(1 + \frac{8}{3} \cdot \frac{f^2}{l^2} \right) - l = \frac{8}{3} \cdot \frac{f^2}{l} \quad (2.7)$$

Uvodeći aproksimaciju $S \approx l$, iz (2.7) sledi:

$$f = l \cdot \sqrt[3]{\frac{3}{8} \cdot \frac{M_{0,g}}{l \cdot E \cdot A}} \quad (2.8)$$

pri čemu je $M_{0,g} = \frac{g_k \cdot l^2}{8}$, a sila zatezanja u kablu

$$Z_g = \frac{M_{0,g}}{f} \quad (2.9)$$

Za kosi kabl (sl.4a i 4b) sledi:

$Z_A = Z_B + g_k \sin \alpha_k \cdot l$ - za slučaj da je $u = 0$

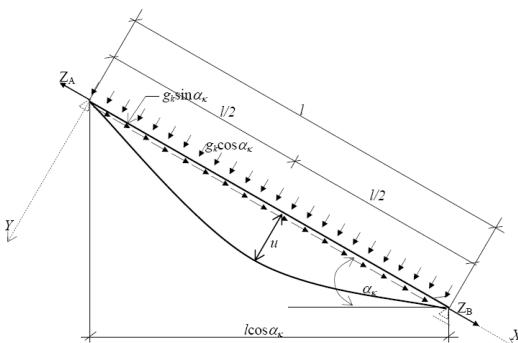
Zanemarujući uticaj tangencijalnog opterećenja ($g_k \sin \alpha_k$) na deformaciju kabla (sl. 4b), sledi da je:

$$Z \cdot u - M_{0,g} = 0 \quad (2.10)$$

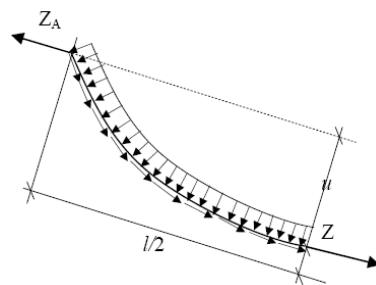
$$M_{0,g} = \frac{g_k \cos \alpha_k \cdot l^2}{8} \quad (2.11)$$

$$u = \frac{M_{0,g}}{Z} \quad (2.12)$$

$u \rightarrow 0$ za $Z \rightarrow \infty$



Slika 4a – Kosi kabl



Slika 4b – Polovina kosog kabla

Promena sile zatezanja Z usled temperaturne promene (t), s obzirom da je $\Delta S_t \sim \Delta l_t$, može se izraziti relacijom:

$$\Delta Z_t = \beta_t \cdot t \cdot l \cdot \frac{E \cdot A}{l} = \beta_t \cdot t \cdot E \cdot A, \quad (2.13)$$

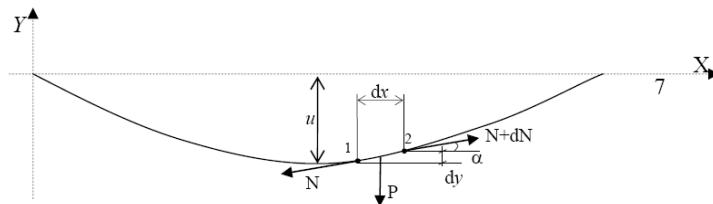
gde je β_t koeficijent linearног termičkog dilatiranja kabla

Ugib kabla pri sili zatezanja Z i temperaturnoj promeni $\pm t$ °C, može se sračunati na osnovu relacije:

$$u = \frac{M_{0,g}}{Z \pm \Delta Z_t} \quad (2.14)$$

3. DRUGI ASPEKT TEORIJSKE POSTAVKE I REŠENJA PROBLEMA

Jednačina elastične ose kabla može se dobiti i posmatranjem elementarnog dela kabla i svih sila koje deluju na njega (sl.5).



Slika 5 - Računski model elementarnog dela kosog kabla

u – ugib kabla usled dejstva gravitacione sile

Radi pojednostavljenja, posmatramo dve tačke kabla, tačku 1 i tačku 2. Neka je rastojanje tih tačaka tako malo da je segment kabla 1-2 linearan. Projekcije segmenta 1-2 na X i Y osu su dx i dy respektivno. Zatežuća sila deluje u svakoj tački kabla u pravcu tangente na kabl i zavisi samo od koordinata tačaka kabla. Neka je sila zatezanja u tački 1 N i u tački 2 $N+dN$, gde je dN dodatna sila zbog razlike u koordinatama.

P je težina segmenta kabla 1-2, a α je ugao između X ose i dela kabla 1-2.

Iz uslova ravnoteže dela kabla 1-2, sume projekcija svih sila koje deluju na taj deo kabla, na dve ortogonalne ose X i Y, moraju biti jednake nuli (3.1).

$$\begin{cases} -N_x + (N + dN)_x = 0 \\ -N_y - P + (N + dN)_y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} dN_x = 0, \\ dN_y = P \end{cases} \quad (3.1)$$

$$\frac{N_y}{N_x} = \frac{N \cdot \sin \alpha}{N \cdot \cos \alpha} = \tan \alpha = \frac{dy}{dx} \quad (3.2)$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{1}{N_x} \cdot \frac{dN_y}{dx} \quad (3.3)$$

Težina kabla P se može izraziti kao težina kabla po jedinici dužine (q) pomnožena diferencijalom luka (dS),

$$P = q \cdot dS \quad (3.4)$$

Na osnovu izraza (3.1), moguće je prvi izvod projekcije sile zatezanja na Y osu izraziti preko diferencijala luka (3.5).

$$\frac{dN_y}{dx} = \frac{P}{dx} = q \cdot \frac{dS}{dx} = q \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2} \quad (3.5)$$

$$\text{Ako je } \frac{N_x}{q} = a, \quad (3.6)$$

konačna jednačina elastične ose kabla ima sledeći oblik:

$$a \frac{d^2y}{dx^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2} \quad (3.7)$$

Rešavanjem jednačine (3.7) dobijamo:

$$y = a \operatorname{ch} \left(\frac{x + C_1}{a} \right) + C_2 \quad (3.8)$$

Vrednost konstanti $C_1=0$ i $C_2= -a$, određuju se iz konturnih uslova, tako što se početak koordinatnog sistema postavi u najnižu tačku kabla.

Konačno, elastična ose kabla može se izraziti relacijom:

$$y = a \operatorname{ch} \left(\frac{x}{a} \right) - 1 \quad (3.9)$$

Ugib kabla u (3.10), određujemo iz (3.9) za vrednost $x = l/2$, u kome je l dužina nedeformisanog (pravog) kabla:

$$u = y \left(\frac{l}{2} \right) = a \operatorname{ch} \left(\frac{l}{2a} \right) - 1 \quad (3.10)$$

Dužina elastične ose kabla je jednaka dužini lančanice od tačke $-l/2$ do tačke $l/2$, (3.11):

$$S = S(x) \Big|_{-\frac{l}{2}}^{\frac{l}{2}} = a \operatorname{sh} \left(\frac{x}{a} \right) \Big|_{-\frac{l}{2}}^{\frac{l}{2}} = 2a \operatorname{sh} \left(\frac{l}{2a} \right) \quad (3.11)$$

4. NUMERIČKI PRIMER

Na osnovu izvedenih relacija za ugib i dužinu kabla, urađen je numerički primer za SPB kabl sastavljen od 12 paralelnih užadi $\phi 15.7$ mm, dužine $l=50$ m, površine poprečnog preseka $A_k=18$ cm², modula elastičnosti $E=195 \cdot 10^2$ kN/cm², težine $g=0.18$ kN/m, a za nagibe $\alpha_k=0$ i $\alpha_k=45^\circ$. Karakteristična prekidna sila kabla je $F_{pk}=3348$ kN, a dopuštena sila u kablu je $0.45F_{pk}$. Rezultati proračuna su prikazani u tabeli 1.

Za $\alpha_k=45^\circ$ $M_{0,g} = 39.775$ kNm, $f = 0.4735$ m, $Z_g = \frac{M_{0,g}}{f} = 84$ kN
:

Za $\alpha_k=0^\circ$: $M_{0,g} = 56.25 \text{ kNm}$, $f = 0.532 \text{ m}$, $Z_g = 105.73 \text{ kN}$

Tabela 1. Rezultati proračuna deformacije kabla

Sila pred-naprezanja α_k	I pristup		II pristup		
	ugib	dužina kabla	$a = \frac{Z}{q}$	ugib	dužina kabla
	$u = \frac{M_{0,g}}{Z}$	$S = l \left(1 + \frac{8}{3} \cdot \frac{u^2}{l^2} \right)$		$u = a \left(ch \left(\frac{l}{2a} \right) - 1 \right)$	$S = 2a \cdot sh \left(\frac{l}{2a} \right)$
kN	m	m	m	m	m
105.73	0.53201551	50.01509549	587.388889	0.532095826	50.01509686
1200.00	0.04687500	50.00011719	6666.666670	0.046875055	50.00011719
1506.60	0.03733572	50.00007434	8370.000000	0.037335751	50.00007434
3348.00	0.01680108	50.00001505	18600.000000	0.016801078	50.00001505
$\alpha_k=45^\circ$	84.00	0.47351190	50.01195805	659.967473	0.473564809
	1200.00	0.03314583	50.00005859	9428.106760	0.033145592
	1506.60	0.02640050	50.00003717	11836.988000	0.026400307
	3348.00	0.01188023	50.00000753	26304.417900	0.011880135

5. ZAKLJUČAK

Analitička rešenja za ugibe i izduženja kosog kabla, izvedena su polazeći od dve različite postavke problema. Na osnovu rešenja prema prvom pristupu, ugib se definiše kao količnik max. momenta savijanja usled sopstvene težine i sile zatezanja kabla. Prema drugom pristupu, rešenja za deformacije kabla su data preko hiperboličkih funkcija Kroz numerički primer, pokazano je izuzetno slaganje rezultata proračuna prema oba izložena analička rešenja.

Napomena: Rad je u okviru istraživanja na Projektu TR 16021, koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Srbije.

6. LITERATURA

- [1] *Teorija Konstrukcija*, Autori: S.P.Timošenko, D.H.Jang, Građevinska Knjiga, Beograd, 1968.
- [2] *Modeliranje i analiza stanja napona i deformacija mostova sa kosim zategama pri faznom formiraju sistema pomoću privremenih oslonaca*, Magistarski rad, Autor: M.Spašojević-Šurdilović, GAF Niš, 2007.
- [3] *Special number of Bulletin IMS:SPB Prestressing System*, Beograd, 1989.
- [4] *Specifična problematika projektovanja i izvođenja pešačkog mosta preko reke Nišave u Nišu*, Internacionlani naučno-stručni skup GRAĐEVINARSTVO-NAUKA I PRAKSA, Zbornik radova, knjiga 1, , str.643-648., Autori: M.Spašojević-Šurdilović, A.Spašojević, N.Spašojević, Žabljak, Crna Gora, 2010.

UDK: 625.736-035.22(045)=163.41

BIOLOŠKA ZAŠTITA KOSINA PUTEVA Tehnike zasnivanja protiverozionih travnjaka setvom

Bogdan Stefanović¹
Nenad Stavretović²

Rezime

U radu su sistematizovane praktične metode i tehnička rešenja biološke zaštite kosina puteva ugroženih vodnom erozijom kroz zasnivanje travnjaka setvom semena. U praksi biološke zaštite kosina puteva setvom protiverozionih travnjaka verifikovana su sledeća tehnička rešenja: klasična setva, hidrosetva, malč setva, setva u kombinaciji sa protiverozionim sredstvima i setva uz korišćenje hemijskih sredstava. Formiranje travnjaka setvom omogućuje brz, efikasan i jeftin način za armiranje i stabilizaciju površinskog sloja zemljišta korenovim sistemom trava, ali i amortizovanje udara kišnih kapi o površinu kosine lisnom masom trava.

Ključne reči: kosine puteva, biološka zaštita, setva, travnjaci

1. UVOD

Zemljani oblici pod nagibom nastaju radom prirodnih sila ili dejstvom čoveka. Površina zemljišta čiji je nagib delo prirode naziva se *padina*, za razliku od one koju je stvorio čovek, a koja se naziva *škarpa* ili jednostavno, *kosina*. Kosine predstavljaju vezu između linije terena i linije trase puta, tj. služe za prelaz sa planuma saobraćajnice na okolni prirodni teren i za obezbeđenje donjeg stroja puta. Kosine se, u okviru geotehničkih radova, posebno tretiraju jer su, pored dejstva saobraćajnih opterećenja, istovremeno izložene dejству podzemnih, površinskih i atmosferskih voda. Voda utiče na

¹ Mr Bogdan Stefanović, dipl. inž. šum., asistent, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu

² Dr Nenad Stavretović, dipl. inž. šum., docent, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu i direktor Zavoda za zaštitu prirode Srbije

degradaciju i devastaciju kosina, pri čemu nastaje prirodni fenomen nazvan *erozija*. Erozija je proces promene površinskog dela zemljišnog reljefa uzrokovani odvajanjem, premeštanjem i taloženjem čestica zemlje.

U praktičnim rešenjima geotehničkih radova koristi se veliki broj postupaka za protiverozionu zaštitu kosina. Prema vrsti primjenjene materijala i tehnologiji izvođenja, oni se generalno grupišu u *tehničke* i *biološke* ili *bioinženjerske* postupke, mada se u praksi često koriste i kombinovana - *biotehnička* rešenja.

Biološki postupci protiverozione zaštite kosina useka i nasipa na putevima su jedan od najstarijih načina zaštite ovih zemljanih objekata. Cilj biološke zaštite je da se zasejavanjem i sadnjom, ali i negom i održavanjem odgovarajućeg rastinja (trava, busena, žbunja i drveća), kosine useka i nasipa učvrste i istovremeno ozelene, jer se „pri gradnji zemljanih objekata, protiv prirodnih sila erozije, treba boriti prirodom, odnosno, podizanjem vegetacije“ [1]

2. POSTAVKA PROBLEMA

Biološka zaštita zahteva detaljno ispitivanje uslova zemljišta, geološke podlage, vodnog režima i mikroklimе na površinama kosina deonice puta koja se štiti. Neophodno je poznavanje fiziologije, biologije i svojstva biljaka koje se koriste, ali i tehnologije rada sa ovim živim organizmima na zaštiti od erozije. Pored znanja iz oblasti niskogradnje, kao i metoda i tehnika zasnivanja travnjaka na površinama pod nagibom, treba poznavati i stručne šumarske discipline, kao što su: botanika, fiziologija, dendrologija, fitocenologija, pedologija i dr., sa ciljem izbora odgovarajuće tehnike biološke zaštite kosina na putevima. Rešavanje ovakvog multidisciplinarnog problema iniciran je potrebom stručne i naučne javnosti iz oblasti šumarstva i građevinarstva u prikupljanju i sistematizaciji podataka o značajnim i u praksi verifikovanim tehnikama biološke zaštite kosina puteva.

U ovom radu je akcenat stavljen na tehnike sejanja semena travne vegetacije koja svojim plitkim korenovim sistemom „armira“ najugroženiji deo površine kosina koji su izloženi eroziji. Pored toga, travni pokrivač ima izraženu brojnost i pokrovnost površine, tako da odrasle biljke svojom lisnom površinom sprečavaju uticaj razorne pluvijalne erozije na površinama kosina puteva.

3. TEHNIKE ZASNIVANJA TRAVNJAKA SETVOM

U zavisnosti od toga da li se kao biološki materijal za zasnivanje protiverozionih travnjaka koristi seme trava ili formiran travni pokrivač, tehnike biološke zaštite kosina na putevima

podizanjem travnjaka se mogu podeliti u dve grupe: *setvu* i *pobusenjavanje*. U prvu grupu su svrstani postupci kod kojih je polazni materijal seme trava, a način setve može biti ručni ili mašinski. Drugu grupu čine postupci kod kojih se pri zasnivanju travne površine kao polazni materijal koriste odrasle biljke u vidu busena, travnih tepiha itd.

Tehnike setve pri formiraju protiverozionih travnjaka, kao biološke mere zaštita kosina na putevima, sui: (1) klasična setva, (2) hidrosetva, (3) mulč-setva, (4) setva kombinovana sa protiverozionim sredstvima i (5) setva korišćenjem hemijskih sredstava.

3.1. Klasična setva

Klasična setva ili setva omaškom je najstarija metoda korišćena za zasnivanje travnih površina na kosinama puteva, koja se

zbog ekonomičnosti u odnosu na ostale postupke, održala i do danas. Suština klasične setve je da se seme jedne trave ili smeša različitih semena trave, bez ikakvih dodataka, ravnomerno raseje na površini kosine. Sejanje je ručno ili sejalicama. Zavisno od vrste i stepena obrade tla setva se može vršiti u:



Slika 1: Kosina autoputa zasejana klasičnom setvom

obrađeno zemljište, delimično obrađeno zemljište i neobrađeno zemljište. Najbolji način zasnivanja sejanih protiverozionih travnjaka je setva trave u obrađeno zemljište, jer se obradom stvaraju povoljniji uslovi za nicanje semena i razvoj trave. Način obrade zemljišta i njegova priprema se mora prilagoditi uslovima terena, nagibu kosina, stanju zemljišta, vrstama semena trave koje se seju itd. Osnovna obrada zemljišta je do dubine od 25-30 cm, tanjiranje i freziranje [4]. Pri zasnivanju protiverozionih travnjaka setvom najčešće se seju smeše semena trave odgovarajućeg procentualnog učešća čije su osobine usklađene sa fizičko-hemijskim osobinama zemljišta, opštim klimatskim i mikroklimatskim uslovima samog lokaliteta, načinu nege i

drugo. Zatravljivanje kosina klasičnom setvom je uspešnije što je nagib kosina blaži u odnosu 1:1,5 i 1:1,75 ili, čak, 1:2. [2].

Nedostatak klasičnog načina zasnivanja sejanih travnjaka je sporo obrastanje zasejanih površina, pa se umesto suvog koristi vlažan postupak, tzv. hidrosetva.

3.2. Hidrosetva

Hidrosetva je veoma efikasna metoda za zasnivanje travnjaka setvom jer omogućava formiranje travnog pokrivača različitih namena, kako dekorativnih, tako i onih specijalne namene, kao što su protiverozioni. Hidrosetva se može primeniti na plitkim skeletnim zemljištima gde matična stena izbija na površinu, kao i na kamenitim liticama najčešće bez ikakve pripreme zemljišta. Trajno formiranje travnjaka isključuje negativne efekte klasične setve kod koje su razdvojeni postupci nanošenja semena i đubriva. Suština postupka hidrosetve se sastoji u tome da se različita semena trava koja su pomešana sa tresetnim prahom, humusnim zemljištem, materijalima vlaknaste strukture, veštačkim đubrivom, vezivom, tj. lepkom i vodom



Slika 2: Hidrosetva na strmoj kosini puta

u obliku kašaste smeše želatinozne konsistencije pod pritiskom raspršuje po površini kosine puta. Ova masa omogućava zaštitu semena do klijanja, obezbeđuje vodu, smanjuje njeni isparavanje i tokom vremena razgrađuje

u hranljive materije potrebne za nicanje. Za razliku od klasičnog načina setve, vlažni postupak se izvodi sa vodom uz dodatne komponente i lepkove, čime se povećava protiveroziona otpornost neobraslog zemljišta, a i koherentnost površinskog sloja. Lepak u smeši vezuje ostale komponente, ali i lepi smeš za podlogu.

Postupak hidrosetve počinje formiranjem homogene smeše za hidrosetvu u rezervoaru cisterne za koju je priključen specijalni hidrosejač. Nanošenje mešavine na kosinu se vrši uređajem za rasprskavanje velikog radiusa dejstva koji je pod pritiskom povezan sa cisternom [5]. Hidrosetva se radi mašinski tako da je malo učešće ljudskog rada što povećava učinak, ali i uštedu u materijalu.

Kao protiveroziona sredstva se mogu koristiti različiti materijali prirodnog i veštačkog porekla, koji svojom strukturom mehanički štite zemljište. Ove komponente se mogu naneti i naknadno u vidu zaštitnog malč sloja [3].

3.3. Malč setva

Malč (*mulch*) setva podrazumeva korišćenje različitog biljnog materijala vlaknaste i porozne strukture kao što su: slama, lišće, piljevina, suva trava, celulozna vlakna, treset, drvena šuška i dr. materijali za pokrivanje zasejanih kosina. Ovaj materijal onemogućava dejstvo erozionih procesa, ali i pojavu korova i smanjuje evaporaciju, čime se stvaraju povoljni uslovi za zatravljivanje kosina. U praksi se najčešće koristi postupak zaštite zasejanih protiverozionih travnjaka mešavinom semena i osušene trave. Često se preko malč materijala nanose sredstva u vidu bitumenskih emulzija ili lepka kojima se on učvršćuje za kosinu.

Biljni ostaci na kosinama puteva se razgrađuju pod uticajem saprofitne flore i faune, tako da se u zemljištu, povećava količina organskih materija, odnosno, humusa, što utiče na poboljšanje



Slika 3: Malč setva na kosini puta

strukture zemljišnog sloja, njegov vodni režim i biološke osobine, jer u takvom zemljištu ima više mikro i drugim organizama koji pozitivno utiču na anaerobnu razmenu materija u zemljištu.

Malč setva može biti ručna ili mašinska. Ručna setva se prvenstveno koristi u planinskim krajevima, pri čemu se na zasejanu površinu ručno nanosi biljni materijal, a vezivno sredstvo ručnim pokretnim prskalicama. Na ovaj način se mogu ozeleniti i male, teško pristupačne kosine za koje upotreba mehanizacije nije ekonomična.

Malčiranje spada u savremene efikasne postupke zasnivanja protiverozionih travnjaka. U odnosu na klasični način setve semena, ima niz prednosti, jer se njegovom primenom mogu podići travnjaci gde praktično nema zemljišnog supstrata.

3.4. Setva kombinovana sa protiverozionim sredstvima

U cilju stabilizacije površinskog sloja zemljišta, zasejane površine se prekrivaju specijalnim mrežama, rasterima ili tkaninama od prirodnog (papir, juta, celuloza, slama i dr.) ili veštačkog materijala (sintetička vlakna). Ovi materijali služe i kao nosač semena i kao malč materijal za stabilizaciju i učvršćivanje površinskog sloja zemljišta na kosinama puteva. U ovakvim situacijama, seme trava se nalazi u materijalu za malčiranje ili je pričvršćeno za specijalnu vrstu papira.

Pre primene ovih mera zemljište se mora fino isplanirati. Radi uspostavljanja dobrog kontakta mreže sa zemljištem, vrši se valjanje zaštićenih površina, a po potrebi i dodatno fiksiranje koljem.

Pri kombinovanoj setvi sa upotrebnom mreže, tj. rastera teži se da oni budu od prirodnih, biorazgradivih materijala. Razgradnja rastera traje od nekoliko meseci do nekoliko godina. Period razgradnje rastera treba da traje toliko da on zadrži svoju kompaktnost i čvrstoću sve do faze punog razvoja travne vegetacije. Svojstvo degradabilnosti rastera zahteva izbor takvog materijala koji se tokom vremena mogu uključiti u ciklus kruženja materije u prirodi.



Slika 4: Setva kombinovana sa armaturnom mrežom

Pored biorazgradivih mreža travnjaci se mogu zasnovati i sa montažnim betonskim elementima rešetkaste konstrukcije, kao i sa armaturnim mrežama. Tehnika rada sa ovim elementima se sastoji u tome da se, posle njihovog postavljanja na kosinu puta, međuprostor mreže popunjava zemljišnim

materijalom pomešanim sa semenima trava. Nedostatak ove metode su veliki troškovi, zbog čega se ona primenjuje samo u okviru izgradnje velikih tehničkih objekata ili parking prostora.

3.5. Setva korišćenjem hemijskih sredstava

Hemijska sredstva za protiverozionu zaštitu kosina se mogu koristiti direktno sa semenom, kao jedina komponenta ili u kombinaciji sa drugim materijalima, mineralnim đubrivom, zemljišnim supstratom, slamom, senom, drvenom šuškom ili materijalima veštačkog porekla. Nanošenjem hemijskih sredstava pomešanih sa semenom na

površinu kosine puta formira se sunđerasti sloj debljine do nekoliko centimetara koji je porozan i u kome se zadržava voda.

Zaštitna sredstva iz ove grupe, dobijaju se prerađom nafte i njenih derivata, a koriste se kao vodenim rastvori smolastih materijala u obliku emulzija, kao što su bitumen, unizol, kurazol, lateks, hidralizovani poliakrilonitril i dr. Osobina ovih hemijskih sredstava je da se usled visokog pritiska pretvaraju u penastu masu koja očvrstne na vazduhu i koja usled očvršćavanja povezuje čestice zemljišta i na taj način se vezuje za površinu na koju je naneta. Postupak je poznat

i pod nazivom *plastoponik*, *plass oil* ili setva penom. Prilikom tretiranja se pokriva cela površina ili njeni delovi u pojasevima. Na kamenitim površinama ovaj postupak se koristi u kombinaciji sa mrežom, koja se nakon postavljanja ispunjava penastim materijalom. Materijal je veoma porozan i zadržava dosta vode u sebi, tj. on preuzima ulogu veštačkog



Slika 5: *Plastoponik – setva penom*

supstrata. Ovaj zaštitni sloj uspešno štiti zemljište od pluvijalne i eolske erozije. Pri tome je obezbeđena dobra cirkulacija tečne i gasovite faze kroz pore zemljišnog sloja. Seme je zaštićeno od spiranja i odnošenja vетrom, a proces nicanja se odvija u povoljnim uslovima. Međutim, nedostatak ovog postupka je što se ostvaruje slab kontakt između sunđerastog sloja i stenovitih ili kamenih površina, i može se dogoditi da zbog male težine, pod uticajem veta, dođe do njegovog odvajanja od stenovite podloge.

4. ZAKLJUČAK

1. Primenom biološke zaštite kosina puteva vraća se prirodni pejsaž koji je tokom izvođenja građevinskih radova narušen, izmenjen, oštećen ili uklonjen, pa ova tehnika zaštite kosina ima viši ekološki aspekt u odnosu na druge tehnike.

2. Osnovna karakteristika biološke zaštite kosina puteva od pluvijalne erozije je da, od momenta zasnivanja biljnog pokrivača setvom semena do punog antierozionog efekta, koji se postiže formiranjem odraslih biljaka, treba da prođe određeni vremenski

period. Osnovni cilj primene različitih tehnika je da se taj period što više skrati, tj. da se omogući uspešnije klijane posejanog semena i što brže zasnivanje protiverozionih travnjaka.

3. Travnjaci na kosinama puteva u zaštiti od erozionih procesa imaju dvostruk efekat. Svojim korenovim sistemom travnjaci armiraju površinski, najugroženiji sloj zemljišta, a lisna površina odraslih, formiranih trava, amortizuje udar kišnih kapi i sprečava njihov prođor do površine zemljišta.

4. Tendencija je da se pri biološkoj zaštiti kosina puteva u cilju zaštite semena od spiranja i odnošenja vетrom koriste biorazgradivi materijali prirodnog porekla, uglavnom vlaknaste i krupno porozne strukture. Ovi materijali se postavljaju u vidu degradabilnih prekrivača, asura i mreža ili rastera. Njihovom razgradnjom se poboljšava kvalitet zemljišta na ugroženim površinama povećanjem količine organskih materija, tj. humusa, što utiče na poboljšanje strukture zemljišnog sloja, njegov vodni režim i biološke osobine zemljišta. U takvim povoljnim uslovima uspešnije je formiranje protiverozionih travnjaka.

5. LITERATURA

- [1] Matić, V. (1994): *Materijali u protiverozionim radovima*, Šumarski fakultet, Beograd, (126–163).
- [2] Matić, V. (2004): *Fitofiksirajući protiverozioni materijali*, Šumarstvo 1–2, Beograd, (87-94).
- [3] Stavretović N., et. al. (2005): *Metode biotehničke sanacije deponija pepela i šljake*, I savetovanje o deponijama pepela i šljake termoelektrana, Obrenovac, Zbornik radova (151-156).
- [4] Stavretović N. (2008): Savremena iskustva *biološke rekultivacije degradiranih površina*, Reciklaža i održivi razvoj 1, Tehnički fakultet u Boru, Bor, (73-86).
- [5] ** (1987): *Tehničar 5 – Građevinski priručnik*, Građevinska knjiga, Beograd, (431-433).

UDK: 728.1(045)=163.41

SAVREMENE TENDENCIJE U STAMBENOJ ARHITEKTURI

Branislava Stoiljković¹
Goran Jovanović²

Rezime

Individualizacija višeporodičnog stanovanja je sve važnija tema u projektovanju stambenih sadržaja. Ovakav pristup višeporodičnom stanovanju je poželjan zbog sve veće potrebe za kompaktnim stambenim naseljima, tj. naseljima sa povećanom gustinom stanovanja, ali uz uvek prisutnu težnju da se ostvare rešenja koja karakterišu povećana privatnost, izdvojeni ulazi u stambene jedinice, postojanje izvesnog oblika privatnog ozelenjenjenog prostora itd. Postoje u praksi raznovrsna projektantska rešenja na ovu temu koja nude različite gustine stanovanja, raznolikost stambenih formi i arhitektonskih stilova, sve to u zavisnosti od konkretnih uslova lokacije, regionalnih klimatskih, socijalnih i kulturnih karakteristika. Rešenja mogu da obuhvataju velike poduhvate, izgradnju ili rekonstrukciju čitavih stambenih naselja, konverziju nestambenih sadržaja u stambene itd., ali i intervencije malih razmara, koje na sopstveni način mogu da stvore novi duh mesta i da postanu faktor opštег poboljšanja kvaliteta stambene sredine.

Ključne reči

*Višeporodično stanovanje, kvalitet višeporodičnog stanovanja,
individualizacija višeporodičnog stanovanja*

¹ Mr Branislava Stoiljković, dia, asistent na Građevinsko-arhitektonskom fakultetu u Nišu

² Dr Goran Jovanović, dia, docent na Građevinsko-arhitektonskom fakultetu u Nišu

1. UVOD

Zbog sve veće potrebe za kompaktnim stambenim naseljima, dakle naseljima sa povećanom gustom stanovanja, višeporodično stanovanje se u savremenoj stambenoj arhitekturi nameće kao nužnost. Kako se stanovanje u porodičnoj kući, zbog niza prednosti koje ima nad višeporodičnim stanovanjem, smatra kvalitetnijim i humanijim tipom stanovanja, individualizacija višeporodičnog stanovanja postaje sve važnija tema u projektovanju stambenih sadržaja jer ovakav pristup omogućuje da se višeporodično stanovanje približi pozitivnim karakteristikama individualne stambene izgradnje.

Kvalitet življenja u stambenom naselju zavisi pre svega od kvaliteta samog stana, ali takođe i od kvaliteta njegove neposredne okoline i čitavog naselja. Najuspešniji primeri pokazuju da je potrebno paralelno na svim prostornim nivoima, od nivoa stana, preko nivoa arhitektonskog sklopa, pa do nivoa urbanog sklopa, težiti individualizaciji i humanizaciji višeporodičnog stanovanja, jer se u takvim slučajevima postižu najbolji rezultati i način života i stanovanja najviše približava karakteristikama porodičnog stanovanja.

2. NIVO URBANOG SKLOPA

Kvalitet spoljašnje sredine ima znatnog udela u osećanju opštег zadovoljstva korisnika. U tom smislu i postojanje ambijentalnih vrednosti u stambenim blokovima doprinosi ukupnom kvalitetu stanovanja. Određene oblike individualizacije višeporodičnog stanovanja moguće je ostvariti u zatvorenim, ili čak i u poluzatvorenim urbanim blokovima. Stambena dvorišta koja su jasno prostorno određena, sa poluprivatevnim karakterom, stanarima mogu da pružaju osećaj pripadnosti i zajedništva. Pri tom su organizacija i opremanje dvorišta od velikog značaja. Formiranje više manjih celina u okviru dvorišta utiče na stvaranje osećaja sigurnosti i intimnosti, zadovoljavaju se različite potrebe stanara i olakšava identifikacija sa prostorom. Takođe je važno da mirujući saobraćaj pri tom ne bude smetnja, već da otvorene površine budu maksimalno oslobođene od automobila.

Urbani sklop Suruculer (Ankara, Turska; 100 stambenih jedinica; autori: M. Karaaslan, N. Karaaslan, M. Gunday) uređen je kao poluzatvoreni blok sastavljen od stambenih zgrada postavljenih oko centralnog dvorišta. Koncept projekta aludira na tipičan kapadocijski izgled grada, sa kućama postavljenim na prirodnim padinama.

Grupisanje objekata je takođe u stilu tipičnog kapadocijskog "susedstva", gde objekti formiraju koherentan urbani okvir koji je pažljivo integriran u postojeći prirodni kontekst. Trodimenzionalna raščlanjenost fasada, kao i upotreba različitih boja na njima omogućavaju vizuelnu prepozнатljivost pojedinih delova sklopa. Pešačka aleja vodi kroz bujni zeleni otvoreni prostor i završava se na skveru na kome se nalaze fontana, obelisk i amfiteatar na otvorenom. Kako je celokupan parking prostor pod zemljom, "dolina" je potpuno oslobođena za pešake. Ovako definisan i uokviren prostor predstavlja težište čitavog bloka ka kome su orijentisane sve jedinice. Projekat je krajnje inovativan i predstavlja kritičko rešenje u stvaranju urbanih stambenih formi u gusto naseljenim područjima ovog dela sveta. (Slika 1)



Slika 1. Suruculer, Ankara, Turska

Stambeni kompleks u Lindenstrasse (Berlin, Nemačka; 48 stambenih jedinica; autor: H. Hertzberger) organizovan je kao polukružni zatvoreni blok. Dvorište je organizованo tako da je veliki deo prostora namenjen za zelenilo. Pored toga, ono sadrži mesta za društvene interakcije i susretanje stanara, kao i igralište za decu. Kompleks je bio predat na korišćenje na nivou kada je prostor u okviru dvorišta bio nedovršen, tako da su ga stanari kroz učešće u projektovanju, ali i svakodnevnom održavanju, doživeli kao njihov sopstveni. Privatne baštne stanove u prizemlju su ograđene niskim parapetnim zidom i predstavljaju deo dvorišta. U ovom projektu arhitekta je uspeo da, koristeći potencijal preklapanja javnih i privatnih prostora, stvori osećaj susedske druželjubivosti i mogućnosti za mnoštvo različitih načina korišćenja polujavnih površina. (Slika 2)



Slika 2. Stambeni blok u Lindenstrasse, Berlin, Nemačka

3. NIVO ARHITEKTONSKOG SKLOPA

Kada se govori o oblicima individualizacije višeporodičnog stanovanja na nivou arhitektonskog skopa treba na umu imati ne neki određeni tip, već pre mešavinu ili kombinaciju nekoliko različitih tipova arhitektonskog sklopa. Takve složene arhitektonske strukture je moguće raščlaniti na više raspoznatljivih celina. Često su stanovi u prizemlju dvoetažni, sa zasebnim prilazima i malim privatnim baštama. Taj deo sklopa funkcioniše kao kuće u nizu. Iznad mogu da se nalaze stanovi kojima se pristupa preko galerija, pri čemu se stepeništa uglavnom nalaze na krajevima horizontalnih komunikacija ili po nekoliko stanova koriste zajednički predprostor ispred ulaza u stanove. Takođe, moguće su i drugačije kombinacije poznatih tipova arhitektonskih sklopova.

Stambeni kompleks u Ingolstadtu (Nemačka; 46 stambenih jedinica; autori: Blauwerk Architects) sastoji se od dva paralelna stambena trakta postavljeni u pravcu istok-zapad. Na nivou prizemlja, između traktova je izgrađena garaža, čiji krov formira platformu gde su smeštene privatne bašte i zajednički otvoreni prostor. Svi stanovi dobijaju obilje dnevnog svetla i imaju svoje sopstvene osunčane spoljne prostore u obliku terase, balkona ili bašte. Niži, južni trakt i donja dva sprata višeg trakta sadrže stanove tipa *maisonette*. Severni trakt ima dve etaže više i na njima su stanovi u jednom nivou. Pristup ovim stanovima je preko zatvorenih galerija na uličnoj, severnoj fasadi. Ovo doprinosi utisku da je jedan nezavistan linearni sklop postavljen iznad trake kuća u nizu. Centralni motiv ovog arhitektonskog sklopa je svakako zajedničko "dvorište", na nivou prvog sprata, koje ujedinjuje paralelne stambene traktove u celinu, pružajući svim stanarima prijatan otvoreni prostor polujavnog karaktera, dodatno obogaćen komercijalnim sadržajima na oba kraja. (Slika 3)



Slika 3. Stambeni kompleks, Ingolstadt, Nemačka

Hollainhof stambeno naselje za socijalno stanovanje (Gent, Belgija; 129 stambenih jedinica; autori: Neutelings/Riedijk architects) oslanja se na složenu kombinaciju privatnog i javnog prostora. U unutrašnjosti bloka izgled je bliži tipologiji porodičnih kuća, dok sa strane ulice odaje utisak višeporodičnog monolita. Pristup stanovima je iz centralnog dvorišta. Stambena traka uz reku u prizemlju ima stanove tipa *maisonette*. Do stanova na gornjim spratovima stiže se spoljašnjim stepeništima. U traci uz ulicu stanovi na prizemlju su jednoetažni i jednostrano orijentisani. Sa galerije na prvom spratu se, preko malih bašti pristupa u stanove. Iza dugačkog perforiranog screen-a svi stanovi imaju privatne otvorene prostore koji sa glavnom galerijom formiraju tampon zonu prema ulici. Pristup stanovima na višim etažama je preko galerije na drugom spratu. (Slika 4)



Slika 4. Hollainhof, Gent, Belgija

4. NIVO STANA

Personalizacija prostora višeporodičnog stanovanja koja se može izvršiti na nivou stana verovatno je najbitnija za same stanare, s obzirom na to da je stan potpuno privatni prostor u kome provode najviše vremena. U tom smislu je postojanje izvesnog oblika privatne baštne od izuzetnog značaja pa se mogu naći mnogobrojni primeri u kojima je na ovaj način tretiran otvoreni prostor stana. Ukoliko su iskorišćene i druge mogućnosti da se stan po svojim karakteristikama približi porodičnoj kući, i rešenja su daleko bolja. Najveća sličnost sa stanovanjem u porodičnim kućama postiže se u stanovima koji su u manjim arhitektonskim sklopovima. Često u tim primerima stanovi u prizemlju imaju privatne baštne na koti terena, a stanovi na spratu imaju sopstveni otvoreni prostor na krovnim terasama. Zbog male spratnosti i malog broja stanova u sklopu najčešće svi stanovi imaju zasebne ulaze, a neretko su rešeni u dva nivoa.

U projektu Kinuta (Tokio, Japan; 36 stambenih jedinica; autori: K. Kitayama + K Architect & Associates) arhitekte su kombinovale prednosti slobodnostojećih kuća sa prednostima povezanih stambenih nizova. Jedno i dvoetažni stanovi grupisani su oko ozelenjenog dvorišta. Jedan tip stanova ima malo privatno dvorište na nivou prizemlja, ograđeno zidom od staklenih prizmi, drugi tip ima prostranu krovnu terasu, orijentisanu ka centralnom dvorištu. Do stanova na gornjim etažama se stiže preko zasebnih stepeništa, tako da svi stanovi imaju izdvojene ulaze. Rešenje nudi mirnu alternativu gradskoj vrevi izvan bloka i obezbeđuje veliki otvoreni prostor za dečju igru, druženje odraslih, odmor i rekreatiju. (Slika 5)



Slika 5. Kinuta, Tokio, Japan

Vile Torpedo (Saint-Denis, Francuska; 16 stambenih jedinica; autori: Marin+Trottin architects) predstavljaju grupu od 4 objekta sa po 4 stana. Svaka stambena jedinica je organizovana na dve etaže, plus podrum. Iz svake grupe od četiri stana, po dva se razvijaju na prizemlju i prvom spratu. Na nivou terena ovi stanovi imaju sopstvene bašte, koje su povezane sa dnevnim boravkom. Druga dva stana su na prvom i drugom spratu, pri čemu u prizemlju ostaju prazna dva parking prostora za po dva automobila. Ulazi u ove stanove su takođe sa kote terena. Prostorije dnevnog boravka koje su na drugom spratu otvorene su ka prostranoj krovnoj terasi. Varijacije u fasadnoj oblozi - opeka, eloksirani aluminijum i drvena obloga - olakšavaju identifikaciju svake stambene jedinice, te su one vizuelno prepoznatljive. Očigledan cilj arhitekata, da se uslovi stanovanja u porodičnim kućama stvore u objektu za više porodica, postignut je u značajnom obimu. (Slika 6)



Slika 6: Vile Torpedo, Saint-Denis, Francuska

5. ZAKLJUČAK

Postoje brojni univerzalni principi koji se mogu primeniti u različitim uslovima, a koji bi pomogli da se dostigne određeni stepen individualnosti u višeporodičnom stanovanju. Ipak, istraživanje svakog pojedinačnog slučaja trebalo bi da tačno pokaže koji su to konkretni principi kojih se treba pridržavati. Svaki projekat ima svoje specifičnosti i zato bi trebalo isključiti bilo kakvu generalizaciju, standardizaciju i uprosecivanje.

Na temu individualizacije višeporodičnog stanovanja u praksi postoje raznovrsna projektantska rešenja koja nude različite gustine stanovanja, raznolikost stambenih formi i arhitektonskih stilova, u zavisnosti od konkretnih uslova lokacije, regionalnih klimatskih, socijalnih i kulturnih karakteristika. Neka rešenja obuhvataju velike poduhvate, izgradnju ili rekonstrukciju čitavih stambenih naselja, konverziju nestambenih sadržaja u stambene itd., ali i intervencije malih razmera, koje na sopstveni način mogu da stvore novi duh mesta i da postanu faktor opšteg poboljšanja kvaliteta stambene sredine.

6. LITERATURA

- [1] *Detail*, No 03, 05-06/2006, Multi-Storey Housing
- [2] Lee, S. J., *Layers for Communication: low-rise, high density apartments in-between urban and suburban*, Master of Architecture thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, 1998
- [3] Schittich, C., (ed.), *High - density Housing: Concepts, Planning, Construction*, Edition Detail, München, 2004
- [4] *Technique&architecture*, No 446, 12/1999-01/2000, Housing Districts
- [5] *Technique&architecture*, No 483, 04/05/2006, Tissage - Metissage
- [6] Zhou J., *Urban Housing Forms*, Architectural Press, Elsevier, Oxford, 2005

UDK: 691:624.072.33(045)=163.41

DETERIORACIJA MATERIJALA NOSEĆIH KONSTRUKCIJA

Dragoslav Stojić¹

Zoran Grdić²

Nenad Ristić³

Rezime

Analiza mehanizama deterioracije materijala nosećih konstrukcija ima sve veći značaj u proceni pouzdanosti konstrukcije, a posebno u trajnosti konstrukcije. Poznavanje deterioracionih procesa u zavisnosti od uticaja sredine i značaja objekta su osnova za primenu koncepta proračuna konstrukcije prema upotrebnom veku. U radu su navedeni karakteristični primeri deterioracije materijala nosećih konstrukcija.

Ključne reči:

pouzdanost konstrukcije, trajnost konstrukcija, deterioracija materijala

1. UVOD

U savremenom projektovanju konstrukcija pored zadovoljenja statičkih i dinamičkih karakteristika konstrukcija velika pažnja se polaže u predviđanju njene trajnosti. Trajnost same konstrukcije zavisi od više faktora kao što su kvalitet odnosno trajnost materijala od koga je napravljena, uticaj sredine u kojoj se ona nalazi, zatim od kontrole i načina održavanja i sl. Trajnost konstrukcije je u tesnoj vezi sa funkcionalnošću, konstrukcija treba da bude u funkciji sve vreme predviđeno projektom i treba je održavati sve dok troškovi održavanja budu ekonomski opravdani, odnosno kada česte popravke iziskuju više sredstava od ponovne izrade objekta. Kolika će biti projektovana trajnost konstrukcije zavisi takođe od više parametara od kojih je

¹ dr, redovni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet Niš

² dr, vanredni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet Niš

³ dipl. inž. građ., asistent, student doktorskih studija, GAF Niš

najbitniji značaj objekta. Da bi konstrukcije bile trajne, a i ujednom funkcionalne neophodno je redovno održavanje i kontrola. U cenu jednog objekta ulaze i troškovi održavanja, te trajnost materijala od kojih je objekat napravljen u punoj meri određuje koštanje samog objekta. Osnovni zahtevi projektovanja konstrukcija jesu proračun nosivosti, upotrebljivosti i trajnosti.

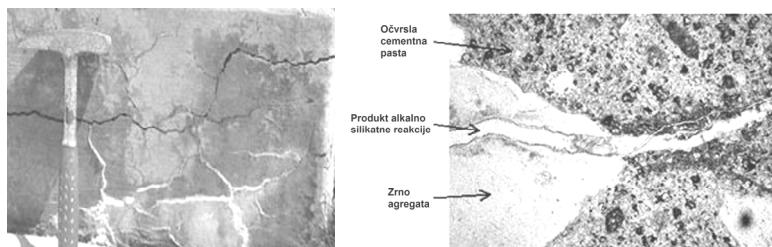
2. TRAJNOST KONSTRUKCIJA OD BETONA

Trajnost konstrukcija od betona zavisi od parametara koji definišu funkcionalni zahtev objekta i od kvaliteta izvršenja operacija na putu ka izgradnjii istog, kao što su izbor materijala, izvođenje i nega betona. Trajnost se često definije kao sposobnost betona da se odupre prodoru štetnih agenasa. Zbog toga, trasportne karakteristike betona određuju potencijalne mehanizme deterioracije.

Pod korozijom betona se podrazumeva degradacija betona i betonskih konstrukcija izloženih različitim agresivnim delovanjima. Postoje više korozionih delovanja na beton kao što je alkalno-silikatna reakcija, sulfatna korozija, dejstvo morske vode, kiselinska korozija, eflorescencija, kristalizacija soli, korozija armature i dr. Dati su nekoliko primera korozije betona.

2.1. Alkalno agregatna reakcija

Alkalno – agregatna odnosno alkalno – silikatna reakcija nastaje usled hemijske reakcije alkalijske iz cementa i reaktivnih silicijumovih jedinjenja iz agregata. Proizvodi ove reakcije u prisustvu vlage znatno povećavaju zapreminu što izaziva znatne napone u betonu usled kojih može doći i do njegove potpune destrukcije. Zbog toga što je ova reakcija veoma spora oštećenja betona se mogu manifestovati čak i posle 10 do 15 godina po završetku građenja objekta. Ova vrsta korozije se najčešće prepoznaje po pojavi prsline po celokupnoj površini betona - slika 1 levo, kao i u masi betona – slika 1 desno.

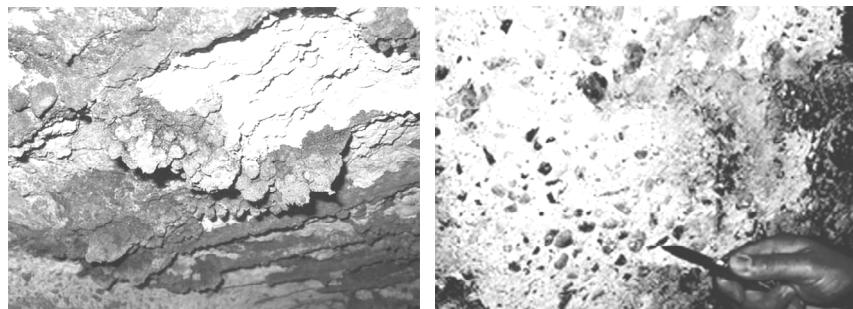


Slika 1. Prsline na površini betona usled alkalno-silikatne reakcije (levo), mikroskopski snimak prsline usled alkalno-silikatne reakcije (desno)

2.2. Sulfatna korozija

Dejstvo sulfata, odnosno soli rastvorenih u vodi je najrasprostranjeniji oblik agresivnog hemijskog delovanja na beton. Najrasprostranjeniji su sulfati natrijuma, kalijuma, magnezijuma i kalcijuma. Sulfati mogu biti prisutni u podzemnim vodama kao i samom tlu, naročito kada je visok udeo gline u zemljištu. Podzemne vode mogu imati i tzv. lokalnu koncentraciju sulfata u blizini izvesnih industrijskih otpada kao što su jalovišta rudnika, deponije pepela, kamenolomi i slično. Morska voda takođe sadrži značajnu koncentraciju rastvorenih sulfata.

Sulfatna korozija betona je prilično kompleksan proces i oštećenja koja nastaju delovanjem sulfata manifestuje se pojmom prslina usled ekspanzivnih procesa u betonu, kao i gubitkom čvrstoće i dezintegracijom cementnog kamenja. Na slici 2 su prikazani izgledi dva betona kod kojih je jako uznapredovala sulfatna korozija.



Slika 2. Sulfatna korozija u slučaju dva različita betona

2.3. Dejstvo morske vode

Soli rastvoreni u morskoj vodi poređane po koncentraciji su: NaCl , MgCl_2 , MgSO_4 , CaSO_4 , CaCl_2 . Deterioracija betona usled delovanja morske vode najveća je u zoni koja je izložena dejstvu plime i oseke (slika 3). Učestalo kvašenje i sušenje pojačavaju štetno dejstvo sulfata, pri čemu će kristalizacija morskih soli u betonu prilikom sušenja doprineti pojavi ekspanzivnih sila. Dalje oštećenje može biti izazvano uticajem niskih temperatura, udarima morskih talasa i abrazijom od strane plutajućih fragmenata. Ono što se na ovom mestu još jednom posebno ističe je činjenica da je po betonske konstrukcije u morskoj vodi najopasnija jaka korozija armature zbog velike koncentracije jona hlorida.



Slika 3. Primer superpozicije više oblika korozije betona u morskoj vodi

2.4. Korozija armature

Korozija armature je elektrohemski proces. Ovaj proces podrazumeva prisustvo jona u odgovarajućem stanju (fazi) u kontaktu sa metalom, a u slučaju betona, radi se o tečnoj fazi prisutnoj u pornom sistemu. Faktori koji određuju koroziju su: pH vrednost ili koncentracija OH jona, koncentracija slobodnih hloridnih jona, koncentracija kiseonika, relativna vlažnost, temperatura. Kao posledica korozije armature može nastupiti više graničnih stanja u zavisnosti od trajanja perioda izloženosti betona deterioracionom procesu - depasivizacija armature, prsline usled korozije armature, oljuskavanje zaštitnog sloja usled korozije armature i lom usled gubitka poprečnog preseka armature. Na slici 4 je prikazan tipičan primer korozije armature u betonskoj ploči i stubovima mosta.



Slika 4. Primer korozije armature kod betonskog mosta

3. TRAJNOST KONSTRUKCIJA OD DRVETA

Trajinost drveta je osobina da duže ili kraće vreme zadrži nepromjenjena prirodna svojstva, a posebno: anatomska građu, boju, tvrdoću, čvrstoću. Parametri koji utiču na trajnost drveta mogu se podeliti u dve grupe:

- unutrašnji: građa drveta, hemizmi, zapreminska masa, individualne osobine stabla i
- spoljašnji: vreme seče, postupak sa drvetom posle seče, mikroorganizmi, insekti, vlažnost, mehaničke povrede, način upotrebe.

Mehanizmi deterioracije kod drvenih konstrukcija mogu biti: usled oštećenja drveta, bio-hemijska deterioracija strukture, insekti: mehanička deterioracija strukture, dejstvo UV zraka, mehanička oštećenja.

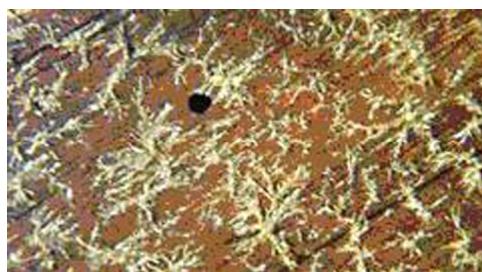
3.1. Uticaj ultravioletnog zračenja

Otpornost različitih vrsta drveta posebno dolazi do izražaja prilikom izlaganja sunčevoj svjetlosti (UV zraci). Kao prvi znak uticaja UV zraka pokazuje se promena boje i površinska erozija – drvo će posiveti. Promena boje je vrlo intenzivna u prvoj godini upotrebe, dok su dalje promene sa estetskog stanovišta zanemarive. Značajno delovanje erozije može se uočiti tek nakon više desetina godina i to do dubine od 6 do 8 milimetara. Prodiranje UV zračenja u drvo nije duboko, a najveći učinak je razgradnja lignina. Budući da on ima ulogu vezivne materije, njegovom razgradnjom se smanjuje konzistentnost tkiva drveta, zbog čega može doći do odvajanja celuloznih vlakana s površine. Izloženost promenljivim vremenskim uticajima dodatno pospešuje raspadanje. Nastale raspukline predstavljaju put za prođor mikroorganizama, gljivica i drugih štetočina, što pravi dodatni problem.

3.2. Uticaj biotičkih faktora

Na svežem drvetu često se pojavljuju bakterije i gljive koje mogu obojiti njegovu površinu tako da na početku njihovog delovanja to predstavlja najpre estetski problem. Gljive prodiru u drvo i izlučuju enzime koji imaju sposobnost da razlažu lignin i celulozu kojima se hrane. Ako gljive razlažu lignin napadnuti deo drveta će se obojiti belom bojom pri čemu se vlakna mogu lako odvajati u malim snopovima (bela trulež), slika 5. Kod smeđe ili prizmatične truleži gljive napadaju celulozu, dok se lignin drobi u vidu prizmatičnih komadića. I kod bele i kod smeđe truleži drvo je već toliko razgrađeno

da nikakva zaštita više nema smisla. Delovanje gljiva značajno utiče na smanjenje čvrstoće drveta, a ako se radi o konstrukciji njihova nosivost se vremenom može svesti na nulu.



Slika 5. Truljenje drveta izazvano delovanjem gljiva

4. TRAJNOST KONSTRUKCIJA OD ČELIKA

Prilikom projektovanja konstrukcija od čelika treba imati u vidu trajnost čelika kao materijala koji je podložan hemijskoj koroziji i vrlo osetljiv na požarna opterećenja. Stoga je neophodna adekvatne zaštite da bi konstrukcija, odnosno njeni delovi bili funkcionalni sve vreme eksploatacije.

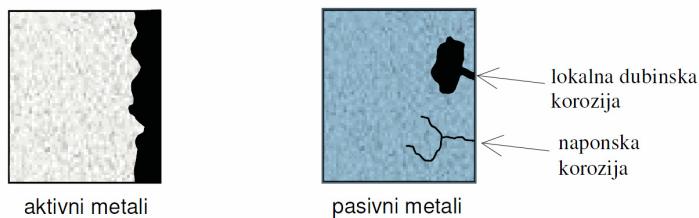
4.1. Zaštita od korozije

Pravilno izvođenje zaštite od korozije jedno je od presudnih faktora koji utiču na vek trajanja konstrukcije. Kako se metalne konstrukcije uglavnom izvode od konstrukcijskih čelika podložnih koroziji, zaštiti od korozije potrebno je posvetiti posebnu pažnju. Prilikom konstruisanja konstrukcije potrebno je definisati i način zaštite od korozije. Zaštiti od korozije se odnosi na sve čelične konstrukcije izrađene od elemenata debljine veće od 3 mm. Postupci koji se ređe koriste kao površinske zaštite čelika od korozije su: kontinuirani postupak izvođenja metalnih prevlaka, elektronski postupak nanošenja, elektrostatičko prekrivanje prahom, postupak pečenja (emajliranja), postupak vrućeg prskanja itd.

4.2. Uticaj sredine

Koroziju čeličnih konstrukcija uzrokuju voda i oksidaciona sredstva pri čemu presudan uticaj ima kiseonik iz atmosfere te u odsutnosti kiseonika nema ni korozije. Izuzetak čine kiseli agresivni mediji gde je korozija moguća i bez uticaja atmosferskog kiseonika. Korozija čelika počinje kod relativne vlažnosti vazduha od oko 60%. Za razvoj korozije po pravilu je dovoljan vlažni film na površini metala, npr. kondenzat ili kapljice rose. Aktivni metali poput čelika i

pocinkovanog čelika korodiraju po čitavoj izloženoj površini, te im se gubitak materijala razvija uglavnom površinski. Pasivni materijali poput hrom-nikl čelika i aluminija zaštićeni su od korozije pomoću pasiviziranog površinskog sloja. Do korozije nastupa tek kad se taj sloj ošteti, npr. delovanjem hlorida, te se koroziono nagrizanje javlja na manjim delovima površine, slika 6. Ovakva korozija opasnija je od površinske jer može doći do neopaženog otkazivanja nosivosti elementa usled napredovanja korozije u dubini materijala. Uz naveden oblik korozije moguća je i korozija usled mehaničkih i toplotnih opterećenja, te je pri izboru premaza potrebno i na ovo обратити pažnju.



Slika 6. Korozija kod aktivnih i pasivnih materijala

5. TRAJNOST ZIDANIH KONSTRUKCIJA

Za osiguravanje trajnosti u projektovanju zidanih konstrukcija neophodno je definisati projektovani upotreбni vek konstrukcije, zatim definisati okolni prostor konstrukcijskog elementa (odrediti unutrašnje i spoljašnje uticaje), proceniti njihov značaj u odnosu na trajnost konstrukcije i odrediti odgovarajuće mere u cilju zaštite materijala. Osnovno načelo za osiguranje trajnosti zidanih konstrukcija jeste da zidana konstrukcija treba da bude projektovana tako da ima prikladna svojstva za predviđenu namenu. Za ispunjenje ovog načela potrebno je pri proračunu razmotriti: mikrouslove izloženosti, prikladnost materijala za delovanja kojima će biti izložen, uključujući i delovanja iz sredine, otpor prodoru vlage kroz zidove.

Zidane konstrukcije se svrstavaju u normirane razrede izloženosti, pri čemu se uzimaju u obzir sledeći činioci:

- klimatski činioci (makrouslove izloženosti)
- veličina izloženosti kvašenju
- izloženost ciklusima smrzavanja i odmrzavanja
- prisustvo hemijskih agenasa koji mogu dovesti do štetnih reakcija – dejstvo sulfata

6. ZAKLJUČAK

Trajinost, funkcionalnost i upotrebljivost građevinskih konstrukcija pre svega zavisi od trajnosti materijala od kojih su napravljene. Trajinost materijala je u neposrednoj vezi sa uslovima okoline u kojoj se konstrukcija nalazi. Svi građevinski materijali su podložni koroziji te je neophodna njihova adekvatna zaštita. Sama zaštita se radi počev od projektovanja konstrukcije, pa do finalnih obrada površina nakon izvođenja. Za trajnost konstrukcija neophodan je redovni pregled i održavanje. Zato treba praviti plan termine pregleda, kontrole i održavanja konstrukcija i sprovoditi planirane aktivnosti. Projektovanje konstrukcija prema upotrebnom veku je savremeni koncept projektovanja koji se već uveliko primenjuje u građevinarstvu.

7. LITERATURA

- [1] Mindess, S.; Young, J.F.; Darwin, D.: „Concrete“, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, NJ 07458, 2003.)
- [2] Grdić, Z.: „Korozija i trajnost betona“, XI YUCORR International Conference “Saradnja istraživača različitih struka u oblasti korozije i zaštite materijala i životne sredine”, Knjiga radova, Tara, 17.05. – 20.05.2009., p.p. 17 – 27.
- [3] Muravlјov, M.; Stevanović B.: “Drvene i zidane konstrukcije. Standardi za zidane konstrukcije”, Građevinski fakultet Beograd, 1995.
- [4] Androić, B.; Čizmar, D.; Rajčić, V.: “Analiza pouzdanosti drvenih lameliranih nosača”, Građevinar 60 (2008) 6, str. 513-518.
- [5] Bjelanović, A., Rajčić, V.: "Drvene konstrukcije prema europskim nomama", Hrvatska sveučilišna naklada i Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, reizdanje, 2007.
- [6] Gojković, M.; Stevanović, B.; Komnenović, M.; Kuzmanović, S.; Stojić, D.: "Drvene konstrukcije, JUS-propisi-EC 5-tabele-brojni primeri", Građevinski fakultet, Beograd, 2000.
- [7] Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.:” Inženjerstvo pouzdanosti 1”, Zagreb, IA Projektiranje d.o.o., 2006., 443 str.
- [8] Radić, J.: “Zidane konstrukcije I”, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007.

UDK:624.078.46:621.822.74(045)=163.41

ANALIZA AKSIJALNO OPTEREĆENE VEZE ZAVRTNJIMA NA PRIMERU ČVORNE SPOJNICE “MERO”

Todor Vacev¹
Srđan Kisin²

Rezime

U radu su prikazani rezultati naponsko-deformacijske analize aksijalno opterećene čvorne spojnice čelične prostorne rešetkaste konstrukcije (PRK) sistema MERO, sa naglaskom na vezi zavrnjima između spojnica i štapova rešetke. Ovde je od posebnog interesa bila neravnomernost opterećenja veze duž navoja. Problem je rešavan najpre klasičnim metodama, a zatim i metodom konačnih elemenata (MKE) u domenu plastičnosti. Rezultati istraživanja ukazuju na znatno odstupanje standardnih (uprošćenih) metoda proračuna ovakvih veza od realnog ponašanja veze i neophodnost primene tačnijih i savremenijih metoda analize ovakvih veza, posebno kod elemenata spojenih samo jednim zavrtnjem.

Ključne reči: čelične prostorne rešetkaste konstrukcije, MERO spojница, veza zavrnjima, MKE metoda, plastična analiza

1. UVOD - PRIKAZ SISTEMA „MERO“

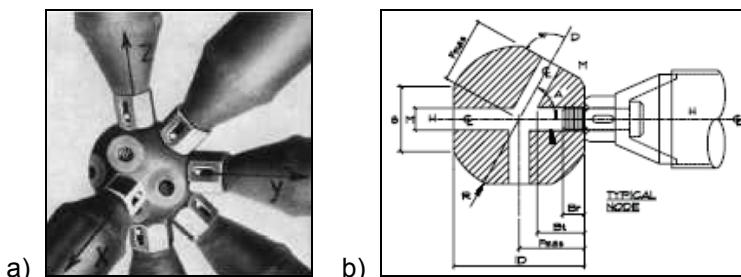
Jedan od najpoznatijih sistema PRK u svetu je MERO (danasa: NOVUM Structures), autora M. Mengeringhausen-a, iz Nemačke.

¹ dr Todor Vacev, istraživač-saradnik, MIN Institut – Niš, E-mail: ttomas@eunet.rs

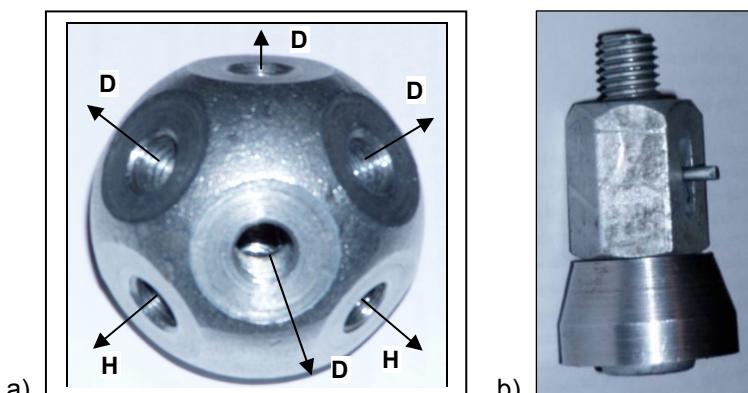
² dr Srđan Kisin, redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Čvorni element je sfera dobijena kovanjem sa urezanim navojima za priključenje štapova, čiji su krajevi posebno obrađeni (Sl. 1a, b).

U okviru šireg istraživanja [6] obavljena je i MKE analiza jedne čvorne spojnica ovog sistema, na osnovu uzorka koji je bio na raspolaganju [5] (Sl. 2). Spojnica ima 9 priključnih otvora sa standardnim navojima M12, bušenim u pravcu centra sfere, tako da su sve priključne veze zavtnjima opterećene na zatezanje ili pritisak.



Slika. 1. a) PRK sistem MERO; b) detalj čvorne spojnice.



2. a) Čvorna spojница MERO (D/H – priključak dijagonalnog/verticalnog štapa); b) priključni element štapa sa zavrtnjem.

Osnovne karakteristike ovog sistema date su u Tabeli 1.

Tabela 1. Osnovne karakteristike uzorka spojnice MERO [5]

BR	P A R A M E T A R	V R E D N O S T
1	Prečnik sfere spojnice [mm]	$\varnothing 60$
2	Materijal spojnice	Čelik C45/EN 10083-2; (odgovara: Č1530/SRPS C.B9.021) /
3	Granica razvlačenja R_e [MPa]	$R_e = 380$ MPa ($d=40 \dots 100$ mm, u normalizovanom stanju).
4	Materijal zavrtnjeva	Po standardima EN 10083-1.
5	Klase čvrstoće vijaka/ granice razvlačenja f_y [MPa]	Po standardima EN 20898-1; 8.8/640

6	Površina jezgra navoja [m ²]	76.2E-6
7	Nosiva dužina navoja [mm]	12

1. OPTEREĆENJE VEZE ZAVRTNJIMA PREMA KLASIČNIM METODAMA

Metodologija uvođenja opterećenja u aksijalno opterećenu vezu zavrtnjima primjenjenu kod spojnica ovakvog tipa je veoma složena, posebno zbog neizbežne koncentracije napona na mestima prenošenja opterećenja sa elementa štapa na element spojnice. To je slučaj i ovde, a jedan od problema je i neravnomerno naprezanje duž navoja zavrtnja. Ovaj fenomen je bio predmet velikog broja istraživanja, npr. [3]. Prema nekim rezultatima, učešće pojedinih navoja u prijemu opterećenja je prema Tabeli 2. Pri tome, kao "prvi" navoj se u našem slučaju smatra navoj na površini spojnice.

Tabela 2. Učešće pojedinih navoja u prijemu opterećenja prema [3]

Red navoja	1.	2.	3.	4.
Procenat učešća	34 %	23 %	16%	7%

Prema drugom izvoru [2], raspodela opterećenja po pojedinim navojima je po zakonu hiperboličnog kosinusa:

$$q(z) = P * m * \operatorname{ch}(m * z) / \operatorname{sh}(m * H), \dots \quad (1)$$

$$m \approx (2.7 / d) + 0.003 * (d / S^2), \dots \quad (2)$$

Veličine u datim izrazima i njihove brojne vrednosti za ovde razmatrani slučaj su date u Tabeli 3.

Tabela 3. Parametri za proračun opterećenja navoja prema [2]

BR	PARAMETAR	VREDNOST
1	Udaljenost traženog navoja u vezi, počev od poslednjeg	z
2	Opterećenje po dužini navoja u funkciji udaljenosti z	q(z)
3	Računska sila aksijalnog zatezanja zavrtnja	P = 30 kN
4	Parametar zavisan od dimenzija navoja	m
5	Nazivni prečnik navoja	d = 12 mm
6	Korak navoja M12	S = 1.75 mm
7	Ukupna dužina navoja u vezi	H = 12 mm

Navojna veza je u ovom slučaju podeljena na 6 segmenata ($L = 6l = 6 * 2 = 12$ mm). Prema (1) i (2) sledi proračun opterećenja po dužini navoja za karakteristične vrednosti promenljive z:

$$m \approx (2.7 / 12) + 0.003 * (12 / 1.75^2) = 0.2368 \text{ mm}^{-1}$$

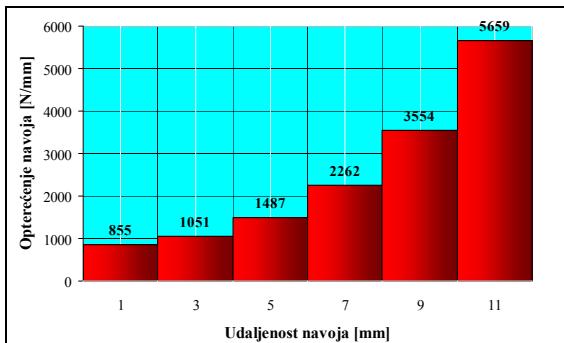
$$q(z) = 30000 * 0.2368 * \operatorname{ch}(0.2368 * z) / \operatorname{sh}(0.2368 * 12) = 832 * \operatorname{ch}(0.2368 * z)$$

Karakteristične vrednosti opterećenja po dužini navoja su date u Tabeli 4 (udaljenost navoja raste od dubine ka površini):

Tabela 4. Raspodela opterećenja po dužini navoja prema [2]

Udaljenost navoja u vezi: z [mm]	1	3	5	7	9	11
Opterećenje navoja: $q(z)$ [N/mm]	855	1051	1487	2262	3554	5659
Opterećenja segmenata navoja: $Q_n = q(z) \cdot l$ [N]	1710	2102	2974	4524	7108	11318
Ukupno opterećenje navoja: Q [N]					29736	≈ 30000

Na osnovu ovih vrednosti formiran je uprosečeni (stopenasti) dijagram raspodele opterećenja po dužini navoja (Sl. 3), koji pokazuje progresivni rast opterećenja navoja sa približavanjem površini spojnica. Međutim, isti izvor [2] navodi i zapažanja prema kojima se pri statičkom opterećenju i dostizanju plastičnih deformacija raspodela opterećenja duž navoja u vezi ujednačava. U skladu sa tim, strategija MKE analize će biti usklađena sa ovim zapažanjima, odnosno, pretpostaviće se da će spojnica pretrpeti izvesne plastične deformacije i izjednačavanje raspodele opterećenja, čime se proces CAD/CAE modeliranja znatno uprošćava.



Slika 3. Dijagram raspodele opterećenja po dužini navoja prema [3].

3. OPTEREĆENJE I ANALIZA VEZE ZAVRTNJIMA PRIMENOM MKE

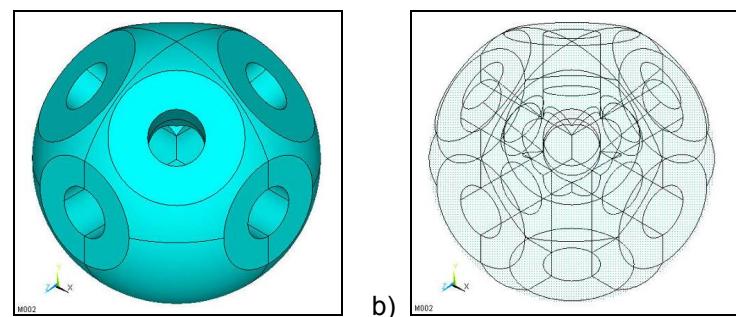
Uzimajući u obzir napred pomenute fenomene i istraživanja koja ih potkrepljuju, modeliranje i MKE analiza spojnica MERO je izvedena na način koji će optimalno zadovoljiti uslove opterećenja, uz racionalnost u pogledu složenosti samog modela i uslova analize.

Strogi pristup problemu bi svakako morao da uključi modeliranje navoja i štapova i spojnice, kao i tretiranje kontaktnih naprezanja na njihovom dodiru. Međutim, u ovom istraživanju je prevashodni cilj bio

Analiza aksijalno opterećene veze zavrtnjima na primeru čvorne spojnica "MERO"

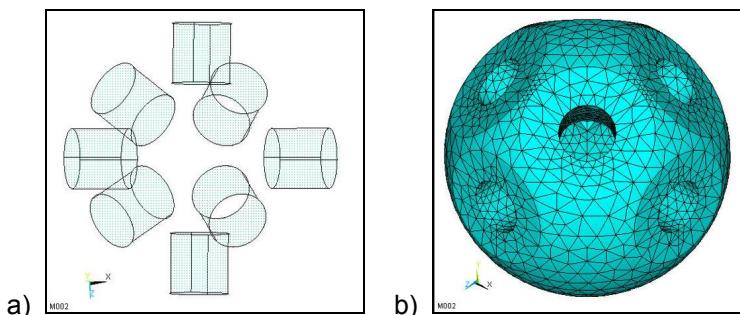
da se pokaže stepen neravnomernosti učešća navoja u vezi duž ose vijka, tako da su navoji urezani u spojnicu modelirani kao glatke cilindrične površi odgovarajućeg prečnika ($d=12$ mm), sa dužinama prema raspoloživoj dužini veze ($H=12$ mm). Na čvorove ovih cilindričnih površi su uneta odgovarajuća opterećenja od štapova.

Faze modeliranja su date u daljem tekstu, uz ilustracije. Polazište je oblikovanje 3D modela spojnice (Sl. 4a, b). Procesom CAD modeliranja su unapred određene i navojne površi (Sl. 5a) na koje će kasnije biti aplicirano opterećenje.



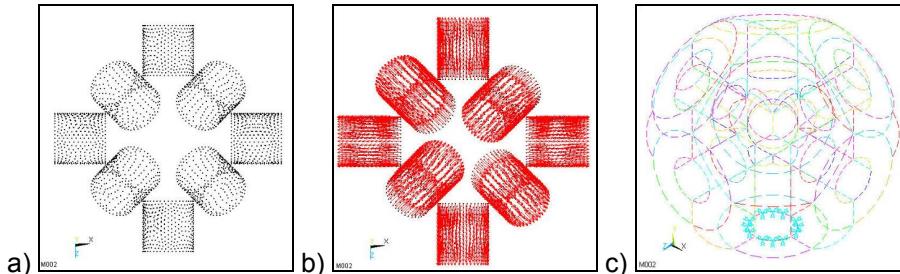
Slika 4. 3D Model spojnice MERO; a) spoljni izgled; b) vidljiva unutrašnjost.

Na ovako pripremljenom modelu je izvršeno omrežavanje 3D konačnim elementima tipa paraboličnog tetraedra. Mreža je imala globalnu veličinu konačnog elementa od 4 mm i lokalnu od 2 mm (na navojnim površima), tako da je postignuto proglašenje mreže u zonama unošenja opterećenja (Sl. 5b).



Slika 5. a) 3D model spojnice, izdvajene površi koje simuliraju navojne veze;
b) MKE model - mreža konačnih elemenata.

Konačnim elementima formiranim na navojnim površima pripadaju čvorovi mreže KE (Sl. 6a). Na ove čvorove će ravnomođno biti raspodeljene aksijalne sile iz priključenih štapova (Sl. 6b).



Slika 6. a) Čvorovi na navojnim površima.
b) Raspodela sile po čvorovima navojnih površi.
c) Oslonci na grlu "donje" navojne površi (simbol strelice).

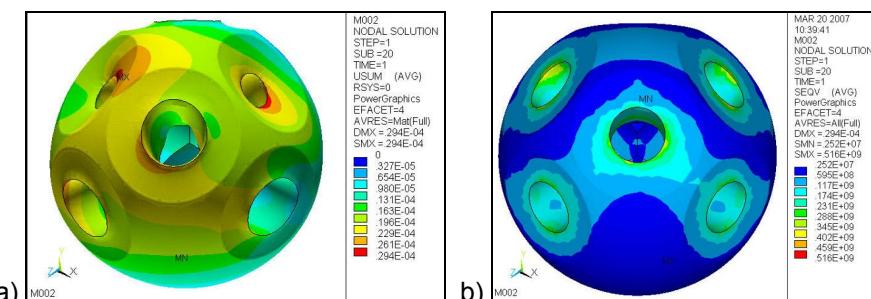
Pošto je opterećenje samouravnotežavajuće (4 horizontalna štapa zategnuta, 2 dijagonale pritisnute, 2 zategnute), oslonci su teoretski nepotrebni. Međutim, da bi se predupredila eventualna kinematička, a time i numerička labilnost modela, uvedeni su „pomoći“ oslonci u čvorovima na površinskoj konturi „donjeg“ navoja (navoj bez priključenog štapa), sa sprečenim pomeranjima u X-, Y- i Z-pravcu (Sl. 6c, simbol strelice).

4. REZULTATI MKE ANALIZE I KOMENTARI

Kreirani model je podvrgnut analizi uz poznate uslove materijalne nelinearnosti čelika [1], [4]. Karakteristični izlazni rezultati analize su dati preko konturnih prikaza napona i deformacija.

Deformacije spojnica su prikazane na Sl. 7a, (max. vrednost 0.0294 mm, 0.049% od prečnika sfere spojnice). Lokacija max. deformacije je na površini pritisnutog navoja. Takođe se zapaža "izvlačenje" grla navoja zategnutih štapova. Ukratko, slika deformacija je očekivana, i u skladu sa konstelacijom opterećenja.

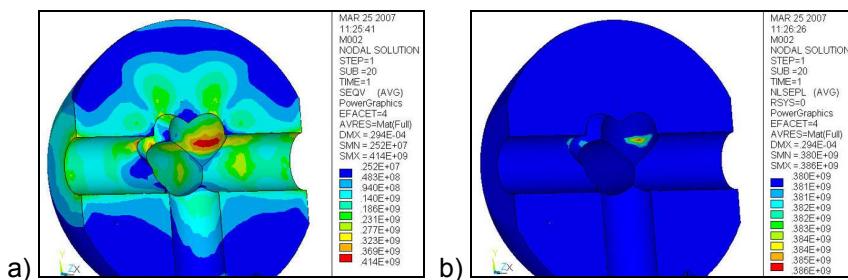
Za prikaz naponskog stanja odabran je napon Mises-a, (Sl. 7b).



Slika 7. a) Ukupne deformacije spojnice [m]; deformacije uvećane 250x;
b) polje Mises-ovih napona [Pa]

Raspodela napona na površini spojnice se odlikuje kontinuiranim prelazima od najnižih prema najvišim naprezanjima. Unutar ovih kontinuiranih polja zapažaju se "ostrva" oko rupa za priključne navoje sa znatno višim nivoima napona, što je takođe prema očekivanjima.

Fenomen koji je ovde bio od posebnog interesa, naponi u navojnim površima, se može sagledati na Sl. 8a. Vidi se da u linearnom domenu grla navoja iskazuju veće napone u odnosu na središnji deo navoja. U srcu spojnice dolazi pak do velike nepravilnosti u raspodeli napona, što je posledica konstelacije opterećenja (dve dijagonale su zategnute a dve pritisnute). Ovde se javlja i apsolutni maksimum napona, kao posledica višestruke promene konture i sticanja svih priključaka štapova.



Slika 8. Izdvojena vertikalna polovina spojnice - polja napona;
a) Mises-ovi naponi [Pa]; b) ekvivalentni plastični naponi [Pa]

Plastična komponenta ekvivalentnih napona je data na Sl. 8b. Ukupni nivo plastifikacije u spojnici je bio relativno nizak, što je posledica intenziteta opterećenja (30 kN po štalu) i karakteristika materijala ($R_e=380$ MPa). Stoga skala napona ovde počinje od vrednosti granice razvlačenja (380 MPa, tamnoplava kontura u legendi, nema plastifikacije), i dostiže svoj maksimum od 386 MPa (crvena kontura u legendi). Zone plastifikacije zahvataju mali deo u središtu spojnice. Za punu realizaciju pretpostavke iznete u [2] bilo bi neophodno poveziti nivo opterećenja spojnice, što bi pak dovelo do narušavanja nosivosti stabla vijka.

No, nezavisno od ovoga, slika deformacija i napona jasno nagoveštava neravnomernosti duž veze zavrtnjima.

7. ZAKLJUČCI

Prikazano istraživanje obuhvata nekoliko karakterističnih momenata:

1. Aksijalno napregnute veze zavrtnjima u čeličnim konstrukcijama se u praksi najčešće proračunavaju uprošćenim metodama (u skladu sa važećim standardima), pri čemu se ne vodi računa o neravnomernosti opterećenja navoja u vezi;
2. teorijska i eksperimentalna istraživanja ovih veza ukazuju na veliku neravnomernost u opterećenju navoja u vezi, tj., navoji najbliži dejstvu sile su daleko najviše opterećeni;
3. istraživanja takođe navode da se sa plastifikacijom veze pomenute neravnomernosti u velikoj meri izjednačavaju;
4. analize ovakvih veza savremenim računskim metodama (MKE), i to u plastičnom domenu, potvrđuju da se koncentracije napona javljaju na očekivanim mestima (ovde na „grlima“ navoja čvorne spojnice MERO); mora se napomenuti da se u slučaju analizirane spojnice koncentracije napona javljaju i usled promene konture (otvor u sfernom telu spojnice).

Iz istraživanja se vidi da savremena računska sredstva, uz teorijsku podlogu, daju celovitiji uvid u ponašanje i bolje iskorišćenje nosivosti ovakvih veza, naročito uz kontrolisanu plastifikaciju. Ovo je posebno značajno za veze realizovane samo jednim zavnjem.

Osnovni smisao istraživanja se sastoji u tome da jedan primer ovako detaljne analize, ovde primenjene na čvornoj spojnici PRK tipa MERO, može da posluži kao praktična preporuka za buduću metodologiju proračuna ove vrste spojeva.

8. LITERATURA

- [1] ANSYS, Software Manual, 2007
- [2] Ačerkan, N. S. i dr.: Spravočnik mašinistroitelja, tom 4, knjiga 2, "Gosudarstvennoe naučno-tehnicheskoe izdatelstvo mašinostroitelnoj literaturi, Moskva, 1963.
- [3] Ljubinović, K.: Osnovi konstrukcija u mašinstvu, izdanje autora, Beograd, 1965.
- [4] Sekulović, M.: O nelinearnoj numeričkoj analizi konstrukcija, Teorija konstrukcija – savremeni problemi nelinearne analize, "Građevinska knjiga", Beograd, 1992.
- [5] Uskon Space Frame System Construction Industry and Commerce Co. Inc., CD prezentacija, 2000.
- [6] Vacev T.: Optimalno rešenje čvora čelične prostorne rešetke primenom nelinearne analize, doktorska disertacija, Novi Sad, 2009, str. 267-274
- [7] Vacev T, Ranković S, Bonić Z. Sanacija krovne konstrukcije bazena u Gamzigradskoj banji. Nauka + Praksa. 2008; (11):41-47.
- [8] Ranković S, Vacev T, Bonić Z. Dijagnostika stanja krovne konstrukcije bazena u Gamzigradskoj banji. Nauka + Praksa. 2008; (11):31-39.

UDK: 721:624.042.7(045)=163.41

KONSTRUISANJE SEIZMIČKI OTPORNIH ZGRADA

Slavko Zdravković¹
Dragana Turnić²
Predrag Petronijević³

Rezime

Prirodno je da su ljudi najviše zainteresovani za ponašanje zgrada za vreme zemljotresa, jer su to građevine sa kojima su u stalnom i neposrednom dodiru. Obzirom da su zemljotresi prirodne pojave koje je, prema današnjim saznanjima o njima, nemoguće predvideti po vremenu kada će se dogoditi, niti kakve će rušilačke posledice iz toga proisteći zemljotresi su izazivali, a izazivaju i danas, iskonski strah pred nepoznatim i nepredvidivim. Zato asezmičko graditeljstvo sadrži niz protivurečnosti i suprotnosti za koje je nužno iznaći optimalni kompromis, ali je pri tome bitno da to ne podrazumeva kompromis na račun sigurnosti i bezbednosti ljudi. Shodno odredbama Pravilnika i tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima, objekti se projektuju tako da zemljotresi najjačeg intenziteta mogu prouzrokovati oštećenja njihovih konstrukcija, ali ne sme doći do rušenja tih objekata. Postojeće metode ocene seizmičkog rizika i definisanja parametara seizmičkog dejstva za projektovanje seizmičke konstrukcije, zasnivaju se na iskustvu od oštećenja objekata u dogodenim zemljotresima, laboratorijskim i terenskim istraživanjima konkretnih materjala, tla i konstrukcija, a podaci o dogodenim zemljotresima predstavljaju laboratoriju in situ. U EC8 posebno je naglašena zaštita od požara, što je i ovde pokazano.

Ključne reči: zemljotres, zgrada, seizmička sila, izolacija, požar.

¹ Dr, redovni profesor, Ekspert Saveznog ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

² Dipl. ing. arh, student doktorskih studija, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

³ Dipl. ing. građ, asistent, student doktorskih studija, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

Rad je finansiran sredstvima Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

1. UVOD

Građevine kao dugotrajna i skupa ljudska dobra, još skuplja u seizmičkim područjima, moraju svojim kvalitativnim svojstvima garantovati bezbednost njihovim korisnicima. Opstanak konstruktivnog sistema ne sme biti doveden u pitanje, mada neki nevažni konstruktivni elementi mogu biti izbačeni iz funkcije. Najveći intenzitet koji su zemljotresi dostigli u našim područjima ide do desetog stepena MCS-skale, a celokupna teritorija naše zemlje nalazi se u seizmički aktivnim područjima u kojima su se dogodili potresi VII i višeg stepena MCS-skale.

Pri projektovanju konstrukcija u zemljotresnim područjima projektant bi trebalo da zna kretanje tla na lokaciji objekta za vreme zemljotresa koji će se dogoditi u toku eksploatacije projektovanog objekta. Bazu za procenu budućih kretanja tla predstavljaju seizmološki i geološki podaci. Najvažniji i najčešći su zemljotresi tektonskog porekla (90%). Pri aseizmičkom projektovanju i građenju, uglavnom postoje dva osnovna pravila zaštite objekta od vibracionog dejstva zemljotresa: prvi, koji se zasniva na konceptu gradnje same konstrukcije otporne na dejstvo zemljotresa koji je najviše prihvaćen i razvijen, i drugi, koji isto tako ima zadatak da obezbedi seizmičku otpornost konstrukciji, redukcijom i modifikacijom ulaznih uticaja od zemljotresnih sila u konstrukciju, koja tek poslednjih decenija nalazi teorijsku, ali nedovoljnu praktičnu primenu.

Donošenje odluke o nivou prihvatljivog seizmičkog rizika i izboru optimalne konstrukcije može da se formuliše kombinovanjem parametara seizmičkog hazarda i parametara konstrukcije. Seizmički rizik se definiše kao očekivani stepen gubitaka prouzrokovanih efektima budućih zemljotresa: rušenjem i oštećenjem objekata, povredama i gubicima ljudskih života, dirktnim i indirektnim ekonomskim,funkcionalnim, socijalnim i drugim štetama. Seizmički hazard definiše se kao deo prirodnog hazarda i predstavlja verovatnoću pojavljivanja zemljotresa odgovarajućih karakteristika (intenzitet, brzina, ubrzanje oscilovanja tla itd.) u određenom periodu na određenom mestu. Rezultati seizmičkog hazarda i seizmičkog rizika razlikuju se u kvalitativnom smislu.

2. OSNOVNI PRINCIPI ASEIZMIČKE GRADNJE

Osnovna filozofija konstruisanja seizmički otpornih građevinskih objekata je da se u slučaju dejstva zemljotresa spreče povrede ljudi, osigura kontinuitet vitalnih funkcija i da se štete na

imovini svedu na najmanju moguću meru. Kod projektovanja građevina potrebno je obezbediti njihovu funkcionalnost, racionalnost i sigurnost kod svih mogućih opterećenja, pa i pri dejstvu zemljotresa. Pri određivanju zemljotresnog opterećenja prisutna je velika nesigurnost podataka koji se definišu u statističkom smislu verovatnoće pojavljivanja. Stepen efikasne zaštite mora biti usklađen sa stepenom razvoja i ekonomskim mogućnostima društva, radi toga što konzervativno građenje može izazvati ozbiljne ekonomске poteškoće. Naučna i aplikativna istraživanja se sve više vrše u cilju definisanja ekonomski opravdanim i tehnički konsistentnih kriterijuma projektovanja, proračuna i građenja objekata i opreme kako bi izdržali očekivana zemljotresna dejstva. Pri tome se polazi od činjenice da preventivna zaštita predstavlja najbolji način zaštite i osiguranja ljudskih života i društvenih dobara.

Građenje seizmički otpornih građevina se, u prvom redu, postiže sledećim merama:

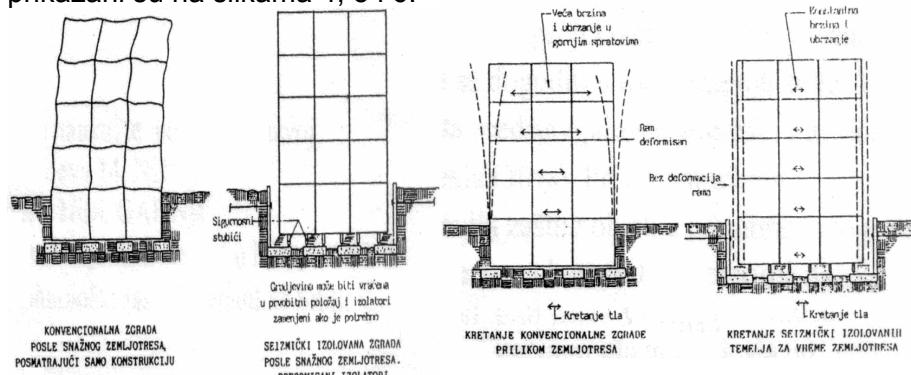
- Izborom lokacije, pogodne u odnosu na seizmičke uticaje,
- Pravilnim oblikovanjem građevine i adekvatnom konstruktivnom dispozicijom,
- Izborom pogodnog građevinskog materjala,
- Izborom otpornosti prema požaru, materjala i konstrukcije,
- Primenom sredstava za seizmičku izolaciju i apsorbciju,
- Adekvatnim proračunom konstrukcije na seizmička dejstva,
- Visokim kvalitetom gradnje idr.

Mnoge predpostavke koje se čine pri proračunu konstrukcija, kao što su: da se razmak među stubovima ili zidovima na tlo ne menja, da nema nejednakih slaganja oslonaca, za vreme jakih zemljotresa se ne ostvaruju. Zato Pravilnik [4] zahteva da temelji drže konstrukciju povezanu i spreče asinhronne oscilacije pojedinih zidova i stubova, jer njihov nezavistan rad u svim pravcima može izazvati dopunske uticaje u konstrukciji koje je teško proceniti, ali koje mogu biti značajne. Kako su stvarne seizmičke sile koje se javljaju u konstrukciji za vreme jakog zemljotresa višestruko veće od sila prema kojima se konstrukcija dimenioniše, to mora doći do oštećenja iste. Zato dobro odmeren kompromis veličina seizmičkih sila i deformacije objekta koje se mogu dozvoliti, može se tačnije odrediti dinamičnom analizom konstrukcija. Na osnovu svega napred rečenog, vrlo je teško, pri izboru konstrukcija, dati neku preporuku koja bi davana bezuslovnu prednost određenom konstruktivnom sistemu. Samo dobrim izborom materjala, dobrom opštom koncepcijom i pažljivo

odabranim detaljima, mogu se razni konstruktivni sistemi učiniti otporni na dejstvo zemljotresa.

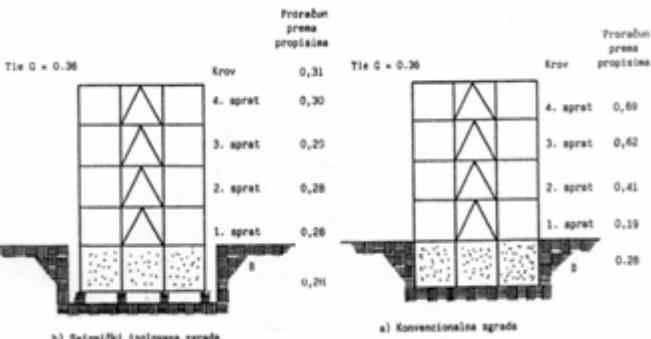
3. ELEMENTI ZA SEIZMIČKU IZOLACIJU I ABSORBCIJU

Činjenica je da je u objektu koji se ruši ulaz seizmičke energije veliki, kao i da se sva energija koja je ušla nije mogla utrošiti absorbovanjem kroz elasto-plastičan rad konstrukcije i sekundarnih elemenata, navela je na to da se u poslednje vreme u tom cilju projektuju i ugrađuju specijalni elementi ili sredstva za seizmičku izolaciju i/ili absorpciju. Bitan uticaj na štetu ima odnos između predominantnih perioda oscilacija tla i svojstvenih perioda objekta. Zato se poslednjih decenija dosta radi na istraživanju objekata „izolovanih“ od dejstva zemljotresa. U principu je u pitanju oslanjanje objekta na elastičnim ležištima najčešće izrađenim od neoprena ili drugih elastičnih otpornih materjala. Ideja je da se veštačkim putem produži period slobodnih oscilacija objekta tako da se uđe u onaj deo spektra odgovora, gde je amplifikacija manja od jedinice, upravo gde se javlja etenuacija pošto su tradicionalne zgrade zbog sigurnosti ukotvljene u zemlju, sve sile zemljotresa prenose se direktno na konstrukciju zgrade. Konvencionalne zgrade će apsorbovati energiju zemljotresa deformacijom konstrukcije ramova ili zidova, najčešće u neelastičnom području, što rezultira u trajnom oštećenju zgrade (sl. 1) [6]. Zgrade sa seizmički izolovanom osnovom neće dobiti takva oštećenja, zbog toga što će se pomeranja odigrati na nivou izolatora, pa će pomeranja i horizontalna ubrzanja zgrade biti značajno smanjena (sl. 2 i sl. 3) [6], a oštećenja u dogodenim zemljotresima prikazani su na slikama 4, 5 i 6.



Slika 1 - Stanje zgrada posle snažnog zemljotresa

Slika 2 - Kretanje zgrada prilikom zemljotresa



Slika 3 - Apsolutno ubrzanje zgrada



Slika 4 - Budva Crna Gora, 15.04.1979.



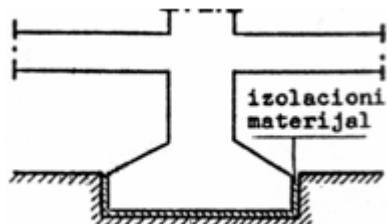
Slika 5 - Delimično porušena zgrada
(Skoplje, 26.07.1963.)



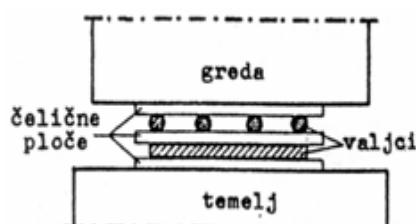
Slika 6 - Oštećenje na dilatacionoj razdelnici (Skoplje, 26.07.1963.)

Mada ideja za izolaciju konstrukcija nije tako nova, ni dan danas nije našla adekvatnu primenu. Do sada u svetu ima malo seizmički izolarnih objekata, a nalaze se u Rusiji, Novom Zelandu, Francuskoj, Japanu, Grčkoj, SAD, Makedoniji idr. Postoji interesovanje za rešenja koja mogu značajno da redukuju napone izazvane zemljotresom u celoj konstrukciji. Prvi analitički pokušaj

koriste primenu valjaka (sl. 8, Gonzales-Flores, 1964.) i meke podmetače ispod stubova podruma ili prizemlja (sl. 7, Joshi, 1969.). Osnovna škola „H. Pesteloci“ (sl. 10, 1963.) u Skoplju leži na gumenim ležištima. U Francuskoj je razvijen izolacioni sistem „Gapec“ (sl. 9, 1963.) i izolirano je više zgrada.



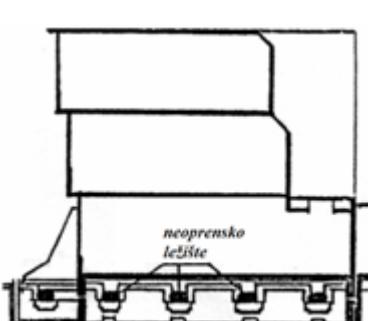
Slika 7 - Primena gumenih podmetača za delimičnu izolaciju od seizmičkih kretanja (Prema Joshiji, 1960)



Slika 8 - Primena valjaka za izolaciju od seizmičkih kretanja (Prema Gonzales-Flores, 1964)



Slika 9 - Konstruisanje izolacionog sistema „Caspec“



Slika 10 - Poprečni presek školske zgrade „H. Pesteloci“

4. POŽARI KAO PRATIOCI ZEMLJOTRESA

Ono što najviše brine jesu ljudske žrtve i povrede koje su najčešći pratioci povreda. Osim toga požari prouzrokuju i ekonomski gubitke. U požarima prema statističkim podacima godišnje u svetu bude uništeno 2-6% stambenih zgrada. U preko 5 miliona požara godišnje u svetu pogine 40.000-50.000 ljudi od čega u zgradama 75-85%. Požari koji nastaju kao posledica zemljotresa mogu se podeliti u dve osnovne grupe: primarni i sekundarni, a karakteristični primeri su sledeći. Za vreme Lisabonskog zemljotresa (Portugalija, 1755.) bilo je oštećeno 75% svih zgrada. Zemljotres koji se dogodio u Kaliforniji (SAD, 1906.) naročito je teško pogodio San Francisko, izazvao je mnogo požara u tom gradu. Za vreme Mesinskog zemljotresa (Italija,

1908.) došlo je do velikog požara koji je plamteo tri dana i tri noći. U katastrofalnom zemljotresu koji je pogodio Japan 1923. god., najviše su stradali gradovi Tokio i Jokohama u kojima je izgorelo 447.128 zgrada. Šteta od požara je bila veća od štete izazvane zemljotresom. Oko milion stanovnika Tokija je ostalo bez krova nad glavom, a oko 50.000 ljudi je izgorelo u požaru.

5. EVROKOD 8-EC8 : PROJEKTOVANJE SEIZMIČKI OTPORNIH KONSTRUKCIJA

U EC8 predviđeno je da Državne institucije odrede optimalni stepen zaštite pojedinih vrednosti koje su u EC8 date kao inicijativne. Smatra se da se samo jednim parametrom može obuhvatiti potencijal povredljivosti objekata. Mape koje zavise od seizmičke aktivnosti, daju se za usvojeni povratni period od 475 godina i faktorom značaja od 1,0. U delu 1-2: Opšta pravila za zgrade pored osnovnog teksta uključena su i tri Aneksa u kojima se razvijaju određeni aspekti koji su prikazani u odgovarajućim odredbama korisnim za fazu idejnog projektovanja zgrada. Uputstvo o vibroizolaciji zgrada nisu data, a njena primena uslovjava se posebnim ispitivanjima i dokazima. Najobimniji deo 1-3: Opšta pravila za različite materjale i elemente. U njemu su najšire obrađene betonske konstrukcije a daju se kako posebna pravila za njih, tako i posebna pravila za čelične, drvene i zidane zgrade.

6. ZAKLJUČAK

Zemljotres je prirodna pojava koja se, u većim ili manjim vremenskim razmacima, javlja u određenim oblastima, uz veća ili manja razaranja ljudskih tvorevina, zgrada svih vrsta i uz određene ljudske žrtve. Iz dosta primera pri analizi oštećenja objekata u dogodenim zemljotresima može se zaključiti da maksimalno ubrzanje tla nije jedina veličina koja utiče na oštećenja, a time i na intenzitet. Bitan uticaj na štetu ima odnos između perioda oscilacija tla i svojstvenih perioda objekta. Pri aseizmičkom projektovanju i građenju uglavnom postoje dva pravca zaštite objekata zasnovani: prvi, na otpornosti same konstrukcije, i drugi, na seizmičkoj izolaciji i absorpciji, pri ovome se seizmički rizik definiše kao očekivani stepen gubitaka, a seizmički hazard se definiše kao pojavljivanje zemljotresa u određenom periodu na određenom mestu. Osnova aseizmičkog projektovanja je da se: spreče povrede ljudi, osigura kontinuitet vitalnih funkcija, da se štete na imovini svedu na najmanju meru i

pored velike nesigurnosti korišćenih podataka. Aseizmička gradnja poskupljuje objekat pa sigurnost objekta i opreme u njemu mora biti obezbeđena u optimalnoj meri shodno odredbama pravilnika [4]. Izboru lokacije, određivanju proračuna seizmičkih sila, dispoziciji i izboru konstruktivnog sistema i materijala, mora se posvetiti najveća pažnja, koristeći u prvom redu savremena dostignuća nauke u ovoj oblasti. Svedoci smo da požari kao pratioci zemljotresa često nanose veće štete od šteta izazvanih samim zemljotresom, pa je u EC8 zaštita od njih posebno naglašena. U radu se posebno ukazuje na sveukupnu zaštitu svih tipova i vrsta zgrada prema Evropskim predstandardima prema EC8 koji se odnose na projektovanje seizmički otpornih konstrukcija.

7. LITERATURA

- [1] S. Zdravković: Obezbeđenje zgrada od seizmičkih razaranja, V naučni skup „Čovek i radna sredina“, FZNR, Niš, 1986.
- [2] S. Zdravković: Nekonvencionalni metodi zaštite objekata od dejstva zemljotresa, 18. Jug. kongres teorijske i primenjene mehanike, Vr. Banja, 1988.
- [3] D. Turnić: Mere za smanjenje seizmičkog rizika kod zgrada, Phidac09, radovi sa 1. Simp. stud. dokt. stud. građ. i arh. Nauka+praksa, Niš, 2009.
- [4] Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima, sl. List SFRJ br. 31/81. Beograd. [5] Igić T, Doprinos optimalnom dimenzionisanju konstrukcija, Gradjevinski fakultet, Niš, 1980.
- [5] S. Zdravković: Požari koji nastaju usled zemljotresa, III Naučni skup „Čovek i radna sredina“, FZNR, Niš, 1984.
- [6] B. Zakić: Sredstva za seizmičku izolaciju temelja zgrada, Izgradnja 4/88, Beograd, 1988.

UDK: 65.012.2+65.011(045)=163.41

KRITERIJUMI KVALITETA DINAMIČKIH PLANOVA

Milorad Zlatanović¹
Biljana Matejević²

Rezime: *Kvalitetno urađen dinamički plan jedan je od bitnih uslova uspešne realizacije građevinskog projekta. Dinamički plan mora biti realan, primenljiv, potpun i fleksibilan. Od kvaliteta izrade, zavisiće i kvalitet njegovog korišćenja, praćenja, kontrole i ažuriranja, a onda posredno i kvalitet samih radova, ugovorenih rokova i troškova. U ovom radu su predloženi kriterijumi kvaliteta za ocenu izrade dinamičkih planova i kriterijumi kvaliteta povoljnosti primene dinamičkih planova. Izvršena je ocena tih kriterijuma i dinamičkih planova prema svakom od kriterijuma, primenom metode korelacije ranga. Na osnovu ovog istraživanja dobijeni su rezultati o najpovoljnijoj primeni mrežnog dinamičkog plana. Ovo su i očekivani rezultati, s obzirom na to da je mrežni plan najkompletniji, a gantogram najjednostavniji, najrazumljiviji i najpregledniji plan. Takođe, pokazano je da nedostaci mrežnog plana, mogu biti značajno dopunjeni prednostima gantograma, kada se radi u kombinaciji sa njim.*

Ključne reči: *dinamički planovi, korelacija ranga, rangiranje.*

1. UVOD

Jedan od bitnih elemenata uspešne realizacije projekta je kvalitetno urađen dinamički plan, na osnovu koga treba da se odvija izvođenje radova i dinamika troškova. Dinamički plan mora biti realan, primenljiv, potpun, fleksibilan, itd. Od kvaliteta izrade, zavisiće i

¹ Redovni profesor Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu

² Asistent Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu

kvalitet njegovog korišćenja, praćenja, kontrole i ažuriranja, a onda posredno i kvalitet samih radova, ugovorenih rokova i troškova.

2. DEFINISANJE KRITERIJUMA KVALITETA

Kriterijumi prema kojima se može oceniti kvalitet dinamičkog plana, definišu se sa različitih aspekata izrade i primene planova. Na osnovu dugogodišnjeg iskustva u izradi dinamičkih planova i praćenja realizacije istih, autori ovog rada predlažu dve grupe kriterijuma kvaliteta dinamičkih planova:

- I Kriterijumi kvaliteta izrade dinamičkog plana, i
- II Kriterijumi kvaliteta povoljnosti primene dinamičkog plana.

Ove dve grupe kriterijuma kvaliteta dinamičkih planova sadrže niz kriterijuma koji su u ovom radu definisani, analizirani i rangirani. Zbog ograničenog prostora, u ovom radu se daju samo neki rezultati istraživanja.

3. OCENA VAŽNOSTI KRITERIJUMA KVALITETA POVOLJNOSTI PRIMENE DINAMIČKIH PLANOVA

Prethodno predloženi i definisani kriterijumi kvaliteta dinamičkih planova nemaju podjednaku važnost pri izboru metode planiranja. Takođe, razmatrani planovi (tehnike planiranja) nemaju podjednak kvalitet sa aspektom posmatranih kriterijuma. Kako ovi kvaliteti nisu merljivi, ne mogu se izraziti kvantitativnim veličinama, pa samim tim ni upoređivati. Za ocenu kriterijuma kvaliteta i dinamičkih planova, primeniće se kvalitativna metoda rangiranja – metoda korelacijske ranga.

Metoda korelacijske ranga

Metoda korelacijske ranga spada u grupu neparametarskih statističkih metoda i zasniva se na subjektivnim ocenama eksperata iz određenih oblasti u vezi rešavanja nekih problema. Suština metode je da se putem anketiranja kompetentnih stručnjaka i sprovođenjem određene procedure, odredi važnost (rang) svakog faktora i njegov uticaj na posmatranu pojavu. Kolektivna ekspertna procena obezbeđuje veću korektnost i pouzdanost prognoza i ima sledeće karakteristike:

- Obezbeđuje potpunu nezavisnost mišljenja eksperata,
- Procene se daju u kvantitativnoj formi, i
- Ekspert argumentovano obrazlaže razloge koji su mu poslužili kao baza za datu procenu.

Podaci dobijeni putem ankete se obrađuju u tabelama 1 i 2. Suma ranga se izračunava prema izrazu:

$$S_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} \quad (1)$$

gde je: S_i – suma ranga za svaki parametar rangiranja,

a_{ij} – ocena eksperta j ($j=1, 2, \dots, m$) za parametar i ($i=1, 2, \dots, n$). Aritmetička sredina sume ranga se određuje prema:

$$S_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n} \quad (2)$$

a odstupanje sume ranga između i -tog parametra i aritmetičke sredine sume ranga prema:

$$\Delta_i = S_i - S_{sr} \quad (3)$$

Za ocenu stepena saglasnosti mišljenja svih anketiranih stručnjaka koristi se *Kendall*-ov koeficijent saglasnosti W_k , koji se izračunava na osnovu izraza:

$$W_k = \frac{12 \sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{m^2(n^3 - n)} \quad (4)$$

gde je: n – broj parametara koji se rangiraju,

m – broj anketiranih stručnjaka.

Na osnovu vrednosti koeficijenta saglasnosti W_k utvrđuje se da li je ocenjivanje usklađeno (ako je $W_k > 0.8$) ili nije usklađeno ($W_k < 0.7$). U slučaju $0.7 < W_k < 0.8$ treba analizirati one parametre koji imaju veliko odstupanje, ponovo ih rangirati i ponoviti proračun.

Prema sumi ranga određuje se rang parametra na taj način što parametar koji ima najmanju sumu ranga zauzima prvo mesto. Ukoliko se desi da dva parametra imaju istu sumu ranga, onda oba dobijaju rang koji je aritmetička sredina brojčanih oznaka onih mesta koja bi oni u redosledu zauzimali kada bi sume rangova bile različite.

Tabela 1 - Rangiranje parametara prema sumi ranga

R. br	Parametri koji se rangiraju	Učesnici (eksperti)					S_i	Δ_i	Δ_i^2	KR
		1	2	.	.	m				
1		a_{11}	a_{12}	.	.	a_{1m}	S_1			
2		a_{21}	a_{22}	.	.	a_{2m}	S_2			
.				
n		a_{n1}	a_{n2}	.	.	a_{nm}	S_n			
							$\sum_{i=1}^n S_i$		$\sum_{i=1}^n \Delta_i^2$	

Za konačno rangiranje se izračunavaju apsolutna AV i relativna RV važnost razmatranih parametara:

$$AV_i = \frac{PV - S_i}{PV - S_1} \quad (5)$$

$$RV_i = \frac{PV - S_i}{\sum_{i=1}^m (PV - S_i)} \quad (6)$$

gde je: PV – pomoćna veličina koja se izračunava:

$$PV = m(n+1) \quad (7)$$

Na osnovu apsolutne važnosti se vrši konačno rangiranje na taj način što parametar sa najvećom vrednošću apsolutne važnosti dobija rang 1.

Tabela 2 – Proračun apsolutne i relativne važnosti

R.br.	Parametri koji se rangiraju	S_i	$PV - S_i$	AV	RV	KR
1		S_1	$PV - S_1$	AV_1	RV_1	
2		S_2	$PV - S_2$	AV_2	RV_2	
.		
n		S_n	$PV - S_n$	AV_n	RV_n	
		$\sum_{i=1}^n S_i$	$\sum_{i=1}^n PV - S_i$	$\sum_{i=1}^n AV_i$	$\sum_{i=1}^n RV_i$	

Primena metode korelacije ranga za rangiranje kriterijuma kvaliteta povoljnosti primene dinamičkih planova

Prikupljanje podataka za rangiranje kriterijuma kvaliteta dinamičkih planova izvršeno je putem ankete. Anketa je sprovedena prema dva unapred definisana kruga. Anketirani su eksperti iz oblasti tehnologije i organizacije izvođenja građevinskih radova, i to uglavnom nastavno osoblje građevinskih fakulteta u zemlji i inostranstvu, kao i stručnjaci iz privrede koji raspolažu praktičnim znanjem i iskustvom u oblasti planiranja. Uzorak od 21-og stručnjaka podeljen je u tri grupe od po sedam.

U prvom krugu bilo je potrebno da se eksperti izjasne o važnosti predloženih kriterijuma zaokruživanjem DA, ukoliko smatraju da je kriterijum važan za izbor dinamičkog plana, odnosno NE, ako smatraju da to nije. U anketni list je uneto kratko objašnjenje svakog od predloženih kriterijuma i postupak popunjavanja. Postojala je i mogućnost da se navede, uz obrazloženje, neki novi kriterijum koji nije definisan a značajan je.

Odgovori dobijeni u prvom krugu ankete potvrdili su izbor predloženih kriterijuma. Kriterijumi: *Mogućnost analiza, Određivanje kritičnog puta, Dinamičnost plana i Jednostavnost izrade i korišćenja plana*, su ocenjeni sa 100% važnosti, dok za kriterijume: *Prezentacija*

plana i Primena softvera se 95.24% anketiranih eksperata izjasnilo da su važni. Za kriterijume: *Kompletност plana, Broj aktivnosti u projektu, Univerzalnost plana i Vrsta objekta* se izjasnilo redom: 85.71%, 80.95%, 76.19% i 71.43% anketiranih eksperata.

U drugom krugu ankete bilo je potrebno izvršiti rangiranje kriterijuma brojevima od 1 do 10, gde 1 ima značenje najvažnijeg, a 10 najmanje važnog kriterijuma. Takođe, trebalo je rangirati dinamičke planove po zadatim kriterijumima, brojevima od 1 do 4, gde 1 ima značenje najpovoljnijeg, a 4 najnepovoljnijeg plana sa stanovišta razmatranog kriterijuma.

Na osnovu prikupljenih podataka izvršena je njihova statistička obrada prema napred objašnjениm postupcima. *Kendall-ov koeficijent saglasnosti mišljenja* eksperata po grupama je 0.800; 0.816 i 0.806, što ukazuje na usaglašenost ocenjivanja. Određene su sume rangova, apsolutna i relativna važnost, po grupama, kao i zbirno za sve učesnike preko srednjih vrednosti apsolutne i relativne važnosti, i utvrđeni rangovi kriterijuma i dinamičkih planova. Pri rangiranju dinamičkih planova sa aspekta svakog od rangiranih kriterijuma, određivan je koeficijent saglasnosti. Njegova vrednost je uglavnom veća od granične vrednosti 0.8, ali se kod nekoliko kriterijuma javila i vrednost ovog koeficijenta između 0.7 i 0.8. Za ove kriterijume bi trebalo izvršiti ponovno rangiranje. Pošto u konačnoj rang listi planova ova manja neusaglašenost nema značajnog uticaja, zadržani su prvobitni podaci.

Analizom dobijenih rezultata utvrđen je konačan redosled važnosti kriterijuma kvaliteta i dinamičkih planova sa stanovišta svakog od kriterijuma (Tabela 3). Uočava se da mrežni plan ima rang 1 za najveći broj kriterijuma, i to za kriterijume koji su po važnosti na prvom, trećem, četvrtom, petom, devetom i desetom mestu rang liste. Za kriterijum *Prezentacija plana* koji je na drugom mestu po važnosti, gantogram se pokazuje kao najpovoljniji sa rangom 1, a isti rang ima i za kriterijume na šestom i osmom mestu liste. Ortogonalni plan je najpovoljniji, kako analiza pokazuje, sa aspekta kriterijuma *Kompletnosti plana*, koji zauzima sedmo mesto važnosti. Ciklogram uglavnom ima rang tri za skoro sve razmatrane kriterijume.

Tabela 3 – Rang kriterijuma i planova

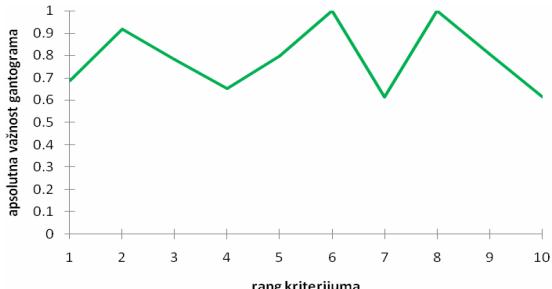
R.br.	Kriterijum	KR	Vrsta plana			
			Gantogram	Ortogonalni plan	Ciklogram	Mrežni plan
1	Prezentacija plana	2	1	3	2	4
2	Mogućnost analiza	1	2	4	3	1
3	Određivanje kritičnog puta	4	2	4	3	1

4	Primena softvera	3	2	4	3	1
5	Kompletност plana	7	4	1	2	3
6	Dinamičnost plana	5	2	4	3	1
7	Univerzalnost plana	6	1	4	3	2
8	Jednostavnost izrade i korišćenja plana	8	1	2	3	4
9	Vrsta objekta	10	2	4	3	1
10	Broj aktivnosti (pozicija) u projektu	9	2	4	3	1

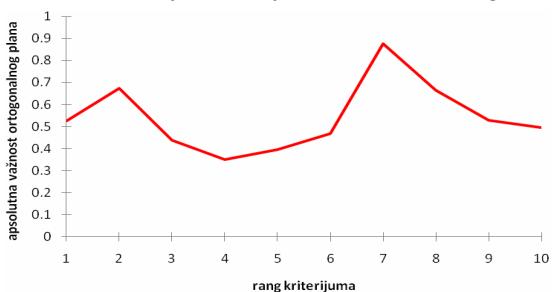
Na slikama 1 do 4 prikazana je raspodela funkcije absolutne važnosti (AV, Tabela 4), na osnovu koje je izvršeno rangiranje planova, u odnosu na rang kriterijuma kvaliteta povoljnosti primene dinamičkih planova.

Tabela 4 – Rang kriterijuma i absolutna važnost (AV) planova

Rang	Kriterijum	Gantogram	Ortogonalni plan	Ciklogram	Mrežni plan
1	Mogućnost analiza (MA)	0.688	0.524	0.679	1.000
2	Prezentacija plana (PP)	0.917	0.672	0.695	0.581
3	Primena softvera (PS)	0.783	0.439	0.499	1.000
4	Određivanje kritičnog puta (OKP)	0.652	0.350	0.529	1.000
5	Dinamičnost plana (DP)	0.799	0.396	0.586	1.000
6	Univerzalnost plana (UP)	1.000	0.468	0.554	0.712
7	Kompletност plana (KP)	0.614	0.875	0.858	0.642
8	Jednostavnost izrade i korišćenja plana (JIK)	1.000	0.664	0.632	0.374
9	Broj aktivnosti (pozicija) u projektu (BA)	0.807	0.528	0.677	0.955
10	Vrsta objekta (VO)	0.615	0.496	0.583	0.972
	suma	7.275	5.412	6.31	8.236

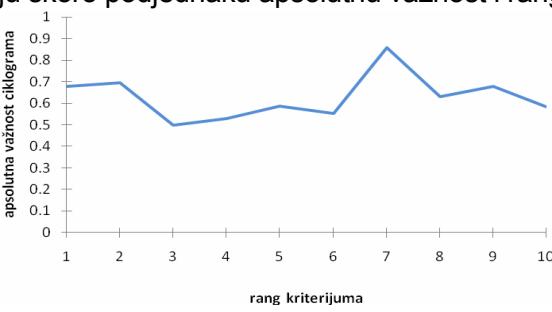


Slika 1 – Raspodela absolutne važnosti gantograma

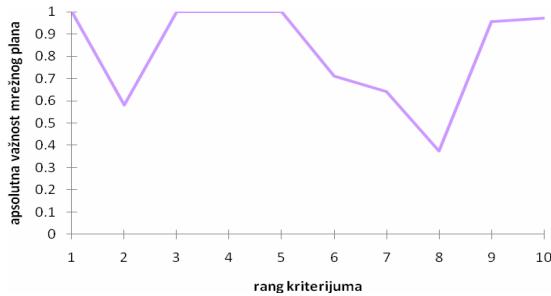


Slika 2 – Raspodela absolutne važnosti ortogonalnog plana

Na slici 5, koja pokazuje raspodelu apsolutne važnosti gantograma i mrežnog plana po kriterijumima kvaliteta dinamičkih planova, može se uočitu da se mrežni plan i gantogram dosta dobro dupunjaju. Za one kriterijume za koje mrežni plan ima manju apsolutnu važnost, pa samim tim i niži rang, gantogram ima veću apsolutnu važnost i viši rang, i obrnuto. Jedino kod kriterijuma *Kompletnosti plana* oba plana imaju skoro podjednaku apsolutnu važnost i rangove 3 i 4.

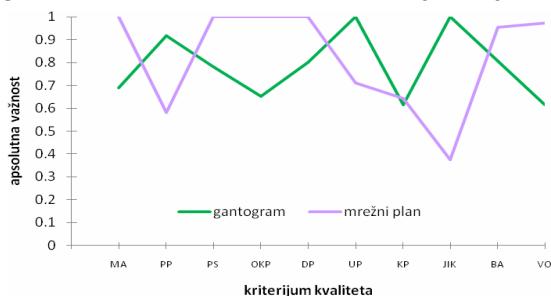


Slika 3 – Raspodela absolutne važnosti ciklograma

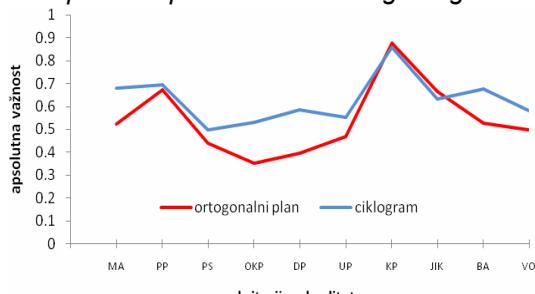


Slika 4 – Raspodela apsolutne važnosti mrežnog plana

Slika 6 pokazuje raspodelu apsolutne važnosti ortogonalnog plana i ciklograma, gde se može uočiti da su njihove apsolutne važnosti vrlo ujednačene, s tim što skoro za sve kriterijume ciklogram ima viši rang u odnosu na ortogonalni plan. Jedino za kriterijum *Kompletnost plana*, oba ova plana imaju visok rang, ali je ortogonalni plan za nijansu sa boljim rezultatima. Na osnovu prethodnih analiza, može se izvesti zaključak da je mrežni plan, kao plan sa najvećim brojem kriterijuma za koje ima prvo mesto rang liste, najpovoljniji i najprihvatljiviji u planiranju izvođenja radova. Važno je i to što mrežni plan ima rang 1 za kriterijume koji su po svojoj važnosti na prvim mestima rang liste. Takođe, značajan podatak je da se svi nedostaci mrežnog plana, u velikoj meri mogu dopuniti gantogramom kada se radi u kombinaciji sa njim.



Slika 5 – Raspodela apsolutne važnosti gantograma i mrežnog plana



Slika 6 – Raspodela apsolutne važnosti ciklograma i ortogonalnog plana

4. ZAKLJUČAK

Definisani su kriterijumi kvaliteta za ocenu izrade dinamičkih planova bilo koje vrste i kriterijumi kvaliteta povoljnosti primene dinamičkih planova, sa ciljem da se utvrdi koji od definisanih kriterijuma je najpovoljniji u primeni dinamičkih planova izvođenja radova kod izgradnje građevinskih objekata.

Na osnovu sprovedene ankete kompetentnih eksperata i primenom metode korelacije ranga, utvrđeno je da je za planiranje izvođenja radova najpovoljniji mrežni dinamički plan, a odmah za njim dolazi paralelni dinamički plan – gantogram. Ovim istraživanjem je potvrđeno ono što se i inače očekivalo. Mrežni plan je najkompletniji, a gantogram jednostavan i vrlo pregledan plan. Ova činjenica je sigurno i presudna što je primena gantograma najzastupljenija kod planiranja izvođenja radova u našim građevinskim preduzećima.

5. LITERATURA

- [1] Dutina, V.: *Modeliranje i izbor optimalne organizacione strukture građevinskih preduzeća*, doktorska disertacija, Građevinsko-Arhitektonski fakultet, Kosovska Mitrovica, 2000.
- [2] Herve, A.: *The Kendall Rank Correlation Coeficient*, Encyclopedia of Measurement and Statistic, The University of Texas, 2007.
- [3] Pašalić, B., Dragović, V.: *Osnovi statističke analize kroz primjere*, Savremena administracija, Beograd, 1981.
- [4] Trajković, D.: *Prognoziranje efekta primene građevinske mehanizacije u uslovima izvršenja rada*, doktorska disertacija, Građevinski fakultet, Niš, 1984.
- [5] Trajković, D.: *Organizacija građenja I*, Građevinski fakultet, Niš, 1995.
- [6] Zlatanović, M.: *Upravljanje transportnim procesima izgradnje saobraćajnica*, Građevinsko-architektonski fakultet Univerziteta u Nišu, 1999.

INDEKS AUTORA

- **Blagojević mr Borislava, dipl. inž. građ.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 1 – 8
- **Bogdanović dr Veliborka, dipl. inž. građ.**
redovni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 9 – 16
- **Bonić mr Zoran, dipl. inž. građ.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš,
str. 25 – 32, 49 – 56, 127 - 133
- **Carić Olga, dipl. inž. arh.**
sar. u nastavi, Fakultet tehničkih nauka, Departman za arhitekturu i
urbanizam, Novi Sad, str. 33 – 40, 143 - 150
- **Ćosić mr Mladen, dipl. inž. grad.**
student doktorskih studija, str. 41 – 48
- **Davidović mr Nebojša, dipl. inž. građ.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš,
str. 25 – 32, 49 – 56, 127 - 133
- **Deretić Stojanović dr Biljana, dipl. inž. građ.**
vanr. prof, Građevinski fakultet, Beograd, str. 57 - 64
- **Đorić Veljković dr Snejžana**
docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 181 – 188
- **Đordjević Milica, dipl. inž. arh.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 65 – 72
- **Folić dr Radomir, dipl. inž. grad.**
prof. emeritus, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, str. 189 - 195
- **Gligorijević mr Milan, dipl. inž. građ.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 73 – 78
- **Gocić mr Milan**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 79 – 85
- **Grdić dr Zoran, dipl. inž. građ.**
vanr. prof, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš,
str. 87 – 94, 231 - 238
- **Hiel dr Ksenija, dipl. inž. arh.**
docent, Fakultet tehničkih nauka, Departman za arhitekturu i
urbanizam, Novi Sad, str. 143 – 150
- **Igić dr Tomislav, dipl. inž. arh.**
red. prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 95 – 102
- **Jovanović dr Goran, dipl. inž. arh.**
docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 223 - 230
- **Jevremović Ljiljana, dipl. inž. arh.**
Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 103 - 110
- **Jordanović Marina, dipl. inž. arh.**
asistent pripravnik, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš,
str. 111 – 118

- **Karamarković dr Jugoslav**
redovni profesor, Građevinsko-architektonski fakultet, Niš, str. 181 – 188
- **Keković dr Aleksandar, dipl. inž. arh.**
docent, Građevinsko-architektonski fakultet, Niš, str. 119 - 125
- **Kisin dr Srđan**
redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, str. 239 - 246
- **Kobliška Dejan, dipl. inž. grad.**
asistent, Tehnički fakultet, Kosovska Mitrovica,
str. 25 – 32, 49 – 56, 127 - 133
- **Koneski Aleksandra, dipl. inž. arh.**
Građevinsko-architektonski fakultet, Niš, str. 135 – 142
- **Kondić Slaviša, dipl. inž. arh.**
asistent pripravnik, Građevinsko-architektonski fakultet, Niš, str. 65 – 72
- **Kostić dr Dragan, dipl. inž. grad.**
docent, Građevinsko-architektonski fakultet, Niš, str. 9 – 16
- **Kostić mr Svetlana, dipl. inž. grad.**
asistent, Građevinski fakultet, Beograd, str. 57 - 64
- **Krkliješ mr Milena, dipl. inž. arh.**
asistent, Fakultet tehničkih nauka, Departman za arhitekturu i
urbanizam, Novi Sad, str. 33 – 40
- **Kubet Vladimir, dipl. inž. arh.**
asistent, Fakultet tehničkih nauka, Departman za arhitekturu i
urbanizam, Novi Sad, str. 143 – 150
- **Kudeyarova P. dr Nina**
Belgorod State Technological University named after Shukhov,
str. 151– 156
- **Lomachenko V. mr Dmitry**
Belgorod State Technological University named after Shukhov,
str. 151– 156
- **Matić Bojan, dipl. inž. grad.**
asistent, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad,str. 157 – 164
- **Marković dr Nenad, dipl. inž. grad.**
docent, Građevinski fakultet, Beograd, str. 57 - 64
- **Maslak Emir, dipl.inž.grad.**
asistent, DUNP Departman za Građevinarstvo, Novi Pazar,
str. 197 – 206
- **Matejević mr Biljana, dipl. inž. grad.**
asistent, Građevinsko-architektonski fakultet u Nišu, str. 255 - 263
- **Mijalković dr Marina, dipl. inž. grad.**
vanr. prof., Građevinsko-architektonski fakultet, Niš,
str. 173 – 180, 189 - 195
- **Miljković Miomir, dipl. inž. grad.**
asistent, Građevinsko-architektonski fakultet, Niš, str. 165 – 172
- **Milošević mr Bojan, dipl. inž. grad.**
Visoka građevinsko geodetska škola, Beograd, str. 173 – 180
- **Nedučin Dejana, dipl. inž. arh.**
asistent, Fakultet tehničkih nauka, Departman za arhitekturu i
urbanizam, Novi Sad, str. 33 – 40

- **Petronijević Predrag, dipl. inž. građ.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 247 - 254
- **Petrović Marjan, dipl. inž. arh.**
saradnik, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 119 - 125
- **Petrović Miloš, dipl. inž. građ.**
stud. dokt. studija, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 181 – 188
- **Petrović Žarko, dipl. inž. građ.**
asistent pripravnik, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 173 – 180
- **Plavšić dr Jasna, dipl. inž. građ.**
docent, Građevinski fakultet, Beograd, str. 1 – 8
- **Protić-Bogdanović mr Ivana, dipl. inž. arh.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 17 – 24
- **Prolović dr Verka, dipl. inž. grad.**
red. prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 25 – 32, 49 – 56
- **Radivojević mr Dragan, dipl. inž. građ.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 79 – 85
- **Radović dr Nebojša, dipl. inž. građ.**
docent, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad str. 157 – 164
- **Ranković mr Slobodan, dipl. inž. građ.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 189 - 195
- **Ristić Nenad, dipl. inž. građ.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 231 - 238
- **Sadović Enis, dipl.inž.građ.**
stud. dokt. studija, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 197 - 206
- **Sremac Siniša, dipl. inž.saob.**
asistent, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, str. 157 – 164
- **Spasojević dr Ana, dipl. inž. grad.**
Guscetti&Tournier SA Ingenierie civile, Carouge, str. 207 – 214
- **Stavretović dr Nenad, dipl. inž. šum.**
docent, Šumarski fakultet, Beograd, str. 215 - 222
- **Stefanović mr Bogdan, dipl. inž. šum.**
asistent, Šumarski fakultet, Beograd, str. 215 - 222
- **Stoiljković mr Branislava, dipl. inž. arh.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 223 - 230
- **Stojić dr Dragoslav, dipl. inž. građ.**
red. prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 231 - 238
- **Šurdilović-Spasojević mr Marija, dipl. inž. građ.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 207 - 214
- **Tanić mr Milan, dipl. inž. arh.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 65 – 72
- **Topličić-Čurčić dr Gordana, dipl. inž. grad.**
docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 87 - 94
- **Trajković dr Slaviša, dipl. inž. građ.**
vanr. prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 79 - 85

- **Turnić Dragana, dipl. inž. arh.**
stud. dokt. studija, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš,
str. 95 – 102, 247 - 254
- **Uzelac dr Đorđe, dipl. inž. grad.**
profesor, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, str. 157 – 164
- **Vacev dr Todor, dipl. inž. grad.**
docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 239 - 246
- **Zdravković dr Slavko, dipl. inž. grad.**
red. prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, str. 247 - 254
- **Zećirović Edin, dipl.inž.građ.**
stud. dokt. studija, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš,
str. 197 – 206
- **Živković dr Nenad, dipl. geograf.**
docent, Geografski fakultet, Beograd, str. 1 – 8
- **Zlatanović dr Milorad, dipl. inž. grad.**
red. prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 255 - 263

ZBORNIK
RADOVA
GRADEVINSKO-
ARHITEKTONSKOG
FAKULTETA

Niš | 2010. | broj 25

University of Nis
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

COLLECTION OF PAPER ABSTRACTS

N^o 25, 2010

Editor

The Faculty of Civil Engineering and Architecture
Aleksandra Medvedeva 14
Niš, Serbia

For the Editor

D.Sc.Constr. Dragan Aranđelović, dean

Editor-In-Chief

D.Sc. Constr. Slaviša Trajković, assistant prof.

Editorial Board

D.Sc. Dragoslav Stojić, full prof.
D.Sc. Nikola Cekić, full prof.
D.Sc. Đorđe Đorđević, full prof.
D.Sc. Zoran Grdić, assistant prof.
D.Sc. Branko Turnšek, associate prof.
M.Sc. Marina Trajković, assistant

Technical Adaption

arch. Vladan Nikolić

English Language Lector

BA. Phil. Goran Stevanović

Papers are Reviewed

ISSN 1452-2845

Printed by:

Printing Office "Punta" d.o.o. Niš
Number of Copies Printed: 200

UDK: 556.1:620.92(497.11)(045)=163.41

AVERAGE FLOW REGIONALISATION ON THE TERRITORY OF SERBIA

Borislava Blagojevic¹
Jasna Plavsic²
Nenad Zivkovic³

Summary

Regional hydrologic analysis is used for predicting runoff in ungaged basins. Regionalisation could be preformed by various procedures. Several average flow regionalisations on the territory of Serbia have been done so far. Regions were identified either based on all available gauge stations data or for those covering small to medium basins. The paper presents review of existing average flow regionalisations on the territory of Serbia and region identification methodology, with emphasis on flow data procession period, basin area and attributes/characteristics used in the regionalisation process. Two regionalisation procedures are presented in the paper: regional statistic analyses and cluster analises.

The aim of average flow regionalizations on the territory of Serbia review is to point out to guidelines for further investigation and regionalisation of mean monthly flow series characteristics.

Key words: hydrologic regions, average flow, cluster analysis, regional statistic analysis

¹ Borislava Blagojevic, MA, grad.civ.eng., Assistant Lecturer, Faculty of Civil Engineering and Architecture, A.Medvedeva 14, 18000 Nis. b.blagojevic@eunet.rs ;

² Jasna Plavsic, PHdr, grad.civ.eng., Assistant Professor, Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, Bul. Kralja Aleksandra 73, 11000 Beograd.

³ Nenad Zivkovic, PhD, grad.geograph., Assistant Professor, Faculty of Geography, University of Belgrade, Studentski trg 3, 11000 Beograd

UDK: UDK:72.01:697.1/.5(045)=163.41

THERMOVISION EXAMINATION OF ARCHITECTONIC STRUCTURES ENERGY EFFICIENCY

Veliborka Bogdanović¹
Dragan Kostić²

Abstract

Examination of basic parameters of thermal insulation, heat resistance and heat passage coefficient of constructed architectonic buildings is very significant because it facilitates definition of actual energy efficiency which can differ from the design one. By recording the surface temperatures via a thermal camera, data processing and calculation of values of heat passage coefficient, examination of newly constructed or thermally upgraded buildings can be performed. The paper presents a description of methodology, an example of measuring of surface temperatures by a thermal camera and shows the potential of determination of heat passage coefficient on a concrete structure.

Key words: *energy efficiency, thermal camera, heat passage coefficient.*

¹ PhD, Full professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

² PhD, Assistant professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

UDK: 711.4/.7(045)=163.41

PARTNERSHIP APPROACH AND CITIZEN PARTICIPATION IN THE PROCESS OF URBAN REGENERATION

Ivana Bogdanović Protić¹

Abstract

The main characteristic of urban regeneration is simultaneous treatment of physical, economical, social and environmental aspects of urban problems, strategic approach, various stakeholders' involvement, partnership approach and citizen participation. Partnership approach implies various stakeholders joining in order to reach the synergic effect in shared aims and visions setting. Concept of citizen participation is considered as one of the basic instruments for achieving efficient urban regeneration. It contributes to accomplishing the higher quality and the higher sustainability of urban problems solution, greater cooperation of various subjects, local democracy strengthening, education and developing new skills. Levels of participation range from citizen informing and consulting, to citizen participation in decision making and particular activities related to regeneration of urban areas.

Key words: *urban regeneration, partnership approach, citizen participation*

¹ Ivana Bogdanović Protić, MA, assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

UDK: 624.012.45:624.153.001.57(045)=163.41

SHALLOW REINFORCED CONCRETE FOUNDATIONS PUNCHING SHEAR CONTROL IN REGULATIONS AND EXPERIMENTAL TESTING CONDITIONS

Zoran Bonić¹
Verka Prolović²
Nebojša Davidović³
Dejan Kobliška⁴

Abstract

Calculation of punching shear of foundations has been paid inadequate attention in national and international technical regulations. The majority of regulations only mentions the punching shear calculation, and there are regulations which do not mention it at all. Regarding the fact that the foundations are supported by a deformable basis – soil, the foundation behavior issue becomes complex from the aspect of foundation-soil interaction and requires detailed theoretical and experimental analysis. In the experiments so far, the soil has been substituted or simulated in some way, so our experience in this area are very humble, and further experimental research is necessary.

Key words: foundation footing, punching shear, regulations, experiment

¹MA, assistant lecturer, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš,

²PhD, Full professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš,

³MA, assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš,

⁴Grad.civ.eng., The Faculty of Technical Sciences of Kosovska Mitrovica

UDK: 728.2(045)=163.41

CONSEQUENCES OF GENTRIFICATION OF A RESIDENTIAL NEIGHBOURHOOD - A CASE STUDY

Olga Carić¹
Dejana Nedučin²
Milena Krkliješ³

Abstract

Gentrification, a highly complex process, has been a controversial topic among international professional circles for decades. Its definition went through numerous hefty alterations since it first appeared almost half a century ago. Today, gentrification entails a holistic process in course of which devastated residential or non-residential areas undergo re-investment and a significant overall change of their character, also encountering an influx of a more prosperous group of inhabitants and users.

In this paper, consequences of gentrification of a residential neighborhood in Novi Sad, Serbia, have been analyzed. The process, commenced in this area in late 1990s, has been causing massive changes of its socio-spatial character and identity.

Key words gentrification, urban transformation, socio-economic factors

¹ Olga Carić, MSc. in Architecture and Urban Planning, teaching assistant, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning

² Dejana Nedučin, MSc. in Architecture and Urban Planning, teaching assistant, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning

³ Milena Krkliješ, MSc. in Architecture and Urban Planning, teaching assistant, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning

UDK: 624.042.7:550.344(045)=163.41

CAPACITY/DEMAND ANALYSIS OF SYSTEM FOR PERFORMANCE BASED SEISMIC DESIGN

Mladen Ćosić¹

Summary

This paper presents aspects of the capacity/demand analysis for system in a case of seismic effects. The response of the system is considered using nonlinear static pushover analysis, and the demand that is placed for system determines from response spectrum and demand curve. Such methodology of determining the capacity/demand relationship of system through the level of target displacement was implemented in ATC codes as Capacity Spectrum Method. The potential relations of the capacity/demand of system were discussed for various levels of target displacement, and through the performance of system: level of deformation, stiffness of system, ductility, existence of hysteretic and viscous damping. On the basis of established performances in this paper for different levels of capacity/demand of system, it is possible to perform a qualitative analysis for real computational models of buildings.

Key words: *performance of system, Capacity Spectrum Method, Nonlinear Static Seismic Analysis*

¹ MrSc., dipl.civ.eng., PhD student, mladen165@inffo.net

UDK: 624.153+624.159.2(045)=163.41

COMPARISON OF METHODS OF CALCULATION OF SETTLEMENT OF SHALLOW FOUNDATIONS ON GRANULAR SOIL ON THE BASIS OF THEORETICAL-EXPERIMENTAL ANALYSIS

Nebojša Davidović¹

Zoran Bonić²

Verka Prolović³

Dejan Kobliška⁴

Abstract

Contemporary scientific literature states that there are more than 40 methods of calculation of settlement of shallow foundations on granular soil. In all these methods the three most important variables affecting the settlement are applied pressure, soil stiffness and the foundation width. Methods in general overestimate the expected settlement, and underestimate soil bearing capacity, which results in a conservative foundation design. In order to test accuracy and reliability of the different settlements prediction methods, a comparative analysis of settlements calculated using these methods and those measured during experiment within the research project "Theoretical and experimental analysis of interaction of shallow reinforced concrete foundations and soil for the purpose of improvement of national regulations and implementation of Eurocode system", where in situ tests of a series of reinforced concrete foundation footing were performed, by loading until failure, was performed.

Key words: Settlements, shallow foundations, granular soil, method, scientific-research project, experiment, theoretical-experimental analysis.

¹ M.Sc.C.E., assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, dnebojsa@gaf.ni.ac.rs

² M.Sc.C.E., assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, zokibon@yahoo.com

³ Ph.D., full professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, vprolovic@yahoo.com

⁴ B.Sc.C.E., assistant, The Faculty of Technical Sciences of K.Mitrovica, dkobliska@gmail.com #

UDK: 624.072.1:624.016:624.072.2(045)=163.41

LONGITUDINAL SHEAR OF CONCRETE SLAB IN COMPOSITE BEAM ANALYSIS ACCORDING TO EC4

Biljana Deretić-Stojanović¹
Svetlana Kostić²
Nenad Marković³

Abstract

In this paper, the analysis of longitudinal shear in concrete slab, according to Eurocode 4 (EN 1994-1-1:2004), is shown. The potential surfaces of shear failure in solid and composite slab are analyzed. For each potential surface of shear failure, the corresponding length is defined. The transverse reinforcement should be determined from the condition that, for any potential surface of shear failure, the design longitudinal shear per unit length (shear flow) is not greater than the longitudinal shear resistance of the slab per unit length. The longitudinal shear resistance of concrete slab per unit length should be determined according to EN 1992-1-1. The rules for transverse reinforcement are based on a truss analogy, i.e. the concrete slab is considered as a truss system that has compressed concrete struts and tensioned reinforcement (chords). The failure occurs when either the reinforcement yields or the concrete struts fail in compression. The transverse reinforcement in the concrete slab transfers the shear stresses from studs (shear connectors) and ensures that the premature failure of the slab will not occur.

Key words: composite structures, shear, concrete slab

¹ Biljana Deretić Stojanović, PhD, Professor, Faculty of Civil Engineering University of Belgrade

² Svetlana Kostić, MSc, Teaching Assistant, Faculty of Civil Engineering University of Belgrade

³ Marković Nenad, PhD, Associate Professor, Faculty of Civil Engineering University of Belgrade#

UDK: 72.01:728.3(045)=163.41

USER'S INCLUSION IN ARCHITECTURAL DESIGN PROCESS IN THE CONTEXT OF INDIVIDUAL INTERPRETATION OF HOUSING ENVIRONMENT

Milica Đorđević¹
Slaviša Kondić²
Milan Tanić³

Abstract

A conventional approach to architectural housing design is based on methodological principles and norms that are largely adapted to the basic users' needs. At the same time, the fact that the users' needs and exploitation of housing are changeable over time is very often ignored.

In practice, possibilities of adjustment to new, specific users' needs by changing existing structure and forming different spatial configurations of housing environment are minimal. Available degree of modification usually involves an intervention through reorganization of existing equipment in rigidly defined housing unit volume.

Potential solution to this problem, especially distinct in multi-family housing, should be a more active involvement of users in the process of space shaping. Through valorization of experimental projects and analysis of specificity in the design – user process relation, the basic set of recommendations that could contribute to a greater potential of this design approach, is formulated.

Key words: *housing environment, design process, user, flexibility*

¹ Milica Đorđević, eng. Arch. research assistant of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

² Slaviša Kondić, grad. Eng. Arch., trainee assistant of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

³ MA Milan Tanić, grad. eng. arch., teaching assistant of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

UDK: 624.2/.8:69.05(497.11NIŠ)(045)=163.41

BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM AND BRIDGES IN THE CENTER OF NIŠ

Milan Gligorijević¹

Abstract

Application of bridge management system enables optimum usage of available means for adapting the existing bridges to the traffic requirements and safety demands. The author of this paper has, within inspection of the bridges in the center of Niš, perceived an extreme increase of damage of certain bridge structures, with alarming decrease of bearing capacity, stability and thus, safety of bridge structures. The rating of these bridges in the Bridge management system called for an urgent restoration of certain structural elements, which, unfortunately, has not been done, so an incidental collapse of vital structural elements of bridges occurred due to neglect and lack of maintenance.

Key words: *Bridge management system, damage, maintenance, repairs and revitalizations*

¹ Milan Gligorijević, MA, Assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

WASTE WATERS IN PROTECTED AREAS OF THE JELASNICA AND SICEVO GORGES

Milan Gocić¹,
Dragan Radivojević²,
Slaviša Trajković³

Abstract

The goal of this paper is: first, present a way of household waste water disposal; second, present the results of sanitary-technical supervision; and, third, propose a number of measures and activities which should result in sustainable household waste water disposal in protected areas.

On the basis of supervision and a long-lasting analysis the following conclusions were made: in the rural area, there is no proper household waste water disposal, the water is let out in the streets, farming land and streams, water courses are very much polluted by the waste water, there is a great risk of contagious diseases propagation.

The proposition of corrective measures: produce design documents and construct sewage systems in larger villages, construct proper sanitary septic tanks in small villages. The management in smaller villages, which are to store the waste waters in septic tanks, should be entrusted to the newly formed municipal public utilities company. In the larger villages where sewage systems ought to be constructed, the management of the systems should be entrusted to the JKP Naissus, which has already been managing the sewage system of the city of Niš.

Key words: sewage waters, protected areas, sewage systems, the Jelasnica gorge, the Sicevo gorge.

¹ MA Milan Gocić, the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

² MA Dragan Radivojević, the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

³ PhD Slaviša Trajković, the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

UDK: 72.01:691:502/504(045)=163.41

ENVIRONMENTAL MATERIALS – SUSTAINABLE ARCHITECTURE COMPONENT

Zoran Grdić¹
Gordana Topličić Ćurčić²

Abstract

Buildings significantly alter our environment. Their construction consumes around 40% of stone, fine and coarse aggregate as well as 25% of timber. These structures consume 40% of Energy and 16% of water used worldwide in a year. The construction rubble makes up a large share of waste materials. Selection of environmentally acceptable materials is one of the ways for improvement of environmental characteristics of buildings. Simprolit blocks, green and smart concretes, environmental floorings, self-cleaning glass, low-emission glass, environmental furniture are only some of the examples of possible environmental materials. However, in order to have a usable environmental design, it has to be economically justifiable.

Key words: Environment, sustainable architecture, environmental materials

¹ PhD, associate professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš, zoran.grdic@gaf.ni.ac.rs

² PhD, assistant professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš, gordana.toplicic.curcic@gaf.ni.ac.rs

UDK: 624.014.2:624.046:624.074.43(045)=163.41

LIMIT ANALYSIS, OPTIMUM CONDITIONS AND EXAMPLES OF DIMENSIONING OF METAL SHELLS

Tomislav S. Igić¹
Dragana Turnić²

Abstract

A part of this paper points to the limit analysis of circular cylindrical shells for a complex form of load. The optimum conditions of dimensioning of metal, cylindrical shells in the area of plasticity have been derived, with the purpose of minimizing costs. Using the results and experience of the first author of the paper, the original examples are offered. The solutions of a number of these problems have been obtained in an analytical form. The complex examples of shells and the corresponding loads have been solved through application of numerical methods. Certain obtained results were confirmed by the experiments conducted in the laboratories of the Faculty of Polytechnics in Monse, Belgium.

¹ PhD, full professor, the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš
² Grad.eng.arch, the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

UDK: 721.4:72.01(045)=163.41

APPLICATION OF ATRIA FORMS IN DESIGN OF Y BUILDINGS FOR INDUSTRY

Ljiljana Jevremović¹

Summary

Structures with the form atria appeared as early as in the ancient times. Applicability of this concept was tested in practice so far in a number of structurally, functionally and spatially different types of buildings. This paper deals with industrial facilities that are designed and built as modern facilities that must meet the increasingly more complex and stringent requirements. Designers are presented the complex conditions, for rational organization of space, needs to create maximum comfort and humane working environment, energy efficiency and economy, to the characteristic appearance. The aim of the analysis is to examine the potentials of the atria form buildings, as a typological design in meeting the given conditions. Several modern buildings that belong to the typology of industrial facilities and where atria form was applied were analyzed. Examples of architectural structures that use this form are used in the further discussion about implementation models of this form in designing an industrial facility. At the end, this paperwork makes a conclusion about the possibilities of applying atria concept in the design of industrial facilities, limitations and shortcomings, but emphasizes the positive aspects of the implementation of this concept in line with modern approaches and trends in the design.

Key words: atrium, design, industry, architectural concept, form

¹ Ljiljana Jevremović, grad. Eng. Arch. ,scholarship holder of MNTR

UDK: 624.01:624.042.6(045)=163.41

LARGE SPAN STRUCTURES THEIR IMPACT ON THE SHAPING OF BUILDINGS

Marina Jordanović¹

Summary:

The modern architectural buildings of various purposes in the world, do not represent just the satisfaction of human needs for space, but in some ways display exceptional technological achievements, both in structural and in the formative sense. Combining different materials and using their characteristics, the connection between the supporting and the supported, interior and exterior is established.

Large span structures facilitate creation of a special environment within the structure, and represent a major challenge to engineers, but the question is whether they limit or contribute to the spatial shaping.

Keywords: *structure, large span, design, design*

¹ Assistant, the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

UDK: 725.94(045)=163.41

CONTEMPORARY PRINCIPLES OF INTERVENTIONS ON EXTERNAL AND INTERNAL PARTS OF HERITAGE BUILDINGS

Aleksandar Keković¹
Marjan Petrović²

Abstract

In this paper, the subject is establishing of principles when, and to what extent, it is possible to harmonize the newly constructed physical structures, in the form of annexes or other forms with the façade or roof planes of cultural monuments, cultural monuments of great and extreme importance, in the immediate proximity of the cultural monuments or exclusively interior interventions. Primarily, the accent is on the composition and functional analysis of the newly created from, which to a smaller or greater extent alters the appearance of the entire structure. This investigates to what extent it is possible to intervene, without losing the perceptive sensation of the whole, and the cultural value potential. It has been hypothesized that "aesthetic assimilation of the new architecture and historical structures" is possible, which was proved through the analysis of the case studies, where these interventions were evaluated as successful. In order to elaborate the proving procedure, the fundamental criteria of evaluation have been established: the relation of forms in space, interaction of applied materials, function, usage in the context of social historical periods, within which various value judgments and criticism is established.

The basis for such assumptions was found in the theoretical considerations of Cesare Brandi, who wrote: „The physical consistency of the work of art must have priority, because it represents the actual place of materialization of an artistic notion and provides transference of form to future, so facilitating its reception in the human mind”

Key words, building heritage, architectonic form, structure, context

¹ Aleksandar Keković, PhD, assistant, the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

² Marjan Petrović, grad.eng.arch, research assistant, the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

UDK: 624.071.32:624.01(045)=163.41

CLASSIFICATION OF PILES IN MODERN CIVIL ENGINEERING

Dejan Kobliška¹
Zoran Bonić²
Nebojša Davidović³

Abstract

Modern civil engineering is characterized by construction of increasingly complex structural systems and by extreme loads. Special problems are posed by often unfavorable geotechnical conditions, where such structures can be found, so application of piles for their foundations is the most adequate solution. Nowadays, over two hundred types of piles of various construction technologies have been in use, but only a small number of the best quality ones are widely applied. For the purpose of a systematic consideration and correct choice of piles it is necessary to classify them. The paper presents the most important classifications of piles, depending on the aspects from which observation and analysis is performed.

Key words: *piles, classification, aspects of classification.*

¹Grad. Civ. Eng. The Faculty of Technical Sciences in Kosovska Mitrovica

²MA, assistant, the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

³MA, assistant, the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

UDK: 728.1/.3(497.11NIŠ)(045)=163.41

QUALITY INDICATORS OF URBAN RESIDENTIAL ENVIRONMENT IN THE URBAN PLANS OF THE CITY OF NIŠ

Aleksandra Koneski¹

Abstract:

Housing as a basic human need and the most common type of construction requires a precise and clear indicators of quality of residential environment in the planning documents in order to achieve the planned quality in urban environment. However, in practice, different or the same indicators of quality of residential environment in the plan documents in the process of implementation of the plan achieves the same or different quality which indicates that the vague and incomplete indicators can provide legal manipulation of this indicators. This paper will primarily provide systematization and review of relevant indicators of quality of residential environment through various urban plans of the city of Niš. The possibility of different interpretations will be also discussed, and therefore the different applications of the same indicators which in the practice lead to various quality of residential environment in the territory covered by the same plan, or by the same indicators in different plans.

Key words: quality indicators of urban residential environment, urban plans of the city of Niš

¹ Aleksandra Koneski, PhD student of the Faculty of Civil Engineering and Architecture, University of Niš

UDK: 728.1/.3:696/697(045)=163.41

HOUSING UNIT FLEXIBILITY DEPENDING ON GROUPING OF SERVICES

Vladimir Kubet¹
Olga Carić²
Ksenija Hiel³

Abstract

Due to application of new techniques and technologies, life in urban housing units can be perceived through transformation of their functional organization. Different family structures and numerous ways of use have contributed to alteration of the traditional comprehension of this typology and, thus, changed the planning process. In this paper, flexibility of a housing unit's function depending on organization of services and choice of the load-bearing structure has been researched. In that aspect, grouping services into a service core, as well as geometry of a unit's blueprint represent significant factors. Three-room and larger apartments oriented to one or more sides of a building were analyzed according to these parameters. Flexibility according to a unit's number of floors as well as its size was also analyzed.

Key words *housing unit, flexibility, function, service core, load-bearing construction*

¹ Vladimir Kubet, MSc. in Architecture and Urban Planning, teaching assistant, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning

² Olga Carić, MSc. in Architecture and Urban Planning, teaching assistant, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning

³ Ksenija Hiel, PhD. in Architecture and Urban Planning, assistant professor, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Architecture and Urban Planning

UDK: 691.54+691.322(045)=111

THE INFLUENCE OF QUANTITY OF SLAG ON CEMENT PROPERTIES WITH USING DR-3 ADDITION

**Dmitry V. Lomachenko¹,
Nina P. Kudayarova²**

Resume

There is properties of cement grinding with DR-3 addition with various quantity of slag was researched. Slag as a major active mineral addition widely using in cement industry in Russian Federation, but at the same time it's more hard-grinding material than cement. At the same time various additions using for intensify cement clinker grinding. One of this additions DR-3 addition, which has resorcinol waste production base. Resorcinol waste production represent stillage bottoms after distillation of ready product Using of DR-3 addition can provide more grindability of cement klinker with slag, and also improve properties and strength of finished product.

Key words: *cement, slag, addition, grindability*

¹ Mr., Belgorod State Technological University named after Shukhov

² Ph.D., Prof, Belgorod State Technological University named after Shukhov

UDK: 624/627(045)=163.41

BIM IN ENGINEERING

Bojan Matić¹
Đorđe Uzelac²
Nebojša Radović³
Siniša Sremac⁴

Abstract:

BIM is neither a product nor software, it is an integrated process based on the coordinated and reliable information from designing to exploitation of a structure. BIM enables engineers to much easily foresee the performance of a structure prior to construction, react faster to the changes in the design, optimize designs through analyses, simulation and visualization and obtain high quality of construction documents. Moreover, it provides valuable data from the model, for the purpose of easier and faster decision making and a more economical design. Complete life cycle of a road design can be controlled from one source, which contributes to faster, easier, safer and more accurate concept of road network data management. BIM provides quality management of four segments: manpower, money, machine, material, which will be presented in the paper.

Key words: *data management, BIM, life-cycle of a road.*

¹ Bojan Matić grad. civ. Eng., assistant, The Faculty of Technical Sciences

² Đorđe Uzelac, grad. civ. Eng., professor, The Faculty of Technical Sciences

³ Nebojša Radović, grad. civ. Eng., assistant prof., The Faculty of Technical Sciences

⁴ Siniša Sremac, grad. Traffic Eng., assistant, The Faculty of Technical Sciences

UDK: 691.16.001.2(045)=163.41

ADVANCED LABORATORY TESTS OF ASPHALT MIXTURES FUNDAMENTAL MECHANICAL CHARACTERISTICS

Miomir Miljković¹

Abstract

Permanent deformation in asphalt layers, whose manifestation on the carriageway surface is named rutting, is one of the most important forms of damage of asphalt roadway structures. Depending on the level, it can present a significant obstacle for safe traffic, driving comfort and service life of the roadway structure as a whole. In addition to the Superpave® method of volumetric design of mixtures, three, so called „simple performance tests“ (SPT) have been proposed. Each of these tests have been conducted at uniaxial or triaxial compression of cylindrical test specimens. They include determination of the dynamic module, permanent deformation test with repeated load (the number of yields), and permanent deformation test with static load (time of yield). These tests provide a relatively good view of the mixture behavior in service. Implementation of these tests provides a potential link between mixture design and structural analysis, which was the goal in a large number of earlier research of flexible roadway structures.

Key words: asphalt mixtures, rutting, permanent deformation, dynamic module, repeated load, number of yields, static load, time of yield.

¹ Grad. Civ. Eng, assistant, University of Niš, The Faculty of Civil Engineering and Architecture

UDK: 624.072.22:624.041:681.3.06(045)=163.41

LINEAR PROGRAMMING IN THE BORDER ANALYSIS OF STATICALLY INDETERMINATE TRUSS GIRDERS

Žarko Petrović¹
Marina Mijalković²
Bojan Milošević³

Abstract

The paper presents the procedure of calculation of border load with elasto-plastic statically indeterminate truss girders exposed to the action of proportional load. The calculation was performed using linear programming whose application is a basis for contemporary structural border analysis. The application was presented on the example of a truss girder loaded by one-parameter load.

¹ Žarko Petrović, trainee assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, University of Niš

² Marina Mijalković, PhD, associate professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, University of Niš

³ Bojan Milošević, MA, research assistant, High Civil Engineering-Geodetic School of Belgrade

UDK: 625.7/.8(045)=163.41

POISSON STREAM OF EVENTS AS THE MODEL FOR PASSING OF VEHICLES THROUGH ROAD SECTION

Miloš Petrović¹
Dr Snežana Đorić – Veljković²
Dr Jugoslav Karamarković³

Summary. In a complex system of the city as a whole, transport plays one of very important roles. Therefore, city and transport planning are integrals of one concept. So the traffic planning and tracking is very important. The theory of a random processes or random function of time is extensively applied in science. One application of this theory will be presented in this paper. Poisson processes are applied for modeling of the so-called. "Rare events". The rare events are those where in a short period of time only one such event can take place. The real events that meet these criteria include the number of vehicles which pass by a location, that is, pass through a section of road. In this sense, the Poisson process is called the Poisson stream of events. Looking at the time t axis and in the interval $[0, \infty)$ on it is registered the occurrence of characteristic events of vehicles passing through the road intersection where it leads to the occurrence of a phenomenon called the stream of events. The Poisson random variable serves as a model for vehicles that pass through a section of road. The goal of this paper is to show that the probability of occurrence of the vehicle in a time interval t has the Poisson's distribution. Measuring of vehicles' coming rate was performed at The Fort bridge (Tvrđavskog mosta) in Niš in one day in a time interval of 9 hours.

Key words: Poisson stream of events, model, transport, vehicles, time, random variable ..

¹ Grad.Civ. Eng. - PhD student of the Faculty of Civil Engineering and Architecture, University of Niš, petmil@ni.ac.rs

² Assistant professor of the Faculty of Civil Engineering and Architecture, University of Niš, snezana@gaf.ni.ac.rs

³ Full professor of the Faculty of Civil Engineering and Architecture, University of Niš, fizika@gaf.ni.ac.rs

UDK: 624.072.21:624.071.32:691.32(045)=163.41

EXAMINATION OF REINFORCED CONCRETE BEAMS STRENGTHENED BY NEAR-SURFACE-MOUNTED FIBRE REINFORCEMENT POLYMER BARS

Slobodan Ranković¹
Radomir Folić²
Marina Mijalković³

Abstract:

The paper analyzed application of modern technique of strengthening of RC beams applying FRP elements. The basic characteristics of FRP materials, and modern method of near surface mounting of FRP have been presented. Also presented and discussed were some of the results of the tests of strengthened RC beams which have been exposed to bending by a test load, until failure. For comparison, the results obtained on a non-strengthened (control) beam have been analyzed. The experimental research was published at GAF, Niš, in 2009.

Key words: Reinforcement, FRP composites, NSM method, testing.

¹ MA, research assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš,
slobodan.rankovic@gaf.ni.ac.rs

² PhD, professor emeritus, Department for Civil Engineering of the Faculty of
Technical Sciences, Novi Sad, folic@uns.ac.rs

³ PhD, associate professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš
maca@gaf.ni.ac.rs

UDK: 692.241.2:624.012.45:624.042.8(045)=163.41

DYNAMIC ANALYSIS OF FIXED REINFORCED CONCRETE RETAINING WALLS

Sadović Enis¹
Maslak Emir²
Zećirović Edin³

Abstract

Design of reinforced concrete walls usually boils down to analysis of influences and dimensioning of the element on the basis of static and mobile load with the stability control for specified conditions. In the seismically inactive areas this procedure is justified, but in the active areas, dynamic effects may disrupt the stability of the structure and lead to undesirable deformations, unless they are foreseen beforehand. The paper contains a concise description of the method of pseudo-static and pseudo-dynamic analysis with results comparison through seismic coefficients and active soil pressures, due to the earthquake action. A variety of parameters were varied (soil characteristics) on the example of the wall of an inverse console system of equal cross section, and the results were graphically presented.

Key words: retaining wall, pseudo-static analysis, pseudo-dynamic analysis, seismics, coefficients, active pressure

¹Sadović Enis, civil engineer, PhD student Univerziteta u Nišu

²Maslak Emir, civil engineer PhD student Univerziteta u Nišu, asistent, DUNP Departman za Građevinarstvo

³Zećirović Edin, civil engineer, PhD student Univerziteta u Nišu

UDK: 624.5:539.4(045)=163.41

ANALYTIC SOLUTIONS FOR DEFORMATIONS OF BRIDGE STAYS

Marija Spasojević-Šurdilović¹
Ana Spasojević²

Abstract

On the basis of two different aspects of theoretical treatment of bridge stays deformations, the paper has presented analytical solutions for cable sag and elongations of these structural elements. The first approach to the problem refers to the observation of equilibrium of the entire loaded cable, and the other on the equilibrium of the elementary part of cable loaded by corresponding forces. Through the numerical example, it has been demonstrated that the calculation results of both analytical solutions agree extremely well.

Key words:

stay, cable sag, elongation.

¹ Ass. MA, grad.civ.eng., The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš
e-mail: marija.spasojevic.surdilovic@gaf.ni.ac.rs

² PhD, grad.civ.eng., Gussetti&Tournier SA Ingenierie civile, Rue du Pont-Neuf 12,
CH – 1227 Carouge, e-mail: spasojevic@gti.ch

UDK: 625.736-035.22(045)=163.41

BIOLOGICAL PROTECTION OF VULNERABLE ROAD SLOPES

Bogdan Stefanović¹
Nenad Stavretović²

Abstract

This work systematized practical methods and technical solutions of biological protection of vulnerable road slopes from water erosion by sowing lawn seed. In practice, biological protection of road slopes by sowing lawn to counter erosion has the following technical solutions verified: classical sowing, hydro-sowing, mulch sowing, sowing combined with anti-erosion means and sowing with the use of chemicals. Creation of lawns by sowing provides fast, efficient and inexpensive way for reinforcing and stabilizing the surface layer of soil by a grass root system, and also absorbs the impact of rain drops on the slope surface by the grass blade mass.

Key words: *slopes of roads, biological protection, planting, lawns*

¹ MA Bogdan Stefanović, grad.eng of Forestry., assistant, The Faculty of Forestry of the University of Belgrade

² PhD Nenad Stavretović, grad. Eng of Forestry, assistant professor, The Faculty of Forestry of the University of Belgrade, and director of the Institute for Natural Protection of Serbia

UDK: 728.1(045)=163.41

CONTEMPORARY TENDENCIES IN HOUSING ARCHITECTURE

Branislava Stoiljković¹
Goran Jovanović²

Abstract

Individualization of multifamily housing is more and more important theme in housing design. This kind of approach to multifamily housing is desirable due to the need for compact housing estates - estates with increased density - but with ever present tendency to realize the designs with increased privacy, detached housing unity entries, certain forms of private green places etc. In housing practice there are different designing solutions that offer different housing densities, different housing forms and architectural styles, depending on concrete site conditions, regional climate, social and cultural features. Designs can include large operations, building or reconstruction of whole housing estates, conversion of non-housing developments into housing ones etc., but even small scale interventions can in their own way make a new genius loci and become a factor of general improvement of housing environment quality.

Key words

Multifamily Housing, Quality of Multifamily Housing, Individualization of Multifamily Housing

¹ MA. Arch. Branislava Stoiljković, architect, assistant at the Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš

² Ph. D. Arch. Goran Jovanović, architect, assistant professor at the Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš

UDK: 691:624.072.33(045)=163.41

DETERIORATION OF SUPPORT STRUCTURE MATERIAL

Dragoslav Stojić¹
Zoran Grdić²
Nenad Ristić³

Abstract

Analysis of support structure deterioration mechanisms has an increasing importance for the assessment of the structural reliability, and particularly for the durability of the structure. Knowledge of deteriorating processes, depending on the environmental influences and the importance of the structure are a basis for application of the implementation of structure calculation concept according to the service life. The paper lists the characteristics of support structure material deterioration.

Key words:

structural reliability, structural durability, material deterioration.

¹ PhD, full professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

² PhD, associate professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

³ grad.civ. eng., assistant, student of PhD studies, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

UDK:624.078.46:621.822.74(045)=163.41

ANALYSIS OF AXIALLY LOADED BOLT CONNECTION ON THE EXAMPLE OF “MERO” CONNECTOR

**Todor Vacev¹
Srđan Kisin²**

Abstract

The paper presents results of stress-strain analysis of a connector of the steel lattice structure (PRK) of the known MERO system, with the emphasis on the axially loaded bolt connection between the connector and members of the truss. Particularly interesting was irregularity of connection load along the thread. The problem was first solved by classical methods, and then by finite elements method (FEM) for the plasticity issue. The examination results indicated a significant deviation of the standard (simplified) methods of calculation of such connections from the actual behavior and therefore pointed to a need for application of more precise and contemporary methods of analysis of such connections, particularly in those elements connected by one bolt only.

Key words: steel lattice structures, MERE connector, bolt connection, FEM method, plastic analysis

¹PhD Todor Vacev, assistant professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš, E-mail: ttomas@eunet.rs

² PhD Srđan Kisin, full professor, The Faculty of Technical Sciences, Novi Sad

UDK: 721:624.042.7(045)=163.41

DESIGN OF SEISMICALLY RESISTANT BUILDINGS

Slavko Zdravković¹
Dragana Turnić²
Predrag Petronijević³

Abstract

*It is natural that people are most interested in the behavior of the buildings during earthquakes, as they are in permanent and immediate contact with those structures. Regarding that earthquakes are natural phenomenon, which according to the present knowledge about them cannot be foreseen in terms of time and effects, they have caused, and continue to cause a primeval fear of unknown and unpredictable. Therefore, the aseismic engineering has a number of contradictions and opposites for which an optimum compromise must be found, without actually compromising the safety and security of the people. According to the Regulations and Norms for construction of structures in seismically active areas, the structures are designed so that the highest intensity earthquakes may damage their structure, but must not destroy them. The existing methods of evaluation of seismic risk and definition of seismic action parameters for design of seismic structures are based on the experience acquired observing damaged structures in the earthquakes, in laboratories and field tests of concrete materials, soil and structure, and the data about the past earthquakes represent a laboratory *in situ*. In the EC8, particularly prominent is the fire protection, which is demonstrated here.*

Key words: *earthquake, building, seismic force, insulation, fire.*

¹ PhD, full professor, Expert of the Federal Ministry of Science, Technology and Development, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

² Grad.eng.arch, PhD student, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

³ Grand. eng. arch, research assistant, PhD student, The Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

The paper was financed by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia

UDK: 65.012.2+65.011(045)=163.41

DYNAMIC PLANS QUALITY CRITERIA

Milorad Zlatanović¹
Biljana Matejević²

Abstract: A well produced dynamic plan is one of the important conditions of successful realization of civil engineering designs. The dynamic plan must be real, applicable, complete and flexible. On its quality will depend the quality of its usage, monitoring, control, updating and indirectly the construction work quality, agreed deadlines and costs. This paper proposes quality criteria for evaluation of dynamic plan production and criteria of quality of benefits of dynamic plan application. The assessment of these criteria and of dynamic plans according to every criteria was done, applying the rank correlation method. On the basis of this research, the results were obtained about the most favorable application of net dynamic plan. These results were expected, regarding that the net plan is the most complete one, and gantt chart is the simplest, most comprehensive and appreciable plan. Also, it has been demonstrated that the deficiencies of a net plan can be significantly compensated by the benefits of the gantt chart, when theses two are produced in combination.

Key words: dynamic plans, rank correlation, ranking

¹ Full Professor of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš
² Assistant of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

SADRŽAJ

MSc Borislava Blagojević PhD Jasna Plavšić PhD Nenad Živković	AVERAGE FLOW REGIONALISATION ON THE TERRITORY OF SERBIA	..... 1
PhD Veliborka Bogdanović PhD Dragan Kostić	THERMOVISION EXAMINATION OF ARCHITECTONIC STRUCTURES ENERGY EFFICIENCY	..... 9
MSc Ivana Bogdanović Protić	PARTNERSHIP APPROACH AND CITIZEN PARTICIPATION IN THE PROCESS OF URBAN REGENERATION	..... 17
MSc Zoran Bonić PhD Verka Prolović MSc Nebojša Davidović Dejan Kobliška	SHALLOW REINFORCED CONCRETE FOUNDATIONS PUNCHING SHEAR CONTROL IN REGULATIONS AND EXPERIMENTAL TESTING CONDITIONS	..... 25
Olga Carić Dejana Nedučin MSc Milena Krkleš	CONSEQUENCES OF GENTRIFICATION OF A RESIDENTIAL NEIGHBOURHOOD - A CASE STUDY	..... 33
MSc Mladen Čosić	CAPACITY/DEMAND ANALYSIS OF SYSTEM FOR PERFORMANCE BASED SEISMIC DESIGN	..... 41
MSc Nebojša Davidović MSc Zoran Bonić PhD Verka Prolović Dejan Kobliška	COMPARISON OF METHODS OF CALCULATION OF SETTLEMENT OF SHALLOW FOUNDATIONS ON GRANULAR SOIL ON THE BASIS OF THEORETICAL- EXPERIMENTAL ANALYSIS	..... 49
PhD Biljana Deretić- Stojanović MSc Svetlana Kostić PhD Nenad Marković	LONGITUDINAL SHEAR of CONCRETE SLAB IN COMPOSITE BEAM analysis ACCORDING TO EC4	..... 57
Milica Đorđević Slaviša Kondić MSc Milan Tanić	USER'S INCLUSION IN ARCHITECTURAL DESIGN PROCESS IN THE CONTEXT OF INDIVIDUAL INTERPRETATION OF HOUSING ENVIRONMENT	..... 65
MSc Milan Gligorijević	BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM AND BRIDGES IN THE CENTER OF NIŠ	..... 73

MSc Milan Gocić MSc Dragan Radivojević PhD Slaviša Trajković	WASTE WATERS IN PROTECTED AREAS OF THE JELASNICA AND SICEVO GORGES	.....	79
PhD Zoran Grdić PhD Gordana Topličić Čurčić	ENVIRONMENTAL MATERIALS – SUSTAINABLE ARCHITECTURE COMPONENT	.....	87
PhD Tomislav S. Igić Dragana Turnić	LIMIT ANALYSIS, OPTIMUM CONDITIONS AND EXAMPLES OF DIMENSIONING OF METAL SHELLS	.....	95
Ljiljana Jevremović	APPLICATION OF ATRIA FORMS IN DESIGN OF Y BUILDINGS FOR INDUSTRY	.....	103
Marina Jordanović	LARGE SPAN STRUCTURES THEIR IMPACT ON THE SHAPING OF BUILDINGS	.....	111
PhD Aleksandar Keković Marjan Petrović	CONTEMPORARY PRINCIPLES OF INTERVENTIONS ON EXTERNAL AND INTERNAL PARTS OF HERITAGE BUILDINGS	.....	119
Dejan Kobliška MSc Zoran Bonić MSc Nebojša Davidović	CLASSIFICATION OF PILES IN MODERN CIVIL ENGINEERING	.....	127
Aleksandra Koneski	QUALITY INDICATORS OF URBAN RESIDENTIAL ENVIRONMENT IN THE URBAN PLANS OF THE CITY OF NIŠ	.....	135
Vladimir Kubet Olga Carić PhD Ksenija Hiel	HOUSING UNIT FLEXIBILITY DEPENDING ON GROUPING OF SERVICES	.....	143
MSc Dmitry V. Lomachenko PhD Nina P. Kudayarova	THE INFLUENCE OF QUANTITY OF SLAG ON CEMENT PROPERTIES WITH USING DR-3 ADDITION	.....	151
Bojan Matić Đorđe Uzelac Nebojša Radović Siniša Sremac	BIM IN ENGINEERING	.....	157
Miomir Miljković	ADVANCED LABORATORY TESTS OF ASPHALT MIXTURES FUNDAMENTAL MECHANICAL CHARACTERISTICS	.....	165
Žarko Petrović PhD Marina Mijalković MSc Bojan Milošević	LINEAR PROGRAMMING IN THE BORDER ANALYSIS OF STATICALLY INDETERMINATE TRUSS GIRDERS	.....	173

Contents

Miloš Petrović PhD Snežana Đorić – Veljković PhD Jugoslav Karamarković	POISSON STREAM OF EVENTS AS THE MODEL FOR PASSING OF VEHICLES THROUGH ROAD	..... 181
MSc Slobodan Ranković PhD Radomir Folić PhD Marina Mijalković	EXAMINATION OF REINFORCED CONCRETE BEAMS STRENGTHENED BY NEAR-SURFACE-MOUNTED FIBRE REINFORCEMENT POLYMER BARS	..... 189
Sadović Enis Maslak Emir Zećirović Edin	DYNAMIC ANALYSIS OF FIXED REINFORCED CONCRETE RETAINING WALLS	..... 197
MSc Marija Spasojević- Šurdilović PhD Ana Spasojević	ANALYTIC SOLUTIONS FOR DEFORMATIONS OF BRIDGE STAYS	..... 207
MSc Bogdan Stefanović PhD Nenad Stavretović	BIOLOGICAL PROTECTION OF VULNERABLE ROAD SLOPES	..... 215
MSc Branislava Stoilković PhD Goran Jovanović	CONTEMPORARY TENDENCIES IN HOUSING ARCHITECTURE	..... 223
PhD Dragoslav Stojić PhD Zoran Grdić Nenad Ristić	DETERIORATION OF SUPPORT STRUCTURE MATERIAL	..... 231
PhD Todor Vacev PhD Srđan Kisin	ANALYSIS OF AXIALLY LOADED BOLT CONNECTION ON THE EXAMPLE OF “MERO” CONNECTOR	..... 239
PhD Slavko Zdravković Dragana Turnić Predrag Petronijević	DESIGN OF SEISMICALLY RESISTANT BUILDINGS	..... 247
PhD Milorad Zlatanović MSc Biljana Matejević	DYNAMIC PLANS QUALITY CRITERIA	..... 255
	Indeks autora	..... 265
	Collection of Abstracts	..... 269
	Contents	..... 305
	Index of Authors	..... 309

INDEX OF AUTHORS

- **MSc Blagojević Borislava, graduate civil engineer**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 1 - 8
- **PhD Bogdanović Veliborka, graduate civil engineer**
full professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 9 - 16
- **MSc Bonić Zoran, graduate civil engineer**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 25 – 32, 49 – 56, 127 - 133
- **Carić Olga, graduate architectural engineer**
The Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, pg. 33 – 40, 143 – 150
- **MSc Čosić Mladen, graduate civil engineer**
PhD student, pg. 41 – 48
- **MSc Davidović Nebojša, graduate civil engineer**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 25 – 32, 49 – 56, 127 - 133
- **PhD Deretić Stojanović Biljana, graduate civil engineer**
associate professor, The Faculty of Civil Engineering, Belgrade,
pg. 57 - 64
- **PhD Đorić Veljković Snežana**
assistant professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture,
Niš, pg. 181 – 188
- **Đorđević Milica, graduate architectural engineer**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 65 – 72
- **PhD Folić Radomir, graduate civil engineer**
professor emeritus, The Faculty of Technical Sciences, Novi Sad,
pg. 189 – 195
- **MSc Gligorijević Milan, graduate civil engineer**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 73 – 78
- **MSc Gocić Milan**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 79 – 85
- **PhD Grdić Zoran, graduate civil engineer**
associate professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture,
Niš, pg. 87 – 94, 231 – 238
- **PhD Hiel Ksenija, graduate architectural engineer**
assistant professor, The Faculty of Technical Sciences, Novi Sad,
pg. 143 – 150
- **PhD Igić Tomislav, graduate architectural engineer**
full professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 95 – 102

- **PhD Jovanović Goran, graduate architectural engineer**
assistant professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 223 - 230
- **Jevremović Ljiljana, graduate architectural engineer**
PhD student , The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 103 - 110
- **Jordanović Marina, graduate architectural engineer**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 111 – 118
- **PhD Karamarković Jugoslav**
full professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 181 – 188
- **PhD Keković Aleksandar, graduate architectural engineer**
assistant professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 119 - 125
- **PhD Kisin Srđan**
full professor, The Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, pg. 239 - 246
- **Kobliška Dejan, graduate civil engineer**
assistant, The Faculty of Technical Sciences, Kosovska Mitrovica, pg. 25 – 32, 49 – 56, 127 - 133
- **Koneski Aleksandra, graduate architectural engineer**
PhD student , The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 135 – 142
- **Kondić Slaviša, graduate architectural engineer**
research assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 65 – 72
- **PhD Kostić Dragan, graduate civil engineer**
assistant professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 9 – 16
- **MSc Kostić Svetlana, graduate civil engineer**
assistant, The Faculty of Civil Engineering, Belgrade, pg. 57 - 64
- **MSc Krkliješ Milena, graduate architectural engineer**
assistant, The Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, pg. 33 – 40
- **Kubet Vladimir, graduate architectural engineer**
assistant, The Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, pg. 143 – 150
- **PhD Kudeyarova P. Nina**
Belgorod State Technological University named after Shukhov, pg. 151– 156
- **MSc Lomachenko V. Dmitry**
Belgorod State Technological University named after Shukhov, pg. 151– 156
- **Matić Bojan, graduate civil engineer**
assistant, The Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, pg. 157 – 164
- **PhD Marković Nenad, graduate civil engineer**
assistant professor, The Faculty of Civil Engineering, Belgrade, pg. 57 - 64
- **Maslak Emir, graduate civil engineer**
assistant, DUNP, Novi Pazar, pg. 197 – 206

- **MSc Matejević Biljana, graduate civil engineer**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 255 - 263
- **PhD Mijalković Marina, graduate civil engineer**
associate professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture,
Niš, pg. 173 – 180, 189 - 195
- **Miljković Miomir, graduate civil engineer**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 165 – 172
- **MSc Milošević Bojan, graduate civil engineer**
High school of civil engineering and geodesy, pg. 173 – 180
- **Nedučin Dejana, graduate architectural engineer**
assistant, The Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, pg. 33 – 40
- **Petronijević Predrag, graduate civil engineer**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 247 - 254
- **Petrović Marjan, graduate architectural engineer**
The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 119 - 125
- **Petrović Miloš, graduate civil engineer**
PhD student, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 181 – 188
- **Petrović Žarko, graduate civil engineer**
research assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture,
Niš, pg. 173 – 180
- **MSc Protić-Bogdanović Ivana, graduate architectural engineer**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 17 – 24
PhD Prolović Verka, graduate civil engineer
full professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 25 – 32, 49 – 56
- **MSc Radivojević Dragan, graduate civil engineer**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 79 – 85
- **Radović Nebojša, graduate civil engineer**
assistant professor, The Faculty of Technical Sciences, Novi Sad,
pg. 157 – 164
- **MSc Ranković Slobodan, graduate civil engineer**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 189 - 195
- **Ristić Nenad, graduate civil engineer**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 231 – 238
- **Sadović Enis, graduate civil engineer**
PhD student, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 197 - 206
- **Sremac Siniša, graduate traffic engineer**
assistant, The Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, pg. 157 – 164
- **PhD Spasojević Ana, graduate civil engineer**

- Guscetti&Tournier SA Ingenierie civile, Carouge, pg. 207 – 214
- **PhD Stavretović Nenad, graduate forest engineer**
assistant professor, Faculty of forestry, Belgrade, pg. 215 - 222
 - **MSc Stefanović Bogdan, graduate forest engineer**
assistant, Faculty of forestry, Belgrade, pg. 215 - 222
 - **MSc Stoiljković Branislava, graduate architectural engineer**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 223 - 230
 - **PhD Stojić Dragoslav, graduate civil engineer**
full professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 231 - 238
 - **MSc Šurdilović-Spasojević Marija, graduate civil engineer**
assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 207 – 214
 - **Tanić mr Milan, graduate architectural engineer**
assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 65 – 72
 - **PhD Topličić-Čurčić Gordana, graduate civil engineer**
assistant professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture,
Niš, pg. 87 - 94
 - **PhD Trajković Slaviša, graduate civil engineer**
associate professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture,
Niš, pg. 79 - 85
 - **Turnić Dragana, graduate architectural engineer**
PhD student, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 95 – 102, 247 - 254
 - **PhD Uzelac Đorđe, graduate civil engineer**
professor, assistant, The Faculty of Technical Sciences, Novi Sad,
pg. 157 – 164
 - **PhD Vacev Todor, graduate civil engineer**
assistant professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture,
Niš, pg. 239 - 246
 - **PhD Zdravković Slavko, graduate civil engineer**
full professor, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 247 – 254
 - **Zećirović Edin, graduate civil engineer**
PhD student, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 197 – 206
 - **PhD Živković Nenad, graduate geog.**
assistant professor, Faculty of geography, Belgrade, pg. 1 – 8
 - **PhD Zlatanović Milorad, graduate civil engineer**
red. prof, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš,
pg. 255 - 263

