

ZBORNIK
RADOVA
GRAĐEVINSKO-
ARHITEKTONSKOG
FAKULTETA

Niš | 2011 | broj 26

IZDAVAČ

Građevinsko-arhitektonski fakultet
Niš, Aleksandra Medvedeva 14

ZA IZDAVAČA

dr Dragan Arandjelović, red. prof.

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

dr Slaviša Trajković, vanr. prof.

REDAKCIJA

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

TEHNIČKA OBRADA

mr Milan Gocić
Vladan Nikolić
Mladen Milanović

LEKTOR ZA ENGLLESKI JEZIK

Goran Stevanović, diplomirani filolog za engleski jezik i
književnost

Radovi su recenzirani

ISSN 1452-2845

štampa M KOPS CENTAR

Tiraž 200

PREDGOVOR

Poštovani čitaoci, podsećanja radi treba reći da je prvi broj Zbornika izdat 1980. godine. Uprkos najrazličitijim problemima na koje se u proteklom periodu nailazilo, publikovan je i ovaj 26 po redu Zbornik, čime se poštuje dinamika izdavanja jednog broja godišnje. Sadrži petnaest radova iz skoro svih oblasti građevinarstva i arhitekture. Svi radovi su recenzirani od strane dva priznata stručnjaka iz odgovarajuće naučne oblasti, odnosno discipline.

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

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

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

Dekan

Prof. dr Dragan Arandjelović

SADRŽAJ

dr Borislava Blagojević dr Dragan Milićević dr Olivera Potić	Hidrološki pristup analizama za potrebe prostornog planiranja	.....	1
dr Borislava Blagojević Milica Vujisić dr Olivera Potić	Hidrološka analiza područja za potrebe prostornog planiranja	.....	9
mr Milica Marković dr Jelena Marković Branković	Donošenje odluka u projektima upravljanja životnom sredinom	.....	17
dr Dragan Milićević dr Slobodan Milenković dr Slaviša Trajković	Definisanje problema i zahteva u procesu razvoja prostornog sistema podrške odlučivanju za integralno upravljanje vodnim resursima	.....	27
mr Aleksandar Milojković Marko Nikolić	Autonomija arhitekture i odnos investitor – projektant: interakcija ili konflikt	.....	41
Bojan Milošević dr Marina Mijalković mr Žarko Petrović Mirza Hadžimujović	Analiza granične nosivosti grednih nosača izloženih dejstvu promenljivo ponovljenog opterećenja	.....	53
Olivera Nikolić Vladan Nikolić	Mobilnost, fleksibilnost i eksperimentalnost konstrukcije i forme - najznačajnije karakteristike savremenih paviljona	.....	69
Petar Dimitrov Pavlov Svetlana Velkova Lilkova- Markova Borislav Nikolov Nakov Janitza Tzvetanova Dancheva	Application of the new achievements in the simulating and measuring apparatus for the construction of a stand for Study vibrations of a particle	.....	81

dr Mira Petronijević Marija Nefovska-Danilović Srđan Prodanović	Sustainable development of cities: effects of traffic induced vibration on humans	.....	91
mr Žarko Petrović mr Bojan Milošević dr Branko Popović	Primena teorema adaptacije u određivanju sigurnog graničnog opterećenja kod rešetkastih nosača	.....	101
Ivan Stanković mr Milan Gocić dr Dragan Janković	Informacioni sistemi i upravljanje znanjem	.....	117
dr Maja Stanojević Gocić	Smernice u nastavi engleskog jezika namenjenoj budućim inženjerima	.....	129
dr Slaviša Trajković mr Milan Gocić dr Dragan Milićević	Upoređivanje tri temperатурne metode proračuna referentne evapotranspiracije	.....	139
dr Slavko Zdravković mr Dragan Zlatkov Dragana Turnić	Elastična stabilnost konstrukcija	.....	147
dr Slavko Zdravković mr Biljana Mladenović Dragana Turnić	Kategorizacija i bezbednost železničke pruge i objekata duž trase na dejstvo zemljotresa	.....	155

HIDROLOŠKI PRISTUP ANALIZAMA ZA POTREBE PROSTORNOG PLANIRANJA

Borislava Blagojević¹
Dragan Miličević²
Olivera Potić³

Rezime

Na konkretnom primeru uloge hidrologije u procesu izrade Regionalnog prostornog plana, pokazane su prostorne i vremenske specifičnosti od značaja za formiranje hidroloških podloga za ovu namenu. Istaknuta je važnost planiranja na nivou sliva, nasuprot planiranju u okvirima administrativnih celina.

Ključne reči: *hidrološke podloge, regionalni prostorni plan, interregionalne veze slivova*

1. UVOD

Prostornim planom Republike Srbije postavljena je dugoročna vizija razvoja Srbije i otvoren put ka razvoju uređenog prostora naše zemlje. Osnovni ciljevi plana su zaštićeno, uređeno i održivo korišćenje prirodnog i kulturnog nasleđa, kao i prostorno funkcionalna integrisanost zemlje i okruženja. On je osnova za izradu svih potrebnih planskih dokumenata (Regionalni prostorni plan, Prostorni plan jedinica lokalne samouprave, Prostorni plan područja posebne namene), kao i svih budućih razvojnih planova u pojedinim oblastima.

¹ Borislava Blagojević, dr dipl.inž.građ., asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet

² Dragan Miličević, dr dipl.inž.građ., asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet

³ Olivera Potić, dr dipl.inž.građ., red. prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet

Za potrebe vodoprivrednog razvoja periodično se izrađuje najviši planski dokument - **Vodoprivredna osnova Republike Srbije** (VOS). Sadržaji i ciljevi VOS usklađuju se međusobno sa odrednicama Prostornog plana Republike Srbije u svim poglavljima koja obrađuju ili međudisciplinarno tretiraju korišćenje resursa voda i vodnih sistema kao preduslova daljeg razvoja. VOS u sferi vodoprivrednog planiranja, prema nivou planskog dokumenta, odgovara Prostornom planu Republike Srbije.

2. ULOGA HIDROLOGIJE U PROSTORNOM PLANIRANJU

Obezbeđivanje podloga za pravilno vodoprivredno planiranje je jedan od glavnih i najopštijih zadataka hidrologije. Hidrološke podloge u VOS obuhvataju analizu prirodnih činioca: klimatske karakteristike, režim površinskih i podzemnih voda i bilans voda.

Zakonski okvir za izradu hidroloških podloga nalazi se u Pravilniku o sadržaju, načinu i postupku izrade planskih dokumenata [3], Zakonu o vodama [8] i VOS [7]. VOS je vremenski ograničen u pogledu raspoloživog perioda obrade hidroloških podataka i u pogledu vremenske ravni za koju je sačinjen. Ova ograničenja jasno su iskazana u samom dokumentu, sa preporukom da se izvrši ažuriranje, tj. novelacija podataka nakon 10 godina. Zavisno od trenutka u kome se izrađuju hidrološke podloge za namene prostornih planova, potrebno je primeniti saznanja iz važećeg VOS ili ažurirati podatke i preispitati realizaciju utvrđenih rešenja.

Kod prostornog planiranja nižeg nivoa, u konkretnom slučaju, Regionalnog prostornog plana (RPP) za područje Nišavskog, Pirotskog i Topličkog Upravnog okruga [6], potrebno je osmisliti sadržaj hidroloških podloga koje će omogućiti uvid u područje RPP u smislu: sagledavanja vizije, preispitivanja principa i formulisanja preciznijih ciljeva regionalnog prostornog razvoja u oblasti vodoprivrede i šire. Takođe, hidrološke podloge treba da omoguće izradu opšte koncepcije i predloga regionalnog prostornog razvoja u oblasti voda i vodoprivrednih sistema, sa jasnim prioritetima za korišćenje i namenu prostora za vremensku ravan do 2025. godine.

U pogledu prostornog obuhvata, svaki region poseduje svoje specifičnosti koje su u većini prirodnih činilaca bitne za donošenje zaključaka u vezi opšte koncepcije i predloga regionalnog prostornog

razvoja u povezanim oblastima. Iz tog razloga, teško je propisati opšti sadržaj podloga koji bi bio univerzalan za svako područje.

Do potrebnog sadržaja hidroloških podloga za potrebe izrade RPP tri Upravna okruga [6], došlo se na osnovu razmatranja i analize obuhvata predmetnog područja.

3. ANALIZA OBUHVATA I GRANICA PODRUČJA RPP SA STANOVIŠTA VODOPRIVREDE

Područje RPP nalazi se na jugoistoku Srbije, između $42^{\circ} 51'$ i $43^{\circ} 48'$ severne geografske širine i $20^{\circ} 57'$ i $23^{\circ} 03'$ istočno od Griniča.

Područje RPP je u najvećoj meri u slivu reke Južne Morave i obuhvata njen srednji i donji tok. Domen teritorijalnog prostiranja je uglavno sveden na niško-aleksinački deo doline Južne Morave sa ražanjском dolinom, i donjim delom doline reke Moravice, doline Toplice i Nišave sa Zaplanjem i Barbeškom dolinom, dolinu Lužnice sa Tegošnicom, severni deo Leskovačke kotline, Svrlijsku kotlinu koja pripada slivu Timoka, kao i deo sliva Rasine oko Blaca.

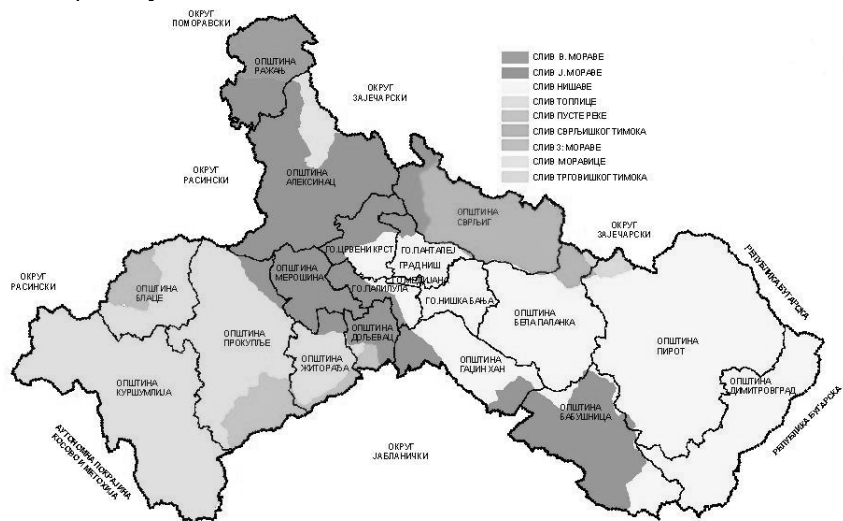
Obuhvat RPP čini funkcionalno područje na teritoriji tri upravna okruga sa 14 administrativnih područja opština i administrativnim područjem grada Niša - na kome je 5 gradskih opština (Slika 1).

Područje RPP podeljeno na slivna područja pogodna za vodoprivredno razmatranje, obuhvata u najvećoj meri deo sliva reka Južne Morave, Toplice (skoro u celosti) i Nišave (veći deo). Od manjih teritorijalno zastupljenih slivnih područja, prisutni su podslivovi Rasine (Zapadna Morava), Jovanovačke reke (Velika Morava), Svrlijskog i Trgovačkog Timoka (Timok), Puste reke i Moravice (Južna Morava). Slika 2 prikazuje usvojenu podelu na podslivove za potrebe RPP.

Tabela 1 prikazuje interregionalne veze slivova, koje očiglednije ilustruje Slika 1, u odnosu na intraregionalne veze koje jasno prikazuje Slika 2. Princip formiranja tabele je zajedničko prisustvo na površini sliva/podsliva. Tako, primera radi, za sliv Nišave, koji se graniči sa Zaječarskim UO, isti nije naveden kao interregionalna veza, zato što površina sliva Nišave ne obuhvata i Zaječarski UO. Sa stanovišta integralnog korišćenja, uređenja i zaštita voda, razmatrane veze su veoma bitne zbog položaja korisnika u smislu uzvodni-nizvodi, koji je u nekim oblastima povoljan a u nekima nije zbog prisutnog rizika.



Slika 1 Odnos položaja sliva reke Južne Morave (vododelnica) i granica područja RPP



Slika 2 Podela teritorije RPP na podslivove pogodne za vodoprivredno razmatranje

Tabela 1 Interregionalne i intraregionalne veze od važnosti za razmatranje područja RPP u oblasti voda

Sliv reke*	Interregionalne veze	Intraregionalne veze
Velika Morava	Pomoravski i Rasinski UO	/
Južna Morava	Rasinski, Jablanički i Zaječarski UO	Opštine: Ražanj, Aleksinac, Merošina, Doljevac, Prokuplje, Žitorađa, Gadžin Han, Babušnica, Svrlijig i Grad Niš
Nišava	Jablanički UO i Republika Bugarska (prekogranična veza)	Grad Niš, Opštine: Gadžin Han, Bela Palanka, Babušnica, Dimitrovgrad i Piro
Toplica	Rasinski UO	Opštine: Kuršumlja, Blace, Prokuplje, Žitorađa i Doljevac
Pusta reka	Jablanički UO	Opštine: Doljevac, Žitorađa i Prokuplje
Svrlijski Timok	Zaječarski UO	Opštine Svrlijig i Bela Palanka
Zapadna Morava	Rasinski UO	/
Moravica	Zaječarski UO	/
Trgoviški Timok	Zaječarski UO	Opštine Svrlijig i Piro

* prema površinama obeleženim na slici 2

Hidrografska mreža celog slivnog područja Južne Morave je vrlo razvijena i obuhvata nekoliko stotina vodotoka, različitih veličina [1]. Direktnih pritoka Južne Morave takođe ima nekoliko stotina, pri čemu na sektoru u granicama RPP celoj dužini toka, prima 8 većih pritoka (sa $A_{sl} > 100 \text{ km}^2$).

Najveća pritoka Južne Morave na posmatranom sektoru je Nišava, sa površinom sliva $A_{sl}=3974 \text{ km}^2$. Druga pritoka po veličini sliva je Toplica ($A_{sl}=2217 \text{ km}^2$), dok ostale imaju površine slivova $A_{sl}<1000 \text{ km}^2$. U kategoriji pritoka sa $500 \text{ km}^2 < A_{sl} < 1000 \text{ km}^2$ nalaze se Moravica (613 km^2) i Pusta reka (590 km^2). Preostale pritoke sa $A_{sl} > 100 \text{ km}^2$ su: Ribarska reka, Toponička reka, Turija i Bresnička reka.

Najveću dužinu toka ima Nišava (oko 170 km), sa denivelacijom vrha sliva i ušća (Δz) od oko 1000 m, dok Toplica ima $L=115 \text{ km}$ i $\Delta z=1400 \text{ m}$.

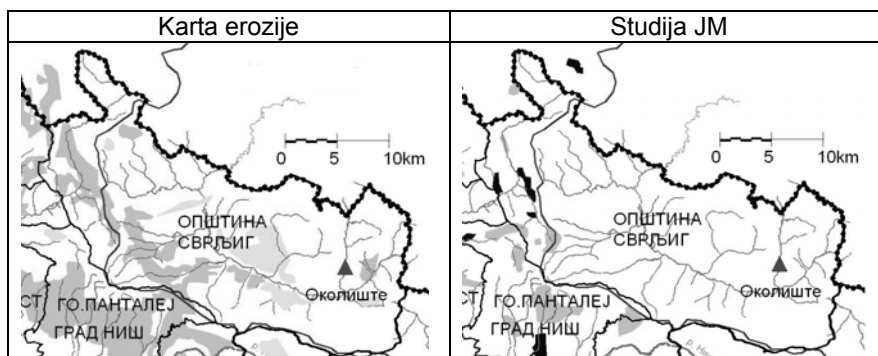
4. SADRŽAJ HIDROLOŠKIH PODLOGA

Analizom obuhvata i granica izučavanog područja, kao i prikupljanjem i izučavanjem raspoložive građe ([1], [2], [4] i [5]) te primenom naučnih saznanja ([9], [10] i [11]), zaključeno je da je hidrološke podloge svrsishodno organizovati na sledeći način ([6]):

1. Analiza obuhvata i granica područja prostornog plana sa stanovišta vodoprivrede;
2. Osnovni pokazatelji vodnog bilansa područja;
3. Prostorna analiza podslivova od značaja za vodoprivredno sagledavanje područja;
4. Vodni režim-Karakteristični proticaji u profilima HS;
5. Uporedna analiza računskih proticaja u karakterističnim profilima HS sa postojećim podacima;
6. Identifikacija područja ugroženih sušama i poplavama;
7. Identifikacija područja ugroženih erozijom zemljišta.

Kako bi na osnovu razmatranja iz RPP mogle da se rade dalje analize i proračuni za niže nivoe planske dokumentacije, u prilogima su organizovani sadržaji, prikazani za svaku od opština ponaosob, kao i za područje Grada Niša:

1. Karakteristični proticaji u reprezentativnim profilima;
2. Plavne površine (po grupacijama opština);
3. Površine pod erozijom I i II kategorije.



Slika 3 Opština Svrljig: Površine pod erozijom kategorija I i II kartirane na osnovu [2] (levo) i [1] (desno). Položaj planirane akumulacije "Okolište". Na prikazu desno nije obuhvaćen veći deo opštine koji pripada slivu Timoka.

5. ZAVRŠNO RAZMATRANJE

Slivna područja su osnovne vodoprivredne - teritorijalne 'jedinice' na kojima se prikupljaju potrebni podaci, vrše hidrološke analize i interpretiraju dobijeni rezultati, za potrebe vodoprivrednog i prostornog planiranja. Posledica brojnih interregionalnih veza (Tabela 1) sa stanovišta integralnog korišćenja, uređenja i zaštita voda, i zaštite od voda, jeste otežano sagledavanje područja, a posebno modelovanje slivova. Odstupanja prirodnih (vododelnice) i administrativnih granica područja su glavni uzrok ovim problemima.

Slika 3 jasno ukazuje na prisutan problem u sagledavanju procesa erozije na teritoriji opštine Svrlijig. Najveći deo površine opštine nalazi se u slivu Timoka.

Za hidrološki pristup i/ili integralni pristup u oblasti vodoprivrede, najpovoljnija situacija je kada se prirodne i administrativne granice područja poklapaju.

ZAHVALNOST

Istraživanja prezentovana u ovom radu finansirana su od strane Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, u okviru projekta "Razvoj hidroinformatičnog sistema za praćenje i ranu najavu suša", ev. broj TR37003.

6. LITERATURA

- [1] Generalni projekt sa prethodnom studijom opravdanosti uređenja Južne Morave od Grdelice do sastava sa Zapadnom Moravom, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi" Beograd (2005)
- [2] Karta erozije SR Srbije (R=1:500 000) i pripadajući Tumač, Institut za šumarstvo i drvnu industriju, Odeljenje za eroziju i melioracije, Beograd, (1983)
- [3] Pravilnik o sadržaju, načinu i postupku izrade planskih dokumenata, Službeni glasnik RS br. 31/2010 i 69/2010, Beograd (2010)
- [4] Projekat hitnih radova za smanjenje šteta od erozije i bujičnih poplava u slivovima reka Vlasine i Nišave, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi" AD, Beograd, (2008)
- [5] Regionalni prostorni plan Južnog Pomoravlja-Nacrt plana, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd (2010)

- [6] Regionalni prostorni plan za područje Nišavskog, Pirotskog i Topličkog Upravnog okruga-Nacrt plana, Zavod za urbanizam, Niš (2011)
- [7] Vodoprivredna osnova Republike Srbije, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi" Beograd (1996)
- [8] Zakon o vodama, Službeni glasnik RS br. 30/2010, Beograd (2010)
- [9] Blagojević B., Ilić A., Prohaska S., Interrelation of droughts and floods through outlier identification in Serbia, Proceedings of BALWOIS 2010 conference, Vol. II Conference e-papers, Ohrid (2010) http://www.balwois.com/balwois/administration/full_paper/ffp-1634.pdf
- [10] Isailović D., Srna P., Hidrološki bilans površinskih voda Srbije i njegove varijacije, 'Upravljanje vodama Srbije' Monografija, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", str. 17-36 (2001)
- [11] Prohaska S., Ilić A., Blagojević B., Nova metoda za proračun uslovnih verovatnoća pojave katastrofalnih poplava i suša, Vodoprivreda 0350-0519, 42 (2010) 246-248, str. 149-156, (2010)

HIDROLOŠKA ANALIZA PODRUČJA ZA POTREBE PROSTORNOG PLANIRANJA

Borislava Blagojević¹
Milica Vujisić²
Olivera Potić³

Rezime

U radu su prikazani okviri hidrološke analize izvršene za potrebe izrade Regionalnog prostornog plana područja Nišavskog, Pirotskog i Topličkog Upravnog okruga. Prikazom su obuhvaćeni: vodni bilans, izbor karakterističnih profila reka, unutargodišnja raspodela oticaja i režim voda.

Ključne reči: *Unutargodišnja raspodela oticaja, vodni bilans područja, režim voda, regionalni prostorni plan*

1. UVOD

Svrha izrade hidroloških podloga u prikazanom slučaju je formiranje polaznih osnova u izradi Regionalnog prostornog plana (RPP) za područje Nišavskog, Pirotskog i Topličkog Upravnog okruga [2], u oblasti voda, odnosno vodoprivrede. Izrada hidroloških podloga obavljena je pre svega prema Vodoprivrednoj osnovi Republike Srbije (VOS) [3], u kojoj je od značaja period obrade hidroloških podataka: 1946-1990, kao i na Generalnom projektu sa prethodnom studijom opravdanosti uređenja Južne Morave od Grdelice do sastava sa Zapadnom Moravom (Studija JM) [1], u kojoj je period obrade

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

² Dipl.inž.građ. 063 8 912 429.

³ Prof., dr, dipl.inž.građ., redovni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet, A.Medvedeva 14, 18000 Niš; olivera_p@yahoo.com.

hidroloških podataka 1948-2000, 2001, 2003, što je naglašeno prilikom korišćenja podataka.

Karakteristični proticaji prikazani u okviru hidroloških podloga rezultat su posebnih proračuna i analiza obavljenih za potrebe izrade RPP za koje je period obrade od osnivanja pojedinačnih stanica do 2006. godine. Raspoloživi podaci o proticajima su podaci Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije (RHMZS).

2. OSNOVNI POKAZATELJI VODNOG BILANSA PODRUČJA

Na području RPP svi vodotokovi pripadaju Crnomorskom slivu, koji se preko Dunava ulivaju u Crno more. Južna Morava sa Nišavom, Toplicom, Aleksinačkom Moravicom i Svrliškim Timokom čini glavni vodni resurs.

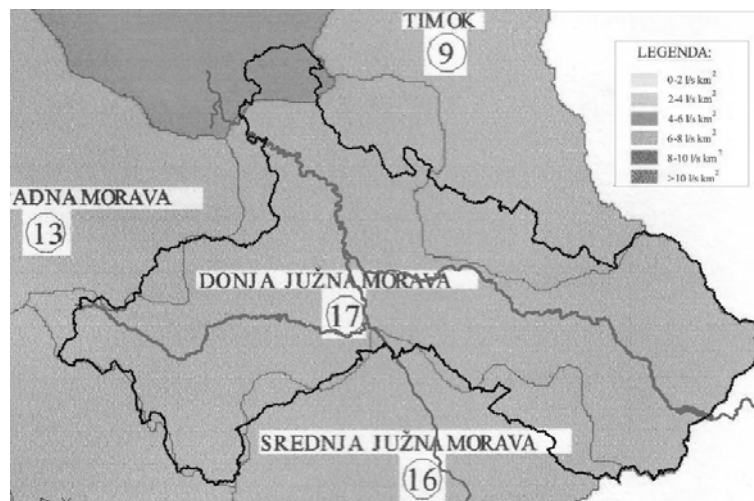
Orijentacioni vodni bilans površinskih voda za područje RPP prikazuje Tabela 1.

Tabela 1 Kvantitativni pokazatelji orijentacionog bilansa površinskih voda za izučavano područje (iz [4])

Redni broj	Region	Površina regiona	Bruto padavine	Potencijalno oticanje	Stvamo oticanje	Sloj oticanja	Sloj isparavanja	Specifično oticanje	Koeficijent oticanja
		F	Pb	Qb	Qn	Pn	Pi	q	η
		(km ²)	(mm)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(mm)	(mm)	(l/s/km ²)	(%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	Timok	4751	737	111	33.5	222	515	7.05	30.1
13	Donja ZM	5915	768	144	47.34	252	516	8	32.8
16	Srednja JM	3642	753	87	24.46	212	541	6.72	28.1
17	Donja JM	7413	711	167	45.04	191	520	6.08	26.9
18	Gornja VM	4529	710	102	19.45	135	575	4.29	19.1
/	Cela Srbija	88361	732	2051	508.8	182	551	5.76	25

Ilustraciju prostorne promene bilansa daje Slika 1, koja prikazuje samo područje RPP, dok je Teritorija Srbije podeljena na 20 karakterističnih regiona [4].

Najznačajniji deo površine RPP pripada regionu 17-Donja Južna Morava, dok su manje zastupljene površine u regionima: 9-Timok, 16-Srednja Južna Morava, 18-Gornja Velika Morava i 13-Donja Zapadna Morava.



Slika 1 Podela na regione prema prosečnim specifičnim oticanjima u okviru orijentacionog bilansa površinskih voda koje se stvaraju na teritoriji Srbije (modifikovano prema [4])

Prethodno navedene veličine ukazuju da je prostorna raspodela oticanja na teritoriji RPP prilično ujednačena. Međutim, vremenska varijacija oticanja je veoma izražena. Ona se manifestuje na dva načina:

- neravnomernost tokom godine što je posledica unutargodišnje neravnomernosti padavinskog režima i temperatura vazduha u razmatranom području;
- fluktuacija prosečnih godišnjih oticanja u dužem vremenskom razdoblju, što se ogleda u smenjivanju, odnosno nagomilavanju po nekoliko uzastopnih sušnih i/ili vlažnih godina (cikličnost formiranja godišnjeg oticaja).

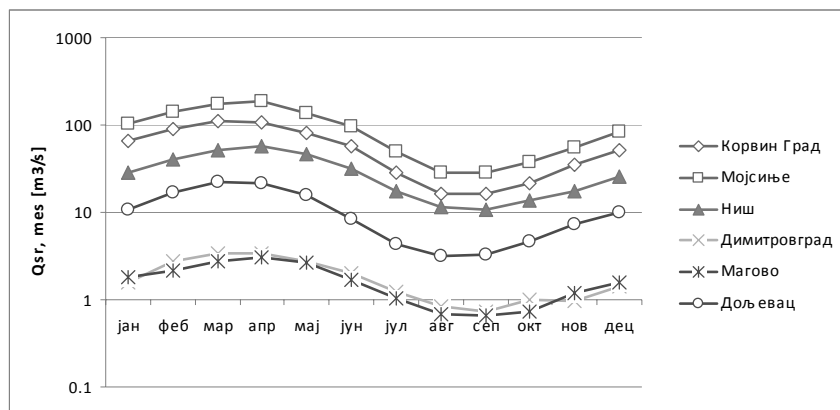
Za potrebe izučavanja vremenske varijacije oticanja tokom godine izvršena je prostorna analiza podslivova od značaja za vodoprivredno planiranje područja RPP.

3. PROSTORNA ANALIZA PODSLIVOVA

Za potrebe vodoprivrednog planiranja neophodni su raspoloživi podaci o proticajima u dugogodišnjem periodu. Referentna ustanova za prikupljanje i osnovnu obradu - kontrolu podataka osmatranja proticaja je RHMZS. Na području RPP postoje podaci sa 33 hidrološke stanice (HS), od kojih je šest ukinuto.

Karakteristični profili-HS odabrani za ilustraciju unutargodišnje raspodele oticanja na teritoriji RPP su: ulazni i izlazni profili stanica na deonici Južne Morave (Korvingrad i Mojsinje), ulazni i najuzvodniji profili Nišave (Dimitrovgrad i Niš) i početni i najuzvodniji profili Toplice (Magovo i Doljevac).

Na osnovu 6 karakterističnih profila u slivu Južne Morave, statističkom obradom podataka o srednjemesečnim proticajima u višegodišnjem periodu, dobijena je unutargodišnja raspodela proticaja (Slika 2).



Slika 2 Unutargodišnja raspodela oticaja na teritoriji RPP

Prikazana raspodela oticaja karakteristična je za snežno-kišni režim s obzirom na sezonske fluktuacije proticaja, koji se odlikuje obilnim vodama u proleće usled topljenja snega i od prolećnih kiša, sa izraženim minimumom u avgustu i septembru i veoma neujednačenim (po vremenu pojave i po veličini) jesenjim maksimumom.

4. VODNI REŽIM

Za sve raspoložive podatke u periodu osmatranja, odnosno na nizovima karakterističnih godišnjih proticaja na profilima HS, izvršena je standardna statistička obrada podataka.

Prosečne vode (Q_{sr}) predstavljene su osnovnim statističkim parametrom-srednjom vrednosti osmotrenog niza srednjegodišnjih proticaja.

Male vode (Q_{min} god 95%) su prikazane kroz karakteristični proticaj obezbeđenosti 95%. Statistička analiza serija godišnjih minimalnih proticaja na razmatranim HS i proračun teorijskih verovatnoća, obavljena je korišćenjem klasične procedure testiranja prilagođavanja teorijskih funkcija raspodele (normalna (N), logaritamsko-normalna (LN), Gumbelova (G), Pirson tip III (PT3) i logaritamska Pirson tip III (LPT3)) serijama osnovnih podataka (test Kolmogorova).

Velike vode (Q_{max} 1% i Q_{max} 2%), su prikazane kroz karakteristične proticaje verovatnoće pojave 1% i 2%, na osnovu serija osnovnih podataka maksimalnih godišnjih osmotrenih proticaja, prema istoj proceduri i korišćenjem istih raspodela kao kod proračuna malih voda.

Rezultati sprovedenih proračuna prikazani su u numeričkoj formi u vidu karakterističnih proticaja. Na području RPP postoji 6 profila HS za koje su karakteristični proticaji prisutni u okviru VOS i/ili Studije JM. Sa izuzetkom malih voda, za koje je u VOS korišćen niz minimalnih srednjemesečnih proticaja 95% obezbeđenosti, karakteristični prosečni proticaji i pokazatelji velikih voda 1% verovatnoće pojave mogu se porediti sa računskim proticajima dobijenim za potrebe izrade RPP.

5. ZAKLJUČAK

Osnovni elementi prosečnog godišnjeg bilansa domicilnih voda za teritoriju cele Srbije u pogledu bruto padavina, sloja isparavanja i specifičnog oticanja, odgovaraju elementima regiona od interesa za RPP, pa se može zaključiti da je teritorija RPP u potpunosti u okviru proseka za Republiku Srbiju.

Kada su u pitanju karakteristični proticaji, pokazatelji režima prosečnih i malih voda, na osnovu prikazanih podataka (Tabela 2 i Tabela 3) može se zaključiti da su ovi režimi stabilni i razlike koje se javljaju kod vrednosti dobijenih za različite periode obrada su zanemarljive. Kod režima velikih voda (Tabela 4) Pusta reka u profilu HS Pukovac ima stabilan režim, kao i Južna Morava u profilu HS Mojsinje. Vrednosti karakterističnih proticaja imaju tendenciju blagog opadanja na Nišavi u profilu HS Niš i Toplici u profilu HS Doljevac. U profilu HS Aleksinac razlika se javlja zbog izvršenih regionalnih podešavanja rezultata proračuna prilikom izrade Studije JM, dok za potrebe izrade RPP nisu vršene ovakve analize.

Tabela 2 Uporedni prikaz prosečnih vrednosti proticaja u višegodišnjem periodu za HS obrađene u VOS i Studiji JM; P.O.-period obrade.

Hidrološka stanica	Reka	VOS		Studija JM		RPP	
		Qsr, god [m ³ /s]	P.O.	Qsr, god [m ³ /s]	P.O.	Qsr, god [m ³ /s]	P.O.
MOJSINJE	JUŽNA MORAVA	96.6	1946-1990	94.05	1948-2000	93.5	1951-2006
ALEKSINAC	JUŽNA MORAVA	91.6		88.9	1948-2001	88.1	1948-2004, 2006
KORVINGRAD	JUŽNA MORAVA	58.9		57.01	1948-2002	56.5	1948-2006
PUKOVAC	PUSTA	1.96		-	-	1.85	1950, 1953-1982, 1986-2006
NIŠ	NIŠAVA	30.7		-	-	29.5	1951-1987, 1989-2006
DOLJEVAC	TOPLICA	11.0		-	-	10.6	1954-2006

Tabela 3 Uporedni prikaz pokazatelja malih voda za HS obrađene Studiji JM

Hidrološka stanica	Reka	Studija JM		RPP	
		Qmin,god 95% [m ³ /s]	Period obrade	Qmin,god 95% [m ³ /s]	Period obrade
MOJSINJE	JUŽNA MORAVA	8	1948-2000	8.425	1951-2006
ALEKSINAC	JUŽNA MORAVA	6.9	1948-2001	7.065	1948-2004, 2006
KORVINGRAD	JUŽNA MORAVA	3.3	1948-2002	3.391	1948-2006

Tabela 4 Uporedni prikaz pokazatelja velikih voda za HS obrađene u VOS i Studiji JM; P.O.-period obrade

Hidrološka Stanica	Reka	VOS		Studija JM		RPP	
		Qmax 1% [m ³ /s]	P.O.	Qmax 1% [m ³ /s]	P.O.	Qmax 1% [m ³ /s]	P.O.
MOJSINJE	JUŽNA MORAVA	2144	1946-1990	2063	1948-2000	1923	1951-2006
ALEKSINAC	JUŽNA MORAVA	-		2045	1948-2001	1579	1948-2004 2006
KORVINGRAD	JUŽNA MORAVA	1905		1937	1948-2002	1802	1948-2006
PUKOVAC	PUSTA	-		191	1948-2003	192	1950, 1953-1982, 1986-2006
NIŠ	NIŠAVA	-		988	1948-2003	946	1951-1987, 1989-2006
DOLJEVAC	TOPLICA	761		729	1948-2003	663	1954-2006

ZAHVALNOST

Istraživanja prezentovana u ovom radu finansirana su od strane Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, u okviru projekta "Razvoj hidroinformatičnog sistema za praćenje i ranu najavu suša", ev. broj TR37003.

6. LITERATURA

- [1] -, Generalni projekt sa prethodnom studijom opravdanosti uređenja Južne Morave od Grdelice do sastava sa Zapadnom Moravom, Institut "Jaroslav Černi" Beograd (2005)
- [2] -, Regionalni prostorni plan za područje Nišavskog, Pirotskog i Topličkog Upravnog okruga, Zavod za urbanizam, Niš (2011)
- [3] -, Vodoprivredna osnova Republike Srbije, Institut "Jaroslav Černi" Beograd (1996)
- [4] Isailovic D., Srna P., Hidrološki bilans površinskih voda Srbije i njegove varijacije, 'Upravljanje vodama Srbije' Monografija Instituta "J. Černi, (2001) str. 17-36

DONOŠENJE ODLUKA U PROJEKTIMA UPRAVLJANJA ŽIVOTNOM SREDINOM

Milica Marković¹
Jelena Marković Branković²

Rezime

Postoji širok spektar različitih odluka koje ljudi moraju da donesu. One se mogu podeliti u individualne i kolektivne odluke. Problemi upravljanja životnom sredinom predstavljaju važnu oblast kolektivnog odlučivanja. Obzirom da donosioci odluka i interesne grupe predstavljaju različite zainteresovane strane, često postoji sukob interesa. Samim tim objektivno najbolje rešenje generalno ne postoji i proces planiranja može biti okarakterisan kao potraga za prihvatljivim kompromisnim rešenjem. Projekti upravljanja životnom sredinom imaju ili značajan uticaj na okruženje ili brinu o upravljanju prirodnim resursima. Projekti rehabilitacije reka imaju karakteristike vrlo kompleksnih projekata upravljanja. Formalne metodologije, kao što je Analiza Višekriterijumskog Odlučivanja (AVKO) mogu da pomognu pri donošenju važnih odluka iz ove oblasti. Glavni cilj ovog rada je analiza mogućnosti proširivanja tradicionalnog pristupa analize odlučivanja do pojma višestruke interesne grupe i višestepenog procesa i analizira doprinosa metoda AVKO u oblasti rehabilitacije reka.

Ključne reči: *Donošenje odluka, Upravljanje životnom sredinom, Rehabilitacija reka, Višekriterijumska analiza*

¹ Milica Marković, mr, dipl.inž. građ., Javno vodoprivredno preduzeće Srbijavode

² Jelena Marković-Branković, dr, dipl.inž. građ., docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

1. UVOD

Postoji širok spektar različitih odluka ljudi koje moraju da donesu. One se mogu podeliti na individualne i kolektivne odluke [3].

Prilikom donošenja pojedinačnih odluka dominira jedan interes. Uglavnom na odluku utiču ili jedna osoba ili mala grupa ljudi. Mnoge individualne odluke su jednostavne, kao što je odluka o meniju za večeru. Međutim, postoje veoma složene odluke, na primer, izbor obrazovanja. Ove odluke imaju dalekosežne uticaje, pa se različiti kriterijumi moraju uzeti u obzir (npr. lične veštine, potencijalni prihodi, poslovna situacija, težina posla). Nasuprot tome, postoje mnoge odluke koje utiču na veliku grupu ljudi ili javnost u celini (kolektivne odluke). Većina odluka donetih u upravama mogu se smatrati kolektivnim odlukama.

Problemi upravljanja životnom sredinom predstavljaju važnu oblast kolektivnog odlučivanja. Iz više razloga, problemi upravljanja životnom sredinom predstavljaju situacije u kojima je donošenje odluka kompleksno (slika 1):

- Mnoge odluke uključuju više, često suprotstavljenih ciljeva, koji moraju biti uzeti u obzir [14;30;4]. Kao što je prethodno navedeno, odluke pri planiranju projekata zaštite životne sredine su često vezane za ekološke, ekonomske i društvene ciljeve [16]. Stoga, u takvom slučaju, mora se vršiti razmena beneficija jednog cilja nasuprot troškovima drugog [4].
- Projekti upravljanja zaštite životne sredine su često povezani sa neizvesnim ishodima [14;30;4]. Na primer, zamislite da vlasti nadležne za upravljanje rekama predlože mere rehabilitacije rečnog korita u cilju poboljšanja ekološkog statusa reka. Predviđanje posledica alternativnih rešenja je ipak u izvesnoj meri nepouzđano. Tako je, na primer, teško pouzđano predvideti uticaj različitih mera na riblju populaciju.

U projektima planiranja zaštite životne sredine učestvuje veliki broj donosilaca odluka i interesnih grupa. Donosioci odluka su članovi projektnog tima pa to direktno utiče na odluku. Interesne grupe su bilo koje grupe ili pojedinci koji mogu uticati ili na koje može uticati dostignuće ciljeva organizacije (ili projekta) [7]. Obzirom da različiti donosioci odluka i interesne grupe predstavljaju različite zainteresovane strane, često postoji sukob interesa. Stoga, jedno,

objektivno najbolje rešenje generalno ne postoji i proces planiranja može biti okarakterisan kao potraga za prihvatljivim kompromisnim rešenjem [16]:

- Postoje duge faze planiranja i implementacije koje mogu trajati mesecima ili pak više godina ili dekada. Dalje, odluke moraju biti donete u različitim fazama planiranja i procesa implementacije, i znanje stečeno u ranijim fazama mora biti razmatrano i u kasnijim fazama (fleksibilno upravljanje).
- Projekti upravljanja životnom sredinom su projekti koji imaju ili značajan uticaj na okruženje ili koji brinu o upravljanju prirodnim resursima. Primeri za prvu kategoriju su projekti planiranja infrastrukture kao što su konstrukcije u saobraćaju (pruge, putevi), konstrukcije elektrana (npr. hidroelektrane) ili modernizacija fabrika za prečišćavanje vode. Druga kategorija uključuje projekte upravljanja resursima kao što su zaštita važnih staništa biodiverziteta ili restauracija ekosistema. Najvažnija oblast ekološke restauracije je rehabilitacija rečnog ekosistema (rehabilitacija reka). Rehabilitacija reka je trenutno tema na vrhu dnevnog reda vlasti u oblasti voda i upravljanja rekama u mnogim zemljama širom sveta [24;12]. Dalje, projekti rehabilitacije reka imaju sve pomenute karakteristike vrlo kompleksnih projekata upravljanja, pa je to tema ovog rada.



Slika 1 Primeri individualnih i kolektivnih odluka i njihova složenost

2. PROBLEMI SAMOSTALNOG ODLUČIVANJA

Rešavanje kompleksnih problema odlučivanja bez definisane metodologije može biti teško. Pronalasci u istraživanjima ponašanja pokazuju dosledno da u eksperimentima i u realnim životnim

situacijama „ljudi su vrlo loši u samostalnom donošenju kompleksnih odluka“ [28].

Samostalno, bez primene metodologije, ljudi imaju tendenciju fokusiranja na male ciljeve bez razmatranja čitavog niza ciljeva koji mogu biti od važnosti [27]. Oni na verovatne informacije ili pitanja odgovaraju često uz predrasude, koje su zanemarene [13].

Dalje, ljudi imaju malu instiktivnu sposobnost stvaranja velikog broja alternativa [15] ili zadataka strukturnog odlučivanja [25].

Ukratko, „postoji mnogo razloga za očekivanje, da u kompleksnim problemima pojedinci (ili nestručna lica ili stručnjaci) neće doneti promišljenu odluku uz dovoljno informacija razmatrajući nepouzdanost informacija i razmenu vrednosti ciljeva“ [21].

3. TRADICIONALNI PRISTUP ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU

Formalne metodologije, kao što je Analiza Višekriterijumskog Odlučivanja (AVKO) mogu da pomognu pri donošenju odluka. AVKO metoda deluje kao okvir za prikupljanje, čuvanje i obradu svih relevantnih informacija. Tradicionalno, glavni udžbenici o metodama analize odlučivanja fokusiraju se uglavnom na dva aspekta:

- *Višestruki ciljevi i*
- *Nepouzdanost [14;30;4].*

U radu [30] istaknuto je da su „višestruki ciljevi i nepouzdanost glavne teme analize odlučivanja i njihovo adekvatno definisanje će dovesti u pitanje našu kompetenciju i vaše strpljenje“. Iako su autori [14] i [30] takođe istakli pojam donošenja odluka kod više zainteresovanih strana i grupa, njihovi udžbenici se uglavnom koncentrišu na individualne donosiocice odluka. Npr, u radu [14] je naglašeno da "postoji mnogo rešenja problema u javnom sektoru gde se donosilac odluke može posmatrati kao dobro definisan, identifikovan, jedinstveni entitet“.

Analiza odluka se zasniva na normativima (ili zakonodavnoj) teoriji odlučivanja. Normativni model odlučivanja ima za cilj da pokaže kako doneti odluke na racionalan način [17]. Pravilo racionalnog odlučivanja propisuje da između opcija, treba izabrati onu sa najvećim subjektivno očekivanim benifitom. Nasuprot tome, deskriptivni model opisuje kako se ljudi zapravo ponašaju. Istraživanje ponašanja je

pokazalo da se ljudi često ne ponašaju u skladu sa pravilima racionalnog odlučivanja [26;13]. Upoređivanje normativnih modela racionalnog izbora i stvarnog ponašanja interesnih grupa biće važan aspekt procene AVKO metoda u ovom radu.

Pošto analiza odluka tradicionalno ističe pojam individualnog donosioca odluke [31], može se steći utisak da samo jedan donosilac odluka mora doneti odluku u datom trenutku.

Mi ćemo se odnositi prema ovom pojmu kao jedinom donosiocu odluka ili jednoj tački odlučivanja. Ipak, kao što smo razmatrali prethodno, projekti upravljanja životnom sredinom takođe uključuju kompleksnost višestrukih interesnih grupa ili višestepenih procesa (tabela 1). Stoga, postoji potreba za produženjem pojma „jedan donosilac odluka ili jedina tačka odlučivanja“. Inače, kompleksnost projekata upravljanja životnom sredinom ne može biti adekvatno razmatrana od strane AVKO metodologija. Glavni fokus ove studije je da proširi tradicionalni pristup analize odlučivanja do pojma višestruke interesne grupe i višestepeni proces i da analizira glavni doprinos AVKO metoda u oblasti rehabilitacije reka.

Tabela 1 Složenost problema odlučivanja po kategorijama „ciljevi i neizvesnosti“ i „donosioci odluke i faze“.

	Pojedinačni ciljevi, mala nesigurnost	Višestuki ciljevi, visoka nesigurnost
Jedan donosilac odluka, jedna tačka	Odluka o oblačenju	Tradicionalni pristup analizi odlučivanja
Višestruke interesne grupe, višestepeni process	-	Projekti upravljanja životnom sredinom

4. VIŠESTRUKI INTERESNE GRUPE I VIŠESTEPENO PROŠIRIVANJE

4.1. Proširivanje višestrukih interesnih grupa

Postoje tri osnovna obrazloženja za uključivanje javnosti u odlukama rizika životne okoline: normativno, materijalno i

instrumentalno [6;21]. Normativno obrazloženje „potiče od principa da Vlade trebaju dobiti saglasnost upravljačkih struktura, i stoga građani imaju pravo da učestvuju u javnom donošenju odluka“. Dalje, normativno obrazloženje „prihvata, kao etičku pretpostavku, da građani najbolje prosuđuju o sopstvenim interesima“. Materijalno obrazloženje je da „relevantna mudrost nije ograničena naučnim specijalistima“, obzirom da nestručna lica vide probleme, teme i rešenja koja stručnjaci propuštaju. Instrumentalno obrazloženje, tvrdi da „šire učešće može doprineti boljem donošenju odluka, uključiti širi spektar vrednosti u odlukama, i smanjiti verovatnoću greške“. Instrumentalno obrazloženje odražava shvatanje da je uspešna implementacija mnogo više moguća sa širokim učešćem javnosti [23].

Pored ovih teorijskih obrazloženja, uključivanje javnosti je potrebno u više segmenata zakonodavstva, konvencijama i međunarodnim političkim dokumenatima. Okvirna direktiva o vodama Evropske Unije izričito naglašava važnost učešća javnosti [5]. Još jedna važna konvencija u oblasti planiranja životne sredine je Arhuska konvencija o dostupnosti informacija, učešću javnosti u donošenju odluka i pristupu zakonodavstvu u pitanjima životne sredine [29]. Ova Konvencija je potpisana 1998 od strane 35 zemalja i Evropske Unije. Implementacija tri glavna elementa - dostupnosti, učešća javnosti i pravosuđa - u zakonodavstvu Evropske Unije je trenutno u toku. Osim toga, izveštaj Svetske komisije o vodama napominje da stari model politike u oblasti voda i upravljanju „ovo je posao vlade“ mora biti zamenjen modelom u kojem interesne grupe uzimaju učešće na svim nivoima. Uprkos rastućim zahtevima politike za aktivnim učešćem javnosti u upravljanju rečnim slivovima, postoji samo par uputstava ili priručnika za uključivanje javnosti u upravljanje rečnim slivovima, koje su do sada obavljene u Evropi [32].

U oblasti AVKO metoda, proširenje višestrukih interesnih grupa je nastalo kao neophodnost u godinama 1980, kada su mnogi stručnjaci koji koriste AVKO metode shvatili da obično postoji mnogo više uključenih interesnih grupa, a ne samo jedan donosilac odluka [32]. Međutim, ovo proširenje za više interesnih strana je napravljeno primarno teoretski i metode AVKO su malo korišćene u smislu uključivanja interesnih grupa i javnosti u javnoj politici odlučivanja. Govoreći o potrebi učešća javnosti, moramo imati svest da učešće javnosti može biti povezano i sa potencijalnim problemima (npr. povećanje tražnje novca, vremena i ljudskih resursa).

4.2. Višestepeno produženje

Posle proširenja višestrukih interesnih strana, istraživači i praktičari su shvatili da AVKO metode ne mogu biti korišćene izolovano od ostalih procesa odlučivanja, već moraju biti integrisane u širi okvir problema strukturiranja i organizacije [2]. Za većinu projekata upravljanja životnom sredinom, postoje različite faze planiranja i implementacije, i svaka faza ima zasebnu situaciju donošenja odluka (SDO). Pored toga, SDO je često povezana sa specifičnim prostornim razmerama (nacionalnim, regionalnim, lokalnim). Dakle, ne postoji samo jedna odluka koja mora biti uzeta u jednoj fazi procesa, već je mnogo različitih SDO koje nastaju tokom različitih faza projekta i povezane su različitim prostornim razmerama. Moramo biti svesni da su odluke u različitim fazama često povezane. U zavisnosti od karakteristika SDO, možemo izabrati odgovarajuće metode AVKO koje mogu biti ugrađene u proces donošenja odluka [10;16;11;8].

5. POTREBA ZA DALJIM ISTRAŽIVANJEM

Proširenje na "više interesnih grupa, višestepeni proces" pokazuje da postoji potreba za istraživanjem na različitim nivoima. Generalno, broj primene metoda AVKO u stvarnom životu veoma brzo raste [16]. Međutim, postoji nedostatak testiranih metoda sa dva glavna aspekta:

- *Uključivanje vrednosti interesnih grupa: uprkos rastućem konsenzusu o potrebi za većim učešćem javnosti u politici zaštite životne sredine, postoji nedostatak testiranih metoda za eksplicitno uključivanje vrednosti interesnih grupa u procesu donošenja odluka [1]. Slično, [18] zaključuju da se metode AVKO samo retko koriste kao sredstvo za uključivanje javnosti i drugih interesnih strana u politici javnih odluka. Međutim, postoji sve veće razumevanje da metode AVKO mogu ponuditi procedure za vođenje politike javne rasprave [9]*
- *Dobijanje „povratne informacije“ interesnih strana: Postoji samo nekoliko studija u kojima su iskustva primene u stvarnom životu opisane sa stanovišta učesnika [19]. U radovima [22] i [20] ukazuje se na to da primena metoda AVKO treba biti intenzivno testirana u realnim situacijama odlučivanja kako bi se mogla oceniti njihova važnost i doprinos grupnom odlučivanju.*

U jednom od najsveobuhvatnijih udžbenika o metodama AVKO, [2] su identifikovana su tri glavna fokusa istraživanja u oblasti metodologije AVKO:

- *Razvoj integrativnog okvira: Jedan od najvećih izazova budućnosti istraživanja AVKO je razvoj integrativnog okvira. Definisanjem ključnih faktora koji karakterišu stvarnu ili potencijalnu intervenciju AVKO, možemo da počnemo da procenjujemo do koje mere su različite metode AVKO, pojedinačno ili kombinovano, korisne u specifičnim situacijama donošenja odluka, definisanih kombinacijama ovih faktora.*
- *Sprovođenje istraživanja: Važna komponenta razvoja AVKO mora biti aktivna težnja empirijskog istraživanja, da istraži korišćenje i korisnost metoda. Takva istraživanja treba da obuhvate, na primer: u kojoj meri interesne strane razumeju proces, u kojoj meri se posledično javlja pravilno učenje i u kojoj meri je ostvareno zajedničko razumevanje i dogovor u grupi.*
- *Metodološko istraživanje: Budućnost metodološkog razvoja treba da bude podstaknut povratnim informacijama i spregom između teorije i prakse, kao i unakrsnom razmenom ideja različitih škola AVKO i razvojem izvan oblasti. Pri tome, važne kategorije istraživanja su: 1) analiza posebnih zahteva za pojedine oblasti primene u kojoj uopšte pretpostavke i pojedinačni modeli ne mogu da se veoma dobro održe, i 2) identifikovanje opštih nedostataka modela AVKO i proširenje modela u cilju rešavanja tih nedostataka (na primer, smanjenje rizika i neizvesnosti modela AVKO).*

6. LITERATURA

- [1] Ananda J., Herath G.: *Incorporating stakeholder values into regional forest planning: a value function approach*, Ecological Economics, 2003, 75
- [2] Belton V., Stewart T.J.: *Multiple Criteria Decision Analysis - An Integrated Approach*, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London, 2002
- [3] Bots P.W.G., Lootsma F.A.: *Decision support in the public sector*, Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, 2000, 1
- [4] Clemen R.: *Making hard decisions: An introduction to decision analysis*, Duxbury Press, Belmont, 1996
- [5] European Parliament: *Water Framework Directive*, 2000

- [6] Fiorino D. J.: *Citizen participation and environmental risk: A survey of institutional mechanisms*, Science, Technology, and Human Values, 1990, 226
- [7] Freeman E. R.: *Strategic Management: A Stakeholder Approach*, Harpercollins College, 1984
- [8] Greening L.A., Bernow S.: *Design of coordinated energy and environmental policies: use of multi-criteria decision making*, Energy policy, 2004, 721
- [9] Gregory et al.: *Acceptable Inputs: Using Decision Analysis to Guide Public Policy Deliberations*, Decision Analysis, 2005, 4
- [10] Guitouni A., Martel J.M.: *Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method*, European Journal of Operational Research, 1998, 501
- [11] Haralambopoulos D.A., Polatidis H.: *Renewable energy projects: structuring a multicriteria group decision-making framework*, Renewable Energy, 2003, 961
- [12] Hill J. et al.: *Obesity and the Environment: Where Do We Go from Here?*, Science, 2003, 853
- [13] Kahneman et al.: *Judgment Under Uncertainty: Heuristics and Biases*, Cambridge UK, 1982
- [14] Keeney R. L., Raiffa H.: *Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs*, Wiley, New York, 1976, 549
- [15] Keeney R.L.: *Value-focused thinking. A path to creative decision-making*, Harvard University Press, Cambridge, 1992, 416
- [16] Lahdelma R. et al.: *Using Multicriteria methods in Environmental Planning and Management*, Environmental Management, 2000, 595
- [17] Laux H.: *Entscheidungstheorie 6th ed.*, Berlin, 2005
- [18] Marttunen M., Hämäläinen R.P.: *Decision analysis interviews in environmental impact assessment*, European Journal of Operational Research, 1995, 551
- [19] Marttunen M.: *Framework for the sustainable management of regulated watercourses - A collaborative approach supported by multi-criteria decision aid methods*, Manuscript of the Doctoral Thesis, Helsinki University of Technology, 2005
- [20] Matsatsinis N. F., Samaras A.P.: *MCDA and preference disaggregation in group decision support systems*, European Journal of Operational Research, 2001, 414
- [21] McDaniels T. et al.: *Democratizing Risk Management: Successful Public Involvement in Local Water Management Decisions*, Risk Analysis, 1999, 498
- [22] Merkhofer et al.: *Multiattribute Utility Analysis as a Framework for Public Participation in Siting a Hazardous Waste Management Facility*, Environmental Management, 1997, 831
- [23] National Research Council: *Understanding Risk: Informing Decisions in a Democratic Society*, National Academy Press, Washington D.C., 1996
- [24] Nienhuis Pieter Hendrik, Leuven Rob: *River restoration and flood protection: Controversy or synergism?* Hydrobiologia, 2001, 85

- [25] Simon H. A.: *A mechanism for social selection and successful altruism*, Science 250, 1990, 1665
- [26] Simon H. A.: *Information Processing Models of Cognition*, Annual Review of Psychology, 1979, 363
- [27] Slovic P., Bohnenblust H.: *Integrating technical analysis and public values in risk-based decision making*, Reliability Engineering and Systems Safety Journal, 1998, 151
- [28] Slovic Paul et al.: *Preference for Insuring Against Probable Small Losses: Insurance Implications*, Journal of Risk and Insurance, 1977, 603
- [29] United Nations Economic Commission for Europe: *Aarhus Convention*, 1998
- [30] Von Winterfeldt D., Edwards W.: *Decision Analysis and Behavioral Research*, Cambridge University Press, Cambridge, 1986, 604
- [31] Von Winterfeldt D.: *Appraising the precautionary principle – decision analysis perspective*, Journal of Risk Research, 2001, 191
- [32] Welp M.: *The use of decision support tools in participatory river basin management*, Physics and Chemistry of the Earth, Part B, 2001, 535

DEFINISANJE PROBLEMA I ZAHTEVA U PROCESU RAZVOJA PROSTORNOG SISTEMA PODRŠKE ODLUČIVANJU ZA INTEGRALNO UPRAVLJANJE VODNIM RESURSIMA

Dragan Milićević¹
Slobodan Milenković²
Slaviša Trajković³

Rezime

Razvoj softvera prostornog sistema podrške odlučivanju se vrši za potrebe rešavanja kompleksnih problema integralnog upravljanja vodnim resursima na slivu. Imajući ovo u vidu, razvoj DSS softvera zahteva pažljivo planiranje i iterativni proces u cilju postizanja uspešnog proizvoda. Faze definisanja problema i definisanja zahteva su ključne u procesu razvoja sistema, jer u ovim fazama projektanti sistema i zainteresovane strane treba zajedno da identifikuju ono što bi želele da sistem sadrži. Nakon što je ukupni problem definisan i identifikovani akteri, striktno treba slediti iterativni proces koji zahteva definiciju, projektovanje i razvoj prototipa i testiranje softvera.

U ovom radu je ukratko predstavljeno ono što se u literaturi naziva "najboljom praksom" u razvoju softvera sistema podrške odlučivanju baziranog na komponentama i objektno orijentisanog, sa posebnim osvrtom na faze definisanja problema i definisanja zahteva, obzirom na njihov značaj u celom procesu.

Ključne reči: *integralno upravljanje vodnim resursima, razvoj informacionog sistema, sistem podrške odlučivanju*

¹ Dragan Milićević, dr, dipl. inž. građ., asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, A.Medvedeva 14, 18000 Niš; drgara@gaf.ni.ac.rs; 063 17-12-620

² Slobodan Milenković, dr, dipl. inž. građ., red. prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet, A.Medvedeva 14, 18000 Niš

³ Slaviša Trajković, dr, dipl. inž. građ., vanr. prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet, A.Medvedeva 14, 18000 Niš

1. UVOD

Upravljanje vodnim resursima i njihova zaštita od zagađenja, je iterativan proces integrisanog donošenja odluka vezanih za korišćenje i modifikaciju vodnih resursa i pratećeg zemljišta na slivu. Ono se oslanja na primenu sistemskog pristupa formulisanju problema upravljanja vodama i korišćenja sistemske analize u pronalaženju njihovih rešenja.

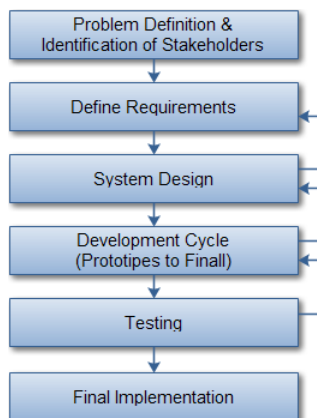
Sve složeniji problemi koje treba rešavati i nova visoka očekivanja za vodene sredine, uključena u aktuelni talas direktiva i propisa, izazivaju dodatnu složenost u odnosu na primenu alata sistemske analize, pa se kao imperativ nameće neophodnost razvoja i distribucije nove generacije alata i integrisanih aplikacija koje će obezbediti efikasnu računarsku koordinaciju, integrisane resurse, upravljanje i efikasnu koordinaciju na nacionalnom i regionalnom nivou između kreatora politike i administracije.

Među nekoliko sistema i pristupa inženjeringu informacija koji se danas sve češće primenjuju kod sistema zaštite životne sredine i za upravljanje vodnim resursima posebno su interesantni prostorni sistemi podrške odlučivanju. Primena sistema za podršku odlučivanju, u kombinaciji sa monitoringom, u upravljanju vodnim resursima i zaštiti kvaliteta vode je izazovno pitanje koje može da pomogne menadžerima u pronalaženju strategija koje mogu uzeti u obzir različite aspekte razmatranih pitanja.

Razvoj i implementacija prostornog sistema za podršku odlučivanju zahtevaju znanje i razumevanje menadžerskih odluka, nivoa rezonovanja i rešavanja problema i uloge menadžera u planiranju i upravljanju. Razvoj sistema za podršku odlučivanju kao složenog sistema sa mnogo komponenata, koji zahteva značajne finansijske i/ili ljudske resurse, treba da bude strogo definisan, a aktivnosti treba da budu organizovane u proces na osnovu odgovarajuće razvojne metodologije. U ovom radu je ukratko predstavljeno ono što se u literaturi naziva "najboljom praksom" u razvoju softvera sistema podrške odlučivanju baziranog na komponentama i objektno orijentisanog.

2. FAZE RAZVOJA SISTEMA PODRŠKE ODLUČIVANJU

Razvoj DSS softvera se vrši za potrebe rešavanja kompleksnih problema integralnog upravljanja vodnim resursima. Zbog toga razvoj DSS softvera zahteva pažljivo planiranje i iterativni proces u cilju postizanja uspešnog proizvoda. Ovaj iterativni proces, baziran na metodologiji servisno orijentisanog modeliranja i arhitekture (Service-oriented modeling and architecture - SOMA), predstavljen je na slici 1.



Slika 1 Generalni razvojni procesa prostornog DSS [1]

Prvi korak koji vodi ka razvoju DSS-a je prepoznavanje problema i motivacije pojedinca ili organizacija za rešavanje tih problem kompjuterizovanim sistemom za podršku odlučivanju. Pitanja koja bi trebalo postaviti u ovoj fazi su da li će krajnji korisnici koristiti DSS i kako će on biti korišćen i uključen u organizaciju korisnika. Takođe treba definisati probleme i ciljeve, identifikovati potencijalne mere, kao i prostorne, vremenske, ekonomske i druge granice sistema.

U drugom koraku, treba izvršiti formalno definisanje zahteva. Faza definisanja zahteva je ključna u procesu razvoja sistema, jer u ovoj fazi zainteresovane strane treba zajedno da identifikuju ono što bi želele da sadrži sistem. Zainteresovane strane pre svega bi trebalo da identifikuju sopstvene ciljeve, a zatim sa ostalim zainteresovanim stranama da identifikuju hijerarhiju zahteva i potreba.

Treći korak, konkretni dizajn sistema, može se pokrenuti kada postoji dovoljna saglasnost o opštim i posebnim uslovima za sistem. Proces dizajniranja sistema bi trebalo da bude iterativni proces, sa iskustvima stečenim u procesu razvoja prototipa u fazi razvoja sistema i povratkom unazad na proces dizajniranja. U preliminarnoj iteraciji, treba rešavati tehnička pitanja, kao što su platforma koja će biti najefikasnija, koji modeli i tehnike modeliranja su korisni i izvodljivi, koje softverske komponente bi zadovoljile zahteve i dostupne su korisnicima i koja razvojna okruženja i programski jezici će se koristiti, da li će se izgraditi novi softver sistema od nule, ili će se razvijati sistem koji integriše postojeće programe. Inicijalni dizajn sistema rezultuje inicijalnim prototipom, koji će dovesti do novih zaključaka o skupovima podataka, pretpostavkama, tehnikama modeliranja, dizajnu korisničkog okruženja i drugim aspektima koji mogu biti uključeni u sledeću iteraciju dizajniranja sistema.

Koraci četiri i pet, iterativni procesi razvoja i testiranja softvera, mogu da obuhvate širok opseg od početnog prototipa do distribucije konačnog sistema. Odgovornost za napredak u ovim fazama leži na stručnjacima i programerima. Oni će morati da koriste informacije i ulaze dobijene iz faza projektovanja i testiranja za razvoj prototipa i na kraju konačnog sistema. Faza testiranja bi trebalo da obuhvati krajnje korisnike koji mogu formalno da utvrde da li sistem ispunjava neophodne uslove. Ova faza bi trebalo da uključi sistematsko testiranje softvera, posebno u kasnijim prototipima i da otkrije probleme sa softverom. Pre konačne distribuciju softvera, odgovarajući prateći resursi kao što su korisnička dokumentacija i pomoć na mreži bi trebalo da budu razvijeni i testirani. Takođe, pre implementacije DSS-a, treba da se organizuje potrebna obuka korisnika.

Preporučuje se da nakon što je problem prepoznat i identifikovani akteri, dalje striktno treba slediti iterativni proces koji zahteva definiciju, projektovanje i razvoj prototipa i njegovo testiranje. Nakon rezultata iterativnog ciklusa koji zadovoljava sve učesnike, može se pristupiti finalnoj implementaciji sistema. U toku implementacije sprovode se važne aktivnosti, kao što su ažuriranje i održavanje sistema, koje su neophodne da se osigura nastavak uspešnog korišćenja razvijenog DSS-a.

Ovakav pristup razvoju sistema zahteva uključivanje različitih interesnih grupa (donosioci odluka ili krajnji korisnici, modelari, eksperti ili stručnjaci, programeri) tokom celog procesa. Iako ovo može dovesti do većih troškova u različitim fazama razvoja, u fazi korišćenja može dovesti do proizvoda koji je mnogo efikasniji i prihvatljiviji.

Obzirom na njihov izuzetan značaj u celom razvojnom procesu sistema podrške odlučivanju, u nastavku teksta su detaljnije prikazane faza definisanja problema i faza definisanja zahteva.

3. DEFINISANJE PROBLEMA

U fazi definicije problema formira se polazna tačka za projektovanje sistema podrške odlučivanju. Svrha ove faze je da se sačini inventar relevantnih problema, odrede ciljevi koje treba postići, identifikuju provizorne mere i odrede prostorne, vremenske, ekonomske i druge granice sistema i da se identifikuju tzv. krajnji korisnici sistema (tj. lica ili institucije koji se mogu identifikovati kao vlasnici problema). Ukratko: definicija problema ocrtava obim posla na razvoju sistema podrške odlučivanju.

Faza definicije problema je u suštini iterativni proces. Rezultati predstavljeni u daljem tekstu mogu se smatrati preliminarnom

definicijom problema. Definicija problema mora da se poboljša i precizira dalje u kasnijim fazama, fokusirajući se na teme koje će biti izabrane za razvoj DSS-a. Najvažnije je da se u ovaj proces uključe krajnji korisnici DSS-a. Zbog toga se preporučuje da se u Planu rada za razvoj DSS-a planiraju aktivnosti definicije problema.

3.1. Identifikacija problema, ciljeva i mera

Iako postoji širok spektar mogućih specifičnih problema koji su vezani za korišćenje i zaštitu od zagađenja vodnih resursa na slivu, mogu se izdvojiti tri grupe reprezentativnih problema koje treba da budu uključene u sistem:

- Kako poboljšati društveno-ekonomsko korišćenje sliva reke (vodosnabdevanje, transport, turizam, ribarstvo, poljoprivreda, itd.);
- Kako postići održivo poboljšanje fizičkog, hemijskog i biološkog stanja reke i njenih pritoka;
- Kako povećati ekološke vrednosti reke, priobalnih i plavnih područja na slivu.

Ciljevi su usko povezani sa problemima. Cilj upravljanja je željeno stanje sistema koje donosioci odluka žele da postignu. Postizanje ciljeva se meri pomoću (najčešće kvantitativnih) kriterijuma. Za dizajn DSS ciljeva od posebnog značaja je određivanje informacija, koje bi model trebalo da obezbedi svojim korisnicima. Pozivajući se na grupe identifikovanih problema mogu se raspoznati sledeći osnovni ciljevi:

- Poboljšanje socio-ekonomskog korišćenja:
održavanje/poboljšanje vodosnabdevanja naselja i industrije;
održavanje/poboljšanje korišćenja poljoprivrednog zemljišta;
poboljšanje uslova za ribarstvo; razvoj turizma i rekreacije;
- Poboljšanje fizičkih, hemijskih i bioloških stanja reke i njenih pritoka, ekološke vrednosti reke, priobalnih i plavnih područja:
kvalitet voda reka i podzemnih voda; kvalitet zemljišta u koritu reke, priobalju i plavnim područjima; poboljšanje ekoloških funkcija reka i priobalnih područja; poboljšanje ekoloških funkcija plavnih područja; poboljšanje ekoloških funkcija sliva.

Jedna od glavnih funkcija DSS-a je da se povežu mere koje se mogu implementirati da bi se rešili identifikovani problemi u skladu sa definisanim ciljevima. Predlog perspektivnih mera treba da formulišu krajnji korisnici i/ili timovi istraživača koji će raditi na razvoju

sistema. Iako je predlog mera preliminaran njihov izbor treba da bude pažljiv. Posebnu pažnju treba obratiti pri analizi mera koje su preskupe ili neprihvatljive iz drugih razloga. Pored toga, treba biti svestan modela i podataka koji su potrebni da bi se analizirale posledice predloženih mera.

3.2. Vrste i uloga korisnika sistema podrške odlučivanju

Potencijalni korisnici DSS-a, kao realtivno heterogena grupa, mogu da se razlikuju na dva načina: prvo, prema značaju i funkciji korisnika u donošenju odluka i drugo, sa praktične tačke gledišta, prema iskustvu i uvežbanosti korisnika u radu sa računarskim alatima, što je posebno značajno, posebno sa aspekta informacionog okvira. Što se tiče različitih uloga, mogu se izdvojiti sledeće grupe korisnika:

1. Donosioci odluka i menadžeri vodnih resursa (npr. ministarstva i državne agencije): korišćenje DSS za analizu i balansiranje mogućih alternative.
2. Zvaničnici zaduženi za procese planiranja (npr. preduzeća i organizacije koje upravljaju vodnim resursima, vodna udruženja): korišćenje DSS-a za postavljanje ciljeva generalnog planiranja u praksu, definisanjem i izborom realnih mera.
3. Stručni korisnici za pojedine podoblasti koje su u vezi sa vodnim resursima (npr. istraživačke organizacije): manje ili više stalno korišćenje DSS-a za različite zadatke.
4. Udruženja, javne organizacije, zainteresovane strane (npr. očuvanje prirode, ribarstvo, industrija, poljoprivreda i drugi): korišćenje DSS-a za definisanje sopstvene pozicije i diskusije sa drugim grupa.
5. Javnost: informacije o mogućim alternativama.

Što se tiče uvežbanosti korisnika u korišćenju informatičkih alata, ona se ne može jasno definisati za navedene grupe korisnika. Iako se manje, više može odrediti veza između uloge korisnika i njegovog poznavanja rada na računaru (na primer, iskusni korisnici su najčešće više upoznati sa GIS-om i modeliranjem nego javnost) realne informatičke kompetencije su uglavnom vezane za pojedinačne sposobnosti korisnika.

3.3. Obim i funkcije sistema podrške odlučivanju

Obim i funkcije sistema podrške odlučivanju uglavnom zavise od zahteva za informacijama krajnjih korisnika. Obzirom da krajnji korisnici koriste informacije iz DSS-a u procesu donošenja svojih odluka, DSS bi trebalo da zadovolji zahteve krajnjih korisnika što je više moguće. Međutim, mogu postojati ograničenja zbog nedostatka znanja i podataka o procesima koji su vezani za planirane mere u skladu sa definisanim ciljeve. U nastavku je dat kratak opis nekih glavnih funkcija koje DSS treba da ima i tipični alati koje se koriste za ove funkcije.

3.3.1. Analiza upravljačkih alternativa

Kompleksan integralni model pruža holističku reprezentaciju sistema, sa eksplicitno definisanim vezama između prirodnih sistema i društveno-ekonomskih sistema. U principu funkcije analize upravljačkih alternativa zahtevaju opis sistema na odgovarajućem nivou detalja prostornih i vremenskih skala. U praksi sposobnost analize je jedna od najvažnijih funkcija DSS-a. Sposobnosti analize će biti važna na različitim tačkama/nivoima DSS sistema. Pre svega, korisnik će želeći da analizira trenutno stanje rečnog sliva, što uključuje i inventar svih relevantnih funkcija sliva reke (npr. socijalno-ekonomskih i ekoloških funkcija) za željeni proces odlučivanja. Takođe, analize funkcija su neophodne za evaluaciju efekata i uticaja mera na sliv reke. Kalkulisano projektovano stanje rečnog sliva mora da bude u odnosu na trenutno stanje, kao i na željeno stanje. Upoređivanjem projektovanog i željenog stanja korisnik će biti u stanju da odluči da li su dalje mere neophodne da bi se postiglo željeno stanje.

3.3.2. Komunikacije

Integralni DSS sistem može da olakša komunikaciju između kreatora politike i zainteresovanih strana u naporima participativnog planiranja. Interaktivna simulacija na integralnom modelu pokazuje zainteresovanim stranama kako su njihovi različiti stavovi o sistemu u vezi jedni sa drugima. Transparentnost sistema garantuje da akteri prepoznaju njihov domen eksplicitno zastupljen u sistemu. Transparentnost i orijentisanost prema korisnicima su ključni faktori da bi sistem funkcionisao kao faktor posredovanja u kontekstu zajedničkog planiranja. Značajan aspekt orijentisanosti prema korisnicima je odziv i brzina sistema, koji su posebno važni za sesije bazirane na tehnikama grupnog rešavanja problema, gde pojedinci žele da istraže različite scenarije u toku diskusije.

Postojeći DSS sistemi u različitim oblastima ljudskog delovanja već su pokazali da je komunikacija jedna od najvažnijih funkcija DSS-a. Kod integralnog upravljanja vodnim resursima uključeni su heterogeni akteri, pa je komunikacija centralni deo DSS-a. Osim toga informisanje javnosti je izuzetno značajna funkcija DSS-a.

Alati koji se mogu koristiti za komunikaciju su alati za čuvanje, uvoz i izvoz kompletnih scenarija za razmenu između zainteresovanih strana ili lobija, alati za izveštavanje sačuvanih scenarija zajedno sa komentarima i argumenata, alati za geo-referenciranje stanja i kreiranje odgovarajućih mapa.

3.3.3. Biblioteka (Baza znanja)

DSS kao integralni sistem može da se koristi za upravljanje znanjem. On obezbeđuje prikupljanje, uređivanje i povezivanje postojećeg znanje o sistemu, pa stoga može da ispuni funkciju dinamičke biblioteke. DSS može da otkrije praznine u znanju i time da da podsticaj za dalja istraživanja i prikupljanja podataka. Kroz DSS znanje o sistemu postaje dostupno u operativnom obliku. Na taj način DSS može biti zajednička infrastruktura za skladištenje i prenos znanja za organizacije koje učestvuju u upravljanju i eventualno javnosti.

Integralno upravljanje rečnim slivovima uključuje širok opseg znanja, podataka i modela. Funkcija DSS-a kao biblioteke će biti od pomoći pojedinim korisnicima, na primer saveznim agencijama, pre svega u struktuiranju aktuelnih saznanja i raspoloživih podataka o vodnim resursima i slivu.

3.3.4. Upravljanje

Upravljanje je funkcija DSS-a koja je važna za korisnike koji moraju da procene opšte odluke i pretvore ih u izvodljive mere. Iz seta mogućih mera oni moraju da izaberu one koje najbolje odgovaraju ciljevima. Naravno finansijski aspekti se moraju uzeti u obzir i zbog toga je neophodna njihova ocena. Neophodno je utvrditi koji su troškovi izabranih mera i kakvi će biti efekti ovih mera na vodne resurse, zemljište i ceo sliv. Osnovna alatka u ovakvim analizama je višekriterijumska evaluacija.

3.3.5. Učenje

Osim navedenih funkcija DSS može da se koristi i za potrebe učenja. Pre svega, to znači učenje o povezivanju procesa, prirodnih i korisničkih funkcija, koje grade kompleksnu mrežu sistema sa više međuzavisnosti. Čak i ako su stručnjaci upoznati sa tim međuzavisnostima, u posebnim oblastima interesovanja mogu da koriste DSS za učenje o povezanosti sa nepoznatim funkcijama. Alati koji se mogu koristiti za učenje su alati za prikaz zavisnosti procesa i funkcija bazirani na opisima sistema, identifikacioni alati koji ističu kvalitativne uticaje intervencija u dijagramima sistema itd.

4. DEFINISANJE ZAHTEVA

Na slivu postoji veliki broj različitih aktera koji su vezani za korišćenje vodnih resursa i njihovu zaštitu od zagađenja, sa različitim ciljevima. Svi ovi akteri su i potencijalni korisnici DSS-a, koji treba zajedno da identifikuju ono što bi želele da sadrži sistem. Obzirom na različiti značaj i funkciji potencijalnih korisnika u donošenju odluka i različito iskustvo i uvežbanosti u radu sa računarskim alatima, zahtevi i potrebe korisnika mogu da budu veoma različiti. Na osnovu dosadašnjeg iskustva definisani su polazni zahtevi koje treba da ispuni inicijalni prototip sistema:

- Relevantnost politike - odnosi se na način na koji sistem omogućava neposrednu podršku za politiku krajnjeg korisnika, odnosno koliko je sistem dobro prilagođen njegovim potrebama, veštinama i metodama rada. Relevantnost politike je takođe važna u odnosu na različite modele i procese koji su zastupljeni u DSS-u. Generalno proces postaje relevantan sa aspekta politike ukoliko kreator politike ima neke direktne ili indirektne mere kojima može da utiče na proces.
- Istraživačko učenje - odnosi se na lakoću sa kojom korisnik može da nauči o problemu ili delu problema pomoću DSS-a. Učenje će biti moguće samo ako korisnik razume uzroke i efekte u sistemu. Dakle, DSS mora da bude transparentan i jednostavan za upotrebu. Nivo složenosti sistema treba da bude u granicama učenja koje može da se izvrši, a sistem treba da bude odgovoran, što znači da unos korisnika treba da dovede do izlaza na način koji omogućava intuitivni osećaj da se uči. Sistem bi trebalo da proizvede izlaz koji je

poučan i ako je moguće, koncizan: geografski izlaz u obliku mapa, vremenske serije u vidu grafikona, itd.

- Korisnička orijentisanost - odnosi se na lakoću sa kojom sistem može da se koristiti od strane krajnjih korisnika. Sistem će biti korisnički orijentisan, ako je dobro dizajniran sa intuitivnim i uniformnim korisničkim interfejsom koji je kreiran i setovan u skladu sa smernicama koje se odnose na operativni sistem i platformu na kojoj sistem radi. Takođe, sistem je korisnički orijentisan, ako je opremljen odgovarajućim skupom alata, potrebnih za obavljanje analitičkih zadataka, kojima može lako da se manipuliše.
- Transparentnost - odnosi se na pogodnost rezultata generisanih od strane sistema, kao i dokumentovanost različitih zadataka izvršenih od strane sistema. Što više sistem izvršava svoje zadatke na način koja čini intuitivan osećaj krajnjem korisniku, sistem će biti transparentniji. Takođe, što su modeli i alati sistema otvoreniji i dokumentovaniji, sistem će biti transparentniji.
- Interaktivnost - odnosi se na lakoću sa kojom krajnji korisnik može da komunicira sa sistemom. Osnovna pitanja koja definišu interaktivnost su: koji procenat zadataka korisnik može sprovoditi direktno i preko korisničkog interfejsa bez potrebe da se vraća na druge analitičke instrumente, koji alati su dostupni za podršku korisniku u izvršavanju tih analitičkih poslova u toku sesije, koliko truda je uključeno u sprovođenje zadatka i kakvi manevri su potrebni od strane korisnika, koliko ovakvih aktivnosti može da se uradi na licu mesta bez potrebe za korišćenjem drugih instrumenata?
- Integracija - odnosi se na nivo integracije modela i alata postignut u samom sistemu. Različiti modeli u sistemu mogu biti povezani labavo, tesno ili potpuno. Strategija povezivanja modela zavisi od složenosti modela, tj. od broja promenljivih koje se razmenjuju između modela u sistemu. Integracija se odnosi i na način prilagođavanja alata funkcionalnim i analitičkim zahtevima modela.
- Fleksibilnost - odnosi se na lakoću sa kojom sistem može biti prilagođen ili menjan za rešavanje ostalih probleme na slivu, ili za rešavanje sličnih problema u drugom regionu ili u drugom kontekstu.
- Korektnost - odnosi se na kvalitet izlaza generisanih od strane sistema. Nivo korektnosti sistema će najviše zavisiti

od kvaliteta modeli koji se koriste u sistemu i načina povezivanja ovih modeli u jedan integrisani model. Ovo je tesno povezano sa pojmovima neizvesnosti, predvidljivosti, složenosti modeliranog problema, itd.

- Kompletност - odnosi se na odnos relevantnih domena procesa koji su generalno predstavljeni modelima i alatima sistema i na dovoljan nivo detalja. Kompletnost se razlikuje od nivoa apstrakcije u smislu da kompletan sistem ne treba da se sastoji od modela koji su potpuno spojeni, niti ovi modeli moraju da rade na istom nivou detalja, sa istim vremenskim skalama, istim skupom stanja promenljivih, itd.
- Nivo apstrakcija - odnosi se na nivo detalja sa kojim sistemom predstavlja domen odlučivanja. Nivo detalja postignut u sistemu treba da bude odgovarajući i relevantan za vrstu problema koji treba da reši krajnji korisnik. Zavisno od toga dali je krajnji korisnik kreator politike ili istraživač, modeli u sistem treba da budu ocenjeni prema njihovoj relevantnosti politike ili istraživačkoj relevantnosti.
- Performanse - odnose se na brzinu kojom sistema, modeli i alati generišu rezultate koji su trenutno relevantni za krajnjeg korisnika. Performanse su relativne u odnosu na platformu i računara, koji su obično na raspolaganju krajnjem korisniku.
- Cena razvoja - odnosi se na troškove potrebne da se izgradi i aktivira konačna verzija sistema. Razvojni troškovi uključuju ne samo implementaciju softvera, već i pripremni rad uključen u funkcionalni i tehnički dizajn sistema. Ovo ne uključuje troškove održavanja.
- Troškovi održavanja - odnose se na troškove koji su uključeni u održavanje i unapređenje sistema. U troškove održavanja se uključuju i troškove za prilagođavanje sistema promenljivim potrebama krajnjih korisnika, kao i softverskim i hardverskim standardima.
- Saradnja - odnosi se na potencijal za distribuirani razvoj, održavanje i korišćenje sistema.
- Implementacija (nivo težine) - odnosi se na tehničke poteškoće koje treba da reši tim uključen u izgradnju sistema. Ovo uključuje teškoće u praktičnoj realizaciji arhitekture i funkcionalnih komponenata sistema: baze podataka, baze modela, baze alata, korisnički interfejs. Uopšteno govoreći

veća težine podrazumeva veći rizik da će se u izgradnji sistema javiti mnoge tehničke i organizacione teškoće.

Ovo je samo orijentaciona lista zahteva koje treba da ispuni inicijalni prototip softvera sistema podrške odlučivanju. Neophodno je da svi potencijalni korisnici identifikuju sopstvene zahteve, a da zatim sa ostalim korisnicima identifikuju hijerarhiju zahteva i potreba. U zavisnosti od obima DSS-a i broja zainteresovanih strana, ovo može biti zahtevan korak. Tokom razvoja prototipa softvera, kroz uključivanje zainteresovanih strana u proces kreiranja DSS-a i nastanak novih ideja i pitanja lista zahteva će biti revidirana i proširena novim zahtevima.

5. ZAKLJUČAK

Najveća vrednost korišćenja DSS-a je njegova sposobnost da poboljša donosiocima odluka način pristupa problemu, odnosno da pruži novi uvid u problem, da omogući donošenje bolje odluke i brži odgovor na neočekivane situacije i što je najvažnije, promenu svesti o odgovornosti za vodne resurse i životnu sredinu. Sve u svemu, DSS bi trebalo da pomogne svojim korisnicima da postanu bolje informisani u radu sa svojim intenzivnim informacijama u rešavanju problema upravljanja vodnim resursima.

To će biti moguće samo ako se striktno sprovede iterativni proces razvoja DSS-a, u okviru koga se mora obratiti pažnja na brojna logistička pitanja i ograničenja. Priroda problema, broj i raznovrsnost zainteresovanih aktera i mnoga druga pitanja mogu uticati na izvodljivost iterativnog procesa razvoja prostornog DSS i na njegovu efikasnu primenu. Identifikacija grupa zainteresovanih strana i njihovo dalje učešće u razvojnom procesu je veoma važno. Multidisciplinarni projektni tim je obično neophodan i važno je da se on okupi u ranoj fazi razvojnog procesa. Iz navedenih razloga faze definisanja problema i definisanja zahteva imaju ključnu ulogu za čitav proces razvoja DSS-a. Tokom čitavog razvojnog procesa, a naročito u početnim fazama, pažljivo planiranje mora da ima važno mesto, pri čemu se moraju uzeti u obzir legitimna vremenska i resursna ograničenja.

ZAHVALNOST

Rezultati istraživanja prezentovani u ovom radu su finansirani u okviru naučnih projekata TR37003 i TR37018 Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije.

6. LITERATURA

- [1] Milićević, D. (2011): Razvoj programskog sistema za integralnu zaštitu vodnih resursa od zagađenja, Doktorska disertacija odbranjena na Građevinsko-arhitektonskom fakultetu u Nišu, str. 199
- [2] Milićević, D., Milenković, S. (2011): Primena informatičkih tehnologija u integralnoj zaštiti vodnih resursa od zagađenja, Uvodni rad po pozivu, Međunarodna konferencija "Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad", Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, 05. do 08. aprila 2011. godine, Niš, str. 16-21.
- [3] Milićević, D., Milenković, S., Nikolić, V. (2002): The Informatics Support To The Water Resources Integral Protection From Pollution, The 6th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Orlando, Proceedings, Volume I: Information Systems Development I, Florida, USA, p. 227-232.
- [4] Sugumaran, R., DeGroote, J. (2011): Spatial Decision Support Systems, Principles and Practices, Taylor and Francis Group, LLC; USA, p. 469

AUTONOMIJA ARHITEKTURE I ODNOS INVESTITOR – PROJEKTANT: INTERAKCIJA ILI KONFLIKT

Aleksandar Milojković¹

Marko Nikolić²

Rezime

Autonomija arhitekture i interakcija projektanta i investitora, i njen značaj u nastanku jednog arhitektonskog dela, česte su teme mnogih stručnih polemika. U ovom radu diskutuje se jedan od primera interakcije/konflikta u odnosu investitor – projektant, koji je rezultovao uspešnim i od strane stručne javnosti (i investitora) dobro ocenjenim projektom i (ne)zadovoljavajućom realizacijom.

Ključne reči: *Značenje personalnog prostora, autonomija arhitekture, odnos investor- projektant*

1. UVOD

Istorija arhitekture kao umetnosti i zanata oduvek je istovremeno bila i istorija borbe između estetskog osećaja i veštine projektanta, i želja i neotuđivog "prava" investitora da utiče na nastajanje dela koje finansira. U trenutku, kada u Srbiji pojam arhitekture ima manje - više metaforično značenje, i kada je arhitektura prilično zavisna od diletanata u svim strukturama upravljanja i investicija privatnih preduzetnika sumnjive

¹ mr Aleksandar Milojković, dipl. inž. arh., asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

² Marko Nikolić, dipl. inž. arh., asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

prošlosti, arhitektonska rešenja, ma kako jednostavni, i arhitektura uopšte, ipak su proizvod sveukupnosti moralnih, socijalnih, ekonomskih, ergonomskih i drugih okolnosti koje određuju njihov postanak. Otud zadatak projektanta da za nekog drugog osmisli prostor i omogući mu "sigurnost" i "toplinu" doma, nije nimalo jednostavan, i bez obzira na profesionalnost i obrazovanje, nosi neminovno višestruke etičke i stručne dileme.

2. ISTORIJA KONFLIKTA

Antropološka istraživanja pokazuju da su arhitektonska dela praiistorijskog doba nastajala prateći formu diktiranu idealima "čistoće" i "harmonije" u cilju postizanja božanskog reda stvari. U antičko doba javlja se i ideja utilitarizma, ali i novi, formalistički stav u arhitekturi i forma, kao norma sama po sebi, pa se po prvi put postavlja i pitanje autonomije arhitekture i umetnosti uopšte.

Renesansna arhitektura je, između ostalog, i arhitektura za tržište, komercijalna arhitektura, što je posledica reorganizacije društva i ekspanzije tržišne logike. Po prvi put dolazi do sukoba "arhitekture ideja" i "potrošačke arhitekture". Ovaj konflikt postepeno raste do početka XVIII veka, kada se javlja rani funkcionalizam koji lepotu pronalazi u upotrebljivosti, pa tako u određenoj meri zadovoljava hedonističke, grafističke i formalističke zahteve, a naizgled i zahteve za efikasnošću i efektnošću [9]. Za funkcionaliste je uklapanje novog u okvire opsoletne, „demodirane“ zaostavštine prethodnih graditelja izgledalo nebitno i čak pomalo nečasno [3].

Jedna od reakcija na funkcionalizam je i pojava populizma u arhitekturi, koji korisnike objekta posmatra kao jedine legitimne ocenjivače arhitektonskog projekta, odnosno dela. Profesionalci postaju krivci za alijenizaciju korisnika od proizvoda, a tu distancu treba premostiti potpuno novim pristupom projektovanju. U tu svrhu, zastupnici populizma zalažu se za integraciju normi izvedenih iz objekata narodne arhitekture u korpus zvaničnih arhitektonskih normi i generisanje novog stila koji bi se smatrao "narodnim" bez obzira na to što je u stvari kreiran od strane struke. Budući korisnici mogu i direktno učestvovati u fazi projektovanja, a arhitekta projektuje samo komponente koje korisnik zatim upotrebljava po sopstvenom nahođenju. Ovakav pristup, naravno, ima mnoge nedostatke, jer je tvrdnja zagovornika populizma da arhitektura pati od preteranog profesionalizma, sasvim površna, a naivno njihovo mišljenje da veća participacija korisnika doprinosi humanijem okruženju, odnosno da je njihov stav prema okolini pozitivniji od stava projektanta [11]. Populizmu

se suprotstavlja naučni pristup - scijentizam, koji u potrazi za efikasnijim metodama određenja prostora i vizuelne organizacije odbacuje funkcionalističke formule i okreće se metodama rešavanja strukturalnih problema.

3. REAKCIJA STRUKE: NARCIZAM, “HUMANA FIGURACIJA”, “NOVI PROFESIONALIZAM”

Usled deprimirajućeg stanja arhitekture u okvirima globalnih ekonomskih i političkih tokova dolazi do pojave, koju teoretičari, oslanjajući se na analogiju između psihološkog stanja individue i grupe, nazivaju narcizmom. Narcizam³ sa karakteriše konfuzijom između svesne kontrole sebe nad sobom i sebe nad spoljašnjim svetom [10]. U društvenim grupama, kao i u pojedinim grupama profesionalaca, težak gubitak ili velika frustracija mogu dovesti do ispoljavanja simptoma regresije, slično individualnim simptomima koji se javljaju u psihijatriji - poricanje stvarnosti i preokupiranost "svemogućnošću misli" u kolektivnom mišljenju. Opsednutost formalizmom, hedonizmom, grafizmom i elitizmom u najnovijim periodima arhitektonskog stvaralaštva štiti na neki način jedan broj arhitekata od neprijatne stvarnosti i omogućuje im da, okrenuti sebi, u potrazi za opravdanjem zatvorenog sveta struke i projektnih biroa, kad god je to moguće, što bezbolnije, iz domena stvarnosti pređu u domen mentalnih konstrukata, u pokušaju prevazilaženja frustracija i odvojenosti sveta realnosti od sveta ideja. Kolektivni narcizam stvara osećaj svemoći umesto prethodnog osećaja onemogućenosti, i evoluirao kao posledica psihološke idiosinkrazije osoba vođenih ličnim interesom uvučenih u konflikte i saradnju sa drugim osobama posredstvom reciprociteta, zavisnosti, obaveza i dominacija, što Norbert Elias naziva "humana figuracija" [5].

Nemoć arhitekture da stvori sopstvene uslove postojanja, njena ograničena autonomija, i nemogućnost promišljanja i stvaranja mimo savremenih globalnih tokova, s jedne strane, i ubrzani ekonomski rast i ekspanzija, promocija naučnih i tehnoloških inovacija, ali i ekonomska i energetska kriza, kao karakteristike napredne civilizacije, dovode do nastanka "novog profesionalizma" i čvršćeg povezivanja arhitekture sa dostignućima ovog vremena [2].

³ To je faza u razvoju deteta kada dete nije u stanju da razluči sebe od stvarnosti spoljašnjeg sveta, i takav položaj u mnogome utiče na njegov proces mišljenja i delanja. I odrasla osoba može regredirati u ovaj stadijum, reagujući na intenzivan, akutni stres, u cilju poricanja neprijatnih događaja. Prema Frojd S.: Animizam, magija i svemoć misli, u: Totem i tabu, Matica srpska, Novi Sad 1969, str. 197-223

4. ZNAČENJE PERSONALNOG PROSTORA I POLOŽAJ INVESTITORA I PROJEKTANTA

Čovek je prostorno i socijalno biće, biće koje živi u prostoru, u kojem se zbivaju sve ljudske interakcije. Zauzimajući određeni položaj u prostoru u kome se nalazi sa drugim osobama, mesto u prostoru i položaj koji zauzima u odnosu na druge osobe postaje vrsta neverbalnog komunikacionog znaka [8]. Budući da učesnici u interakciji zauzimanjem određenog mesta i položaja u prostoru pružaju određene, za interakciju relevantne podatke, ovakvo zauzimanje mesta u prostoru moglo bi se nazvati proksemičkom ili prostornom komunikacijom.

4.1. Položaj investitora

Istraživanja su pokazala da se na osnovu značenja prostora i asocijativnih elemenata može izdvojiti devet dimenzija doma koje uključuju ljudske međuodnose, socijalnu matricu, status samoidentifikacije, prostor privatnosti, mesto stabilnosti i kontinuiteta, prostor za personalizaciju, obuhvat svakodnevnog ponašanja i odvijanja osnovnih životnih aktivnosti, dom detinjstva i mesto odrastanja, i najzad zaklon i fizičku tvorevinu [7]. Činjenica je da se značenje životnog okruženja generiše kroz personalizaciju prostora posredstvom identifikacije sa okruženjem i čini njegovu dopunu i transformaciju (dijalog čovek - okruženje). Suvišno je isticati položaj korisnika u okviru teorije potreba; on je centralna vrednost za određivanje svih veličina, preko koje se kasnije utvrđuje kvalitet budućeg prostora, jedinica i sklopova. Ipak, nedostatak profesionalnog usmeravanja i kontrole personalizacije prostora dovodi do eskalacije ličnih preferencija kao obeležja davno stečenih značenja koja su postala očekivanje i norma, dakle, **monolog korisnika**.

Težnja za rehabilitacijom ljudske spontanosti i učešća pojedinca u oblikovanju sopstvenog prostora je tendencija poznata i savremenoj filozofiji i arhitekturi. Ipak, preslikavanje modela svakodnevnog života ne može biti ni obrazac, ni formula uspešnog rešenja. Osnovni cilj zajedničkih aktivnosti arhitekta/projektanta i investitora, pravilno shvaćen, nije u stvari rešenje, već PROBLEM, tj. projektni zadatak, ili program budućeg objekta, koji treba da zadovolji potrebe investitora. Na investitoru je da svoje potrebe iskaže, a na arhitekti da ih shvati i kreira odgovarajući okvir za njihovo zadovoljavanje.

4.2. Položaj projektanta

Projektant, svojim profesionalnim delovanjem u oblasti oblikovanja životnog okruženja, vrši selekciju efekata u domenu vizuelnih, taktilnih i zvučnih obeležja posredstvom fizičke forme. Fizičke tvorevine nude brojne mogućnosti za potenciranje efekata višechulne percepcije i ukupnog bogatstva prostora; sagledavanje oblika, veličine, boje, teksture, svetlosti, senke, promene nivoa, pravca i ugla sagledavanja, uvođenje prirodnog i stvorenog zvuka, mirisa, dodira, podsticanje ponašanja ljudi i ostavljanje okvira za njihovo delovanje [1]. Potrebe korisnika, međutim, veoma su raznovrsne, a dimenzija promenljivosti je neprestano prisutna. Multifunkcionalnost i prilagodljivost promenljivim potrebama često se definišu već pri prvom kontaktu budućeg korisnika i projektanta.

4.3. Interakcija ili konflikt?

Ako stručnost i odgovorni pristup projektanta pretpostavimo, još uvek ostaje niz dilema koje se nameću. Kolika je stvarna autonomija projektanta - praktičara? Gde je granica koju treba povući, koliko upliva korisniku dozvoliti? Odnos projektanta i korisnika - investitora jeste najamnički, ali isto koliko je to i odnos psihoterapeut - pacijent. Budući korisnik projektantu izlaže svoje namere, nadanja, interesovanja, pred njim se "ogoljuje" i izlaže i svoje najintimnije potrebe. Projektant zadire u njegov život voljno ili nevoljno, ostvarujući međurelacije sa korisnikom i članovima njegove porodice, često nepotrebno i ometajuće bliske. On sedi za njegovim stolom, "živi od njegovog novca", ali ipak jasno izražava svoje profesionalne stavove. A da li je to moguće? Izvestan transfer (i kontratransfer) je neminovan, a kao i u odnosu psihoterapeut - pacijent, on može varirati od ljubavi do mržnje. Čvrst i nepokolebljiv profesionalac može se pokazati kao *persona non grata*, što naravno zavisi i od strukture ličnosti i psihološkog profila korisnika - investitora.

Posebno zavrđuje pažnju profil investitora naizgled "veoma zadovoljnog" projektom, punog pohvala i odobravanja. To su osobe koje bez pogovora prihvataju sve sugestije i predloge, dajući punu slobodu projektantu, naravno, u okviru unapred utvrđenog programa. Iz takve saradnje mogu nastati vrlo uspešna i nadahnuta dela, jer takav afirmativni stav investitora umnogome ohrabruje i inspiriše arhitektu. Na žalost, često je to priča sa neočekivanim obrtom.

5. STUDIJA SLUČAJA – “STRAJAVA” HOUSE

5.1. Reč autora...

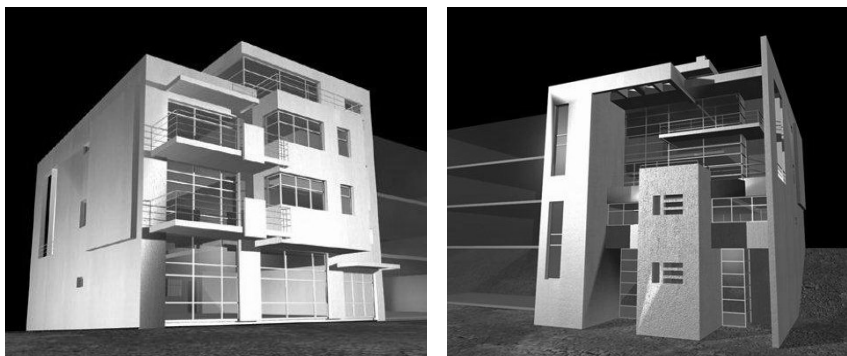
Projekat stambeno - poslovnog objekta u selu Stražava u okolini Prokuplja nastao je kao plod potreba investitora da obezbedi prostor adekvatan rastućim poslovnim i porodičnim potrebama. Projektni zadatak koncipiran od strane investitora nije sadržavao nikakve posebne odrednice u vezi sa „stilom“ i oblikovnim tretmanom objekta, već se uglavnom odnosio na opšte uslove koje je bilo potrebno zadovoljiti, pre svega u pogledu podele na stambeni i poslovni deo i njihov sadržaj u smislu potrebnih/željenih prostorija. U fazi idejnog razmatranja problema, autori i investitor su se više puta susretali i diskutovali različite mogućnosti organizacije, funkcije, oblikovanja i materijalizacije. Investitoru su u tom periodu, osim dvodimenzionalnih crteža, prikazivani i trodimenzionalni modeli, kako bi mu se olakšalo sagledavanje i razumevanje predloženog koncepta. Na osnovu definitivnog idejnog rešenja, koje je od strane investitora bez primedbi prihvaćeno, nastao je projekat, izložen i nagrađen na izložbama u Nišu i Novom Sadu.



Slike 1,2 i 3 Projekat “Strajava” House – osnova I, II sprata i potkrovlja

Stambeno - poslovni objekat karakteristišu pročišćena konstrukcija, jasna funkcija i jednostavnost glavnih volumena. Kombinacijom osnovnih arhitektonskih elemenata i njihovim međusobnim prožimanjem, izražena je izvesna težnja za dinamičnom pokretnošću masa. Različite funkcije naglašene su različitim tretmanom otvora. Poslovni deo (suteran i prizemlje) u potpunosti je odvojen od stambenog (I i II sprat i potkrovlje). Dnevni boravak, kao centralni motiv, projektovan je

kroz dve etaže, sa velikom staklenom površinom orijentisanom prema potoku i sa „pasarelom“ koja preseca dvovisinski prostor povezujući delove galerije. Prostor u potkrovlju sa prostranom krovnom terasom takođe je predviđen kao centar okupljanja svih ukućana i kao "okvir" za druženje i razonodu. Projektovan je gotovo u potpunosti u staklu, što doprinosi utisku spajanja i prožimanja enterijera sa ekstrijerom.



Slike 4 i 5 Projekat "Strajava" House – trodimenzionalni prikaz objekta

5.2. Reč stručne javnosti...

Na izložbi "Arhitektura Niš 2000" projekat "Strajava house" nagrađen je NAGRADOM ZA NAJBOLJI PROJEKAT - IDEJNO REŠENJE (u trenutku izlaganja objekat je bio u fazi izrade temelja) sa obrazloženjem stručnog žirija:

"Nagrada se dodeljuje za savremeni tretman sadržaja i visoke arhitektonske vrednosti izražene preko priloženog projekta sa izvanredno izbalansiranim odnosom punih zidova i staklenih površina, čime se postiže visok stepen arhitektonske plastike"⁴.

Nagrada - POVELJA Salona arhitekture za arhitektonske projekte 2001. godine u Novom Sadu dodeljena je sa sledećim obrazloženjem:

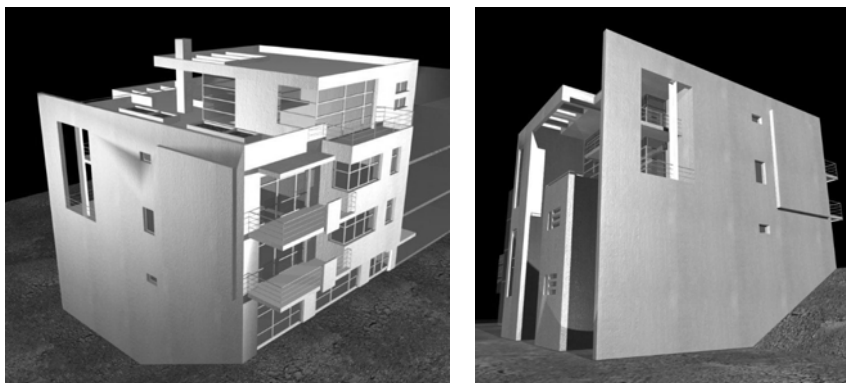
"Projekat neobičnog (pretencioznog) imena, iza koga se krije dobro estetsko i funkcionalno rešenje, oblikovan je u dobro shvaćenoj tradiciji evropske arhitekture, kao reminiscencija, ali sa autorskim pečatom. Pripada čistom izrazu, i svakako nadmašuje po iskrenosti tužne

⁴ Iz izveštaja žirija, *Arhitekt*, Društvo arhitekata Niša, Niš, 2001; II (4-5): p. 12-13

primere gradnje za bogate investitore koji svojom nametljivošću opterećuju"⁵.

Ubrzo zatim, u časopisu "Arhitektura i urbanizam", u članku posvećenom aktuelnostima na niškoj "arhitektonskoj sceni", autor prof. arh. Darko Marušić piše o Strajava house: "Visoko estetizovana slika volumetrije i arhitektonike ovog objekta, njegov savremeni likovno - dizajnerski izraz i proporcijski sklad u komponovanju elemenata sklopa jesu reference ovog objekta - znaka" [6].

Arh. Miodrag Živković o ovom projektu kaže: "U ovom idejnom rešenju nedvosmisleno su izražene ambicije da se u arhitekturi potkraj XX veka istražuju, i iznalaze, originalna, socijabilna i humana rešenja" [12].



Slike 6 i 7 Projekat "Strajava" House – trodimenzionalni prikaz objekta

⁵ Iz izveštaja žirija, *DaNS*, Društvo arhitekata Novog Sada, Novi Sad 2001; 34: p. 10

5.3. Reč investitora...



Slike 8 i 9 "Strajava" House – izgled izvedenog objekta

Završeni projekat je dostavljen investitoru (koji je "oduševljen" istim), a u dogovorenom roku i kompletna tehnička dokumentacija neophodna za izvođenje radova. Već u početnoj fazi izvršene su neke manje izmene o kojima su autori informisani. Međutim, u toku dalje gradnje, iz nepoznatih razloga i bez konsultacija sa autorima (naravno, i bez njihove saglasnosti) investitor najpre izmešta stepenište, a zatim vrši i promene u organizaciji i prostornom rasporedu, grubo narušavajući suštinu koncepta. Slede i intervencije na fasadi objekta, koje u potpunosti degradiraju projekat i čine izvedeno delo neprepoznatljivim.



Slike 10 i 11 "Strajava" House – izgled izvedenog objekta

6. GDE JE GREŠKA?

U domenu teoretskih rasprava ostaje pitanje: u čemu je nesporazum? U psihoanalizi postoji stav da se uspešnoj terapiji može podvrgnuti samo osoba koja ispunjava određene intelektualne preduslove. Ako pridodamo i one finansijske, i obrazovni nivo klijenta, pa to direktno (i nekritično) transponujemo u relacije projektant - investitor, nekakav odgovor se nameće. Izgleda, prema tome, da se arhitekta - projektant mora pri izradi naručenog projekta rukovoditi nizom socijalnih, ekonomskih i psiholoških faktora, pa tek onda sopstvenom profesionalnošću i kreativnošću. Za razumevanje načina na koji se ljudi ponašaju i čine izbore, verovatno je potreban jasniji uvid u uticaje kultura, pogleda na svet, ukorenjenosti određenih naučenih obrazaca, i (ne)spremnost određene društvena grupe da odbaci „tradicionalna“ rešenja i prihvati estetiku utemeljenu na drugačijem sistemu vrednosti. Zamisli arhitekta neretko padaju u vodu pred (samo)voljom investitora, a pokušaj uspostavljanja plodonosnog odnosa arhitekta sa pojedinačnim sklopovima ličnosti bazira se na intuitivnosti i čini se, ipak, previše ambicioznim.

Zagovarači ideje autonomije arhitekture posmatraju arhitekturu kao posebno biće sa sopstvenim problemima i načinom mišljenja, nezavisnim od okoline. Oni arhitektonsko delo vide kao formu determinisanu isključivo normama koje smatraju jednim odgovarajućim kriterijumom za procenu kvaliteta nekog dela. Društvene, ekonomske, političke i tehnološke okolnosti uzimaju se kao faktori koji se moraju obuzdati, sa kojima se mora postići kompromis, ili ih treba iskoristiti za fokusiranje na centralni problem arhitekture- formu. Ipak, iako poimanje estetike zavisi pre svega od fizičkih karakteristika objekta, ne sme se zanemariti i socijalni okvir unutar koga objekat dobija značenje. Forma izaziva zadovoljstvo poput poruke koja se može ceniti i razumeti misaono, ali takođe i unutar socijalno prihvaćenih i vrednovanih kodova. Pristup koji u obzir uzima samo jednu tačku gledišta i zanemaruje višeznačnu povezanost između fizičke, ekonomske i društvene sredine, smanjuje mogućnost objašnjenja i razumevanja lepote kao totaliteta.

Ideja autonomije čini arhitekturu naizgled izdvojenom, a istovremeno angažovanom, pa je otud projektovanje čisto psihološki, ako ne i fiziološki proces, a ne socijalna institucija. Arhitekta ima privid realizacija svojih vizija, koje su u službi određenih društvenih grupa. Proizilazi da je ideja autonomije multifunkcionalni instrument koji koristi intelektualna elita, trgovci, jet-set i finansijeri u trenutku

kada to odgovara njihovim interesima, čime učvršćuju svoje pozicije, a u tim relacijama od prave autonomije ne ostaje mnogo.

7. ZAKLJUČAK

Interakcija projektanta i investitora, i njen značaj u nastanku jednog arhitektonskog dela, često je tema brojnih polemika. Nesumnjivo je da je na arhitekti pri projektovanju nečijeg stambenog prostora velika odgovornost, kao i da po mnogo čemu on time zadire u sferu intimnog i nagonskog, a samim tim i teško objašnjivog u ličnosti investitora. Profesionalna fleksibilnost u stavovima projektanta ne sme postojati, a fleksibilnost investitora je nešto sa čime se ne sme računati. Arhitektura, po svemu sudeći, zadržava svoju autonomiju jedino u domenu metodologije, a u današnje vreme, sve složenija interakcija projektanta i investitora često poprima tužna obeležja konflikta sa rezultatima vidljivim svuda oko nas.

8. LITERATURA

- [1] Bazik D., Trbić V.: *Personalizacija prostora: dijalog ili monolog?* u Ilić D. (Ed.): Stanovi i zgrade za tržište, Univerzitet u Nišu, GAF, Niš, 1998, p. 63-74
- [2] Bell D.: *The Cultural Contradictions of Capitalism*, BasicBooks, New York, 1996.
- [3] Brolin B.: *Arhitektura u kontekstu*, Građevinska knjiga, Beograd 1988.
- [4] Chipperfield D.: *Theoretical Practice*, Artemis, London 1994
- [5] Elias N.: *Human Figurations*, Amsterdams Sociologisch Tijdeschrift, Amsterdam, 1977.
- [6] Marušić D.: *Izložba "Arhitektura-Niš 2000"*, Arhitektura i urbanizam VIII (8), IAUS, Beograd-Niš, 2001, p. 51-59
- [7] Rappaport A.: *The meaning of built environment*, Sage Publications, Beverly Hills, 1982.
- [8] Rot N.: *Znakovi i značenje (verbalna i neverbalna komunikacija)*, Nolit, Beograd, 1982.
- [9] Tzonis A, Lefaivre L.: *History of design as social science*, Harvard Graduate School of Design, Faculty Publication Series in Architecture, No. A-7701, Cambridge, MA, 1977.
- [10] Tzonis A, Lefaivre L.: *The Narcissist Phase in Architecture*, u Harvard Architecture Review, vol. 1, Spring 1980: Beyond The Modern Movement, MIT, Cambridge, 1980, p. 52-61
- [11] Tzonis A, Lefaivre L.: *In the Name of the People: The Populist Movement in Architecture*, u Shamiyeh M. (Ed.): What People Want: Populism in Architecture and Design, Birkhäuser, Basel, 2005, p. 289-305

- [12] Živković, M.: *Arhitektura, Niš, 2000*, u DaNS (33), Društvo arhitekata Novog Sada, Novi Sad, 2001, p. 48-49

ANALIZA GRANIČNE NOSIVOSTI GREDNIH NOSAČA IZLOŽENIH DEJSTVU PROMENLJIVO PONOVLJENOG OPTEREĆENJA

Bojan Milošević¹
Marina Mijalković²
Žarko Petrović³
Mirza Hadžimujović⁴

Rezime

Mnoge inženjerske konstrukcije ili neki njihovi delovi su izloženi različitim tipovima opterećenja od kojih neka mogu da deluju potpuno nezavisno jedna od drugih. Neka od ovih opterećenja su stalna dok druga nisu definisana tokom vremena i spadaju u grupu promenljivo ponovljenih opterećenja. U velikom broju slučajeva se može definisati samo oblast u okviru koje se promenljivo ponovljeno opterećenje nalazi. Kada su linijski nosači izloženi promenljivo ponovljenom opterećenju analiza granične nosivosti sprovodi se primenom statičke i kinematičke teoreme adaptacije. U ovom radu biće izvršena analiza granične nosivosti kontinualnog nosača na dva polja izloženog dejstvu promenljivo ponovljenog opterećenja.

Ključne reči: kontinualni nosač, inkrementalna sila loma, zaostali moment savijanja, alternativna sila loma.

¹ Bojan Milošević, mr, predavač, Univerzitet u Beogradu, Visoka građevinsko geodetska škola strukovnih studija

² Marina Mijalković, dr, vanredni profesor, Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet

³ Žarko Petrović, mr, asistent, Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet

⁴ Mirza Hadžimujović, d.i.g, asistent, Državni Univerzitet u Novom Pazaru, Departman za Tehničke nauke

1. UVOD

Granična analiza konstrukcija je analitički postupak kojim se određuje maksimalni parametar opterećenja ili parametar uvećanja opterećenja, koji jedna elasto-plastična konstrukcija može da ponese. Određivanje moći nošenja konstrukcije, kao i procena loma konstrukcije dragocena je ne samo kao jednostavna kontrola nosivosti nosača, već kao značajna baza i faktor pri projektovanju konstrukcija. Opterećenje loma konstrukcije određeno primenom granične analize jedan je od pokazatelja moći nošenja konstrukcije izložene dejstvu proporcionalnog opterećenja. Kada je konstrukcija izložena dejstvu promenljivo ponovljenog opterećenja, dolazi do loma pod dejstvom opterećenja koje je manje od opterećenja loma kada je konstrukcija izložena dejstvu proporcionalnog opterećenja.

Primena metode adaptacije (shakedown analysis) pri proceni sigurnosti elasto-plastičnih konstrukcija izloženih dejstvu promenljivog ponovljenog opterećenja je važna, a često i nezaobilazna. U ovom kontekstu, "shakedown" termin, koji je uveo Prager, znači da se posle pojave početnih plastičnih deformacija, konstrukcija ponaša čisto elastično u toku svog daljeg života. Nasuprot tome stanje koje vodi ka nesigurnosti konstrukcije se naziva "neadaptacija" konstrukcije. Konstrukcija u tom slučaju doživljava lom usled jednog ili oba vida loma, nazvanih inkrementalni lom (incremental collapse) i alternativni lom (alternating collapse). Inkrementalni lom se javlja usled nagomilavanja plastičnih deformacija pri svakom ciklusu opterećenja (progressive deformation), prouzrokujući smanjenje trajnosti konstrukcije, dok do alternativnog loma dolazi usled ponavljanja plastičnih deformacija suprotnog znaka (bez nagomilavanja plastičnih deformacija), prouzrokujući na taj način fenomen nisko-cikličnog zamora (low cycle fatigue). Metoda adaptacije pripada klasi "pojednostavljenih" metoda, a predstavlja i značajnu generalizaciju teorema granične analize^[1].

Koncept i metod proračuna konstrukcija primenom metode adaptacije je prvobitno razvijen 1930, mada je u ekspanziji od 1950. Prve radove u ovoj oblasti prikazali su Bleich 1932. i Melan 1938. koji je postavio statičku teoremu adaptacije (Melans theorem), odnosno donju granicu shakedown opterećenja i Koiter 1956. koji postavlja osnove kinematičke teoreme adaptacije (Koiterova teorema), odnosno gornje granice shakedown opterećenja. Ove dve teoreme su uspešno primenjene u rešavanju građevinskih problema (Maier 1969; Corradi i Zavelani 1974; Köning i Maier 1981; Kaliszky 1984; König

1987.[1]; Polizzoto 1993; Gro-Wedge 1997; Ponter i Karter 1997; Pham 2001).

Poslednjih godina analiza elasto-plastičnih konstrukcija primenom metode adaptacije dobija sve veću primenu u analizi inženjerskih problema usled sve većih zahteva modernih tehnologija. Tako je primenjena sa uspehom u mnogim inženjerskim problemima, kao što je konstruisanje nuklearnih reaktora, železničkih pruga, a svoju primenu našla je i u građevinskom projektovanju, kao i proceni sigurnosti građevinskih objekata.

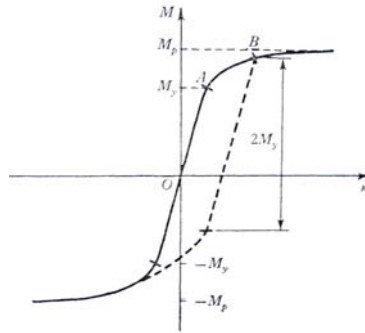
Cilj ovog rada je da se prikaže primena statičke i kinematičke teoreme adaptacije kada je gredni nosač izložen dejstvu promenljivo ponovljenog opterećenja. Na primeru kontinualnog nosača na dva polja sproveden je postupak proračuna veličine sile loma u zavisnosti od promene karaktera opterećenja i raspona polja nosača. Promena raspona polja nosača utiče na raspodelu unutrašnjih sila, a samim tim dovodi i do promene merodavnog uslova loma, odnosno veličine sile loma.

2. OSNOVNE POSTAVKE I TEOREME METODE ADAPTACIJE

Da bi se granična nosivost jednog linijskog nosača utvrdila primenom teorije plastičnosti, prethodno treba dokazati da će za njega merodavno granično stanje nastati formiranjem mehanizma loma, tj. treba eliminisati pojavu bilo kog drugog graničnog stanja. Potrebno je isključiti pojavu zamora usled dejstva promenljivog ponovljenog opterećenja, mogućnost pojave lokalne nestabilnosti odnosno pojavu bilo kog efekta koji bi doveo do loma nosača pre formiranja dovoljnog broja plastičnih zglobova i njegovog prelaska u mehanizam loma.[2] Nosač se nalazi u stanju granične ravnoteže ako je njegova noseća sposobnost u potpunosti iscrpljena. Kada dođe do formiranja dovoljnog broja plastičnih zglobova dolazi do progresivnog razvoja deformacija, a nosač prelazi u mehanizam loma. Trenutak koji neposredno prethodi formiranju mehanizma loma predstavlja trenutak granične ravnoteže nosača.

Ako dođe do rasterećenja nosača pre formiranja mehanizma loma javljaju se određene zaostale deformacije koje prouzrokuju pojavu zaostalih momenata savijanja^[4]. U slučaju ponovnog opterećenja primenom granične analize nije moguće uzeti u obzir zaostale momente savijanja. Ovo je moguće primenom teorema

adaptacije. U metodi adaptacije važe sve pretpostavke koje su uvedene i u metodi granične analize, pri čemu ova metoda omogućava analizu ponašanja nosača koji su izloženi promenljivo ponovljenom opterećenju.



Slika 1 Veza moment-krivina u teoriji adaptacije

Ako se radi o nosaču od nekaljenog materijala opterećenog preko granice elastičnosti, momen savijanja ima vrednost u opsegu ($M_y - M_p$), gde je: M_y moment tečenja, a M_p moment pune plastičnosti poprečnog preseka. Dijagram zavisnosti moment-krivina koji važi u metodi adaptacije prikazan je na Slici 1. U slučaju rasterećenja, uočava se da je veličina elastičnog momenta rasterećenja $2M_y$, a veza moment-krivina u tom domenu linearna. Momenta tečenja M_y i moment plastičnosti M_p , imaju jednake vrednosti kako pri zatezanju tako i pri pritisku.^[4]

Teoreme adaptacije imaju ulogu da postave glavne uslove pod kojima plastično tečenje u nosaču konačno prestaje, bez obzira koliko je često i kojim redosledom opterećenje nanešeno^[5]. Kao i u graničnoj analizi konstrukcija, tako i u metodi adaptacije na osnovu statičke i kinematičke teoreme je moguće odrediti opterećenje loma u zavisnosti od tipa promenljivo ponovljenog opterećenja.

Moment savijanja posmatranog preseka j može da se predstavi kao:

$$M_j = m_j + M_j, \quad (1)$$

gde je:

- M_j – stvarni moment savijanja poprečnog preseka,
- M_j – elastični moment savijanja poprečnog preseka,
- m_j – zaostali moment savijanja poprečnog preseka.

Bilo koja raspodela zaostalih momenata savijanja, definisana na ovaj način, mora biti statički moguća u slučaju kada je nosač rasterećen, jer momenti M_j i M_j moraju biti u ravnoteži sa spoljašnjim opterećenjem^[6]. Tako se može reći da se nosač adaptira pod dejstvom promenljivog ponovljenog opterećenja ako je u nekom trenutku zadovoljen uslov (1), a sva naredna opterećenja izazivaju samo elastičnu promenu momenata savijanja. Tada je moguće odrediti i veličinu sigurnog graničnog opterećenja, koje u zavisnosti od karaktera ponovljenog opterećenja može biti:

- inkrementalno granično opterećenje,
- alternativno granično opterećenje.

Na osnovu uslova (1) statičku teoremu adaptacije moguće je iskazati u sledećem obliku: *ako u rasterećenoj konstrukciji postoji bilo koja raspodela zaostalih momenata savijanja m_j , koja je statički moguća i zadovoljena u svakom poprečnom preseku j , potrebno je da bude ispunjen jedan od uslova:*

$$m_j + \lambda M_j^{\max} \leq (M_p)_j, \quad (2)$$

$$m_j + \lambda M_j^{\min} \geq -(M_p)_j, \quad (3)$$

$$\lambda (M_j^{\max} - M_j^{\min}) \leq 2(M_e)_j, \quad (4)$$

a vrednost λ treba da bude jednaka ili manja od faktora sigurnog graničnog opterećenja λ_s .

U statičkoj teoremi adaptacije jednačine (2) i (3) predstavljaju inkrementalni uslov plastičnosti dok jednačina (4) predstavlja alternativni uslov plastičnosti.

Svaki nosač teži da se adaptira dejstvu promenljivog ponovljenog opterećenja na najbolji mogući način. Tako, ako λ prekorači veličinu λ_s , dolazi do neograničenog plastičnog tečenja i u tom slučaju nije moguća bilo koja raspodela zaostalih momenata, što je neophodan uslov za određivanje sigurnog graničnog opterećenja. Slično, pod dejstvom proporcionalnog opterećenja doći će do loma konstrukcije kada faktor opterećenja λ dostigne vrednost λ_c , iznad koga nosač nije siguran, a pri tom postoji statički moguća raspodela momenta savijanja. Na osnovu zadovoljenja neke od jednačina (2), (3) i (4) kao i sračunatog faktora opterećenja λ , moguće je odrediti sigurno granično opterećenje u zavisnosti od tipa promenljivog ponovljenog opterećenja.

Primena statičke teoreme adaptacije moguća je samo ako je raspodela zaostalih momenata savijanja već poznata^[2]. Primena statičke teoreme jedino je opravdana kod nosača sa nižim stepenom statičke nedređenosti.

Kako se primena kinematičke teoreme adaptacije bazira na pretpostavljenim mehanizmima loma, čiji je oblik identičan obliku mehanizma loma u graničnoj analizi konstrukcija, to se može reći da je ovaj postupak jednostavniji za primenu. Nedostatak ovog postupka je što u proračun nisu uključeni zaostali momenti savijanja.

Pod pretpostavkom da je posmatrani mehanizam loma poznat, u izvesnom broju karakterističnih preseka se mogu uočiti rotacije formiranih plastičnih zglobova θ .^[6] Ako je rotacija u bilo kom preseku pozitivna (θ^+), tada se može reći da ukupan moment savijanja u tom preseku teži da dostigne vrednost $+M_p$, a ako je rotacija formiranog plastičnog zgloba negativna (θ^-), moment savijanja teži da dostigne vrednost $-M_p$. Na osnovu uvedenih pretpostavki, jednačine (2) i (3) se mogu napisati u obliku:

$$m_j + \lambda M_j^{max} = (M_p)_j, \quad \text{za} \quad \theta_j^+, \quad (5)$$

$$m_j + \lambda M_j^{min} = -(M_p)_j, \quad \text{za} \quad \theta_j^-. \quad (6)$$

Ako se jednačine (5) i (6) pomnože odgovarajućom rotacijom formiranog plastičnog zgloba u poprečnom preseku j , onda glase:

$$m_j \theta_j + \lambda M_j^{max} \theta_j^+ = (M_p)_j |\theta_j|, \quad (7)$$

$$m_j \theta_j - \lambda M_j^{max} \theta_j^- = (M_p)_j |\theta_j|. \quad (8)$$

Sabiranjem jednačina (7) i (8), za sve plastične zglobove koji su se formirali na razmatranom mehanizmu loma, dobija se:

$$\sum m_j \theta_j + \lambda \left[\sum M_j^{max} \theta_j^+ + \sum M_j^{max} \theta_j^- \right] = \sum (M_p)_j |\theta_j|. \quad (9)$$

Kako je raspodela zaostalih momenata savijanja u ravnoteži kada je konstrukcija rasterećena, a θ rotacija poprečnog preseka u kome se formirao plastični zglob, jednačina principa virtuelnog rada može se napisati u sledećem obliku: $\sum m_j \theta_j = 0$, tako da (9) postaje:

$$\lambda \left[\sum M_j^{max} \theta_j^+ + \sum M_j^{max} \theta_j^- \right] = \sum (M_p)_j |\theta_j|, \quad (10)$$

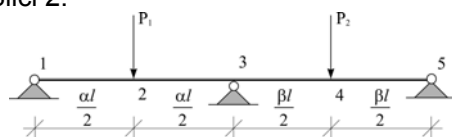
što predstavlja osnovnu jednačinu inkrementalnog loma.

Na osnovu jednačine (10) kinematičku teoremu adaptacije moguće je iskazati na sledeći način: *vrednost parametra λ , koja odgovara bilo kom pretpostavljenom mehanizmu loma (alternativnog λ_a ili inkrementalnog λ_i), mora biti veća ili jednaka vrednosti parametra sigurnog graničnog opterećenja λ_s .*

Kinematičku teoremu adaptacije u ovom obliku prvi je postavio Koiter (1956, 1960), mada se može reći da je on to učinio na osnovu rada P.S. Symodsa i B.G. Neala [7], koji je objavljen na prvom nacionalnom kongresu primenjene mehanike u Čikagu, 1951. godine.

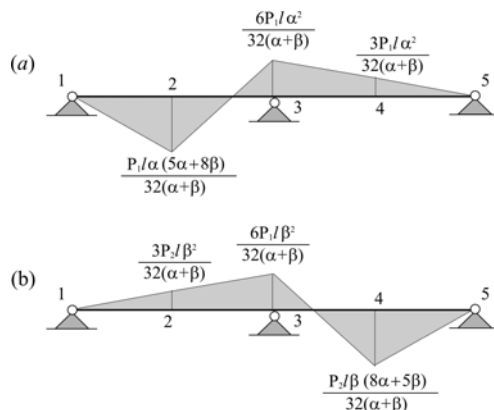
2.1. Analiza granične nosivosti kontinualnog nosača na dva polja

U zavisnosti od karatera opterećenja i raspona polja nosača koji je definisan koeficijentima α i β , primenom statičke i kinematičke teoreme adaptacije sprovedena je analiza granične nosivosti nosača prikazanog na Slici 2.



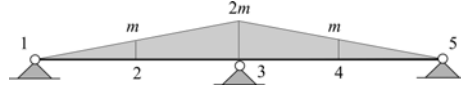
Slika 2 Kontinualni nosač na dva polja opterećen koncentrisanim silama u polovini raspona polja

Na Slici 3.(a) prikazan je dijagram momenata savijanja kada na nosač deluje samo sila P_1 , a na Slici 3.(b) kada na nosač deluje samo sila P_2 .



Slika 3 Elastični moment savijanja kontinualnog nosača na dva polja

Opterećenje koje deluje na nosač (Slika 2.) se nalazi opsegu: $0 \leq P_1 \leq P_1$, $0 \leq P_2 \leq P_2$ za slučaj dejstva promenljivo ponovljenog opterećenja. Za primenu statičke teoreme adaptacije potrebno je poznavanje moguće raspodele zaostalnog momenta savijanja (Slika 4.).



Slika 4 Moguća raspodela zaostalog momenta savijanja

Merodavno granično opterećenje loma zavisi od odnosa koeficijenata α i β . Tako, ako je $\alpha \geq \beta$, dolazi do formiranja mehanizma loma u prvom polju, a veličina inkrementalne sile loma dobija se na osnovu izraza:

$$8P_1\alpha(\alpha + \beta) + 3P_2\beta^2 = \frac{48M_p(\alpha + \beta)}{l}, \quad (11)$$

dok je zaostali moment savijanja:

$$m = \frac{P_1\alpha l(8\beta - \alpha) - 6P_2\beta^2 l}{96(\alpha + \beta)}. \quad (12)$$

Kada je $\beta \geq \alpha$ dolazi do formiranja mehanizma loma u drugom polju. Inkrementalna sila loma dobija se na osnovu izraza:

$$8P_2\beta(\alpha + \beta) + 3P_1\alpha^2 = \frac{48M_p(\alpha + \beta)}{l}, \quad (13)$$

dok je zaostali moment savijanja:

$$m = \frac{P_2\beta l(8\alpha - \beta) - 6P_1\alpha^2 l}{96(\alpha + \beta)}. \quad (14)$$

Na osnovu uslova alternativne plastičnosti (4) za preseke 2, 3 i 4 se dobijaju sledeći izrazi, respektivno:

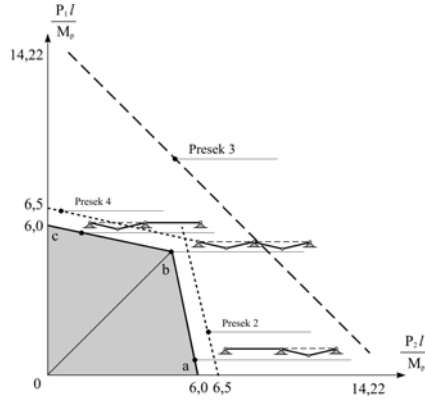
$$P_1 l \alpha (5\alpha + 8\beta) + 3P_2 l \beta^2 = 64M_e(\alpha + \beta), \quad (15)$$

$$3P_1 l \alpha^2 + 3P_2 l \beta^2 = 32M_e(\alpha + \beta), \quad (16)$$

$$P_2 l \beta (8\alpha + 5\beta) + 3P_1 l \alpha^2 = 64M_e(\alpha + \beta). \quad (17)$$

Veličina alternativne sile loma zavisi od elastičnog momenta savijanja koji se može izraziti u sledećem obliku: $M_e = \frac{M_p}{\alpha_{obl}}$, gde je:

α_{obl} koeficijent oblika poprečnog preseka. U daljoj analizi pretpostavlja se presek pravougaonog poprečnog preseka za koji je $\alpha_{obl} = 1,50$.



Slika 5 Interakcijski dijagram

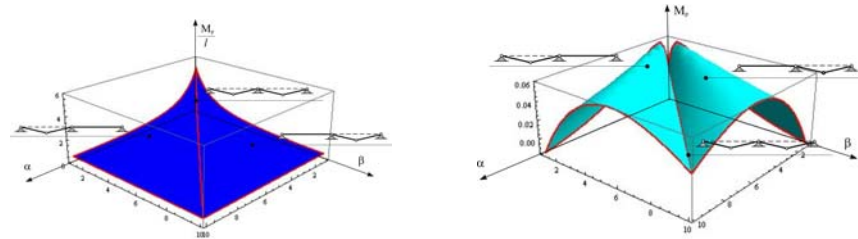
Kada su polja nosača istih dužina ($\alpha=\beta=1$), na osnovu izraza (11), (13), (15), (16) i (17)) izvršena je konstrukcija interakcijskog dijagram (Slika 5.). Sa dijagrama se uočava da je unutar oblasti **0abc** nosač bezbedan na pojavu loma. Ova oblast definisana je primenom izraza (11) i (12), dobijenih na osnovu inkrementalnog uslova loma mehanizma loma prikazanog na Slici 7(a) i 7(b).

Kada je $P_1=P_2=P$ na osnovu izraza (11) i (13), dobija se:

$$P_{inc} = \frac{48M_p(\alpha + \beta)}{l(8\alpha^2 + 8\alpha\beta + 3\beta^2)}, P_{inc} = \frac{48M_p(\alpha + \beta)}{l(3\alpha^2 + 8\alpha\beta + 8\beta^2)}, \quad (18)$$

dok se na osnovu izraza (12) i (14) dobijaju:

$$m = -\frac{M_p(\alpha^2 - 8\alpha\beta + 6\beta^2)}{2(8\alpha^2 + 8\alpha\beta + 3\beta^2)}, m = -\frac{M_p(\beta^2 - 8\alpha\beta + 6\alpha^2)}{2(8\beta^2 + 8\alpha\beta + 3\alpha^2)}. \quad (19)$$

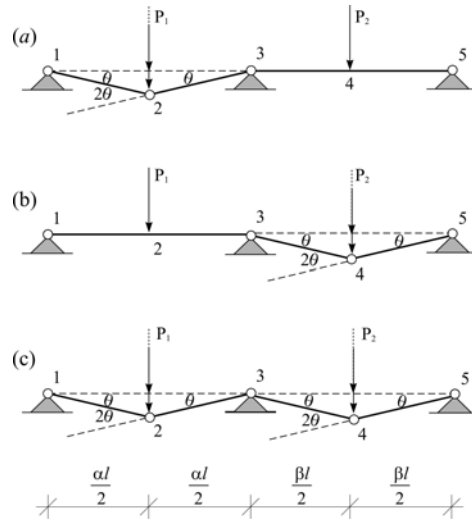


Slika 6 (a) Promena inkrementalne sile loma u zavisnosti od α i β ; (b) Promena zaostalog momenta savijanja u zavisnosti od α i β

Na osnovu izraza (18) i (19) konstruisani su dijagrami (Slika 6.(a) i (b)) na kojima je predstavljena promena inkrementalne sile loma i zaostalog momenta savijanja za: $1 \leq \alpha \leq 10$ i $1 \leq \beta \leq 10$. Sa dijagrama na Slici 6.(b) uočava se da je za $\alpha = \beta$ vrednost zaostalog momenta savijanja konstantna i iznosi $m = 0,0263M_p$. U zavisnosti od promene raspona polja nosača maksimalna vrednost zaostalog momenta savijanja iznosi $m = 0,0595M_p$, kada je $\alpha = 1,804\beta$ što odgovara mehanizmu loma na Slici 7(a), tj. za $\beta = 1,804\alpha$ kada dolazi do formiranja mehanizma na Slici 7(b).

Na osnovu jednačina (15), (16) i (17) dobijeni su izrazi za alternativnu silu loma za preseke 2, 3 i 4, koji u slučaju jednoparametarskog opterećenja glase:

$$P_{alt} = \frac{64M_e}{l(5\alpha + 3\beta)}, P_{alt} = \frac{32M_e(\alpha + \beta)}{3l(\alpha^2 + \beta^2)}, P_{alt} = \frac{64M_e}{l(3\alpha + 5\beta)}, (20)$$



Slika 7 Mogući mehanizmi loma kontinualnog nosača na dva polja

Određivanje opterećenja loma primenom kinematičke teoreme adaptacije, sprovedeno je primenom Symondsove i Nealove metode [7]. Na osnovu uslova da su zaostali momenti savijanja na mogućim mehanizmima loma (Slika 7.) u ravnoteži, mogu se napisati sledeće jednačine:

$$m_2(2\theta) + m_3(-\theta) = 0, \quad (21)$$

$$m_3(-\theta) + m_4(2\theta) = 0, \quad (22)$$

$$m_2(2\theta) + m_3(-2\theta) + m_4(2\theta) = 0. \quad (23)$$

Rešenjem jednačina (21), (22) i (23) uzimajući u obzir (5) i (6), kao i vrednosti momenata savijanja u presecima 2, 3 i 4 na Slici 3. dobijaju se sledeći izrazi:

$$8P_1\alpha l(\alpha + \beta) + 3P_2\beta^2 l = 48M_p(\alpha + \beta), \quad (24)$$

$$3P_1\alpha^2 l + 8P_2\beta l(\beta + \alpha) = 48M_p(\alpha + \beta), \quad (25)$$

$$P_1\alpha l(11\alpha + 8\beta) + P_2\beta l(11\beta + 8\alpha) = 96M_p(\alpha + \beta), \quad (26)$$

na osnovu kojih se za $P_1=P_2=P$ dobijaju izrazi za veličine inkrementalnih sila loma za moguće mehanizme loma razmatranog nosača:

$$P_{inc} = \frac{48M_p(\alpha + \beta)}{l(8\alpha^2 + 8\alpha\beta + 3\beta^2)}, \quad (27)$$

$$P_{inc} = \frac{48M_p(\alpha + \beta)}{l(3\alpha^2 + 8\alpha\beta + 8\beta^2)}, \quad (28)$$

$$P_{inc} = \frac{96M_p(\alpha + \beta)}{l(11\alpha^2 + 16\alpha\beta + 11\beta^2)}. \quad (29)$$

Izrazi (11) i (12) dobijeni primenom statičke teoreme isti su kao izrazi (24) i (25) dobijeni primenom kinematičke teoreme, tako da je dobijeno rešenje i jedinstveno.

U daljoj analizi granične nosivosti nosača (Slika 2.) pretpostavlja se da je sila u prvom polju alternativnog karaktera ($-P_1 \leq P_1 \leq P_1$), dok je sila koja deluje u drugom polju u opsegu $0 \leq P_2 \leq P_2$. Primenom statičke teoreme adaptacije i uslova loma (2) i (3), za $\alpha \geq \beta$, veličina sile loma i zaostalog momenta savijanja definisane su na osnovu sledećih izraza:

$$8P_1\alpha l(\alpha + \beta) + 3P_2\beta^2 l = 48M_p(\alpha + \beta), \quad (30)$$

$$m = \frac{P_1\alpha l(8\beta - \alpha) - 6P_2\beta^2 l}{96(\alpha + \beta)}, \quad (31)$$

dok se za $\alpha \leq \beta$, dobija:

$$3P_1\alpha^2l + 4P_2\beta l(\alpha + \beta) = 24M_p(\alpha + \beta), \quad (32)$$

$$m = \frac{P_2\beta l(8\alpha - \beta) - 3P_1\alpha^2l}{96(\alpha + \beta)}. \quad (33)$$

Kada je $P_1=P_2=P$ na osnovu izraza (30) i (32), odnosno (31) i (33), dobijaju se sledeći izrazi za veličine inkrementalne sile loma i zaostalog momenta savijanja:

$$P_{inc} = \frac{48M_p(\alpha + \beta)}{l(8\alpha^2 + 8\alpha\beta + 3\beta^2)}, P_{inc} = \frac{24M_p(\alpha + \beta)}{l(3\alpha^2 + 4\alpha\beta + 4\beta^2)}, \quad (34)$$

$$m = -\frac{M_p(\alpha^2 - 8\alpha\beta + 6\beta^2)}{2(8\alpha^2 + 8\alpha\beta + 3\beta^2)}, m = -\frac{M_p(3\alpha^2 - 8\alpha\beta + \beta^2)}{4(3\alpha^2 + 4\alpha\beta + 4\beta^2)}. \quad (35)$$

Za preseke 2, 3 i 4 se na osnovu alternativnog uslova plastičnosti (4) statičke teoreme adaptacije dobijaju sledeći izrazi:

$$P_1\alpha l(10\alpha + 16\beta) + 3P_2\beta^2l = 64M_e(\alpha + \beta), \quad (36)$$

$$3l(2\alpha^2P_1 + \beta^2P_2) = 32M_e(\alpha + \beta), \quad (37)$$

$$6P_1\alpha^2l + P_2\beta l(8\alpha + 5\beta) = 64M_e(\alpha + \beta), \quad (38)$$

na osnovu kojih se za $P_1=P_2=P$ dobijaju izrazi za veličinu alternativne sile loma za preseke 2, 3 i 4, respektivno:

$$P_{alt} = \frac{64M_e(\alpha + \beta)}{l(10\alpha^2 + 16\alpha\beta + 3\beta^2)}, \quad (39)$$

$$P_{alt} = \frac{32M_e(\alpha + \beta)}{3l(2\alpha^2 + \beta^2)}, \quad (40)$$

$$P_{alt} = \frac{64M_e(\alpha + \beta)}{l(6\alpha^2 + 8\alpha\beta + 5\beta^2)}. \quad (41)$$

Za moguće mehanizme loma (Slika 7.) se primenom kinematičke teoreme adaptacije dobijaju sledeći izrazi:

$$8P_1\alpha l(\alpha + \beta) + 3P_2\beta^2l = 48M_p(\alpha + \beta), \quad (42)$$

$$3\alpha^2lP_1 + 4P_2\beta l(\alpha + \beta) = 24M_p(\alpha + \beta), \quad (43)$$

$$P_1 \alpha l (14\alpha + 8\beta) + P_2 \beta l (8\alpha + 11\beta) = 96M_p (\alpha + \beta), \quad (44)$$

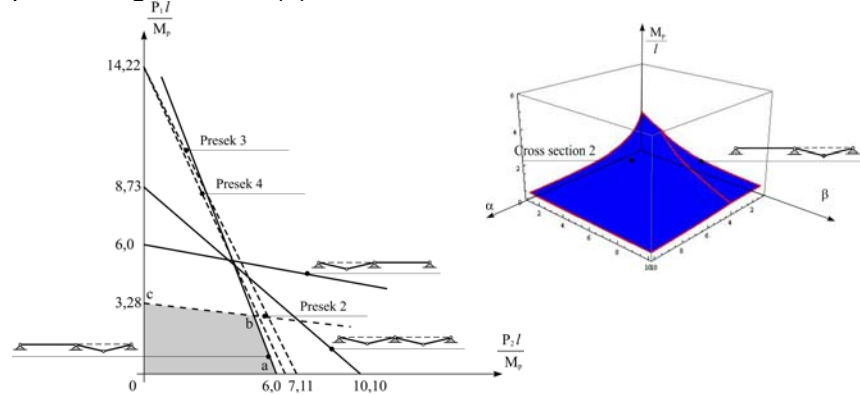
dok su izrazi za inkrementalnu silu loma u jednoparametarskom obliku ($P_1=P_2=P$):

$$P_{inc} = \frac{48M_p (\alpha + \beta)}{l(8\alpha^2 + 8\alpha\beta + 3\beta^2)}, \quad (45)$$

$$P_{inc} = \frac{24M_p (\alpha + \beta)}{l(3\alpha^2 + 4\alpha\beta + 4\beta^2)}, \quad (46)$$

$$P_{inc} = \frac{96M_p (\alpha + \beta)}{l(14\alpha^2 + 16\alpha\beta + 11\beta^2)}. \quad (47)$$

Na osnovu izraza (36), (37), (38) kao i izraza (42), (43), (44) konstruisan je interakcijski dijagram prikazan na Slikci 8.(a) na kome se uočava da je unutar oblasti **0abc0** nosač bezbedan na pojavu loma. Ova oblast je definisana alternativnim uslovom loma preseka 2 i inkrementalnog uslova loma koji odgovara formiranju mehanizma prikazanog na Slici 7.(b).



Slika 8 (a) Interakcijski dijagram opterećenja kada je sila na polovini prvog polja alternativnog karaktera, (b) Promena sile loma u zavisnosti od α i β kada je nosač u prvom polju opterećen silom alternativnog karaktera

Na osnovu izraza (39) i (46) konstruisan je dijagram (Slika 8.(b)) u slučaju kada je opterećenje loma definisano u jednoparametarskom obliku. Sa dijagrama (Slika 8.(b)) se uočava da je za: $\frac{2,137}{\alpha} - \frac{5,555}{\beta} \geq 0$, sila loma je definisana na osnovu

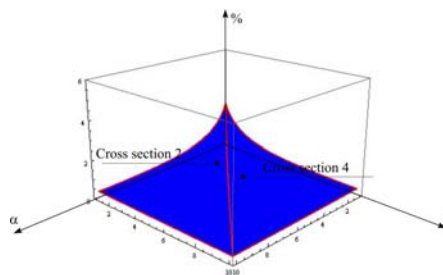
alternativnog uslova loma preseka 2, a kada je $\frac{2,137}{\alpha} - \frac{5,555}{\beta} \leq 0$, merodavan je inkrementalni uslov loma i dolazi do formiranja mehanizma loma prikazanog na Slici 7.(b).

U slučaju kada su obe sile alternativnog karaktera ($-P_1 \leq P_1 \leq P_1$, $-P_2 \leq P_2 \leq P_2$), sila loma definisana je na osnovu alternativnog uslova loma preseka 2 i za $\alpha > \beta$:

$$P_{alt} = \frac{64M_e(\alpha + \beta)}{l(10\alpha^2 + 16\alpha\beta + 3\beta^2)}, \quad (48)$$

dok je za presek 4, za $\alpha < \beta$:

$$P_{alt} = \frac{64M_e(\alpha + \beta)}{l(3\alpha^2 + 16\alpha\beta + 10\beta^2)}. \quad (49)$$



Slika 9 Promena sile loma u zavisnosti od α i β kada je nosač izložen silama alternativnog karaktera

3. ZAKLJUČAK

U radu si prikazane osnovne postavke i teoreme metode adaptacije koje omogućavaju analizu granične nosivosti linijskih nosača izloženih dejstvu promenljivo ponovljenog opterećenja. U zavisnosti od karaktera opterećenja moguće je odrediti inkrementalnu ili alternativnu silu loma.

U zavisnosti od tipa promenljivo ponovljenog opterećenja sprovedena je analiza granične nosivosti kontinualnog nosača na dva polja opterećenog koncentrisanim silama na polovini raspona polja. Tako, kada je nosač izložen ponovljenom opterećenju istog smera, sila loma određena je na osnovu inkrementalnog uslova loma dok alternativni uslov loma nije merodavan. Kada je jedna od sila

alternativnog karaktera u zavisnosti od raspona nosača, sila loma je određena na osnovu inkrementalnog ili alternativnog uslova loma. U slučaju da su sile koje deluju alternativnog karaktera, sila loma se određuje na osnovu alternativnog uslova loma. Na osnovu sprovedene analize dolazi se do zaključka da je poznavanje karaktera opterećenja bitno za određivanje merodavne sile loma grednih nosača.

4. LITERATURA

- [1] Konig. A.J, *Shakedown of Elastic-Plastic Structures*, Institute of fundamental Technological Research, Polish Academi of Sciences, Elsevier, 1987, Amsterdam-Oxford.
- [2] Neal B.G., *The Plastic Methods of Structural Analysis*, Chapman and Hall, 1977, London
- [3] Mijalković, M.; Milošević, B.; Petrović Ž.: *Određivanje graničnog opterećenja statički neodređenih ramovskih nosača primenom principa virtuelnog rada*, Zbornik radova Građevinskog fakulteta u Nišu No. 24, 2009, 9-21.
- [4] Chakrabarty J., *Theory of plasticity*, Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006
- [5] Heyman J., *Plastic Design of Frames*, Vol.2, Cambridge University Press, Cambridge, 1971
- [6] Lubliner, J, *Plasticity Theory*, University of California at Berkeley, 2006
- [7] Neal, B.G. and Symonds, P.S.: *A method for calculating the failure load for a framed structures subjected to fluctuating load*, J.Inst.Civil Engrs. 35 (1951), 186-197
- [8] S. Stevanović, B. Popović, D. Petković.: *Granična analiza konstrukcija*, Građevinski fakultet Univerziteta u Nišu, Niš, 1994.
- [9] Popović, B., Petrović, Ž., Milošević, B., *"Veličina 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 Građevinskog fakulteta, Niš, no. 22, 2007, str. 19-33
- [10] Mijalković, M., Trajković, M., Milošević, B., *"Limit analysis of beams under combined stresses"*, Facta universitatis - series: Architecture and Civil Engineering, vol. 6, no. 1, str. 75-88, University of Niš, 2008.
- [11] Milošević B., Mijalković M., Petrović Ž., Hadžimujović M.: *Analiza granične nosivosti kontinualnih nosača primenom principa vitruelnog rada*, Zbornik radova Građevinskog fakulteta u Subotici, No 19, 2010, 35-47
- [12] Milošević B., Mijalković M., Petrović Ž., Hadžimujović M.: *The Application of the Limit Analysis Theorem and the Adaptation Theorem for Determining the Failure Load of Continuous Beams*; Scientific Tehnical Review, 2010, vol 60, no 3-4, pp. 82-92
- [13] Milošević B., Mijalković M., Petrović Ž., Hadžimujović M.: *Analiza Granične Nosivosti Linijskih Nosača Primenom Principa Virtuelnog Rada*, IMK-14 – Istraživanje I razvoj, 2011, vol. 17, br. 4, str. 21-28, Institut IMK "14. oktobar", Kruševac

- [14] Milošević B.; *Analiza granične nosivosti linijskih nosača primenom metode adaptacije*, magistarski rad, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, 2010.
- [15] R.A.Ghani; *Shakedown Design of Engineering Structures*, MN Services International, Dhaka, 2008

MOBILNOST, FLEKSIBILNOST I EKSPERIMENTALNOST KONSTRUKCIJE I FORME - NAJZNAČAJNIJE KARAKTERISTIKE SAVREMENIH PAVILJONA

Olivera Nikolić¹
Vladan Nikolić²

Rezime:

U ovom radu analiziraju se savremni paviljoni, privremene arhitektonske strukture koje imaju značajan uticaj na tokove arhitekture. Mobilnost, fleksibilnost i eksperimentalnost samo su neke od karakteristika koje strukturi paviljona obezbeđuju inovativnost i atraktivnost, a arhitektama činjenice koje mogu primeniti na arhitekturu drugih objekata. Cilj rada je kreiranje tipologija i analiza paviljona kao i ukazivanje na njihove najbitnije karakteristike i tendenciju u razvoju.

Ključne reči: Paviljon, mobilnost, fleksibilnost, eksperimentalnost, privremena struktura, arhitektura, klasifikacija

1. UVOD

Paviljon u savremenoj arhitektonskoj praksi predstavlja višeznačnu strukturu sa multifunkcionalnim programom. Na početku razvoja ove vrste objekta postojala je jasno definisana, prepoznatljiva forma i principi po kojima su projektovani. Vekovima se konstrukcija od stubova, bez zidova i krova – nadstrešnice, usložnjavala i

¹ Olivera Nikolić, dipl. inž. arh., saradnik u nastavi, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, o_milosavljevic@yahoo.com

² Vladan Nikolić, dipl. inž. arh., asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, vladan.nikolic@gaf.ni.ac.yu

uvećavala, menjala i dodavala funkcije, usavršavala tehnologiju i materijalizaciju i postala struktura koja osim terminološke sa prvobitnom nema dodirnih tačaka.

Projektanti savremenih paviljona imaju su različite polazne osnove i koncepte koji razvijanjem stvaraju strukture čija su namena i likovni izraz prilagođeni uslovima modernog društva, sociološkim i ekonomskim aspektima sveta u kome živimo. Dok su nekada ovi objekti bili mesta zabave i opuštanja, danas su to objekti predstavljanja, komunikacije, izlaganja, edukacije, igre, prolaženja, čak i mesta pronalaženja inspiracije.

Arhitektura paviljona prati tokove razvoja tehnologije. Primena računara i savremenih materijala utiče na razvoj i pojavu novih konstrukcija, čime i forme paviljona postaju slobodnije i raznovrsnije. Sve češće, paviljoni prikazuju dinamične forme, kontinualnost i razigranost u likovnom izrazu. Na osnovu navedenog moguće je izvesti novu klasifikaciju ove vrste objekta.

2. KLASIFIKACIJA SAVREMENIH PAVILJONA

Savremeni paviljoni su objekti različitih funkcija, formi i struktura tako da je i njihova klasifikacija opširna i izvodljiva na osnovu različitih karakteristika.

Savremeni paviljoni mogu se na osnovu namene korišćenja prostora podeliti na:

- stambene
- poslovne
- javne

Paviljoni su uglavnom su privremene ili polutrajne strukture. Najčešće se projektuju i izvode za potrebe različitih manifestacija i kampanja, stoga je i njihovo trajanje određeno dužinom trajanja događaja. Prema dužini trajanja strukture, paviljoni se dele na:

- trajne
- polutrajne
- privremene

Paviljoni se odlikuju raznovrsnošću arhitektonske forme. Na raznobraznost forme utiču mnogi faktori, razmera objekta (paviljoni obično nisu velike strukture), upotreba lakih konstrukcija i materijala i eksperimentisanje sa istim, ne obimni funkcionalni zahtevi itd. Prema formi paviljoni se mogu klasifikovati na paviljone:

- geometrijskih oblika
- biomorfnih formi
- slobodnih formi

Klasifikacija prema funkciji je preopširna i nije moguće sa sigurnošću je izvesti u potpunosti.

- parkovske strukture
- izložbeni paviljoni
- edukacioni paviljoni
- eksperimentalni paviljoni
- prodajni paviljoni
- paviljoni na panoramskim pozicijama (vidikovci)

Otvorenost strukture paviljona klasifikuje ih na:

- otvorene
- poluotvorene
- zatvorene

Razvoj i upotreba savremenih materijala utiče na razvoj arhitekture, na pojavu novih konstrukcija, formi, struktura. Neretko se primena novih materijala dešava upravo na instalacijama i paviljonima, što za krajnji cilj ima inovativna i spektakularna rešenja u datom trenutku. Konstrukcije od drveta, čelika, opeke, zamenile su konstrukcije od betona, da bi u savremnom graditeljstvu i ovaj materijal bio zamenjen PVC materijalima. Primena koncepta zelene arhitekture i održivog dizajna ponekad izaziva eksperiment sa recikliranim materijalima. Sve češće srećemo konstrukcije od kartona, kanapa i drugih nestandardnih materijala organske prirode.

Prema dominantnom materijalu paviljoni se klasifikuju na:

- paviljone od drveta
- paviljone od čelika
- paviljone od opeke
- paviljone od betona
- paviljone od stakla
- paviljone od plastike
- paviljone od kartona
- paviljone od tekstila
- paviljone od recikliranog materijala

3. MOBILNOST PAVILJONA

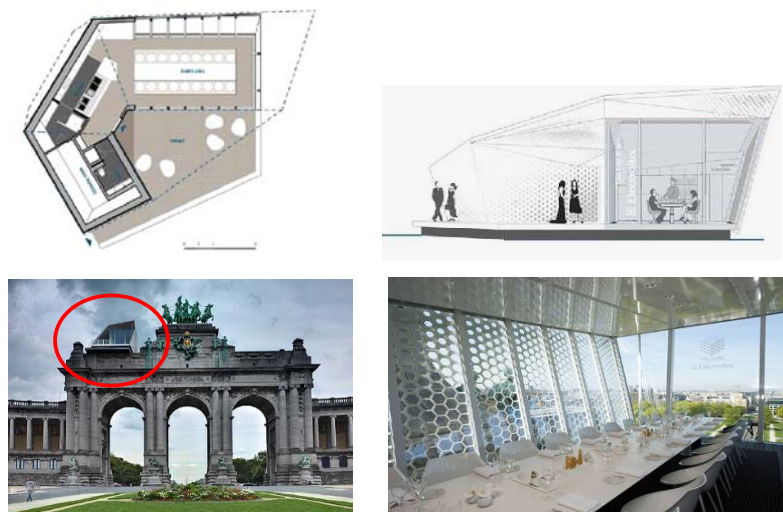
Jedna od glavnih karakteristika savremenih paviljona je mobilnost, čime ulaze i u okvire portabl struktura. Velike svetske kompanije investitori su mobilnih paviljona, koji po aspektima

površine, konstrukcije, forme, materijalizacije čine veoma složene strukture. Dizajn koji predviđa prenosivost ne zaustavlja se samo na lakoj montaži, demontaži i transportu, već odlazi dalje. Primena savremene tehnologije i energije, time i savremenih materijala za krajnji produkt ima samoprenosivi paviljon.

Mobilne strukture nisu novina u stambenoj niti u poslovnoj arhitekturi (kiosk, kontejneri graditelja, istraživača...). Mobilni paviljoni sa funkcijom koju imaju daju sintezi objekta i okruženja novu dimenziju. U sadašnjosti se dešava da muzej dolazi posetiocima, a ne oni njemu.

The CUBE, restoran sa pogledom, je struktura koju je po narudžbini Elektrolux-a projektovala firma Park Associati. Dizajniran da bude postavljen na neočekivanim i dramatičnim lokacijama u Evropi, kao na vrhu zgrada, spomenika čak i na vodi. Prva lokacija bila je 1. aprila, 2011, na vrhu Parc du Cinkuanteinaire u Briselu, u neposrednoj blizini sedišta Evropske zajednice, a naredne u Italiji, Rusiji, Švajcarskoj i Švedskoj.

Konstrukcija je laka i prilagodljiva poput konstrukcije štanda ali za dizajn kompleksnog objekta. Korišćeni su materijali koji su visoko inovativni u pogledu tehnologije, eko-održivosti i uštede energije i imaju mogućnosti česte ponovne upotrebe.



Slika 1 The Cube, Park Associati, 2011.

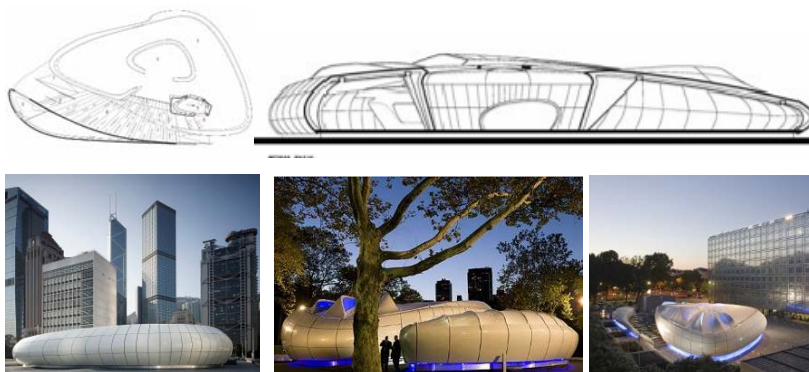
Jednostavnost forme paviljona naglašena je u eksterijeru belom bojom. Transparentnost i polu-transparentnost strukture postignuta je upotrebom aluminijumske obloge sa laserski preciznom teksturom sa geometrijskim dizajnom na svim spoljašnjim površinama. Osnova zgrade, blago podignute u odnosu na tlo, naglašava ideju lakoće i čistoću forme koja karakteriše čitavu strukturu. U unutrašnjosti paviljona moguće je pronaći nekoliko visoko naprednih tehnoloških rešenja u osvetljenju, grejanju, ozvučenju i kuhinjskoj opremi.

Modna kuća Chanel finansirala je stvaranje ***The Mobile Art Paviljona*** koji je projektovala *Zaha Hadid*. U 700m² izložbenog prostora prikazivan je talenat dizajnera, umetnika i arhitekata iz arapskih zemalja u četiri svetske metropole: Hong Kongu, Tokiju, Njujorku i Parizu.

Organska forma objekta podseća svojim spiralnim oblikom na školjku. Ovakav sistem organizacije i rasta je jedan od najčešćih u prirodi i pruža mogućnost adekvatnog formiranja prostora unutar objekta, formirajući javne prostore i velike terase. Uz pomoć programa za digitalno modelovanje u procesu dizajna postignuta je kontinualna fluidnost. Upravo fluidnost i organska forma stoje u kontrastu sa serijskim ponavljanjem koje karakteriše arhitekturu industrijskog XX veka. Oblik paviljona prati parametričnu distorziju torusa. To je najčistiji geometrijski oblik, cirkularni torus je osnovni dijagram izložbenog prostora. Distorzija koja je evidentna u paviljonu formira različite izložbene fragmente. U središtu objekta nalazi se prirodno osvetljen prostor veličine 65m². To je mesto susreta posetilaca gde su umetnička dela osvetljena dnevnim svetlom.

Paviljon je širok 29m, dug 45m i 6m visok. Organska školjka muzeja sastoji se od uspešno reduciranih lučnih segmenata koji daju odgovarajući konstruktivni sistem. Ovi elementi se mogu lako postaviti i spojiti ali lako i rastaviti. Maksimalna dužina elemenata je 2,25 m. Ovakav sistem greda predstavlja jak okvir za kačenje fasade, daje ritam perspektivnim vizurama enterijera i eksterijera.

Reflektujući materijali dozvoljavaju spoljašnjosti opne da bude osvetljena različitim bojama koje se mogu prilagoditi različitim programima događaja u svakom gradu.



Slika 2 The Mobile Art Pavilio, Zaha Hadid, 2008.

4. FLEKSIBILNOST KONSTRUKCIJE I FORME PAVILJONA

Budućnost arhitekture ogleda se u stvaranju i primeni struktura koje karakterišu fleksibilne konstrukcije i forme. Tzv. kinetička arhitektura može se definisati kao projektovanje objekata kod kojih transformabilne, mehanizovane strukture mogu da se menjaju u skladu sa klimom, potrebama ili namenom. ¹ Pri tome je, u konstruktivnom pogledu, neophodno razmatrati moguće načine i sredstva kojima se postiže kinetička operativnost. Načini mogu da budu širenje, klizanje, uvijanje, transformacija i oblika i veličine, dok sredstva mogu biti pneumatska, hemijska, magnetna ili mehanička.² Paviljoni kao male arhitektonske forme, idealni su za eksperimentisanje i analiziranje ovog vida konstrukcije.

Fleksibilnost konstrukcije i forme paviljona mogu biti jednostavna što je slučaj sa **The BA_LIK** paviljonom u Bratislavi koji je 2009. godine dizajnirao arhitekta *Valo Sadovski*. Paviljon čini pet elemenata na točkovima koji mogu biti konfigurisani u izložbeni ili prostor za performanse ili u drugu slobodnostojeću strukturu.

¹ Primena i značaj principa kinetičke arhitekture u projektovanju objekata porodičnog stanovanja, S. Kondić, Nauka +Praksa, 12/1, 2009. god.

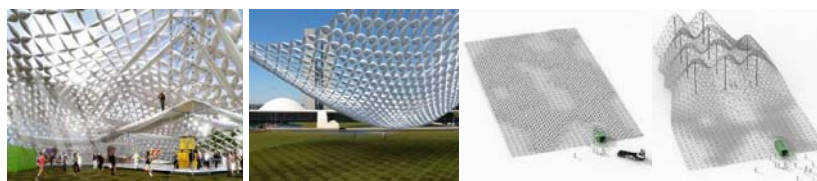
² Fox, M.A. (2001) Beyond Kinetic, Transportable environments. Conference proceedings, Singapore

Mobilnost, fleksibilnost i eksperimentalnost – najznačajnije karakteristike savremenih paviljona



Slika 3 The BA_LIK paviljon, Valo Sadovski, Bratislava, 2009.

Drugi način postizanja fleksibilnosti paviljona je formiranje lake membrane čije podizanje od tla može proizvesti varijacije forme. Arhitektonske firme *Frentes* i *PAX.RQ*, sarađivale su na projektu **Mobile Cultural Mobilizarte**, dizajnu paviljona koji se lako montira, demontira i transportuje i koji narednih pet godina treba biti izložen u deset brazilskih gradova. Paviljon se sastoji od tri jednostavna elementa: skele, prizmatične kule i membrane koja se naduvava. Paviljon zauzima površinu od 1000 m², ali se lako proširuje i do 3500m², visok je od 10 do 15m. Ideja za dizajn membrane proizišla je iz tradicionalne brazilske kulture, heklane čipke i pačvork jorgana. Baš kao i pačvork, namena paviljona je da služi za dekoraciju i zaštitu od vremenskih uslova.



Slika 4 Mobile Cultural Mobilizarte, Frentes i PAX.RQ, Mexico City, 2011.

Istraživanja u razvoju kinetičkih paviljona idu u pravcu kreiranja konstrukcije koja je u interakciji sa okruženjem i koja reaguje na više faktora.

Kinetički paviljon nastao je kao školski zadatak na temu „Parametarski dizajn i digitalna izrada“ u laboratoriji u Sint-Lucas Gentu na koledžu Univerziteta za nauku i umetnost, na departmanu arhitekture. Transformacije paviljona dešavaju se kao reakcija na tri vrste spoljašnjih uticaja:

- transformacije zasnovane na vremenskim uslovima
- transformacije zasnovane na ljudskim pokretima (ljudski tokovi i kretanje tela)
- transformacije zasnovane na ljudskoj komunikaciji

Kada govorimo o reakciji paviljona na **vremenske uslove** pritom se misli na to da paviljon uzima aerodinamičan oblik i dopušta

vetrovima da se kreću kroz njega. Visok nivo zračenja u prostoru izaziva promene krovne konstrukcije i stvara senovita mesta unutar strukture.

Paviljon poseduje solarne ćelije kojima pokušava da uhvati što je moguće više solarne radijacije (toplotni dobici). Mesta sa višim nivoima zračenja rezultat su razlika u visini strukture krova paviljona tako da se širi i privlači više toplote.

Krovna konstrukcija reaguje na dinamiku **kretanja ljudi** koji koriste paviljon. To stvara dijalog između korisnika i arhitekture i percepcije prostora koji oni pronalaze unutar njega, na primer ples ljudi može da pokrene paviljon da reaguje na dinamiku pokreta.

Paviljon je u stanju da prevodi i filtrira verbalne podatke preuzete iz mase u obliku promene forme, što su **transformacije zasnovane na ljudskoj komunikaciji**. Kada određena reč dobije na značaju u grupi ljudi, kroz tehnologiju za prepoznavanje govora, ta reč se zatim povezuje sa unapred određenom konfiguracijom strukture paviljona. Reč "partija", na primer, može biti povod paviljona da se energično kreće, dok reči, poput 'san' imaju suprotan efekat, izazivaju sporo i umirujuće lelujanje krova. Ova vrsta reakcija kroz arhitekturu može povećati emocije ljudi i stimulisati njihove interakcije.



Slika 5 – Kinetički paviljon

5. EKSPERIMENTALNA VREDNOST PAVILJONA

Paviljon može biti vrsta prototipa ili aparat za ideje i rešenja koja se kasnije mogu primeniti na zgradama. On se može posmatrati kao agregacija, u smislu da može da se formira akumulacija različitih arhitektonskih sastojka koji deluju i utiču jedni na druge, ali ne mogu uvek pružati savršenu sintezu koji bi se mogla primeniti na veći, složeniji objekat. Ovi elementi mogu se testirati i kombinovati na privremenoj strukturi i kasnije dovesti do koncepta i praktičnog rešenja koja bi našla primenu u arhitekturi trajnih struktura. Paviljoni pružaju priliku testiranja novih materijala ili kombinacije materijala, a takođe i isprobavanja teorijskih i konceptualnih ideja.



Toyo Ito, Serpentin paviljon



Tod's Omotesando store



UN studio, Holiday Home



Agora teatar

Slika 6 Paviljon i objekat slične forme

2002. godine *Toyo Ito* je dizajnirao **Serpentin paviljon** u Londonu. Forma strukture sačinjena je od nasumično raspoređenih trouglova i trapezoida koji su izvedeni iz algoritma kocke. Paviljon je arhitekti poslužio kao eksperiment za proveru forme i konstrukcije za objekat **Tod's Omotesando store**, koji je isprojektovan i izveden 2005. godine u Tokiju.

Slično je i sa **Holiday Home** instalacijom koji je Ben van Berkel (UN studio) sproveo u ICA galeriji u Njujorku 2006. godine. Ona je predstavljala eksperimentalnu instalaciju, njome su istraživane površine kojima se kuća za odmor udaljava od konvencionalnog dizajna. Ortogonalne površine iz arheotipske kuće su ekstrudovane i

iskošene čime je stvorena skulpturalna armatura unutar koje se odigrava dihtomija kuće i kuće za odmor. Rezultate eksperimeta arhitekta je primenio na projekat **Agora teatra** u Lelistadu, u Holandiji 2007. godine.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirana je forma paviljona, arhitektonske strukture, koja je u savremenoj praksi uglavnom privremenog karaktera. Trajnost, ipak nije karakteristika koja umanjuje vrednost paviljona. Kroz rad se došlo do više zaključaka o značaju ove vrste objekata na tok arhitektonske ideje i realizacije. Izvedena tipologija paviljona značajna je za analizu ove vrste objekata.

Zbog njihove različitosti i višeznačnosti u funkciji, konstrukciji, materijalizaciji u projektovanju i izvođenju postižu se kompleksne forme. Bilo da arhitekte polaze od stava da forma prati funkciju ili da se pridržavaju koncepta formalizma, likovni izraz paviljona je od uticaja na razvoj arhitekture. Takođe, značaj paviljona ogleda se u primeni savremenih tehnologija u projektovanju i izvođenju. Mnogi paviljoni ne bi bili izvedeni bez upotrebe programskih softvera i inovativnih materijala. Zbog svojih razmera, paviljoni nisu strukture velikih razmera, oni imaju eksperimentalni karakter. Znanja o konstrukciji, detaljima veze, oblogama dobijena projektovanjem i izvođenjem paviljona primenjuju se na kompleksnije i zahtevnije objekte po pitanju obima i funkcije. Takođe, njihova veličina, omogućava mobilnost i lak transport sa jedne na drugu lokaciju.

Principi održive arhitekture sve češće su principi od kojih se polazi pri dizajniranju. Paviljoni se grade od recikliranih materijala, stvaraju energiju za sopstveno napajanje, dakle predstavljaju značajne primere samoodrživih objekata.

Najbitnije u razvoju paviljona je napredak u stvaranju fleksibilnih formi, gde je fleksibilnost posledica različitih uticaja, interakcija okruženja i konstrukcije. Na ovaj način paviljoni postaju dinamične strukture, organizmi koji primaju impulse i reaguju na njih, što bi moglo predstavljati i prekretnicu u razvoju savremene arhitekture.

7. LITERATURA

- [1] Anderson J., (2010), "*Basics Architecture: Architectural Design*", Ava Publishing, UK, str. 20.
- [2] Betsky A., (2007) "*UN Studio: Architecture for the Digital*", Taschen, str. 66-70 i 80-82
- [3] Fox M.A., (2001), "*Beyond Kinetic, Transportable environments*", Conference proceedings, Singapore,
- [4] Jackson A., (2008), "*EXPO International Expositions 1851–2010.*", V & A Publishing, str. 122
- [5] Kondic S., (2009), „*Primena i značaj principa kinetičke arhitekture u projektovanju objekata porodičnog stanovanja*“, Nauka+Praksa, 12/1, Niš, str. 76-79
- [6] Pollock N., (2005), "*Toyo Ito Fuses Structure and Wrapper in a Network of Concrete Trees at the new Tod's Omotesando Building in Tokyo*", Architectural Record. No. 06, NY, str. 82
- [7] Rappaport N., (2006), *Deep Decoration*, 30/60/90 Architectural Journal, Princeton Architectural Press., USA, str. 95-97.
- [8] Slivnik L., (2010), *Konstrukcije iz lesa na svetovnih razstavah-Timber structures at world expositions*, Revija LesWood 1|2010, Slovenia, str. 46-54

APPLICATION OF THE NEW ACHIEVEMENTS IN THE SIMULATING AND MEASURING APPARATUS FOR THE CONSTRUCTION OF A STAND FOR STUDY VIBRATIONS OF A PARTICLE

Petar Dimitrov Pavlov¹
Svetlana Velkova Lilkova-Markova²
Borislav Nikolov Nakov³
Janitza Tzvetanova Dancheva⁴

Abstract

The report is connected with part of the preparatory work on construction of a stand for study the dynamic behavior of vibratory particle (material point). The stand will be closed system consisting of computer configuration for setting of a digital signal interference – digital converter for transforming the signal in a geometric and power interference – vibratory body, as a model of a particle - accelerometer for measurement of accelerations and vibrometer for displacements – converter for the return of the signal in digital – same computer configuration for analysis and processing of the results. In the report is considered the new achievements in the field of digital converters and of the apparatuses for setting disturbance and a record of the behavior of the oscillating particle. These innovative aids are compared with the real, which team that work out the stand can afford.

Key words - *Dynamic model, mathematical model, innovation, geometrical, elastic, viscous characteristics of vibratory systems.*

¹ UACG – Dep. Technical Mechanics, Sofia, Bulgaria, dp_mech_fhe@uacg.bg

² UACG – Dep. Technical Mechanics, Sofia, Bulgaria, lilkova_fhe@uacg.bg

³ UACG – Dep. Technical Mechanics, Sofia, Bulgaria, nakov_fhe@uacg.bg

⁴ UACG, Sofia, Bulgaria, Faculty of Structural Engineering, dreaming_girl@abv.bg

This paper was presented at the international conference "Innovation as a Function of Engineering Development" - IDE 2011

1. INTRODUCTION

Vibrations of structures are the main reason for appearance of unacceptable distortions in them, and even for destruction. The causes for their emergence are different types of interferences. In seismic disturbances effects are geometric (kinematical), when there are wind load - power, and at work on machines with unbalanced masses arise inertial interferences. Furthermore movements, in unsteady processes arise and large inertial forces, which increase the tensions and often going beyond the limit. All of this shows that the problem for the study of oscillating processes in different facilities is very important and should be taught at a very early stage of training of an engineer.

The particle and the rigid body are object of study in theoretical mechanics. The complete study of their dynamic behavior in the above-mentioned interferences is very important, because certain facilities often are modeled first such material objects and only at a later stage of their mechanical testing are considered as deformable solids.

In this sense, the development of mechanic and mathematic models for a full investigation of various forced vibrations of such material objects, is very useful. This is naturally related to the creation of numerical algorithms for solving, the obtained in this modeling, differential equations. Verification (checking) of the results, that provide mechanical-mathematical and numerical procedures for the real constructions, shall be made by use of powerful software systems as SAP2000, Ansys, Robot Millennium and others, or experimentally.

Research, part of which are presented in the report, aim just that - based on the analytical knowledge of dynamics of material objects, to be created models of free and forced vibrations, in various disturbances and numerical procedures, for their solution in the field of MatLab. By Ansys software package to make the models of the same material objects, considered as deformable solids, broken into appropriate number of finite elements and compare the results with the same input data. Such a comparison is planned to be done by real test, related to construction of a suitable stand.

Experimental studies are conducted in parallel with the other stages. Therefore, some considerations on the wishes and possibilities for design of the stand setting are given in the report.

2. ANALYSIS OF CONTEMPORARY STATE OF THE PROBLEM

The implemented problem and analytical review of the literature [1], [2], and a number of published researchs on the topic of this study can be summarized in the following. The main tasks of the theory of oscillation of the material objects of the theoretical mechanics are relatively well studied. Mainly power and kinematical interferences, aroused from external influences, are considered in the study of forced oscillations. The inertial interferences, however, which sometimes may be caused by internal effects, are not studied enough. In much published material is considered the resonance phenomenon, but do not pay enough attention to the phenomenon of beating, that occurs in simultaneous action of interference with various forced frequency.

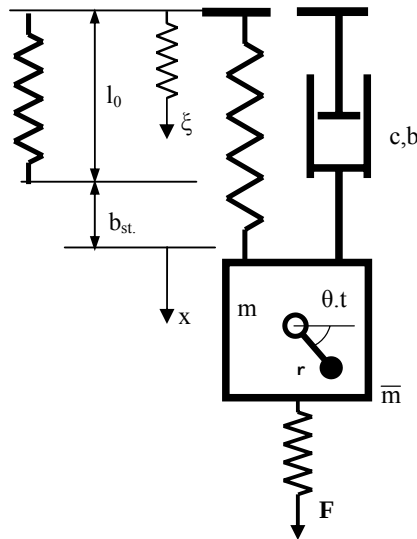


Fig. 1 Dynamical model of vibratory in vertical direction particle

Review of educational-applied literature on the problem [3], [4], shows that in many universities paying serious attention to issues, related to oscillations primarily of the moving material objects. In the related departments of most technical universities in Bulgaria, are conducted laboratory work in mechanical oscillations. Naturally, much better is the situation in similar European universities. Therefore, the aim of the team at the end of the survey is to be worked appropriate stand for experimental studies of vibratory processes.

3. EXPLANATION

The mini bench for the experimental study is expected to fully reflect the dynamic behavior of the oscillating material object shown in fig. 1.

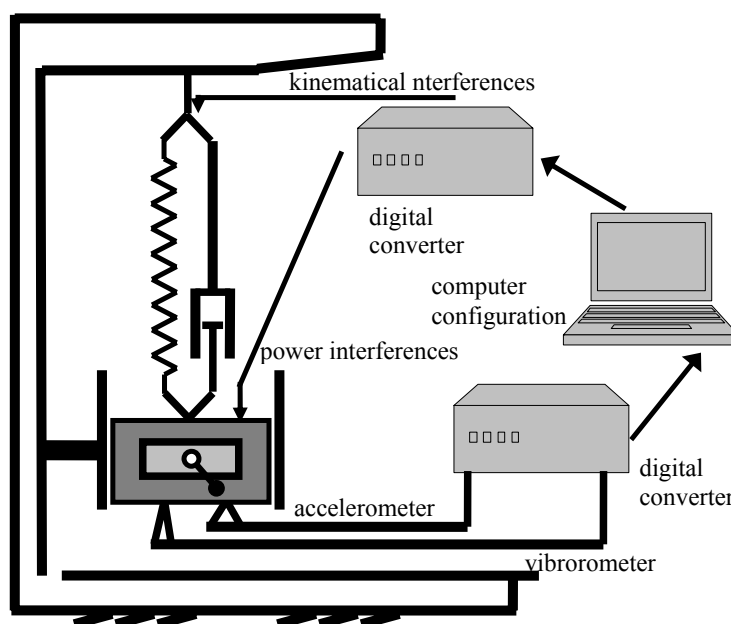


Fig. 2 Stand for study the dynamic behaviour of vibratory particle – desired configuration

The desired stand apparatus includes the following elements (Fig. 2). First of all, several bodies of different mass in the form of parallelepiped must be prepared. For modeling of motion interferences in the form of a digital signal is required computer configuration. Maintaining and damping of the oscillation is realized by elastic-viscous set along the axis of body movement. Forced vibrations will cause by force and geometric simulator, connected to the computer configuration by digital converter. It is possible to add to the vibratory body imbalanced rotating mass, to causing of inertia interferences. At the output, the results are measured by vibrometer for displacements and accelerometer for the accelerations. The results again by other digital converter return to the computer equipment for the analysis, processing and printing. Finally, it comes

out a closed system, which allows both to solve the task of analysis and synthesis of this vibratory system.

Unfortunately, the desired type of stand can not be fully implemented for a number of timing, financial and technological constraints. So after a number of compromises were reached the possible appearance of the stand configuration, shown in fig. 3.

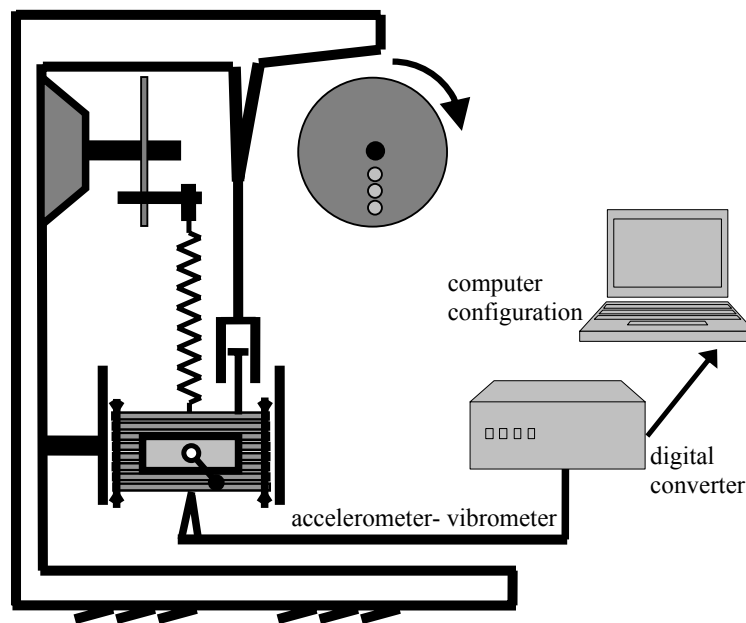


Fig. 3 Stand for study the dynamic behaviour of vibratory particle – possible configuration

The first difference is in terms of body. Instead of a set of objects with various mass, are made separate elements of 1 kg, which are rigidly connected to receive a certain body weight. Centric located elastic-viscous set of fig. 2, is replaced with separate, parallel located, spring and damper. Technological reason for the separation is that it is many hard to find a set with characteristics, similar to asked in educational tasks. The latter must provide their own frequency $\omega \approx 0 \text{ s}^{-1}$ and relative attenuation coefficient $(n / \omega) \approx 0,1 - 0,2$.

The third node in the bench, with made compromises, is in the apparatus for simulation of interferences. In the first, innovative way can be independently and simultaneously set power and kinematical interferences. Linking the simulators through digital converter with computer configuration, allows the simulation of computer prepared interferences. For example, kinematical interference derived from the recording of real earthquake or wind power interference and others (fig. 4).

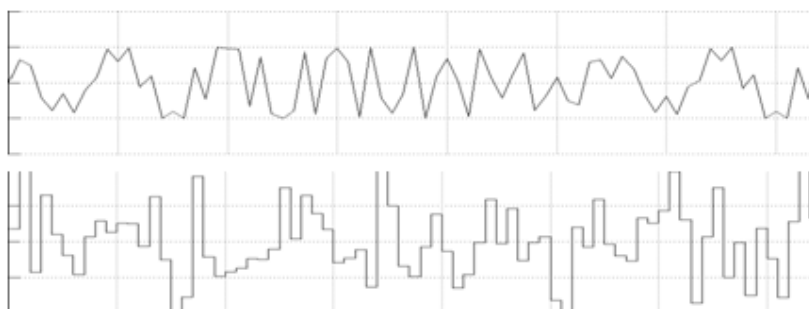


Fig. 4. Approximate kind of kinematical interferences from earthquake and of power interferences from wind

Instead, the real stand is intended to simulate only determined interferences (fig. 5) by non-axial connection of the end of the spring with a rotary electric motor.

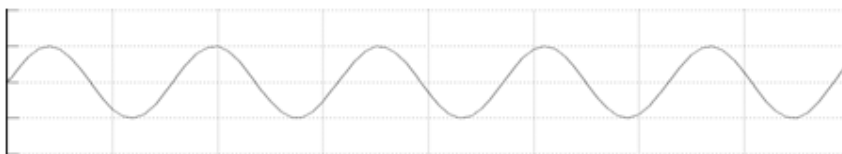


Fig. 5 Determined kind of kinematical and power

The last difference between the two stand setting is the simultaneous recording of displacements and accelerations in the first, and the independent in the second. Here caution must be selected vibro-accelerometer, based on the expected range of variation of displacements and accelerations. The last, in forced oscillations in modes close to resonance, can take quite unexpected values.

Despite all the restrictions that are respected and compromises are made, the team of the research, some of which are described in the report, plans to bring to successful end the experimental setting of fig.3. It is envisaged by the stand to examine independent free oscillations in the primary moving without initial velocity, and forced vibrations with zero initial conditions. The differential equations in the first and second group of oscillations, consistent with the dynamical model in fig. 1 are respectively

$$\begin{aligned} \ddot{x} + \frac{b}{m} \dot{x} + \frac{c}{m} x &= 0 \\ \ddot{x} + \frac{b}{m} \dot{x} + \frac{c}{m} x &= P_0 \cdot \sin \theta t \end{aligned} \quad (1)$$

or

$$\begin{aligned} \ddot{x} + 2.n.\dot{x} + \omega^2 x &= 0 \\ \ddot{x} + 2.n.\dot{x} + \omega^2 x &= \frac{P_0}{m} \cdot \sin \theta t \end{aligned} \quad (2)$$

The decision on these initial conditions will be

$$\begin{aligned} x &= e^{-n.t} \left(x_0 \cdot \cos \omega_d t + \frac{x_0 \cdot n}{\omega_d} \cdot \sin \omega_d t \right) \\ x &= e^{-n.t} (C_1 \cdot \cos \omega_d t + C_2 \cdot \sin \omega_d t) + A \cdot \cos \theta t + B \cdot \sin \theta t \end{aligned} \quad (3)$$

Constants of the particular solution and integration constants in equation (3) are

$$\begin{aligned} A &= \frac{P_0}{m} \cdot \frac{\omega^2 - \theta^2}{(\omega^2 - \theta^2)^2 + 4.n^2.\theta^2}, & B &= \frac{P_0}{m} \cdot \frac{-2.n.\theta}{(\omega^2 - \theta^2)^2 + 4.n^2.\theta^2}, \\ C_1 &= -B, & C_2 &= \frac{-n.B - \theta.A}{\omega_d}. \end{aligned} \quad (4)$$

The characteristics of the dynamic model and the corresponding selected stand in formula (1) are m – mass of the vibrating body, c –elastic spring coefficient, b – coefficient of linear resistance of the damper, P_0 – amplitude of the power interference and θ – frequency of the same interference. In the kinematical and inertial interferences, amplitudes of the interferences are transformed in power [5]. The characteristics of the oscillating process, either numerically or experimentally realized by formulas (2-4) are ω – own circular frequency, n – coefficient of damping of the oscillation, ω_d – damping frequency.

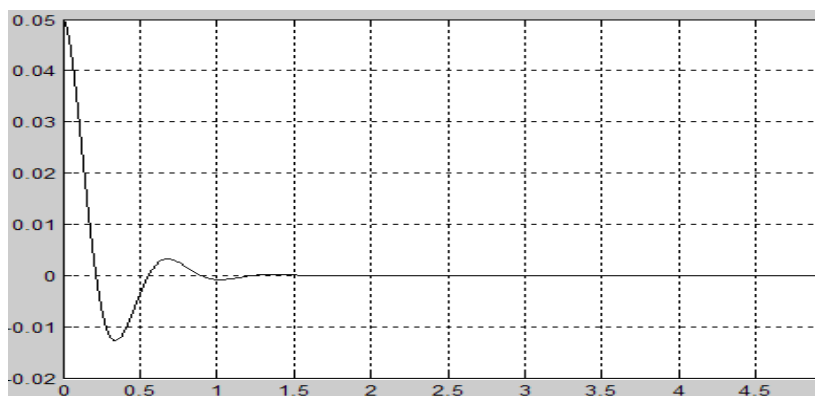


Fig. 6 Graphical kind of free damped vibrations

In some averaged parameters of the oscillating process $m=5$ kg, $c=500$ N/m, $b=40$ N.c/m, $P_0=30$ N, $x_0=0,05$ m, will be obtained decision, which together with input data can be used in determining the approximate parameters of the stand.

For example, the exact solution of free damped oscillations will be

$$x = e^{-4t} (0,05 \cdot \cos 9,16t + 0,022 \cdot \sin 9,16t)$$

Graphically, the decision is shown in fig. 6. Similarly, can be obtained analytical and graphical solution for other types of vibrations - free sustained, forced damped and others.

4. CONCLUSION

Stands setting is open, and in each individual stage, elements and nodes can be changed and improved. In the process of construction may occur some changes in technological or other reasons. The successful realization of the idea will help to complement the dynamical, mathematical and numerical modeling with experimental such, although only for the simplest material object - a particle.

5. REFERENCES

- [1] Pisarev, A. Mechanical Vibrations. S. Technics. 1985, 288 p.
- [2] Angelov, I., V. Ovcharov. Vibrations and Noise in Vehicles. Directory. S., Technics. 1985, 272 p.
- [3] Cherneva, Z. and staff. Manual of Mechanical Vibrations. Sofia, HMEI, 1988, 144 p.
- [4] Patjov, D., A. Ivanov, V. Borisova, P. Pavlov. Methodical Manual for Laboratory Exercises in Theoretical Mechanics. Sofia, HMST „T. Kableskov“, 60 p.
- [5] Pavlov, P.D., S. Lilkova-Markova, B. Nakov, J. Kehajova. Precising of the Parameters of a Stand for Study Forced Vibrations of a Particle. Journal of the Technical University of Gabrovo (in print)

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF CITIES: EFFECTS OF TRAFFIC INDUCED VIBRATION ON HUMANS

Mira Petronijević¹
Marija Nefovska-Danilović
Srđan Prodanović

Abstract

Traffic induced vibrations can hardly cause the damages of buildings but can caused the disturbances and annoying affects of their occupants. This phenomenon has been the object of investigations in many countries due to the rapid urbanization of the modern cities and due to the demand of sustainable development. In this paper presented is the assessment of vibrations on humans in buildings caused by the traffic in Belgrade, Serbia. Due to the luck of national standard for evaluation of effects of vibrations on humans, the German standard DIN 4150-Part 2 was implemented. The results of evaluations are presented and discussed.

Keywords: *sustainable development, traffic induced vibration, effects on humans in buildings, signal processing*

1. INTRODUCTION

Since 1982, when The World Commission on Environment and Development was initiated by the General Assembly of the United Nations, the sustainable development has been presented as the continued improvement of the quality of life. The Commission

¹ Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, Assoc. Prof.

This paper was presented at the international conference "Innovation as a Function of Engineering Development" - IDE 2011

chairmen then–Prime Minister of Norway Gro Harlem Brundtland defined the sustainable development as "development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs" [12]. The so-called Brundtland Commission began its work committed to the unity of environment and development. In the interim, sustainable development as a concept, as a goal, and as a movement spread rapidly. Ten years latter it was accepted by all national leaders at the Earth Summit in Rio de Janeiro (1992). The goal of idea is to ensure a better quality of life for all now and for generations to come. Achieving this goal requires the comprehension of three interdependent parts: environmental, economic and social.

Concerning the construction engineering, priorities of sustainable development are [9]:

- A transport system that minimizes environmental harm and reduces annoying effects on civilian.
- Towns and cities that are better places to live and work.

In the last years, traffic induced vibrations has been seriously investigated in many countries due to the rapid development of the urban transportations and its annoying effects on the citizen. In many countries have been adopted the standards concerning the effects of vibrations on buildings and humans (USA, Germany, Great Britain, Japan, Norway, etc.). In Serbia there are lack of standards and systematical investigation in this field. Investigation presented in this paper show that traffic induced vibrations measured along one of the main boulevard in Belgrade are above the threshold value concerning the effects on humans in buildings according to the German standard DIN 4150-Part 2. In order to provide sustainable development of the city, further investigations and adoption of some standard is inevitable demand.

2. CHARACTERISTIC OF VIBRATIONS

Traffic vibrations are mainly caused by heavy vehicles such as buses, trucks and trams, while passenger car rarely produce vibrations. These vibrations are transferred through the ground to the foundation where they are amplified at the building structures and affect their occupants.

The predominant frequencies and amplitude of the vibrations depend on many factors: the condition of the road, vehicle weight, speed and suspension system, soil type and stratification, type of building and distance from the road. Generally, the rougher the road, the more speed affects the vibration amplitude; the lower the stiffness and damping of the soil, the higher the vibration. Investigations have shown that road traffic produces vibrations with frequencies predominantly in the range from 5 to 25 Hz, while the amplitudes of vibration lay in the range of 0.05 and 25 mm/s, measured as velocity, or 0.005-2 mm/s² measured as acceleration.

Intensity and frequency of traffic induced vibrations depend on the following factors:

- source of vibrations (tram, bus, cars, etc.),
- road roughness,
- distance from the road,
- type of structures and ceilings,
- soil characteristics and foundations.

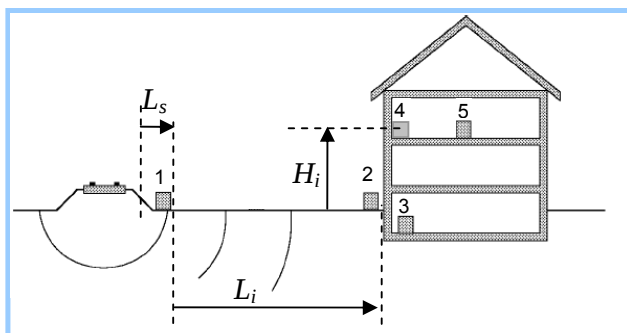
The frequency content of vibrations depends on: type of vehicle suspension system, vehicle weight and velocity. In general, higher the roughness of the road and vehicle speed, higher the amplitude of vibrations; less the stiffness and material damping of the soil, higher the amplitude of vibrations. In the case of the soft soil layer 7-15 m deep, the effect of resonance between the natural frequencies of soil layer and building can cause the significant amplification of vibrations.

Numerous investigations and measurements of vibrations, [2], [5], [6], [10] have shown that traffic-induced vibrations rarely cause damage of the structures, but can cause annoyance of building residents, as well as normal functioning of sensitive equipment.

3. FIELD TEST AND MEASUREMENTS

The vibrations were measured on 24 buildings along the street Bulevar kralja Aleksandra in Belgrade [10], [11]. The measurements were carried out by Geophysical Institute, using I/O System One that consists of 5 three-component geophones. The velocities were measured simultaneously at five different points at the building site,

Fig. 1, in three orthogonal directions: vertical - V, horizontal, parallel to the road - H1 and horizontal, perpendicular to the road - H2.



- point 1 - on the sidewalk about 1m from the road,
- point 2 – on the ground at the external foundation wall,
- point 3 – in the basement of building close to the external wall,
- point 4 – at the top floor by the wall,
- point 5 – at the top floor at the centre of the room floor.

Fig. 1. Measurement points

Vibrations were measured due to the following sources:

- ambient sources,
- truck, weighted approximately 14 tons at speed 50 km/h,
- truck: 14 tons, speed 50 km/h, across the rubber ramp 40 cm long and 3 cm high,
- articulated bus or tram.

Higher vibration levels were obtained for vertical direction than for two horizontal directions. Therefore, the assessment of vertical vibrations has been calculated and presented.

4. EFFECTS ON HUMANS

Traffic induced vibrations may be unacceptable to humans in buildings because of the annoying physical sensations and noise.

The International Organization for Standardization and several countries have published standards (ISO 2631-1, ISO 2631-2, DIN 4150-2, BS 6472, etc.) that provide guidance for evaluation of human response to continuous, intermittent, and transient vibrations in

buildings [1], [3], [7], [8]. The basic quantity used for analysis of vibrations is either the particle acceleration $a(t)$ or particle velocity time history $v(t)$.

The guidance provided by the ISO 2631 standard, Part 1 and 2, [7], [8] for evaluation of the effects of traffic induced vibrations on humans in buildings is based on measured accelerations. There are three major difficulties in applying this standard. Firstly, there was confusion regarding the classification of vibrations, as intermittent or transient ones. Secondly, the vibration levels are provided in terms of one second acceleration rms (root-mean-square) values, which is not quite applicable to short-time vibrations. Also, the acceptable magnitudes of vibrations are not stated in the report. Therefore, in order to evaluate the effects of vibration on humans the German Standard DIN 4150: Part 2 [3] was used in our investigations.

4.1. DIN 4150-Part 2

The ability of humans to perceive vibration is directly proportional to vibration velocity over most of the frequency range. Due to that, the basic quantity used for analysis of vibrations in DIN 4150 is particle velocity time history $v(t)$. In DIN 45669-Part 1 [4] the assessment of impact of vibrations on humans is based on the maximum weighted vibration severity $KB_{Fmax} = \max[KB_F(t)]$, where $KB_F(t)$ is running rms (root-mean-square) of weighted signal $KB(t)$:

$$KB_F(t) = \sqrt{\frac{1}{\tau} \int_{\xi=0}^t e^{-\frac{t-\xi}{\tau}} KB^2(\xi) d\xi}. \quad (1)$$

In Eq. (1) τ is the time constant, equal 0.125 s, ξ is the integration variable and $KB(\xi)$ is weighted and normalized velocity signal.

In order to obtain $KB(t)$, the unweighed velocity signal $v(t)$ should be first filtered using high pass and low pass 2-pole filter with Butterworth characteristic (the high pass frequency is 0.8 Hz and low pass frequency is 100 Hz). The bandlimiting filter function is given by complex transfer function:

$$H_{unom}(if) = \frac{1}{\left[1 - i\sqrt{2} \frac{0.8\text{Hz}}{f} - \left(\frac{0.8\text{Hz}}{f}\right)^2\right] \left[1 + i\sqrt{2} \frac{0.8\text{Hz}}{f_{\max}} - \left(\frac{0.8\text{Hz}}{f_{\max}}\right)^2\right]} \quad (2)$$

where $f_{max}=80$ Hz. Then the filtered velocity signal should be frequency weighted using frequency weighted complex function, shown in **Error! Reference source not found..**

$$H_{Bnom}(if) = \frac{1}{1 - i \frac{5.6 \text{ Hz}}{f}} \quad (3)$$

where f is frequency in Hz, and $i^2=-1$.

This calculation could be done in frequency domain or in time domain using the signal processing. In this work the program Matlab signal processing toolbox was used to calculate appropriate filters and $KB(f)$. In Fig. 2 and 3 presented are $KB(t)$ and $KB_F(t)$ for vibrations at the top floor of a building induced by tram and truck, respectively.

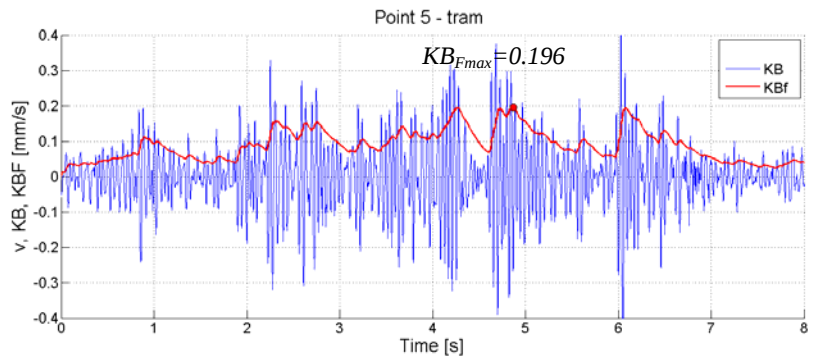


Fig. 2 $KB(t)$ and $KB_F(t)$ caused by tram

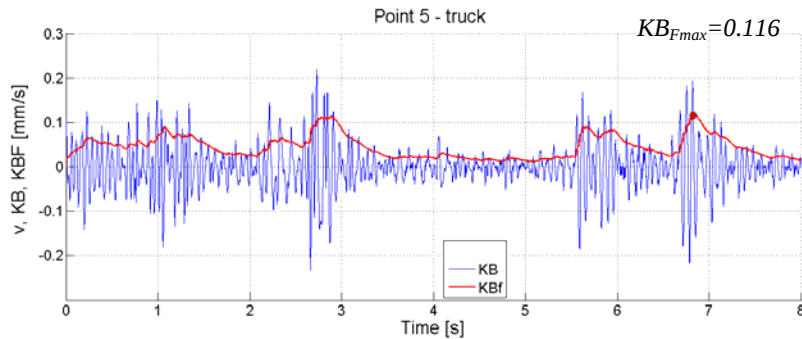


Fig. 3 $KB(t)$ and $KB_F(t)$ caused by truck

For a single event the vibration severity $KB_{f,max}$ was compared with the thresholds given in DIN 4150-2, Table 1.

Table 1 Threshold for assessment of the effect of induced vibrations on human comfort

Vibration exposure location	Day			Night		
	A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
Commercial facilities only	0.4	6	0.2	0.3	0.6	0.15
Mainly commercial facilities	0.3	6	0.15	0.2	0.4	0.10
Mixed area	0.2	5	0.1	0.15	0.3	0.07
Mainly residential houses	0.15	3	0.07	0.1	0.2	0.05
Sensitive area, e.g. hospitals	0.1	3	0.05	0.1	0.15	0.05

If $KB_{f,max} \leq A_u$ then the requirements of this norm is satisfied – vibration is less than threshold value. If $KB_{f,max} \geq A_o$ then the requirements of this norm is not satisfied, and some measure for reduction of vibrations should be taken. For frequent excitations, when $A_u \leq KB_{f,max} \leq A_o$ a further step is required. KB_{FTm} has to be calculated according to Eq. (3) and compared with A_r .

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} \sqrt{\frac{T_e}{T_r}}, \quad KB_{FTm} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N KB_{FTi}^2} \quad (3)$$

In Eq. 4 T_e is duration of exposure, T_r is the period of assessment (16 h for day time and 8 h for night time), while KB_{FTi} is max $KB_F(t)$ in one tact $T_i=30$ sec, $i=1,..N$, Fig. 4.

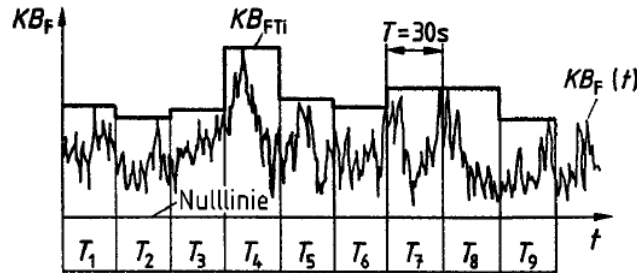


Fig. 4 KB_{FTi}

Since, only single events were measured, the $KB_{f,max}$ was calculated for all vibration sources and compared with A_u . Due to the lack of space, the $KB_{f,max}$ for low-, mid- and high-rise buildings are

presented for the cases of most intensive vibrations induced by tram and truck over ramp in Fig. 5 and 6. The low-rise buildings are buildings between 1-3 floors, mid-rise are buildings between 3-7 floors and high-rise are buildings higher than 7 floors.

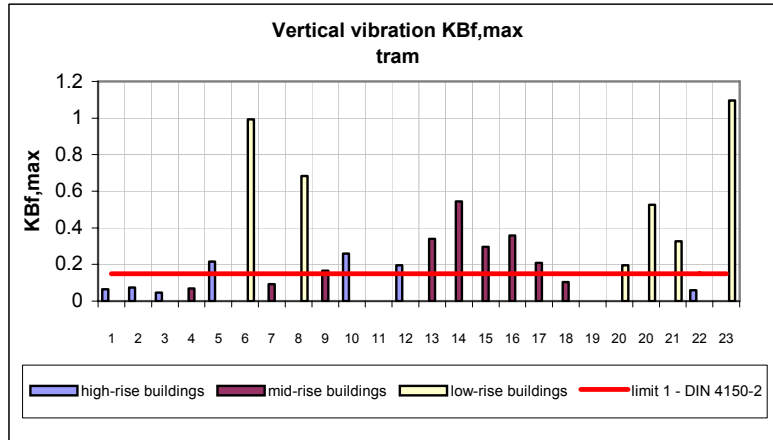


Fig. 5 KB_{fmax} of vertical vibrations at the top floor due to the tram passage

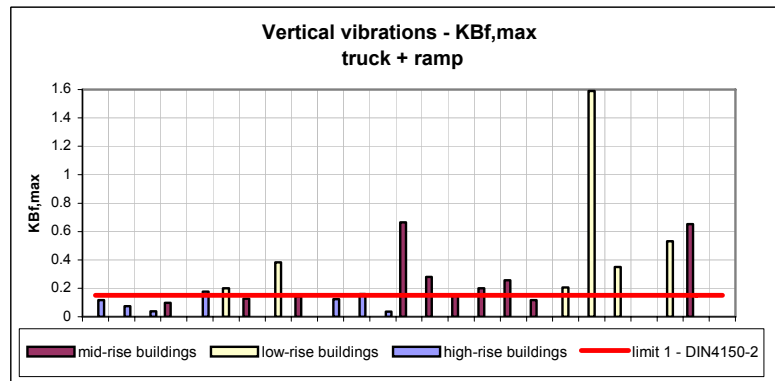


Fig. 6 KB_{fmax} of vertical vibrations at the top floor due to the truck over ramp

KB_{fmax} for tram induced vibrations exceeds the limit value A_u , in all low-rise buildings and in 2/3 of mid-rise buildings, whence only 2 from 7 high rise buildings were affected. KB_{fmax} for vibrations induced by truck over ramp exceeds the limit value A_u , in all low-rise buildings and in 7 from 9 mid-rise buildings, whence only 2 from 7 high rise buildings were affected.

5. CONCLUSION

During the measurements of 24 buildings along the Bulevar kralja Aleksandra in Belgrade a large amount of data was collected and evaluated (more than 1500). The effect of vertical vibrations on humans in buildings was assessed according to DIN 4150-2. Comparing the vibration severity with the threshold values given in DIN 4150-2 concluded was the following:

- maximum vertical vibrations in buildings are obtained due to the truck crossing the ramp and tram,
- the predominant frequencies of vertical vibrations are in the range from 5 to 25 Hz,
- low-rise and mid-rise buildings are more sensitive to traffic induced vibrations, while high-rise buildings are less sensitive.

This indicates that traffic-induced vibrations impact significantly the quality of life in the centre of Belgrade, so the effects of the future metro line on the humans in buildings along the Bulevar kralja Aleksandra Street should be carefully analyzed. The obtained data can be used for making the program of further measurements and assessment of vibrations as well as to make prediction model to evaluate the vibration levels of the buildings influenced by the prospective traffic, in the sense of the sustainable development of the city.

ACKNOWLEDGEMENT

This research is financially supported through the project TR 36046 by the Ministry of Science and Technology, Republic of Serbia.

6. REFERENCES

- [1] British Standard Institution, Guide to evaluation of human exposure to vibration in buildings (1-80 Hz): BS6472: 1992, London
- [2] Crispini M. and D'Apuzo M. (2001). "Measurement and prediction of traffic-induced vibrations in a heritage building". *Journal of Sound and Vibration*, 246 (2), 319-335.
- [3] German Institution for Standard, DIN 4150-Part 2, Vibration in Building Construction, 1984

- [4] German Institution for Standard, DIN 45669-Part 1: Measuring equipment, 1995
- [5] Hirose S. and Chow N. (2004). "Human-induced vibrations and their design regulations for structures". *Proceeding 18th Australian Conf.*, Perth, 1-3 Dec., 2004
- [6] Hunaidi O. and Tremblay M. (1997). "Traffic-induced building vibrations in Montreal", *Can.J. Civ. Eng.* 24, 736-753.
- [7] International Standard Organization, ISO 2631-1:1997
- [8] International Standard Organization, ISO 2631-2:2003
- [9] Penlington R., Steiner S., An Introduction to Sustainable Development in the Engineering Curriculum, Higher Education Academy Engineering Subject Centre, 2010
- [10] Petronijević M. and Nefovska-Danilović M. (2006), Geodinamička analiza osetljivosti objekata na dejstvo postojećih vibracija prema postojećim standardima i procena njihove osetljivosti na dejstvo lakog metroa, GEOZAVOD i Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu (in Serbian)
- [11] Petronijević M. and Nefovska-Danilović M. (2007), Traffic-induced building vibrations in Belgrade, Macedonian Association of Structural Engineers International Symposium, Struga, 27-29.09.2007.
- [12] Professional Practice for Sustainable Development, Book 1: Building support within the profession, WWF-UK Project Management Group, May 2000.

PRIMENA TEOREMA ADAPTACIJE U ODREĐIVANJU SIGURNOG GRANIČNOG OPTEREĆENJA KOD REŠETKASTIH NOSAČA

Žarko Petrović¹

Bojan Milošević²

Branko Popović³

Rezime:

Kada opterećenje koje deluje na nosač nije proporcionalnog karaktera već se periodično ponavlja u ciklusima tada se može javiti lom nosača i ukoliko je to opterećenje manje od graničnog opterećenja sračunatog na mehanizmu loma. Cilj analize adaptacije je određivanje sigurnog graničnog opterećenja odnosno konstruisanje sigurne oblasti u okviru oblasti opterećenja. U radu je najpre ukazano na mogućnost pojave progresivne deformacije (incremental collapse) što je ilustrovano na primeru rešetkastog nosača opterećenog dvoparametarskim opterećenjem koje je unutar elastoplastične oblasti. Zatim su iznete teoreme adaptacije i prikazana je njihova primena u određivanju parametra sigurnosti kojim se radijalno umanjuje data radna oblast čime se dobija sigurna oblast unutar koje je nosač siguran na mogućnost pojave progresivne deformacije. Na kraju, prikazana je i mogućnost formulisanja teorema adaptacije kao problema linearnog programiranja što predstavlja osnovu savremene analize adaptacije.

Ključne reči: *rešetkasti nosači, promenljivo opterećenje, progresivna deformacija, teoreme adaptacije.*

¹ Žarko Petrović, mr, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

² Bojan Milošević, mr, predavač, Visoka građevinsko geodetska škola, Beograd

³ Branko Popović, dr, redovni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

1. UVOD

Ako je konstrukcija, napravljena od elasto-plastičnog materijala, izložena periodičnom opterećenju, tada su generalno, moguće sledeće situacije:

- Ako intezitet opterećenja ostaje dovoljno mali, odgovor konstrukcije na dato opterećenje je idealno elastičan (sa izuzetkom singulariteta napona);
- Ako intezitet opterećenja postane dovoljno veliki, trenutni kapacitet nošenja konstrukcije se iscrpi, mehanizam neograničenog plastičnog tečenja se razvija i dolazi do loma konstrukcije. Očigledno, plastične deformacije se mogu razviti i za opterećenja ispod opterećenja loma;
- Ako je priraštaj plastičnih deformacija u svakom ciklusu opterećenja istog znaka (zatezanje ili pritisak), nakon određenog broja ciklusa, ukupne deformacije (samim tim i pomeranja) postaju tako velike da konstrukcija gubi prvobitni oblik. Takvo ponašanje je opaženo i pri eksperimentalnim istraživanjima. Za dovoljno veliku amplitudu opterećenja (ispod moći nošenja nosača na proporcionalno opterećenje) deformacije rastu pri svakom ciklusu. Ovaj fenomen se naziva inkrementalni lom;
- Ako priraštaj deformacija menja znak pri svakom ciklusu, tada one teže da ponište jedne druge, tako da totalna deformacija ostaje mala (alternativna plastičnost). U ovom slučaju, međutim, nakon izvesnog broja ciklusa, materijal u najopterećenijem preseku doživljava lom usled nisko-cikličnog zamora;
- Može se desiti i da nakon pojave plastičnih deformacija u početnim ciklusima, odgovor konstrukcije postane elastičan, u slučaju niskih amplituda opterećenja. Ovakva stabilizacija plastičnih deformacija se naziva adaptacija (**shakedown** ili **adaptation**)^[2].

Na činjenicu da opterećenje loma sračunato na osnovu granične analize može biti pogrešno u slučaju procene sigurnosti konstrukcije opterećene promenljivim periodičnim opterećenjem je najpre ukazao Grüning 1926. godine, kao i Bleich, koji je dokazao statičku teoremu kod greda idealnog / poprečnog preseka. Godine 1936. Melan je predstavio znatno opštiju teoremu, koju je kasnije proširio na opšti slučaj kontinuuma.

Godine 1957. Prager i Rozenblum su dalje proširili Melan-ovu teoremu, kako bi uzeli u obzir i napone usled temperature. Zavisnost modula elastičnosti od temperature prvi je prikazao König 1969. godine.

Neal je 1950. godine prikazao metod adaptivne analize (shakedown analysis) kod ramovskih nosača analizirajući moguće mehanizme plastičnog tečenja. Koiter je 1960. godine formulisao opštu kinematičku teoremu adaptacije. Rozenblum i De Donato su je proširili za slučaj opterećenja temperaturom. Gokhfeld i Sawczuk su pošavši od Koiter-ove teoreme sračunali uslov za inkrementalni lom i pokazali da, u slučaju linearnog uslova tečenja, nejednačina u ovoj teoremi se može uspešno integraliti u funkciji vremena. Veliki broj rešenja je dobijen koristeći taj pristup. Znatno kasnije je König iskazao uslov alternativne plastičnosti. Ideja adaptacije je primenljiva i kod slučaja očvršćavanja, tako da je odgovarajuću statičku teoremu iskazao Melan, a nezavisno je dokazao i Neal.

Cilj ovog rada je da se ukaže na mogućnost pojave inkrementalnog loma usled nagomilavanja plastičnih deformacija istog znaka kod nosača izloženih neproporcionalnom opterećenju kao i na neophodnost primene teorema adaptacije radi određivanja sigurnog graničnog opterećenja pri kome će doći do adaptacije konstrukcija na dati ciklus opterećenja.

2. INKREMENTALNI LOM

Glavni problem u teoriji adaptacije je provera da li će se konstrukcija adaptirati na dato opterećenje. U principu, odgovor na to pitanje može se dobiti ispitujući ponašanje konstrukcije metodom korak po korak. Međutim, takav postupak može biti obiman i u mnogim slučajevima neprimenjiv. Zbog toga su razvijene neke metode su koje daju odgovor na to da li će se konstrukcija adaptirati, bez potrebe računanja budućeg stanja napona i deformacija. Takav pristup je produžetak metode granične analize za slučaj promenljivog (ponovljenog) opterećenja.

Pri projektovanju konstrukcije projektant treba da zna opterećenje kojem će konstrukcija biti izložena i to:

- Tip opterećenja (vrsta opterećenja) kao što je korisno opterećenje, opterećenje vetrom, pritisak vode, težina snega, sopstvena težina;
- Granice varijacija inteziteta određene vrste opterećenja su takođe poznate, obzirom da su definisane propisima ili proizilaze iz nekih tehnoloških ili uslova održavanja;
- Stvarna, buduća istorija opterećenja, međutim, nije data eksplicitno, obzirom da je i nemoguće predvideti je.

Glavni cilj analize je odrediti skup opterećenja koje konstrukcija može da primi, tj. konstruisati sugurnu oblast (safe domain) u prostoru opterećenja (skup svih kombinacija parametara opterećenja)[4]. Generalno, neophodan uslov da bi konstrukcija bila sigurna u odnosu na plastični lom je da je za sve kinematički moguće mehanizme rad datog spoljašnjeg opterećenja (W_{ext}) manji od veličine disipacije (D_{int}). Za svaki mehanizam energetska nejednačina:

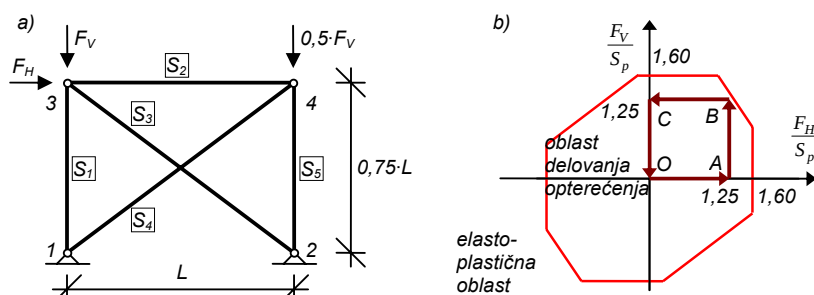
$$W_{ext} < D_{int}, \quad (1)$$

prelazi u dve nejednačine definišući jedan neograničen sloj (presek dvaju poluprostora sa paralelnim granicama) u prostoru parametra opterećenja.

Elastoplastična oblast (elastoplastic domain) može se definisati kao presek svih takvih slojeva koji odgovaraju kinematički mogućim mehanizmima. Razlog zašto se razlikuje sigurna i elastoplastična oblast je što konstrukcija može doživeti lom pri neproporcionalnom opterećenju i onda kada je opterećenje unutar elastoplastične oblasti jer unutrašnjost elasto-plastične oblasti ne uključuje samo čisto elastična stanja već delimično i plastična stanja pri kojima postoje plastični štapovi ali nedovoljan broj da bi se formirao mehanizam.

Ciklično opterećenje koje u plastičnim štapovima izaziva izvesne plastične deformacije može dovesti do loma što je prikazano na primeru rešetkastog nosača opterećenog dvoparametarskim opterećenjem, Slika 1(a) za koji je primenom izraza (1) određena elastoplastična oblast koja je prikazana na Slici 1(b).

Primena teorema adaptacije u određivanju sigurnog graničnog opterećenja kod rešetkastih nosača



Slika 1 (a) Rešetkasti nosač opterećen dvoparametarskim opterećenjem; (b) Elastoplastična oblast i oblast delovanja opterećenja

Ispitano je ponašanje nosača na opterećenje koje je unutar elasto-plastične oblasti a dato je na Slici 1(a) (OABCO). U Tabeli 1. prikazane su vrednosti sila u štapovima koje se javljaju u prva dva ciklusa opterećenja.

Tabela 1 Sile u štapovima u prva dva ciklusa opterećenja

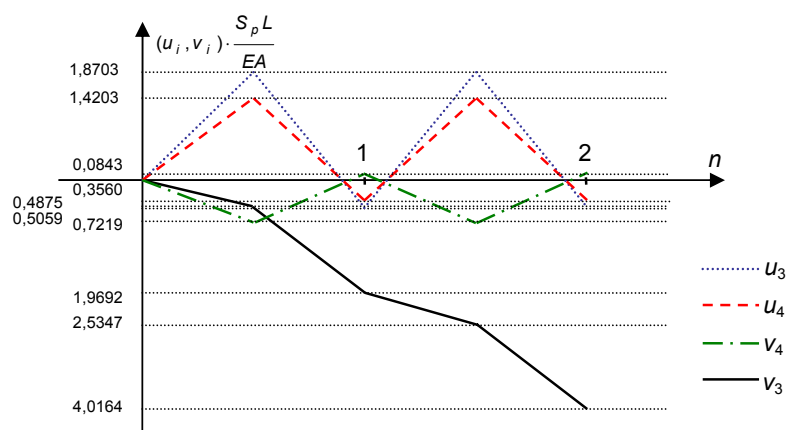
		korak	$\frac{F_H}{S_p}$	$\frac{F_V}{S_p}$	$\frac{S_1}{S_p}$	$\frac{S_2}{S_p}$	$\frac{S_3}{S_p}$	$\frac{S_4}{S_p}$	$\frac{S_5}{S_p}$
Prvi ciklus	O	0	0	0	0	0	0	0	0
	A	1	1,25	0	0,5503	-0,5163	-0,9171	0,6454	-0,3872
		2	1,25	0,4519	0,1481	-0,45	-1	0,5625	-0,5634
	B	3	1,25	1,25	-0,65	-0,45	-1	0,5625	-0,9625
		4	0,7951	1,25	-1	-0,1216	-0,4167	0,1520	-0,7162
	C	5	0	1,25	-1	0,3333	-0,4167	-0,4167	-0,3750
	O	6	0	0	0,1124	0,1499	-0,1874	-0,1874	0,1124
Drugi ciklus		1	1,1076	0	0,60	-0,3076	-1	0,3845	-0,2307
	A	2	1,25	0	0,60	-0,45	-1	0,5625	-0,3375
	B	3	1,25	1,25	-0,65	-0,45	-1	0,5625	-0,9625
		4	0,7951	1,25	-1	-0,1216	-0,4167	0,1520	-0,7162
	C	5	0	1,25	-1	0,3333	-0,4167	-0,4167	-0,3750
	O	6	0	0	0,1124	0,1499	-0,1874	-0,1874	0,1124

U toku prvog ciklusa zapaža se najpre elastično ponašanje nosača sve do trenutka plastifikacije štapa S_3 pri opterećenju $F_H=1,25S_P$; $F_V=0,4519S_P$, (korak 2). Pri daljem povećanju opterećenja nosač se ponaša elasto-plastično a krutost štapa S_3 je jednaka nuli (ne može da primi opterećenje). U toku rasterećenja, koje je najpre elastičnog karaktera, dolazi do plastifikacije štapa S_1 pri opterećenju $F_H=0,7951S_P$; $F_V=1,25S_P$ (korak 4), da bi se posle potpunog uklanjanja horizontalne sile, a na početku smanjivanja vertikalne sile nosač opet počeo da ponaša elastično. Posle uklanjanja opterećenja ostaju rezidualne sile u štapovima (korak 6).

U drugom ciklusu opterećenja do plastifikacije štapa S_3 dolazi ranije i to pri vrednosti horizontalne sile $F_H=1,1076S_P$ (korak 1). Sile u štapovima na kraju i prvog i drugog ciklusa su identične, pa se posle drugog ciklusa pri ponavljanju ciklusa opterećenja ponavljaju i iste sile u štapovima.

Za razliku od sila u štapovima, koje se nakon drugog ciklusa opterećenja ustale, kod pomeranja čvorova se uočava prirast vertikalnog pomeranja čvora "3" u svakom ciklusu za vrednost $2,0472 \frac{S_P L}{EA}$.

Ponašanje pomeranja u prva dva ciklusa se može jasno uočiti na Slici 2. na kojoj je prikazan dijagram pomeranja čvorova kroz prva dva ciklusa opterećenja, a ponavljanjem ciklusa opterećenja ponavljaju se i ciklusi pomeranja čvorova.

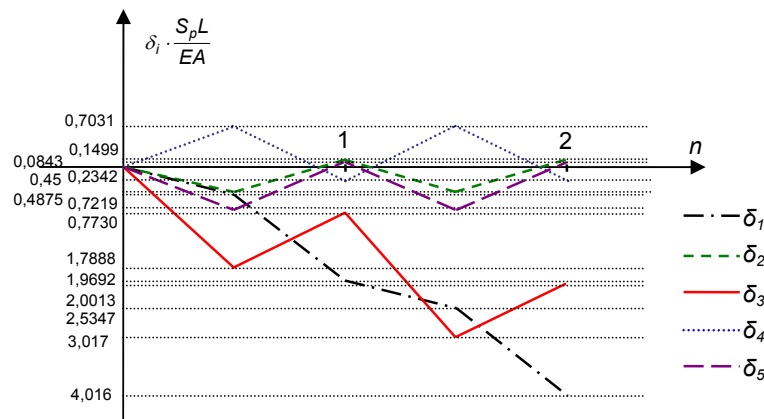


Slika 2 Dijagram pomeranja čvorova nosača u toku prva dva ciklusa opterećenja

Kao posledica priraštaja pomeranja čvora nosača dolazi i do priraštaja promene dužina štapova i to:

- štapa S_1 u svakom ciklusu za $2,0472 \frac{S_p L}{EA}$;
- štapa S_3 u svakom ciklusu za vrednost $1,2283 \frac{S_p L}{EA}$.

Taj priraštaj u promeni dužina štapova se kao i priraštaj pomeranja može najjasnije uočiti na dijagramu na Slici 3.



Slika 3 Dijagram promene dužina štapova u prva dva ciklusa opterećenja

Posle izvesnog broja ciklusa duktilnost materijala se usled stalnog povećanja izduženja štapova iscrpi, tako da dolazi do loma tih štapova, a samim tim i loma nosača, odnosno dostizanja graničnog stanja nosača pri opterećenju koje je manje od graničnog opterećenja za slučaj kada je opterećenje proporcionalno, a ne ponavlja se u ciklusima.

3. TEOREME ADAPTACIJE KOD ELASTO-PLASTIČNIH TELA

3.1. Statička teorema adaptacije (Melan-ova teorema)

Ukoliko su sa $\sigma_{ij}, \varepsilon_{ij}$ označene trenutne vrednosti napona i deformacija u odgovarajućem idealno elastičnom telu (za trenutne

vrednosti opterećenja), a sa polje fiktivnih rezidualnih napona $\bar{\sigma}_{ij}$, nezavisno od vremena, tada se polje napona σ_{ij}^s :

$$\bar{\sigma}_{ij} + \sigma_{ij} \equiv \sigma_{ij}^s, \quad (2)$$

naziva sigurnim ako nijedna varijacija opterećenja u propisanim granicama ne izaziva dostizanje granice tečenja.

Polje napona σ_{ij}^a :

$$\bar{\sigma}_{ij} + \sigma_{ij} \equiv \sigma_{ij}^a, \quad (3)$$

se naziva dopustivim ako raspodela napona može da dostigne vrednost napona tečenja.

Melan-ova teorema: Adaptacija se javlja ako je moguće naći vremenski nezavisno polje fiktivnih rezidualnih napona $\bar{\sigma}_{ij}$ takvo da je, za bilo koju promenu opterećenja u okviru propisanih granica, zbir ovog polja sa poljem napona σ_{ij} u idealno elastičnom telu, to polje sugurno (dovoljan uslov)^[3].

Adaptacija se ne može javiti ako ne postoji niti jedno vremenski nezavisno polje rezidualnih napona $\bar{\sigma}_{ij}$ takvo da je zbir $\bar{\sigma}_{ij} + \sigma_{ij}$ dopustiv (potreban uslov).

U suštini, primena Melan-ove teoreme vodi do donje granice vrednosti promenljivog opterećenja. Stvarna realizacija ovog postupka u konkretnim problemima je teška, posebno u slučajevima gde opterećenje zavisi od nekoliko parametara. Generalno, određivanje optimalnog polja rezidualnih napona, što daje maksimalno proširenje oblasti adaptacije, predstavlja problem matematičkog programiranja. Kod rešetkastih i ramovskih nosača, sigurni uslovi su, po pravilu, linearne nejednačine tako da u tim slučajevima mogu primeniti dobro poznate metode linearnog programiranja. Treba naglasiti takođe da je za određivanje dopustivog opterećenja neophodno posmatrati opterećenja ispod graničnog.

3.2 Kinematička teorema adaptacije (Koiter-ova teorema)

Kinematičkom teoremom se tvrdi da se adaptacija neće javiti ako je moguće naći mogući ciklus priraštaja plastičnih deformacija ξ_{ij0}^p i neki program varijacije opterećenja između određenih granica za koje važi:

$$\int dt [X_{ni} \nu_{io} dS_F] > \int dt [A(\xi_{ijo}^p) dV, \quad (4)$$

gde je $A(\xi_{ijo}^p) = \sigma_{ijo} \xi_{ijo}^p$ priraštaj rada plastičnih deformacija na mogućem priraštaju plastičnih deformacija ξ_{ijo}^p [3].

Obrnuto: Adaptacija se javlja ako je za sve moguće cikluse priraštaja plastičnih deformacija i proizvoljna opterećenja (u određenim, propisanim granicama) moguće naći broj $k > 1$ takav da važi:

$$k \int dt [X_{ni} \nu_{io} dS_F] \leq \int dt [A(\xi_{ijo}^p) dV. \quad (5)$$

Ako se izabere jedan mogući ciklus plastičnih dilatacija i napiše se jednačina (5) sa znakom jednakosti, može se koristiti Koiter-ova teorema kako bi se odredila gornja granica adaptacije. Primena Koiter-ove teoreme uključuje znatne poteškoće u odnosu na primenu Melan-ove teoreme (osim u slučaju jednostavnih sistema, rešetkastih nosača i ramova, gde se mogu primeniti metode linearnog programiranja).

4. ODREĐIVANJE PARAMETRA SIGURNOSTI U ODNOSU NA INKREMENTALNI LOM PRIMENOM TEOREMA ADAPTACIJE

Kao što je ranije naglašeno elasto-plastična oblast predstavlja sigurnu oblast samo ukoliko je opterećenje monotonog karaktera, tj. ako je istorija opterećenja takva da, kada dođe do plastifikacije štapa, on ostaje u plastičnoj oblasti, odnosno ne dolazi do rasterećenja. Pri opštem, nemonotonom opterećenju, konstrukcija može doživeti inkrementalni lom ili može doći do plastičnog Zamora [1].

Analiza sigurnosti konstrukcije u odnosu na inkrementalni lom može se uraditi kroz dva koraka. U prvom koraku, mora se proveriti da se lom neće javiti kada je opterećenje unutar oblasti delovanja opterećenja („radna oblast“). U drugom koraku, posmatra se oblast opterećenja dobijena radijalnim uvećanjem (ili umanjenjem) date radne oblasti da bi se parametar sigurnosti dobio kao najveći parametar kojim se može uvećati (ili umanjiti) radna oblast, a da pri tome ne dođe do inkrementalnog loma.

Parametar sigurnosti se određuje ili primenom statičke teoreme adaptacije kao maksimalni parametar sigurnosti ili primenom

kinematičke teoreme kao minimalni parametar sigurnosti kojim se može uvećati (ili umanjiti) oblast delovanja opterećenja.

Primer

Za nosač i opterećenje na Slici 1. utvrđeno je da će doći do pojave progresivnog povećanja deformacija nosača a samim tim i loma čime je prvi korak u analizi sigurnosti konstrukcije završen. Kako je utvrđeno da će do loma doći neophodno je naći parametar sigurnosti kojim će se oblast delovanja opterećenja umanjiti i na taj način dobiti sigurnu oblast unutar koje će nosač biti siguran na pojavu inkrementalnog loma.

Teoreme adaptacije se kod rešetkastih nosača mogu definisati i na sledeći način: Ako za datu istoriju delovanja opterećenja postoji vektor rezidualnih sila u štapovima s_r , koje su u ravnoteži kada je nosač neopterećen i zadovoljavaju uslove:

$$-s_p \leq s_r + s_e \leq s_p, \quad (6)$$

tada će se konstrukcija adaptirati na dato opterećenje.

Uslov (6) može se definisati i na sledeći način:

$$\begin{aligned} s_r + s_e^{\max} &\leq s_p, \\ s_r + s_e^{\min} &\geq -s_p, \end{aligned} \quad (7)$$

gde su:

s_e - vektor elastičnih sila u štapovima, tj. sila koje bi se javile ukoliko bi odgovor nosača na dato opterećenje bio čisto elastičan,

s_p - vektor sila pune plastičnosti štapova.

Primena statičke teoreme adaptacije

Postupak primene statičke teoreme adaptacije je analogan primeni statičke teoreme granične analize pri određivanju graničnog opterećenja a koji je na prikazan u radu^[1]. Nakon izbora sile u štapu S_4 za statički nezavisnu veličinu i ispisivanja uslova ravnoteže dobijeni su izrazi (8) kojima je zadovoljen uslov ravnoteže rezidualnih sila neopterećenog nosača.

$$\begin{aligned}
 S_{r,1} &= -0,6 S_{r,4}, \\
 S_{r,2} &= -0,8 S_{r,4}, \\
 S_{r,3} &= S_{r,4}, \\
 S_{r,4} &= S_{r,4}, \\
 S_{r,5} &= -0,6 S_{r,4}.
 \end{aligned} \tag{8}$$

Primenom izraza (7) i (8) dobijen je sistem nejednačina (9) čijim rešavanjem je određena vrednost parametra sigurnosti μ_s .

$$\begin{aligned}
 -1,6667 + 0,9171 \mu_s &\leq \frac{S_{r,4}}{S_p} \leq 1,6667 - 1,8541 \mu_s, \\
 -1,25 + 0,2293 \mu_s &\leq \frac{S_{r,4}}{S_p} \leq 1,25 - 0,6454 \mu_s, \\
 -1 + 1,1464 \mu_s &\leq \frac{S_{r,4}}{S_p} \leq 1, \\
 -1 + 0,2293 \mu_s &\leq \frac{S_{r,4}}{S_p} \leq 1 - 0,6454 \mu_s, \\
 -1,6667 &\leq \frac{S_{r,4}}{S_p} \leq 1,6667 - 1,45777 \mu_s.
 \end{aligned} \tag{9}$$

$$\mu_s = 0,8888. \tag{10}$$

Primena kinematičke teoreme adaptacije

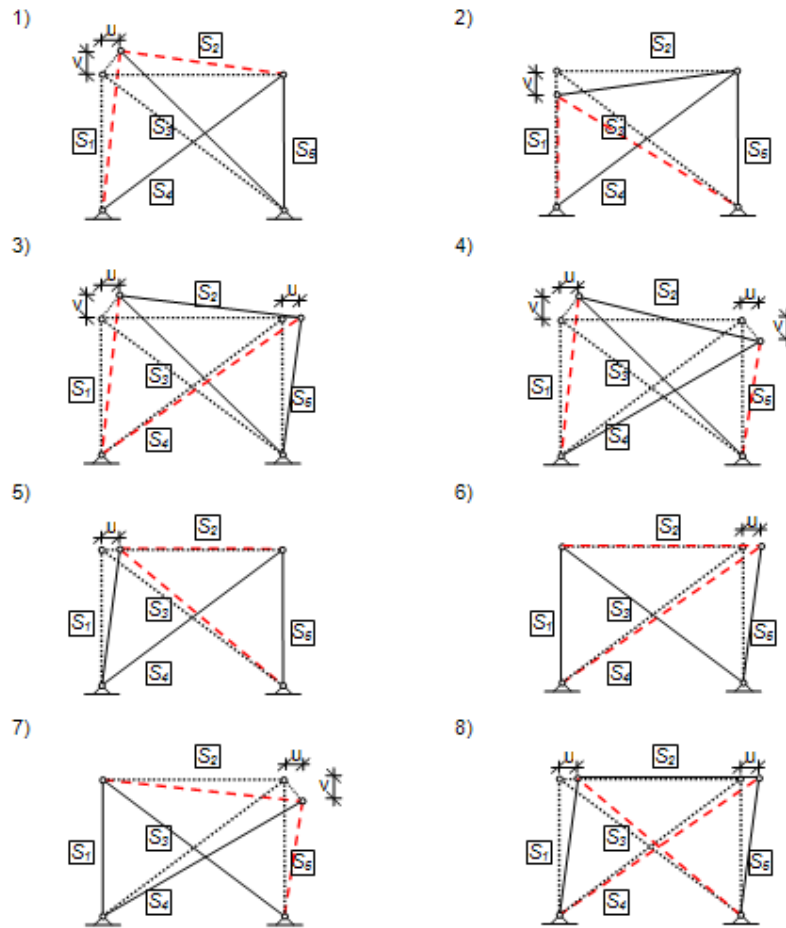
U analizi mogućih mehanizama inkrementalnog loma, potrebne su jednačine ravnoteže rezidualnih sila u štapovima. Ove jednačine su dobijene korišćenjem principa virtuelnih pomeranja na mehanizmima prikazanim na Slici 4.

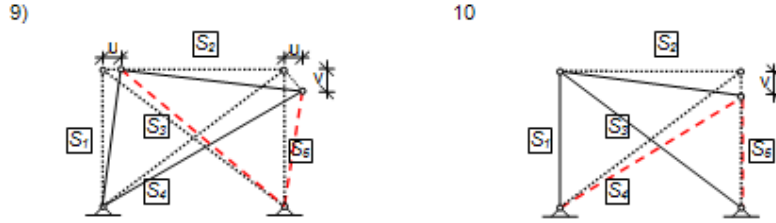
$$\begin{aligned}
 1) S_{1,r} - S_{2,r} 0,75 &= 0, & 2) -S_{1,r} - S_{3,r} 0,60 &= 0, \\
 3) S_{1,r} + S_{4,r} 0,60 &= 0, & 4) S_{1,r} - S_{5,r} &= 0, \\
 5) -S_{2,r} - S_{3,r} 0,80 &= 0, & 6) S_{2,r} + S_{4,r} 0,80 &= 0, \\
 7) S_{2,r} 0,75 - S_{5,r} &= 0, & 8) -S_{3,r} 0,80 + S_{4,r} 0,80 &= 0, \\
 9) -S_{3,r} 0,60 - S_{5,r} &= 0, & 10) -S_{4,r} 0,60 - S_{5,r} &= 0.
 \end{aligned} \tag{11}$$

Koristeći jednačine ravnoteže rezidualnih sila (11) i izraze (7) kojima su definisane teoreme adaptacije dobijene su vrednosti parametara sigurnosti za pojedine mehanizme:

$$\begin{aligned} \mu_I^I &= 1,8666; & \mu_I^{II} &= 0,8888; & \mu_I^{III} &= 1,7066; & \mu_I^{IV} &= 1,4035; \\ \mu_I^V &= 1,2557; & \mu_I^{VI} &= \dots\dots\dots; & \mu_I^{VII} &= 1,7288; & \mu_I^{VIII} &= 1,1162; \\ \mu_I^X &= 1,0240; & \mu_I^X &= 1,5806. \end{aligned} \quad (12)$$

Kinematičkom teoremom adaptacije traži se minimalni parametar sigurnosti pa je očigledno je da je stvarni parametar sigurnosti u odnosu na inkrementalni lom $\mu_{inc} = 0,8888$.





Slika 4 Mogući mehanizmi loma

5. PRIMENA LINEARNOG PROGRAMIRANJA U ODREĐIVANJU PARAMETRA SIGURNOSTI

Na osnovu prikazanih teorema, parametar sigurnosti μ_{inc} može se odrediti ili minimizirajući kinematički moguć multiplikator μ_k ili maksimizirajući statički moguć multiplikator μ_s . Ako je oblast opterećenja određena linearnim ograničenjima, oba pristupa vode ka problemu linearnog programiranja.

U analizi adaptacije je statički moguće polje predstavljeno parametrom μ_s i vektorom rezidualnih sila s_r . Odgovarajući problem linearnog programiranja može se postaviti na sledeći način:

$$\max g(s_r, \mu_s) \equiv \mu_s, \quad (13)$$

uz ograničenja:

$$\begin{aligned} B s_r &= 0, \\ s_r + \mu_s s_e^{\max} &\leq s_p, \\ s_r + \mu_s s_e^{\min} &\geq -s_p, \end{aligned} \quad (14)$$

gde je B statička matrica ili matrica ravnoteže.

Za nosač i opterećenje na Slici 1(a) problem linearnog programiranja definisan izrazima (13) i (14) je sledeći:

$$\max g(s_r, \mu_s) \equiv \mu_s \Rightarrow \min \begin{bmatrix} s_{r,1} \\ s_{r,2} \\ s_{r,3} \\ s_{r,4} \\ s_{r,5} \\ -\mu_s \end{bmatrix} = \min \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad (15)$$

uz ograničenja:

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & -0,80 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0,60 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0,80 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,60 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_{r,1} \\ S_{r,2} \\ S_{r,3} \\ S_{r,4} \\ S_{r,5} \\ -\mu_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (16)$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,5503 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1,1124 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0,1834 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0,5163 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1,1464 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0,6454 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0,2293 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0,8747 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_{r,1} \\ S_{r,2} \\ S_{r,3} \\ S_{r,4} \\ S_{r,5} \\ -\mu_s \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}. \quad (17)$$

Korišćenjem programskog paketa MATLAB određena je vrednost funkcije $g(s_r, \mu_s) \equiv \mu_s$, odnosno vrednost rezidualnih sila u štapovima i parametra sigurnosti:

$$g(s_r, \mu_s) = \begin{bmatrix} S_{r,1} \\ S_{r,2} \\ S_{r,3} \\ S_{r,4} \\ S_{r,5} \\ -\mu_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,0113 \\ -0,0151 \\ 0,0189 \\ 0,0189 \\ -0,0113 \\ 0,8888 \end{bmatrix}. \quad (18)$$

6. ZAKLJUČAK

U radu je pokazano da konstrukcija koja je izložena dejstvu promenljivog opterećenja može doživeti lom čak iako opterećenje ostaje u okviru elasto-plastične oblasti. Tako elasto-plastična oblast predstavlja sigurnu obast samo ukoliko je opterećenje monotonog karaktera, tj. ako je istorija opterećenja takva da, kada dođe do

formiranja plastičnog štapa, on ostaje plastičan, odnosno ne dolazi do rasterećenja. Pri opštem, nemonotonom opterećenju, konstrukcija može doživeti inkrementalni lom ili može doći do nisko-cikličnog (plastičnog) zamora.

Prikazanim primerom je ukazano da razjašnjenje uslova adaptacije zahteva analizu ravnoteže elasto-plastičnog tela. Ova analiza, međutim, može se izvesti samo za veoma jednostavne probleme. Postoje mnogobrojne teoreme koje se bave mogućnošću adaptacije a koje uklanjaju ove poteškoće omogućujući određivanje gornje i donje granice oblasti adaptacije i predstavljaju osnovu za određivanje sigurnog parametra opterećenja i formiranje sigurne oblasti u oblasti opterećenja u okviru koje se ne mogu javiti ni alternativni niti inkrementalni lom nosača. Analiza elasto-plastičnog stanja nije više neophodna, jedino se zahteva detaljna primena rešenja odgovarajućeg elastičnog problema, što je, svakako, neuporedivo jednostavnije. U radu su iznete Melan-ova i Koiter-ova teorema adaptacije čijom primenom je određen parametar sigurnosti u odnosu na inkrementalni lom a prikazana je i formulacija statičke teoreme adaptacije kao problema linearnog programiranja čime se postupak određivanja parametra sigurnosti u značajnoj meri pojednostavljuje i eliminišu se nedostaci koji se javljaju kod klasičnog načina primene ovih teorema.

7. LITERATURA

- [1] Petrović Ž.: Granično stanje loma statički neodređenih rešetkastih nosača, magistarski rad, Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, 2011.
- [2] König A. Jan: Shakedown of Elastic-Plastic Structures, Institute of fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences, Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Tokio 1987.
- [3] Kachanov, L.M.: Foundations of the Theory of plasticity, North-Holland publishing company - Amsterdam-London, 1971.
- [4] Jirásek M., Bažant Z.P.: Inelastic Analysis of Structures, John Wiley & Sons, England, 2002.
- [5] Petrović Ž., Popović B., Milošević B., Mijalković M.: „The phenomenon of incremental collapse and alternating plasticity in truss girders subjected to the action of variable loading“, XXV International Symposium About research and application of modern achievements in civil engineering in the field of materials and structures, 19-21 Oktobar, 2011, pp:235-242, DIMK, Tara, ISBN 978-86-87615-02-1

- [6] Petrović Ž., Mijalković M., Milošević B.: "Linearno programiranje u graničnoj analizi statički neodređenih rešetkastih nosača", Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu, No25 Niš, 2010.
- [7] Mijalković M., Milošević B., Petrović Ž.: "Određivanje graničnog opterećenja statički neodređenih ramovskih nosača primenom principa virtualnog rada", Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu, No24 Niš, 2009.

INFORMACIONI SISTEMI I UPRAVLJANJE ZNANJEM

Ivan Stanković¹

Milan Gocić²

Dragan Janković³

Rezime

Brži razvoj celokupnog društva doveo je do usložnjavanja kompanija, radnih procesa i ogromne količine informacija, a u krajnjem slučaju znanja baziranih na tim informacijama. Međutim, velika količina informacija ne znači automatski i znanje već treba da se sve te informacije procesiraju na adekvatan način i izvuče nešto što se može smatrati novim kvalitetom tj. znanjem, za čiju upotrebu i manipulaciju su nužni odgovarajući informacioni sistemi.

Praktično danas nije moguće niti manipulirati tom količinom informacija niti izvlačiti znanje, niti to znanje staviti u funkciju razvoja preduzeća kroz planiranje i predviđanje bez informacionog sistema. Zato je u radu prikazana sprema informacionog sistema, intelektualnog kapitala i znanja.

Ključne reči informacioni sistemi, upravljanje znanjem, ljudski kapital

1. UVOD

Informacioni sistemi (IS) kao tekovina savremenog društva predstavljaju osnovu razvoja naše civilizacije koja je zasnovana na

¹ Ivan Stanković, dipl. inž. el., Morena Inženjering Niš

² mr Milan Gocić, dipl. inž. el., Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu

³ dr Dragan Janković, red. prof., dipl. inž. el., Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu

znanju. Efikasno upravljanje znanjem predstavlja izazov za veći krug ljudi, počevši od kruga poslovnih ljudi pa sve do visokih akademskih krugova. Jedno od rešenja za postizanje maksimalne efikasnosti u primeni i upravljanju znanjem predstavlja korišćenje savremenih informacionih tehnologija. One predstavljaju sponu koja efikasno transformiše informacije u podatke i znanje.

Upravljanje kapitalom pretpostavlja poznavanje tipa kapitala koje organizacija poseduje. Povezivanje različitih tipova kapitala neke organizacije predstavlja ozbiljan zadatak za njeno rukovodstvo. Upotreba informacionih sistema pojednostavljuje taj postupak. Takođe, efikasnije iskorišćavanje resursa organizacije kroz upotrebu IS-a povećava vrednost organizacije i samim tim daje na važnosti razvoj i upotrebu informacionih sredstava.

U ovom radu, u drugoj glavi je dat opis upravljanja znanjem i informacijama. U trećoj glavi je opisan intelektualni kapital (IK) i njegova funkcija u upravljanju znanjem kao i međuzavisnost sa informacionim sistemima. U četvrtoj glavi predstavljeno je znanje kao vrsta kapitala za koju je najizraženija upravljivost i obrada preko IS-a. U petoj glavi je predstavljen životni ciklus znanja kao i uloga informacionih sistema u procesu transformacije informacije u znanje. U šestoj glavi, prikazani su odnosi između informacionih sistema, postojećeg znanja i intelektualnog kapitala koji se stvara iz međusobnih relacija.

2. UPRAVLJANJE ZNANJEM I INFORMACIJAMA

Upravljanje znanjem (eng. Knowledge Management - KM) obuhvata niz rutina koje se koriste u organizaciji za identifikovanje, stvaranje, predstavljanje, distribuiranje i usvajanje znanja i iskustava. Usvajanje znanja, bilo pojedinaca ili znanje usvojeno kroz organizacione procese ili rutine predstavlja osnovu za upravljanje znanjem. Ova disciplina osnovana je 1991. godine [1, 2].

KM obuhvata kurseve učenja u oblasti poslovne administracije, informacionih sistema, kurseve za upravljanje, i kurseve u vezi biblioteka i informacionih nauka. Danas, KM uključuje takođe i druge oblasti, od onih usmerenih kao što su na primer informacije i mediji, do računarskih nauka, javnog zdravlja i javne politike. Mnoge velike kompanije i neprofitne organizacije posvećene su razvojem KM, koji je često deo njihove poslovne strategije ili deo

njihovih informacionih sistema. KM se obično fokusira na organizacione ciljeve kao što su poboljšanje efikasnosti, konkurentnost na tržištu, inovacije, razmena stečenih znanja, kao i kontinuirano poboljšanje rada organizacije. KM može pomoći pojedincima i grupama da dele vredne podatke u organizaciji, može koristiti za smanjenje povećanog utroška radnog vremena kako bi se izbeglo osmišljavanje pojedinih procesa ili znanja koji već postoje. Takođe se postiže i smanjivanje vremena za obuku novih zaposlenih, kao i čuvanje intelektualnog kapitala u smislu očuvanja prihoda zaposlenih u organizaciji [1].

Za određivanje vrednosti informacije, bitne su sledeće promenljive:

- **Specifičnost vremena.** Informacija mora imati vremensku dimenziju, bilo dimenziju stvaranja informacije bilo dimenziju upotrebe. Informacije koje nemaju vremensku komponentu ukoliko se ne primene odmah nakon stvaranja, gube svoju vrednost.
- **Specifičnost znanja.** Informacija može steći određeni procenat znanja od strane osobe koja ju je proizvela.
- **Uslovi korišćenja.** Uslovi ili kontekst u kome korisnik prima informacije, obrađuje ih i shvata značajno utiču na razumevanje i uvažavanje primljenog znanja. Uslovi i okolina u kojoj se nalazi informacija imaju bitnu važnost na posledicu koju informacija proizvodi.

Sa aspekta opisivanja znanja, vrši se klasifikacija jezika kojima se ono opisuje u tri kategorije: logički jezici, jezici bazirani na okvirima, jezici bazirani na grafici. Danas je razvojem Interneta nastala grupa jezika baziranih na web standardima (XOL, OIL, DAML i OWL) u koju spadaju: XML i RDF.

3. INTELEKTUALNI KAPITAL

U savremenom poslovanju, poslovne organizacije upošljavaju i primenjuju znanje. One generišu i obrađuju informacije, uobličuju planove i strategije, odlučuju i prate ponašanje i iskustva i na osnovu toga uče i stvaraju. To je zapravo i definicija ciklusa koji se može predstaviti kao „znati i umeti” (eng. know-how). Ciklus „znati i umeti” je u današnje vreme nezamisliv bez primene informacionih sistema i tehnologija koje su praktično postale sastavni deo tog ciklusa.

Rezultat tog procesa je intelektualna svojina koja je u vlasništvu organizacije koja je proizvela tu svojinu. Ona se stvara kroz učenje i iskustvo, a sa razvojem informacionih tehnologija, industrijske, istraživačke i razne razvojne grupe sve više rade na stvaranju novih vrednosti koje pripadaju oblasti intelektualne svojine.

U menadžerskim, direktorskim i akademskim krugovima, intelektualni kapital (IK) se rangira vrlo visoko. Svi oni pokušavaju da reše problem kako da mere i vrednuju nemerljivo, tj. kako da identifikuju i izmere znanje i procene vrednost nevidljive imovine [3, 4, 5].

Uprkos gotovo deceniji razvoja upravljanja znanjem u različitim oblicima, u većini preduzeća glavna stavka u neefikasnosti leži u lošem iskorišćavanju intelektualnog kapitala. Najvažniji faktor u razlikovanju kompanija sa visokom stopom produktivnosti i kompanijama sa nižom stopom produktivnosti, je sposobnost da pristupe dostupnom znanju i primene ga u kompaniji. Upravo tu nastupaju različiti informacioni sistemi koji služe za obradu, skladištenje i reprodukciju intelektualnog kapitala kako bi se on najsvrsishodnije stavio u funkciju razvoja kompanije.

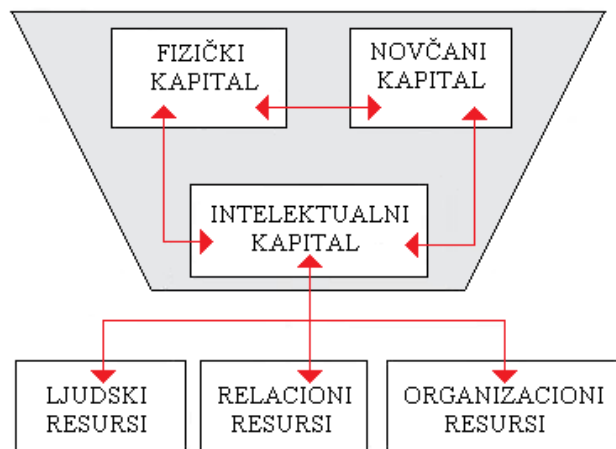
Upravljanje IK-om zahteva rad na više organizacionih nivoa. Na najnižem organizacionom nivou, kompanija treba da prepozna kakav IK poseduje i kakve su njegove karakteristike. U današnje vreme postignut je značajan napredak u odnosu na upravljanje različitim kategorijama IK-a kao i u odnosu na upravljanje intelektualnim vlasništvom. Ipak, i dalje u mnogim kompanijama rukovodeći kadar vlasništvom smatra samo cifre koje su prikazane kroz knjigovodstvene račune. Zbog takvog načina razmišljanja i poslovanja, najveći izazovi leže u implementaciji IK-a a samim tim i IS-a kako bi se dobila i održala konkurentnost u odnosu na druge kompanije.

Organizaciona sredstva koje poseduje neka organizacija su sledeća [1]:

- **Novčani kapital** je oduvek bio važna imovina za bilo koju organizaciju. Novac je potreban organizaciji da bi mogla investirati u druge resurse.
- **Fizički kapital** se definiše kao materijalna imovina koju predstavljaju materijalna dobra u vidu opreme, poseda i prirodnih resursa.

- **Relacioni resursi** su resursi koji predstavljaju odnose između organizacije, njihovih deoničara i vlasnika kao i razmenu znanja između njih.
- **Ljudski resursi** predstavljaju ključnu imovinu firme. Takva vrsta imovine se značajno razlikuje od svih ostalih vrsta imovine. Ljudski resursi predstavljaju bitan faktor u poslovanju i razvoju bilo koje organizacije.
- **Organizacioni resursi** uključuju sva intelektualna dobra koja se mogu pripisati kompaniji i obično joj ostaju i kada je zaposleni napuste. Ovi resursi uključuju intelektualnu svojinu, način poslovanja, dokumentaciju, informacione sisteme kao i organizacionu kulturu u kompaniji.

Na slici 1 prikazana je klasifikacija organizacionih sredstava. Vidi se da se fizički, novčani i intelektualni kapital nalaze u nekoj vrsti sprege i međusobne zavisnosti. Intelektualni kapital dalje se može deliti na podsegmente koji obuhvataju ljudske, relacione i organizacione resurse.



Slika 1 Klasifikacija organizacionih sredstava

Na slici 1 se takođe vidi da se komunikacija između organizacionih sredstava vrši preko informacionog sistema koji objedinjuje ukupne resurse kompanije i stavlja ih u funkcionalnu upotrebu. Bez informacionog sistema, koji je zadužen za obradu i upotrebu organizacionih resursa, postojeći resursi imali bi daleko

manju vrednost zato što bi njihova iskorišćenost bila manja nego u slučaju kada su uključeni i objedinjeni sistemom. Praktično informacijski sistem povećava vrednost svih sredstava i resursa koje poseduje neka organizacija ili kompanija izvlačeći maksimalne vrednosti iz svih segmenata kapitala.

4. ZNANJE KAO KAPITAL

Određivanje vrednosti nematerijalne imovine i dobiti koja ona donosi nije jednostavno. Takođe je određivanje ove vrednosti veoma važno iz nekoliko razloga. Prvo, vrlo je teško upravljati imovinom koja se ne može opisati ili izmeriti. Ako uzmemo prethodno u obzir, ne samo da postoje problemi pri određivanju prioriteta pri odlučivanju već će se vrlo verovatno javiti i teškoće u definisanju uspeha ili neuspeha u procesu upravljanja takvom imovinom. Takođe, ako nematerijalna imovina nije vrednovana korektno, može se pogrešno proceniti poslovanje organizacije. Dok organizacija zapravo napreduje i/ili investira u IK ili drugu nematerijalnu imovinu može se steći zaključak da organizacija stagnira u razvoju.

Znanje, kao nematerijalna vrednost, može biti podeljeno na dva dela, na eksplicitno i skriveno [1, 6, 7]. Eksplicitno znanje se može obraditi i skladištiti vrlo jednostavno, standardizovanim postupcima kroz upotrebu informacionih sistema i tehnologija. Skriveno znanje je duboko ukorenjeno u iskustvo, ponašanje i lične vrednosti pojedinaca i kao takvo je individualno i veoma teško za formalizovanje.

Skrivenim znanjem je teško raspolagati i upravljati. Takvo znanje je teško preneti drugim osobama i pretvoriti ga u eksplicitno znanje. Sa druge strane, znanje koje je u unapred određenom obliku obrađeno i zapisano, kao što su na primer nacrti, formule ili računarski kôd, samo po sebi više predstavlja informaciju a ne znanje. Skriveno znanje se vrlo sporo stiče i skupo je za prenošenje. Nejasnoće koje se vrlo često javljaju pri njegovom prenošenju, vrlo često je moguće prevazići samo ličnom komunikacijom pojedinaca koji međusobno prenose znanje. Greške u interpretaciji skrivenog znanja se ispravljaju kroz neposrednu komunikaciju strana u razgovoru [8].

Stvaranjem nematerijalnog znanja, pogotovu njegovog eksplicitnog dela, podstiče se ekonomski rast i poboljšanje produktivnosti. U procesu stvaranja nematerijalnog kapitala ljudski

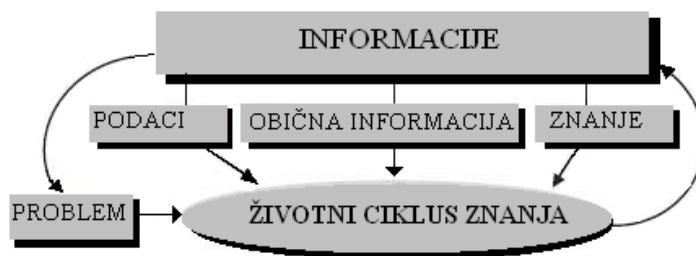
kapital je vrlo često definisan kao deo IK-a tj. deo nematerijalnih resursa kompanije.

Da bi se procenila vrednost neke imovine potrebno je jasno definisati prihod koji donosi ta imovina. Alternativno se može odrediti vrednost preko vrednosti te imovine na tržištu kroz ponudu i potražnju. U slučaju intelektualne svojine kao što su patenti i licence njihova vrednost se određuje kroz pregovore kupaca i prodavaca na tržištu [1, 9]. S druge pak strane, IS treba da poseduje informacije o svim zaposlenim, njihovim radnim iskustvima, urađenim projektima, dobrim i lošim navikama, obrazovanju, starosnoj strukturi, a sve u cilju sagledavanja intelektualnog potencijala. Kada se sve to unese u IS treba imati adekvatne alate za izdavanje informacija, prikaz i analizu.

5. ŽIVOTNI CIKLUS ZNANJA

Ekonomska vrednost znanja ne zavisi samo od upotrebljivosti znanja već od mogućnosti njegovog prenošenja i umnožavanja. Ukoliko se znanje može umnožavati, onda se ono može primeniti u novom kontekstu. Takođe, ukoliko se znanje može prenositi onda ono ima i potencijalno veću vrednost [1].

Na slici 2 je prikazan životni ciklus znanja (eng. Knowledge Life-Cycle - KLC) [7] iz koga se vidi da podaci i znanje nastaju iz već postojećih informacija. Na slici 2. „obična informacija“ predstavlja informacije koje nisu upotrebljive ili korisne za dalji rad, „podaci“, „znanje“ i „problemi“ se koriste u životnom ciklusu znanja i kao proizvod nastaju nove informacije, uključujući i novo znanje.



Slika 2 Životni ciklus znanja [7]

Postoje dva različita pristupa u upravljanju znanjem koja mogu da se podvedu kao socijalni pristup i tehnološki pristup, koji je kasnije nazvan i pristup zasnovan na informacionim sistemima.

Upravljanje znanjem treba da podstakne i obradu znanja što se može uraditi primenom odgovarajućih aplikacija baziranih na informacionim tehnologijama (IT). Ovo se može uraditi na dva načina: prvi način podrazumeva korišćenje IT alata i rešenja radi obrade informacija i znanja; drugi način predstavlja upotrebu informacionih sistema kao podrška upravljanju znanjem [7]. Može se zapaziti da obrada znanja predstavlja sastavni deo upravljanja znanjem kao i da obrada znanja zapravo predstavlja upotrebu IS-a u transformaciji informacija u znanje. Iz ovoga možemo zaključiti da je IS sastavni deo upravljanja znanjem i da je u savremenom društvu upravljanje znanjem praktično nemoguće bez upotrebe informacionih sistema.

Životnim ciklusom znanja ne nastaju samo nove informacije već i sledeće vrednosti [7]:

- **Ujedinjena teorija znanja.** KLC jasno ukazuje da postoje dve različite vrste znanja kao i da one imaju međusobni uticaj jedna na drugu. Te vrste znanja predstavljaju ono što učimo i ono što posedujemo kao iskustvo, rutinu i praksu.
- **Portali znanja.** KLC pravi oštru razliku između znanja i informacija naglašavajući procenu i testiranje znanja i informacija naspram tvrdnje kao razliku koja ih čini različitim.
- **Nove perspektive u funkcijama upravljanja znanjem.** KLC pravi jasnu razliku između upravljanja znanjem i obradom znanja.
- **Učenje i prilagođavanje.** Na kraju, pozitivna strana KLC-a je uticaj na sposobnost cele organizacije da uči i da se prilagođava.

Životni ciklus znanja zapravo predstavlja najkompletniji i možda najopširniji pokušaj određivanja dimenzija znanja i kao takav ima značajnu ulogu u daljem razvoju informacionih sistema za obradu, skladištenje i deljenje znanja.

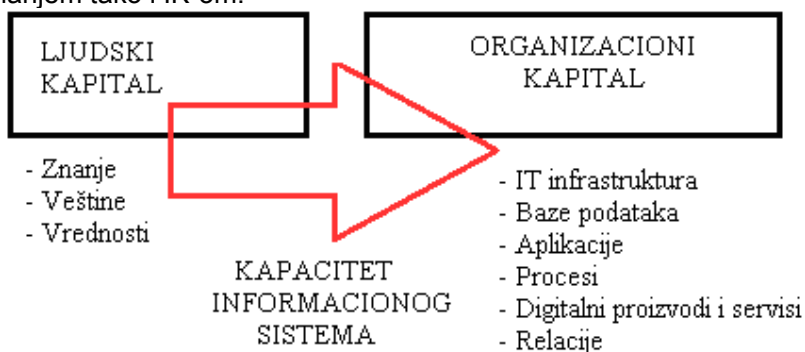
6. MEĐUZAVISNOST INFORMACIONIH SISTEMA, ZNANJA I INTELEKTUALNOG KAPITALA

Na slici 3 je prikazan odnos između ljudskog kapitala i organizacionog kapitala koji se može naći u savremenim tumačenjima IK-a. Vidi se da ljudski kapital stvara organizacioni kapital kroz razvijanje i upotrebu informacionih sistema. Ukoliko

pretpostavimo odlazak ljudi iz organizacije, kao posledica se javlja manjak ljudskog kapitala. Lično znanje, veštine i iskustva se gube ali informacije i informacioni sistemi ostaju. Ipak, kapacitet upravljanja informacionim sistemima je umanjen. Čak i kada bi došli novi ljudi sa istim znanjem i veštinama i time se povećao kapacitet ljudskog kapitala, isti rezultat nije zagarantovan. Uspešno upravljanje informacionim sistemima predstavlja intelektualnu sposobnost a ne tehničku podobnost. Time je IS organizacije blisko vezan sa njenim IK-om.

Baze podataka, informacije i tehnička podrška, IT struktura, aplikacije, računarski centri su delovi informacionog sistema ali su takođe komponente IK-a. Informacija kao sastavni deo informacionog sistema je, takođe, deo IK-a organizacije. Suštinski, informacioni sistem iako predstavlja fizičke resurse, zapravo predstavlja nematerijalnu vrednost i može se posmatrati kao neophodna karakteristika poslovnih procesa. Rutine u upravljanju informacionim sistemima se ne mogu kupiti ni prodati već se jedino mogu razviti u okviru organizacije. Mnoge rutine su skrivene i ne mogu se upamtiti i sačuvati [1].

Upravljanje informacionim sistemima je zapravo aktivnost zasnovana na znanju. Aktiviranje ovog znanja predstavlja ključnu kariku u upravljanju IK-om. Integracija znanja između osoblja koje se bavi informacionim sistemima i rukovodećim kadrovima je neophodna kako bi se informacioni sistem što bolje iskoristio u upravljanju kako znanjem tako i IK-om.



Slika 3 Informacioni sistem kao veza između ljudskog i organizacionog kapitala [1]

7. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen značaj informacionog sistema u procesu otkrivanja znanja iz ogromne količine informacija i upravljanja tim znanjem. Takođe, predstavljene su dve kategorije znanja (eksplicitno i skriveno) i shvatanje znanja kao kapitala.

Razvoj jedne kompanije u budućnosti zavisice pre svega od jačine veze koja se ostvaruje između ljudskog i organizacionog kapitala posredstvom informacionih sistema. Bez informacionog sistema, postojeći resursi organizacije imali bi daleko manju vrednost zato što bi njihova iskorišćenost bila manja nego u slučaju kada su uključeni i objedinjeni sistemom. Kao primeri implementacije upravljanja znanja kao komponente informacionih sistema mogu se navesti hidrološki informacioni sistemi [11-13] i informacioni sistemi za praćenje i ranu najavu suša.

ZAHVALNOST

Istraživanja prezentovana u ovom radu finansirana su od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj, u okviru projekta "Razvoj hidroinformacionog sistema za praćenje i ranu najavu suša", evidencioni broj TR37003.

8. LITERATURA

- [1] Brooking, A., *Intellectual Capital*, ITP Press, London, 1996.
- [2] Nonaka, I., Takeuchi, H., *The Knowledge Creating Company*, New York: Oxford University Press, 1995.
- [3] Dzinkowski, R., *The Measurement and Management of Intellectual Capital: An Induction*, Management Accounting (UK), 2000.
- [4] Bontis, N., *Managing organizational knowledge by diagnosing intellectual capital: framing and advancing the state of the field*, International Journal of Technology, Management, Vol. 18 No. 5-8, pp. 433-62., 1999.
- [5] Sullivan, P. H., *Profiting from Intellectual Capital: Extracting Value from Innovation*. New York: John Wiley & Sons, 2001.
- [6] Gendreau, O., Robillard, N. P., *Exploring Knowledge Flow in Software Project Development*, International Conference on Information, Process, and Knowledge Management, 2009.
- [7] Joseph M. F., *Key Issues in the New Knowledge Management*, Executive Information Systems, 2003.
- [8] Stanković, I., Gocić, M., Deljanin, M., *Intelektualni kapital i upravljanje znanjem*, XII Internacionalna konferencija ICDQM-2009, Beograd, 25-26.06.2009., str. 1000-1011.

- [9] Juergen H. D., *Intangible Assets and Value Creation*, John Wiley & Sons, 2003.
- [10] Baclawski, K., Kokar, M. G., Kogut, P. A., Hart, L., Smith, J., Letkowski, J., Emery, P. *Extending the Unified Modeling Language for ontology development*. Software System Model, 2002; 1:142-156.
- [11] Gocić, M., Trajković, S. Ontološki hidrološki informacioni sistem, Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta, Niš, br. 24, 2009, str. 173-178.
- [12] Gocić, M., Radivojević, D., Trajković, S. Otpadne vode u zaštićenim oblastima Jelašničke i Sićevačke klisure, Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta, Niš, br. 25, 2010, str. 79-85.
- [13] Gocić, M. Ontologije u oblasti hidrologije i hidrološki informacioni sistemi, Nauka + praksa, Institut za građevinarstvo i arhitekturu Niš, 2009, broj 12/1, str. 31-34.

SMERNICE U NASTAVI ENGLESKOG JEZIKA NAMENJENOJ BUDUĆIM INŽENJERIMA

Maja Stanojević Gocić¹

Rezime

Rad je koncipiran tako da objasni principe na kojima počiva nastava engleskog jezika za posebne namene na primeru nastave engleskog jezika namenjene budućim inženjerima. Cilj je da se pokaže na koji način bi se akademska nastava mogla unaprediti. U skladu s ovakvim određenjem, date su osnovne smernice prema kojima nastavnici, predavači ili profesori engleskog jezika na tehničkim fakultetima treba da se upravljaju kako bi njihovi ishodi u nastavi bili upešniji.

Ključne reči engleski jezik za posebne namene, engleski jezik struke, akademska nastava engleskog jezika

1. UVOD

Engleski jezik od druge polovine dvadesetog veka postaje „lingua franca“, Usled dominacije zemalja engleskog govornog područja u svim sferama života, danas engleskim govori ogroman broj ljudi u svetu, jer je on postao kako jezik međunarodne komunikacije, nauke i tehnike, tehnoloških dostignuća, tako i jezik informatike i interneta. Kada je engleski jezik postao opšteprihvaćen kao međunarodni jezik, počelo se sa njegovim sistematskim izučavanjem. Pojedine struke počele su sa izučavanjem engleskog jezika u skladu sa svojim profesijama i tako su nastali termini engleski jezik za posebne namene i engleski jezik struke. U skladu s tim,

¹ dr Maja Stanojević Gocić, Visoka škola primenjenih strukovnih studija, Vranje

nastava engleskog jezika namenjena budućim inženjerima treba da bude nastava engleskog jezika za posebne namene.

Engleski jezik za posebne namene (English for Specific Purposes), kao deo nastave engleskog jezika, bavi se izučavanjem engleskog jezika u različitim naučnim oblastima i strukama. Prema Hutchinsonu i Watersu [1] engleski jezik za posebne namene (ESP: English for Specific Purposes) deo je engleskog kao stranog jezika (EFL: English as a Foreign Language) koji zajedno sa engleskim kao maternjim jezikom (EMT: English as a Mother Tongue) i engleskim kao drugim jezikom (ESL: English as a Second Language), spada u nastavu engleskog jezika (ELT: English Language Teaching).

Engleski jezik za posebne namene deli se na:

- engleski jezik za akademske potrebe (EAP: English for Academic Purposes);
- engleski jezik za potrebe zanimanja ili engleski jezik za stručne namene ili stručni engleski kao drugi jezik (EOP/EVP/VESL: English for Occupational Purposes/English for Vocational Purposes/Vocational English as a Second Language), koji se dalje deli na:
 1. engleski jezik nauke i tehnike (ELT: English for Science and Technology);
 2. engleski jezik poslovanja i ekonomije (EBE: English for Business and Economics);
 3. engleski jezik društvenih nauka (ESS: English for Social Sciences).

Zbog svega navedenog je u nastavi engleskog jezika akcenat stavljen na potrebe onih koji uče jezik i pravljenje posebnih nastavnih planova i programa kako bi se te potrebe zadovoljile.

2. ENGLISKI JEZIK ZA POSEBNE NAMENE

Norland i Pruett-Said [2] smatraju da nastava engleskog jezika za posebne namene treba da počiva na proučavanju strukture i leksike u određenoj oblasti, kao i da se bavi aktivnostima koje će student obavljati u okviru izabrane profesije, te i predlaže sledeću strategiju:

1. Prvi korak u nastavi engleskog jezika za posebne namene jeste pravljenje analize potreba koja je vezana za područje rada ili buduću profesiju studenata.

2. Iz analize potreba treba pronaći aktivnosti namenjene studentima. Te aktivnosti mogu biti držanje govora, čitanje novina, organizovanje sastanaka, itd.

3. Vokabular, struktura, govorni diskurs i teoretski obrasci karakteristični za određenu struku treba da budu zastupljeni u nastavi.

Seiz-Ortiz i dr. [3] predlažu da kada bude izabrana odgovarajuća tema koja je dovoljno značajna i interesantna, didaktički kriterijumi za izbor odgovarajućih tekstova, materijala i osmišljavanje aktivnosti su sledeći:

- odgovarajući lingvistički nivo težine,
- autentičnost materijala,
- autentičnost i prikladnost zadataka,
- relevantnost tekstova i aktivnosti,
- interesovanje za tekstove i aktivnosti.

Po njima postoje dva didaktička stuba koja su povezana sa komunikativnim pristupom u nastavi engleskog jezika za posebne namene, a to su usmerenost na učenika (engl. learner-centredness) i metodologija zasnovana na zadatku (engl. task-based methodology). Komunikativni pristup obuhvata više raznovrsnih nastavnih aktivnosti čiji je cilj da student uspešno komunicira u realnim situacijama, imajući u vidu jezik u upotrebi, a ne jezik kao apstraktni sistem pravila koje treba svesno poznavati. Cilj je razvoj komunikativne kompetencije, jer su komunikacione veštine, neophodne u eri globalizacije i razmene informacija.

S druge strane, pristup koji u prvi plan stavlja onoga ko izučava jezik u skladu sa svojim specifičnim potrebama (engl. learner-centredness) bazira se na prethodnom znanju, potrebama i očekivanjima studenata, koje se prethodno utvrđuju, i na osnovu toga formira nastavni plan i program kojim bi se ti ciljevi ispunili. Takođe, multimedijalni i hipertekstualni sadržaji koji se koriste u nastavinaglašavaju značaj ovog pristupa, jer s druge strane, student mora imati i svoju autonomiju u procesu usvajanja gradiva.

Zadaci koji se zadaju trebalo bi da liče na stvarne životne situacije kada je u pitanju metodologija zasnovana na zadacima, a vrednuju se u zavisnosti od ostvarenog ishoda.

Stoga krajnji cilj komunikativnog metoda ne predstavlja davanje informacija studentima na pasivan i receptivan način, već pružanje odgovarajućih sredstava koji će im pomoći da se snađu prilikom daljeg učenja i usavršavanja koje se, prirodno, mora nastaviti i posle položenog ispita. Cilj je da se podigne svest o strategijama za učenje jezika i veštinama koje će biti korisne za kontinuirano učenje.

Potrebe studenata utvrđuju se na osnovu analize potreba (engl. needs analyses) koja se sprovodi na početku odgovarajućeg kursa. Richards i dr. [4] tvrde da analiza potreba podrazumeva proces utvrđivanja potreba koje su neophodne učenicima i uređenje tih potreba prema prioritetima. Sastoji se iz skupljanja objektivnih i subjektivnih informacija o učeniku kako bi se utvrdili ciljevi učenja jezika, situacije u kojima će se jezik koristiti i nivo znanja koji je neophodan. Nunan [5] tvrdi da analiza potreba obuhvata tehničke postupke i procedure za prikupljanje podataka koje se koriste prilikom pravljenja nastavnog plana i programa. Kod analize potreba neophodno je ne samo sakupiti odgovarajuće podatke, već i utvrditi kako će oni biti iskorišćeni u nastavi i koju će korist od njih imati studenti. Jedan od mogućih projekata za prikupljanje podataka o potrebama studenata na početku školske godine je i on-line upitnik, a kako kako kurs napreduje i svest o potrebama raste, on može postati uslov za analizu trenutnih potreba. Potrebe se ne smeju pretpostavljati, već se moraju opsežno analizirati kako bi nastava bila uspešna.

Pod potrebama Hutchinson i Waters [1] podrazumevaju podelu na ciljne potrebe i potrebe učenja. Ciljne potrebe se dalje dele na nužnosti, nedostatke i želje. Potrebe učenja objašnjavaju kako će se studenti kretati od nedostataka ka nužnostima, što predstavlja njihov krajnji cilj. Pod nužnostima se podrazumevaju potrebe koju određuju zahtevi ciljne situacije, ono što student mora da zna kako bi u ciljnoj situaciji efikasno funkcionisao. Drugim rečima, treba uskladiti ciljno znanje sa posto. Međutim, ciljna situacija nije pouzdani indikator, već su uslovi za učenje, znanje učenika, veštine, strategije i motivacija za učenje od suštinskog značaja.

Hutchinson i Waters [1] zatim nude okvir za analizu koji se sastoji od odgovora na sledeća pitanja: Zbog čega je jezik potreban? Kako će se jezik koristiti? Šta će biti oblasti sadržaja? Sa kim će se

jezik koristiti? Gde će se jezik koristiti? Kada će se jezik koristiti? Takođe se za skupljanje informacija predlažu upitnici, intervjui, posmatranja, prikupljanje podataka i konsultacije sa sponzorima, učenicima i dr.

3. NASTAVA ENGLESKOG JEZIKA NAMENJENA BUDUĆIM INŽENJERIMA

Važnost engleskog kao globalnog jezika ne treba posebno naglašavati. Nastavu engleskog jezika na nematičnim fakultetima, odnosno fakultetima tehničkog usmerenja, treba podsticati i unaprediti kako bi studenti mogli da je prate i idu u korak sa savremenim tehnološkim dostignućima. Naime, vodeća uloga koju je engleski jezik zauzeo u svetu pretpostavlja posebna prilagođavanja. Tako budući inženjeri moraju naučiti da rade u timu, komuniciraju međusobno i sa klijentima, kao i da razumeju ekonomske, socijalne i međunarodne odnose u skladu sa svojom profesijom, kako bi učestvovali u kreiranju politike i donošenju odluka u svojim kompanijama. Uz stalno usavršavanje, oni pokazuju spremnost da daju doprinos razvoju zajednice. Poznavanje engleskog jezika je, dakle, od ključnog značaja za uspeh budućih inženjera.

Nastava engleskog jezika za inženjere mora biti u koordinaciji sa sadržajem drugih predmeta na fakultetima, uključujući mašinstvo, elektrotehniku, informacione tehnologije i građevinarstvo. Budući inženjeri moraju imati komunikativnu sposobnost kako bi mogli da objasne tehničke procese, diskutuju i daju savete. Kada razgovaraju sa kolegama od njih se traži jasnost i preciznost, a u razgovoru sa klijentima pojednostavljenost i izbegavanje tehničkih termina.

Kako bi pratili najnovija dostignuća na polju nauke i tehnike, inženjeri moraju razviti komunikacione veštine koje im obično nedostaju. Da bi podelili svoje znanje sa drugima nije ga dovoljno samo posedovati već i iskoristiti na kreativan način u pisanoj i usmenoj komunikaciji, naročito u pregovorima vezanim za određene projekte, a tačno i precizno izražavanje se podrazumevaju.

U nastavi engleskog jezika namenjenoj budućim inženjerima, između ostalog, potrebno je obraditi tehničke termine i tehnički jezik. Primera radi, ako se obrađuje tekst o alternativnim izvorima energije on je vezan za temu zaštite životne sredine o kojoj se može dalje diskutovati na času, a s druge strane aktivnosti slušanja i interaktivne

verbalne vežbe doprinose komunikativnom ishodu i veoma su pogodan su okvir za uvežbavanje jezika u upotrebi.

Nastavnik mora ostvariti integraciju teorije i prakse uz primenu lingvističkog znanja u okviru nastavnog plana i programa, kao i učenje kroz rad. Primenu novih tehnologija u nastavi treba iskoristiti za postizanje didaktičke integracije. Didaktičke jedinice treba da budu dovoljno fleksibilne, kako bi mogle da se načine neophodne izmene u toku časa, zavisno od okolnosti ili povratnih informacija koje nastavnik dobija. Nastavni plan može biti primenljiv na različite nivoe, i različite grane i discipline inženjerstva.

Udžbenik bi trebalo da sadrži jasnu smisaonu strukturu i ima postavljene ciljeve koji su jasni i za profesora i za studenta, da prati nastavni plan i program i da je napisan od strane stručnjaka koji imaju dovoljno iskustva u nastavi engleskog jezika za posebne namene. On može da obuhvata jasno i brižljivo planiranje i uravnotežen izbor jezičkog sadržaja koji će biti pokriven, kao i pripremljene prikladne tekstove i vežbe uz njih.

4. PROBLEMI SA KOJIMA SE SUSREĆE NASTAVNIK ENGLESKOG JEZIKA

Problemi sa kojima se susreće nastavnik engleskog jezika koji obrazuje buduće inženjere na tehničkim fakultetima mogu se svesti na sledeće: kako napraviti prelaz sa opšteg engleskog jezika koji su budući inženjeri izučavali u srednjim školama ka engleskom jeziku za posebne namene koji bi, po pravilu, trebalo izučavati na fakultetima; kako povezati studente različitog nivoa znanja; kako pomoći studentima koji u srednjoj školi nisu imali adekvatnu pripremu za akademsku nastavu engleskog jezika; kako uklopiti nastavu sa onim oblastima koje studenti trenutno izučavaju da im ona ne bi izgledala kao nešto strano, nametnuto i nepristupačno ili nešto što nema dodirnih tačaka sa ostalim predmetima i njihovom budućom profesijom; kako motivisati studente da unaprede svoje znanje i zainteresovati ih da shvate relevantnost engleskog jezika bez kojeg ne mogu opstati u okviru svojih zanimanja; kako naterati i ubediti studente da obrate pažnju na poznavanje gramatike, spelovanja i pisanja koje im se čini nebitnim i uvide važnost pismenog izražavanja. Studentima je pored usmenog neophodno i pismeno izražavanje, a poželjno je da budu osposobljeni za pisanje različitih formi, kao što su izveštaji, eseji, poslovna prepiska, itd.

U skladu s tim nužna je saradnja između nastavnika ili predavača engleskog jezika i profesora drugih predmeta, koje mogu kontaktirati i putem interneta.

Vremenski okvir od jednog semestra takođe predstavlja jedan od otežavajućih faktora, pošto nastavnik jednostavno nema dovoljno vremena da se upozna sa prethodnim znanjem kojim raspolažu studenti ponaosob i čini se da nema dovoljno vremena da radi sa njima na razvoju veština koje su im neophodne.

5. PRIMENA SAVREMENIH TEHNOLOGIJA U NASTAVI ENGLESKOG JEZIKA

Informacione i multimedijalne tehnologije mogu pomoći u nastavi engleskog jezika, kao i samostalnom učenju. U okviru nastave program CALL (Computer Aided Language Learning) [6], se može koristiti. Takvi nastavni sadržaji koji se prezentuju putem novih tehnologija mogu postati deo nastavnog plana i programa korišćenjem interaktivnih multimedijalnih kurseva jezika i snimljenih materijala koji bi služili studentima za uvežbavanje.

Savremene tehnologije mogu se izraziti preko Web 2.0 [7], predstavljenog skupom alata, tehnologija i poslovnih strategija, koje se mogu koristiti za prikaz sadržaja u elektronskim medijima. Vidovi socijalnih mreža, foruma, blogova, vikija i deljenja multimedijalnog sadržaja poboljšavaju nastavu engleskog jezika. Kreiranjem interaktivnih vežbi, animiranih filmova, korišćenjem kolaborativnog učenja i učenja na daljinu ostvaruje se komunikacija sa studentima i mogu se realizovati određene nastavne jedinice.

Poseban značaj ima primena Web 2.0 alata i tehnologija (tabela 1) čime se nastava engleskog jezika upotpunjuje novim sadržajima. Time se stvara jedna virtuelna radionica u kojoj svi mogu učestvovati u skladu sa svojim potrebama, zahtevima i mogućnostima.

Tabela 1 Web 2.0 primeri u nastavi engleskog jezika

Aplikacija	Web sajt	Namena
PBworks	http://pbworks.com/	kolaborativno učenje
Hot Potatoes	http://hotpot.uvic.ca/	kreiranje interaktivnih vežbi
Dvolver	http://www.dvolver.com/live/moviemaker.html	kreiranje animiranih filmova

Nastavnik mora proveriti da li se određena rešenja uklapaju u opšte ciljeve nastave i proceniti da li mu je savremena tehnologija zaista neophodna. Pa ipak, studenti ispoljavaju kreativne ideje, razvijaju vizualizaciju i sposobnosti komunikacije na engleskom jeziku. Samim tim može se zaključiti da Web 2.0 može biti od koristi nastavnicima i učenicima tokom savladavanja engleskog jezika, ali samo ako se integrišu na pravilan način.

6. ZAKLJUČAK

Budućim inženjerima neophodno je poznavanje engleskog jezika kako bi postigli uspeh u obrazovanju i karijeri. Nastava engleskog jezika na nematičnim fakultetima, odnosno fakultetima tehničkog usmerenja, odlikuje se specifičnim ciljevima i potrebama studenata i sastoji se iz nadogradnje postojećeg znanja i veština u cilju izučavanja jezika u skladu sa specifičnim potrebama buduće struke. Ovako opisana nastava engleskog jezika namenjena budućim inženjerima ima svoje prednosti i nedostatke. Norland i Pruett-Said [2] navode da su prednosti nastave engleskog jezika za posebne namene to što se u njoj ispunjavaju specifične potrebe studenata, koriste autentični materijali i intenzivno obrađuje usko određeni predmet, polje ili delokrug rada. Nedostaci se ogledaju u tome što se dešava da šire potrebe ili šire znanje engleskog bude zanemareno. Pored toga, vreme, napor i saradnja koja je neophodna da bi se napravila dobra analiza potreba ne moraju uvek biti dostupni. U pokušaju da unaprede nastavu engleskog jezika za posebne namene nastavnici bi trebalo da imaju u vidu neke od predloženih principa.

7. LITERATURA

- [1] Hutchinson, T. & A. Waters (1987) English for Specific Purposes, Cambridge: Cambridge University Press. str. 17, str. 55.
- [2] Norland D.L., Pruet-Said, T. (2006) A Kaleidoscope of Models and Strategies for Teaching English to Speakers of Other Languages, Westport, CT: Libraries Unlimited/Teacher Ideas Press. str. 52-53
- [3] Seiz-Ortiz, R., Perry, D., Caarrio-Pastor, M.L. Innovation Projects for Teaching and Learning English to Engineers at ETSID of Valencia, International Conference on Engineering Education, July 21-25, 2003, Valencia, Spain, str 1.
- [4] Richards, J. C., Platt, J., Platt H. (1992) Longman Dictionary of Language Teaching and Applied Linguistics. London: Longman. str. 242-243.
- [5] Nunan, D. (1988). Syllabus design. China: OUP. str. 13.
- [6] Gillespie, J. H., "The Integration of CALL Tools into the Modern Languages Curriculum: A Case Study", in Rüschoff, B. & Wolff, D. (eds.), Technology-Enhanced Language Learning in Theory and Practice. Proceedings of EUROCALL '94, Karlsruhe: Balogh, 1994
- [7] O'Reilly T. What is Web2.0. Design patterns and business models for the next generation of software. O'Reilly Media, 2005. www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html.

UPOREĐIVANJE TRI TEMPERATURNE METODE PRORAČUNA REFERENTNE EVAPOTRANSPIRACIJE

Slaviša Trajković¹
Milan Gocić²
Dragan Milićević³

Rezime

Metode proračuna referentne evapotranspiracije zasnivaju se na zavisnosti evapotranspiracije od pojedinih klimatskih parametara kao što su temperatura, vlažnost vazduha, solarna radijacija, brzina vetra i isparavanje. U ovom radu upoređene su sledeće temperature metode: Thornthwaite (THW), modifikovani Hargreaves (AHARG), lokalno modifikovani Penman-Monteith sa maksimalnom temperaturom, minimalnom temperaturom i prosečnom lokalnom brzinom vetra kao ulaznim veličinama (PMtl). Rezultati pokazuju da modifikovana Hargreaves metoda omogućava pouzdan proračun referentne evapotranspiracije. Kao alternativa, za područje Niša, nameće se lokalno modifikovana FAO-56 Penman-Monteith metoda.

Ključne reči referentna evapotranspiracija, Thornthwaite, modifikovani Hargreaves, lokalno modifikovani Penman-Monteith

1. UVOD

Potrebe za vodom poljoprivrednih kultura izražavaju se preko evapotranspiracije u koju su uključeni transpiracija biljaka i isparavanje sa zemljišta pokrivenog biljnim pokrivačem. Evapotranspiracija je sačinjena od veoma složenih međusobno

¹ dr Slaviša Trajković, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu

² mr Milan Gocić, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu

³ dr Dragan Milićević, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu

zavisnih procesa kretanja vode iz zemljišta i kroz biljke u atmosferu. Vrednosti evapotranspiracije dobijaju se direktnim merenjima ili proračunom na osnovu klimatskih podataka.

Metode proračuna zasnivaju se na zavisnosti evapotranspiracije od pojedinih klimatskih parametara kao što su temperatura, vlažnost vazduha, solarna radijacija, brzina vetra i isparavanje. Prema vrsti parametara metode se dele na:

1. Temperature metode (Thornthwaite, SCS Blaney-Criddle, FAO-24 Blaney-Criddle, Hargreaves) koje se temelje na zavisnosti evapotranspiracije od temperature vazduha;
2. Radijacione metode (Turc, Jensen-Haise, Pringley-Taylor, FAO-24 Radiation) koje izražavaju zavisnost evapotranspiracije od radijacije;
3. Evaporacione metode (Christiansen, FAO-24 Pan) koje pokazuju vezu između evapotranspiracije i isparavanja;
4. Kombinovane metode (Penman, Penman-Monteith, FAO-24 Penman, Kimberly Penman) koje se temelje na kombinaciji energetskog i aerodinamičkog bilansa.

U ovom radu biće upoređene sledeće temperature metode:

1. Thornthwaite (THW),
2. modifikovani Hargreaves (AHARG),
3. lokalno modifikovani Penman-Monteith sa maksimalnom temperaturom, minimalnom temperaturom i prosečnom lokalnom brzinom vetra kao ulaznim veličinama (PMtl).

2. METODE I MATERIJALI

2.1. Thornthwaite metoda

Thornthwaite je, na osnovu ispitivanja koja je vršio na istoku SAD, predstavio 1948. godine metodu za proračun evapotranspiracije na osnovu srednje dnevne temperature vazduha. Standardnu kulturu ove metode predstavlja travni pokrivač (košena livada) visine 12-20 cm, površine veće od 6 ha u optimalnim uslovima vlaženja. Ova metoda se može predstaviti na sledeći način:

$$ET_p = 1.6 \left(\frac{10T}{I} \right)^a p \quad (1)$$

$$I = \sum_{k=1}^{12} i_k = \sum_{k=1}^{12} (0.2T_k)^{1.514} \quad (2)$$

$$a = 0.016I + 0.5 \quad (3)$$

gde je: ET_p = potencijalna evapotranspiracija za "teorijski" mesec od 30 dana i "teorijsko" trajanje osunčanosti u danu od 12 sati (cm mesec^{-1}); T = srednja dnevna temperatura ($^{\circ}\text{C}$), I = godišnji termički indeks koji predstavlja sumu svih mesečnih termičkih indeksa (i_k) koji su nelinearna funkcija temperature, a = koeficijent koji je funkcija godišnjeg termičkog indeksa, p = korekcionni faktor koji omogućava primenu ove metode na svim geografskim širinama time što transformiše "teorijsko" trajanje osunčanosti u danu od 12 sati u "realno" trajanje osunčanosti u danu "realne" dužine. Vrednost korekcionnog faktora p se može dobiti iz izraza:

$$p = \frac{D_q \cdot N}{12 \cdot 30} \quad (4)$$

gde je D_q = broj dana u mesecu q , N = maksimalno trajanje sunčevog sjaja u satima. Pretpostavka od koje polazi Thornthwaite je da potencijalna evapotranspiracija zavisi od temperature po eksponencijalnom zakonu do 26°C , a iznad te temperature zavisnost je linearna.

$$ET_p = -415.85 + 32.24 \cdot T - 0.43 \cdot T^2 \quad (5)$$

Mesečne vrednosti potencijalne evapotranspiracije dobijaju se korišćenjem nomograma, dijagrama i tabela. Primena ove metode je specifična po tome što se vrednosti evapotranspiracije ne mogu dobiti samo na osnovu osmatranja za dati mesec, već je neophodno sračunavanje pojedinih koeficijenata na godišnjem nivou (I i a).

Postupak proračuna je sledeći. Prvo treba sračunati mesečne termičke indekse, na osnovu tih podataka dobija se godišnji termički indeks prema (2), a nakon toga određuje se i vrednost koeficijenta a prema (3). U zavisnosti od geografske širine i meseca određuje se korekcionni faktor p . Tako se dobijaju svi elementi potrebni za izračunavanje potencijalne evapotranspiracije po mesecima prema izrazu (1) gde se potencijalna evapotranspiracija dobija u cm mesec^{-1} i potrebno je prevesti tu vrednost u standardne jedinice (mm dan^{-1}).

2.2. Modifikovana Hargreaves metoda

Brojni radovi pokazuju da Hargreaves metoda precenjuje vrednosti referentne evapotranspiracije na humidnim lokacijama [2, 5, 11]. U [8] predstavljeni su rezultati za sedam stanica u Srbiji. Prosečna vrednost referentne evapotranspiracije dobijena Hargreaves jednačinom bila je za 21% veća od odgovarajuće vrednosti Penman-Monteith jednačine. U takvim slučajevima, predlaže se korišćenje jednostavne linearne regresije za regionalnu kalibraciju Hargreaves formule. Međutim, tako kalibrisana jednačina i dalje značajno precenjuje vrednosti referentne evapotranspiracije, prosečno za 13% [8].

Dobijeni rezultati su ukazivali da regionalnu kalibraciju Hargreaves jednačine treba uraditi izmenom Hargreaves eksponenta. Na osnovu podataka sa stanica Niš, Palić i Sarajevo dobijena je nova izmenjena vrednost Hargreaves eksponenta 0.424 [7].

Na taj način, dobijena je modifikovana Hargreaves jednačina koja glasi:

$$ET_o = 0.0023 \cdot 0.408 \cdot R_a \cdot (T_{\max} - T_{\min})^{0.424} \left(\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} + 17.8 \right) \quad (6)$$

gde je: $T_{\max}$ = maksimalna temperatura vazduha ($^{\circ}\text{C}$), $T_{\min}$ = minimalne temperature vazduha ($^{\circ}\text{C}$), R_a = ekstrapolirana radijacija ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dan}^{-1}$).

2.3. Lokalno modifikovana FAO-56 Penman-Monteith metoda

FAO-56 Penman-Monteith metoda zahteva brojne ulazne podatke i to: maksimalna i minimalna temperatura vazduha; maksimalna i minimalna relativna vlažnost vazduha (ili stvarni napon vodene pare), brzina vetra na 2 m visine, stvarno trajanje sunčevog sjaja (ili solarna radijacija). U slučaju da nema podataka o relativnoj vlažnosti i sunčevom sjaju, predlaže se proračun relativne vlažnosti i solarne radijacije iz izraza u kojima figurišu maksimalna i minimalna temperatura:

$$e_d(T) = 0.611 \exp \left[\frac{17.27 T_{\min}}{T_{\min} + 237.3} \right] \quad (7)$$

$$R_s(T) = K(T_{\max} - T_{\min})^{0.5} R_a \quad (8)$$

Upoređivanje tri temperaturne metode proračuna referentne evapotranspiracije

$$R_n(T) = 0.77R_s(T) - 2.45 \cdot 10^{-9} \left(1.35 \frac{R_s(T)}{(0.75 + 2 \cdot 10^{-5} z)R_a} - 0.35 \right) \quad (9)$$

$$(0.34 - 0.14 \sqrt{e_d(T)})(T_{\max,k}^4 - T_{\min,k}^4)$$

gde je: $ed(T)$ = stvarni napon vodene pare sračunat iz minimalne temperature vazduha (kPa); $Rs(T)$ = solarna radijacija sračunata iz razlike maksimalne i minimalne temperature vazduha ($\text{MJ m}^{-2}\text{dan}^{-1}$); K = koeficijent koji iznosi 0.16 za područja u unutrašnjosti, a 0.19 za područja na obali mora.

U slučaju da nema podataka o brzini vetra predlaže se usvajanje prosečne globalne vrednosti za brzinu vetra; $U2g = 2 \text{ m s}^{-1}$ [1]. Najnovija istraživanja pokazuju da korišćenje prosečne regionalne brzine vetra ($U2r$) ili prosečne lokalne brzine vetra ($U2l$) daje mnogo bolje rezultate od globalne vrednosti od 2 m s^{-1} [4, 11]. Na taj način postoje tri modifikovane verzije FAO-56 Penman-Monteith metode koje su zasnovane na temperaturi vazduha i prosečnoj brzini vetra (globalnoj ili regionalnoj ili lokalnoj). U ovom radu koristi se lokalno modifikovana FAO-56 Penman-Monteith metoda.

$$ET_0(T, l) = \frac{0.408 \cdot \Delta \cdot R_n(T) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_{2l} \cdot (e_a - e_d(T))}{\Delta + \gamma(1 + 0.34 \cdot U_{2l})} \quad (10)$$

Ova verzija zahteva samo podatke o maksimalnoj i minimalnoj temperaturi vazduha i usvaja za brzinu vetra prosečnu lokalnu vrednost.

U ovom radu koriste se mesečni podaci sa klimatološke stanice u Nišu za period 1961 – 2003 godina. Niš se nalazi na $43^{\circ}20'$, severne geografske širine i na 202 m nadmorske visine. Prosečna lokalna brzina vetra za Niš jeste 1.0 m s^{-1} .

Sledeći statistički pokazatelji se primenjuju u ovom istraživanju: srednja kvadratna greška (RMSE) i relativna greška (RE).

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^k (ET_{0,eq_i} - ET_{0,pm_i})^2}{k} \right]^{0.5} \quad (11)$$

gde je $RMSE$ = srednja kvadratna greška (mm dan^{-1}); $ET_{0,pm} = ET_0$ dobijena FAO-56 PM metodom (mm dan^{-1}); $ET_{0,eq} = ET_0$ dobijena nekom od metoda (mm dan^{-1}); and k = ukupan broj observacija.

$$RE = \frac{RMSE}{\overline{ET_{0,pm}}} \quad (12)$$

gde je RE = relativna greška; $\overline{ET_{0,pm}}$ = prosečna vrednost ET_0 dobijene FAO-56 PM metodom (mm dan^{-1})

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Analiziran je uticaj ovih odstupanja na proračun evapotranspiracije. Za Niš (1993/96), Kragujevac (1981/84) i Negotin (1971/74) je u Penman-Monteith metodi solarna radijacija sračunata korišćenjem izraza (6) (u Tabeli 2 označeno kao PM(T)) i upoređena sa rezultatima Penman-Monteith metode sa solarnom radijacijom dobijenom preko trajanja sunčevog sjaja (PM). Odstupanja u proračunu evapotranspiracije su na nivou odstupanja u proračunu solarne radijacije. Tako odstupanje u proračunu evapotranspiracije iznosi za VII mesec 1.1% za Negotin, dok je odstupanje u proračunu solarne radijacije za isti period 1.3%. Izuzetak je Niš gde je odstupanje pri proračunu evapotranspiracije za oko 40% manje nego kod solarne radijacije i iznosi 6.3 % na godišnjem nivou, odnosno 7.4 % za juli mesec.

Vrednosti evapotranspiracije, dobijene prethodno navedenim metodama, su upoređene sa vrednostima dobijenim FAO-56 Penman-Monteith metodom (u daljem tekstu $ET_{0,pm}$). To je standardna procedura kada nema merenih lizimetarskih podataka [3, 6, 12, 7].

Statistički pokazatelji analiziranih metoda prikazane su u Tabeli 1.

Tabela 1 Statistički pokazatelji proračuna referentne evapotranspiracije za Niš

	THW	AHARG	PM _{tl}
RMSE (mm day ⁻¹)	0.523	0.214	0.234
ET _{o,eq} /ET _{o,pm}	0.888	1.054	1.062
RE	0.231	0.095	0.104

Thornthwaite metoda zaostaje prema većini statističkih pokazatelja za ostalim metodama. Vrednosti RMSE statistike iznosi 0.523 mm dan⁻¹. Odstupanja ove metode u odnosu na FAO-56 PM na godišnjem nivou iznose 10-20%. Ta činjenica ukazuje da ovu metodu koja je popularna zbog svoje jednostavnosti ne treba koristiti u našim klimatskim uslovima.

Modifikovana Hargreaves metoda (AHARG) nastala promenom vrednosti Hargreaves eksponenta sa 0.5 na 0.424 [8] pokazuje veoma dobro slaganje sa FAO-56 Penman-Monteith metodom i može se preporučiti za korišćenje u našim klimatskim uslovima [9]. Vrednosti RMSE statistika je 0.214 mm dan⁻¹. Odstupanja ove metoda od FAO-56 PM na godišnjem nivou iznose od 3 do 7%.

Dobro slaganje sa FAO-56 Penman-Monteith metodom ima lokalno modifikovana Penman-Monteith metoda sa maksimalnom temperaturom, minimalnom temperaturom i prosečnom lokalnom brzinom vetra kao ulaznim veličinama (PM_{tl}). Vrednosti RMSE statistika jeste 0.234 mm dan⁻¹.

4. ZAKLJUČAK

Podaci sa klimatološke stanice Niš ukazuju da modifikovana Hargreaves metoda sa maksimalnom temperaturom vazduha i minimalnom temperaturom vazduha kao ulaznim veličinama omogućava pouzdan proračun referentne evapotranspiracije. Kao alternativa, za područje Niša, nameće se lokalno modifikovana FAO-56 Penman-Monteith metoda. Dobijeni rezultati snažno podržavaju korišćenje FAO-56 Penman-Monteith metode čak i u slučaju da ne postoje merenja svih traženih klimatskih parametara. Dobijene rezultate treba proveriti korišćenjem podataka za drugih klimatoloških stanica u Srbiji.

ZAHVALNOST

Istraživanja prezentovana u ovom radu finansirana su od strane Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, u okviru projekta "Razvoj hidroinformatičnog sistema za praćenje i ranu najavu suša", ev. broj TR37003.

5. LITERATURA

- [1] Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., and Smith, M., Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Roma, 1998.
- [2] Amatya, D. M., Skaggs, R. W., and Gregory, J. D., Comparison of Methods for Estimating REF-ET, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 121(6), 427-435, 1995.
- [3] Irmak S., Haman D. Z., Jones J. W., Evaluation of Class A Pan Coefficients for Estimating Reference Evapotranspiration in Humid Location, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 128(3), 153-159, 2002.
- [4] Jabloun, M., and Sahli, A., Evaluation of FAO-56 methodology for estimating reference evapotranspiration using limited climatic data. Application to Tunisia, Agricultural Water Management, 95, 707-715, 2008.
- [5] Jensen, M. E., Burman, R. D. and Allen, R. G., Evapotranspiration and irrigation water requirements, ASCE manuals and reports on engineering practice No.70, ASCE, 1990.
- [6] Landeras, G., Ortiz-Barredo, A., and López, J.J., Comparison of artificial neural network models and empirical and semi-empirical equations for daily reference evapotranspiration estimation in the Basque Country (Northern Spain), Agricultural Water Management, 95 (5), 553-565, 2008.
- [7] Tabari, H., Grismer, E. M., Trajkovic, S., Comparative analysis of 31 reference evapotranspiration methods under humid conditions, Irrigation Science, DOI 10.1007/s00271-011-0295-z, 2011.
- [8] Trajkovic, S., Hargreaves versus Penman-Monteith under Humid Conditions, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 133(1), 38-42, 2007.
- [9] Trajković, S., Jednostavna empirijska formula za proračun referentne evapotranspiracije, Vodoprivreda 39(229-230), 397-400, 2007.
- [10] Trajkovic, S. and Kolakovic, S., Estimating Reference Evapotranspiration Using Limited Weather Data, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 135(4), 443-449, 2009.
- [11] Trajkovic, S. and Kolakovic, S., Evaluation of Reference Evapotranspiration Equations under Humid Conditions, Water Resources Management, 23 (14), 3057-3067, 2009.
- [12] Trajković, S. i Stojnić, V., Estimacija referentne evapotranspiracije evaporacionim metodama, Zbornik radova Građevinskog fakulteta u Nišu 20, 189-196, 2004.

ELASTIČNA STABILNOST KONSTRUKCIJA

Slavko Zdravković¹

Dragan Zlatkov²

Dragana Turnić³

Rezime

U radu se ukazuje da postoji stalni trend prema izgradnji lakših i tanjih konstrukcija. Uvođenjem materijala visoke čvrstoće, kao i ekonomskim i tehničkim zahtevima dolazi se do neposredne uštede materijala. Razlozi za lakšim konstrukcijama su značajniji u eksploataciji upotrebom elemenata od tankih profila. Tako pri konstrukciji letelica, brodova za prevoz nafte, mostovskih konstrukcija i dr., dobija se veći profit u eksploataciji, proporcionalno uštedi u količini konstrukcionog materijala, pošto može da prenese veće korisno opterećenje. Tanke konstrukcije je teže napraviti, one su podložnije fizičkim oštećenjima, osetljivije su na dejstvo požara i oštećenja od korozije. Prisutan trend i ubuduće će biti nastavljen razvojem sintetičkih vlaknastih (fibre) vrsta ojačanja materijala od kojih se pravi konstrukcija, malih poprečnih preseka a velike nosivosti. Pri svemu ovome problem elastične stabilnosti je od presudnog značaja. Problem je razmatran na primeru zdepaste konstrukcije, dugačkog cilindričnog štapa i cilindrične ljuske aksijalno napregnute.

Ključne reči: *stabilnost, laka i tanka konstrukcija, ušteda, profit.*

¹ Dr, redovni profesor, Ekspert Saveznog ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Građevinsko-arhitektonski fakultet, ul. Al. Medvedeva 14, Niš

² Mr, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

³ Dipl. ing. građ, student doktorskih studija, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

1. UVOD

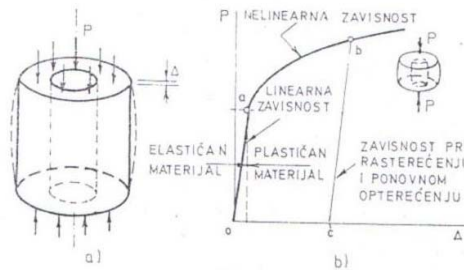
U svetu je stalni trend prema izgradnji lakših i tanjih konstrukcija, tj. elemenata konstrukcija. Ovakav trend se opravdava uvođenjem novih materijala visoke čvrstoće, kao i ekonomskim i tehničkim zahtevima za smanjenjem težine konstrukcije. Nije samo želja za uštedom materijala već su češći razlozi ušteda u toku eksploatacije, tj. većeg profita. Na primer, lakša letelica pošto se proporcionalno uštedi u količini materijala, može da ponese veće „korisno“ opterećenje do cilja što daje veći profit. Brodovi za prevoz nafte sa tanjim elementima, proporcionalno tome mogu prevesti veću količinu nafte. Ako se mostovi konstruišu od tanjih komponenata, kao na primer čelični most „Gazela“ (preko koga dnevno pređe preko 100000 vozila, projektanta M. Đurića) između ostalog to redukuje troškove izvođenja oporaca i drugih elemenata fundamenta itd. Razloga za lakim konstrukcijama ima mnogo, ali postoje i faktori koji onemogućavaju upotrebu suviše tankih konstrukcija, pre svega jer su podložnije fizičkim oštećenjima, osetljivije su na dejstvo požara, oštećenja od korozije i dr. Trend prema visokootpornim, vitkim, lakim konstrukcijama bio je stalno prisutan, takav je i danas, a i u buduću će biti nastavljen naglim razvojem sintetički vlaknastih (fibre) vrsta ojačanih, kao i upotrebom kompozitnih materijala od kojih se pravi konstrukcija koja malih poprečnih preseka ima veliku nosivost.

Pri izradi statičkog sistema potrebno je da je sistem tačno određene geometrije i karakteristika materijala na koji deluje određeno opterećenje. U praksi stvarno izvedeni sistemi geometrijski odstupaju od pretpostavljene geometrije u statičkom proračunu. Takođe, primenjeno opterećenje i karakteristike materijala odstupaju od izvedene i projektovane konstrukcije. Sva navedena odstupanja nazivaju se imperfekcija, a nadalje će se razmatrati geometrijska imperfekcija, tj. njen uticaj na stabilnost nekih statičkih sistema.

U poslednje vreme, razvojem metoda proračuna i napretkom tehnologije proizvodnje građevinskih materijala, u mogućnosti smo da projektujemo konstrukcije izuzetnih raspona i vitkosti, kao i navedene konstrukcije od tankozidnih nosača. Glavne razlike ponašanja lakših i tanjih konstrukcija od ponašanja masivnih konstrukcija razmotriće se na osnovu eksperimentalno ustanovljenog ponašanja ovih konstrukcija. Cilj razmatranja je da se dođe do odgovora na pitanje koliko su ove osnovne grupe statičkih sistema osetljive, sa aspekta stabilnosti konstrukcija, na geometrijsku imperfekciju. Time se rešavaju neke dileme projektanata pri izboru i usvajanju statičkog sistema konstrukcije objekta koji projektuje.

2. DEFORMACIJE ZDEPASTE KONSTRUKCIJE

Razmotrićemo kratku debelu cev sl.1. napravljenu od duktilnog materijala, opterećenu uniformnim raspodeljenim aksijalnim opterećenjem, pri čemu je početni odgovor konstrukcije na primenjeno opterećenje P linearan u odnosu na izmerenu aksijalnu deformaciju Δ .



Slika 1 Kratka debela cev, a) aksijalno opterećena
b) linearna i nelinearna zavisnost P - Δ

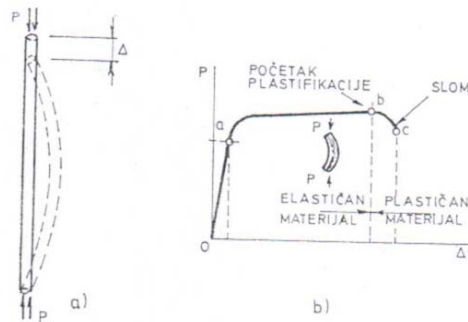
Iznad tačke „a“ krive prikazane na sl.1b, odnos između P i Δ postaje nelinearan (u smislu da se dupliranjem intenziteta opterećenja ne rezultira dupliranje deformacije, napona, ...), sa osobinom da rasterećenjem u tački „b“ sistem neće slediti prvobitnu zavisnost opterećenje - deformacija, tj. $P - \Delta$ ostvarenu u prvoj fazi i opterećivanju konstrukcije, već će linija rasterećenja „bc“ biti paralelna prvobitnoj linearnoj zavisnosti „oa“. Opterećenje P na granici „a“ predstavlja gornju granicu opterećenja koje se koristi u proračunu pri projektovanju konstrukcije, da bi smo izbegli mogućnost plastičnog ponašanja konstrukcije.

3. TANKE I LAKE KONSTRUKCIJE

3.1. Pritisnut štap cilindričnog poprečnog preseka

Razmotrićemo sasvim suprotnu konstrukciju od one na sl.1., koja iako ima isti oblik poprečnog preseka i od istog je materijala kao i konstrukcija na sl.1., ima mnogo veću dužinu (na primer, preko 150 puta) od prečnika ovog spoljašnjeg poprečnog preseka, sl.2a.

Odgovor ove konstrukcije na isto primenjeno opterećenje kao na sl.1. je sasvim različit. Uočava se u početku linearan odnos između primenjenog aksijalnog opterećenja i aksijalne deformacije, koji postaje nelinearan iznad određene tačke „a“, sl.2b, pri čemu se ovaj dijagram bitno razlikuje od dijagrama na sl.1b, koji odražava ponašanje zdepaste konstrukcije za isto primenjeno opterećenje. Kod konstrukcije na sl.1a aksijalne deformacije, date isprekidanom linijom, su rezultat izbočenja cevi. Kod dugačke cevi, sl.2a, dimenzije njenog poprečnog preseka ostaju nepromenjene a vertikalna deformacija od primenjenog aksijalnog opterećenja se ostvaruje pomeranjem u stranu celog preseka cevi, što je označeno isprekidanom linijom na sl.2a.



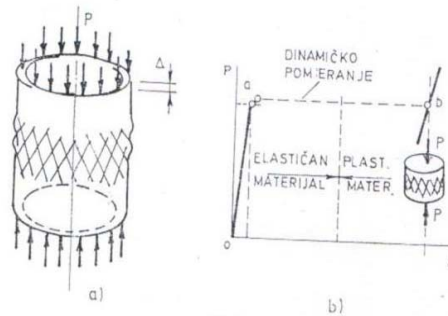
Slika 2 Cilindrični štap, a) aksijalno pritisnut, b) elastino i plastično ponašanje P - Δ , slom

Pri razmatranju dugačke cevi na sl.2a, uočava se da se pri rasterećenju cevi odnos opterećenje-deformacija, tj. $P - \Delta$ podudara sa originalnom krivom „ba“ na sl.2b, nastalom u prvoj fazi, prilikom povećanja intenziteta opterećenja, što je suprotno primeru na sl.1. Tek pošto aksijalna deformacija postane vrlo velika, pojavljuje se plastična deformacija data tačkom „b“ koja u konačnom dovodi do sloma, tačka „c“. Zbog velikih deformacija, konstrukcija na sl.2a postaje praktično neupotrebljiva, mnogo pre pojave plastifikacije materijala, pa je očigledno da linearna analiza, data delom „oa“ na sl.2a, nije u stanju da predkaže njeno elastično nelinearno ponašanje „ab“.

3.2. Aksijalno pritisnuta cilindrična ljuska

Kada debljinu cevi sa sl.1a smanjimo na sasvim malu veličinu u odnosu na ostale njene dimenzije, tj. dužinu i radijus, ona postaje cilindrična ljuska sl.3a. Odgovor tako dobijene konstrukcije na primenjeno aksijalno opterećenje, sasvim je različit u odnosu na

kompaktnu zdepastu cev sl.1. Promenom aksijalnog opterećenja P , primenjenog na ovu cilindričnu ljusku, sl.3a, izmerena aksijalna deformacija je opet takva da je zavisnost $P - \Delta$ u početku linearna. Daljim povećanjem aksijalnog opterećenja, ova konstrukcija će iznenada i trenutno dobiti drugačiju konfiguraciju, u kojoj aksijalna deformacija Δ može biti vrlo velika.



Slika 3 Cilindrična ljuska a) aksijalno pritisnuta, b) elastičan i plastičan materijal i dinamičko ponašanje $P - \Delta$

U određenom momentu prilikom realizovanja takvog dinamičkog pomeranja iz „a“ u „b“, sl.3b, deo ove cilindrične ljuske se plastificira, tako da se po njenom rasterećenju konstrukcija ne vraća u prvobitnu nedeformisanu konfiguraciju. Nastaje izbočavanje, a pod tim se podrazumeva dinamički proces pri kome se konstrukcija kreće od nestabilnog do drugog mogućeg stabilnog položaja. Cilj analize i proračuna konstrukcije je procena njenog ponašanja pri delovanju raznih opterećenja, te za konstrukcije kod kojih je jedna dimenzija izrazito mala u odnosu na njene ostale dve dimenzije, uobičajena linearna analiza postaje neadekvatna ne za konstrukcije u celini, već samo za onaj deo cevi na sl.3a.

4. ZAKLJUČAK

Za aksijalno opterećenu dugačku cev na sl.2 i cilindričnu ljusku na sl.3, uočavamo izraženo nelinearno ponašanje, koje je u oba slučaja iznenadno, a u drugom slučaju može biti i katastrofalno za konstrukciju, pri čemu materijal još nije plastificiran, već ima elastična svojstva. Jedan od glavnih ciljeva je da uočimo one važne

karakteristike koje moraju da se uključe pri matematičkom modeliranju ponašanja stvarnih konstrukcija zbog primene značajnih pojednostavljenja.

Na primer, primena armiranog betona predpostavlja, radi jednostavnosti analize, da je materijal homogen i izotropan, mada znamo da je beton kompozitni materijal koji sačinjavaju agregat, armatura i cement. Pojednostavljujemo i tačan opis ponašanja čvorova konstrukcije, interakciju nosećih i nenosećih elemenata konstrukcije, tačnu procenu intenziteta opterećenja itd. Uobičajeno je da uspostavljanjem geometrije konstrukcije i osobine materijala od kojeg je ona napravljena, formiramo matematički model koji će reprezentovati fizički model koji je pojednostavljen sistemom linearnih diferencijalnih jednačina, odnosno ekvivalentnim energetskim funkcionalom. Daljim numeričkim pojednostavljenjem dolazimo do željenog linearnog ponašanja modelirane konstrukcije u odnosu na modelirano opterećenje. Bez obzira na poteškoće pri kreiranju fizičkog modela konstrukcije (uspostavljanje geometrije konstrukcije, karakteristika materijala od kojeg je ona napravljena, kao i modeliranje opterećenja), iz prethodnih razmatranja možemo zaključiti da osobina geometrijske nelinearnosti mora biti uključena pri modeliranju, čime se predskazuje (pa prema tome i izbegava) moguć slom tankih i lakih konstrukcija sa katastrofalnim posledicama. Ova geometrijska nelinearnost proizilazi iz nelinearnog odnosa između dilatacija i pomeranja, što mora biti i rezultat analize adekvatnog modela. Poteškoće koje će nastati pri rešavanju nelinearnih jednačina, koje su direktna posledica ovakvog adekvatnog fizičkog modeliranja, postaju predmet mnogih istraživanja.

ZAHVALNOST

Ovo istraživanje je sprovedeno u okviru programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period 2011-2014 u oblasti saobraćaj, urbanizam i građevinarstvo, projekat br. 36016, pod naslovom Eksperimentalna i teorijska istraživanja linijskih i površinskih sistema sa polukrutim vezama sa aspekta teorije drugog reda i stabilnosti. Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet.

5. LITERATURA

- [1] M. Čaušević, S. Zdravković: Statika i stabilnost konstrukcija – po Teoriji drugog reda, IP „Svjetlost“ Sarajevo, 1992.
- [2] S. Kisin: Stabilnost metalnih konstrukcija, Građ. knjiga, Beograd, 1997.
- [3] S. Zdravković: Stabilnost konstrukcija – Zbirka rešenih zadataka sa izvodima iz teorije, Univerzitet u Nišu, 1984.
- [4] S. Timoshenko: Theory of Elastic Stability, McGraw-Hill, 1961.
- [5] S. Zdravković: Stabilnost konstrukcija – deo: Stabilnost ljuski, predavanja na postdiplomskim studijama, Građevinski fakultet u Nišu, 1992.
- [6] T. Igić, S. Zdravković, D. Zlatkov, S. Živković, N. Stojić, „Stability Design of Structures With Semi-Rigid Connection“, Facta Universitatis, Series: Arch. and Civil Engin., University of Nis, Vol 8, N°2, 2010, pp. 261-275.
- [7] S. Zdravković, D. Zlatkov, B. Mladenović, M. Mijalković, S. Brčić, A. Ristovski, „Uticaj zidova ispune na dinamičke karakteristike montažne konstrukcije Amont“, Nauka+Praksa, Institut za građevinarstvo i arhitekturu-Niš, br. 11, Niš, 2008., str. 19-25.
- [8] S. Zdravković, D. Turnić, P. Petronijević, „Konstruisanje seizmički otpornih zgrada“. Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta br. 25, Niš 2010., str. 247-254.

KATEGORIZACIJA I BEZBEDNOST ŽELEZNIČKE PRUGE I OBJEKATA DUŽ TRASE NA DEJSTVO ZEMLJOTRESA

Slavko Zdravković¹
Biljana Mladenović²
Dragana Turnić³

Rezime

Kategorizacija objekata u zemljotresnom inženjerstvu predstavlja veoma značajan faktor ali se svim objektima ne posvećuje dužna pažnja. Objektima železničkih pruga kao i drugim objektima niskogradnje za vreme dejstva zemljotresa nije posvećena odgovarajuća pažnja kao objektima visokogradnje, kako kod nas, tako i u svetu. Naš, još uvek važeći (u ovom delu) privremeni pravilnik, za mostove daje samo jedan izraz od dve veličine i navodi koje mere treba preduzeti kod izgradnje vodovoda i kanalizacija. Druge ukopane objekte i železničke pruge i ne pominje. Na primer, saobraćajnica železnička pruga Beograd-Bar, ima kategoriju I reda što znači da treba da očuva svoju funkciju za vreme i posle jakih potresa kojima može biti izložena, jer prolazi kroz različite seizmološke zone. Seizmološka karta sa povratnim periodom od 500 godina, koja se odnosi na obične objekte II i III kategorije, ne pruža adekvatnu sigurnost ovom saobraćajnom pravcu kao ni objektima koji su u funkciji trase. Zato je data i karta sa povratnim periodom od 1000 godina. Isto važi i za železnički saobraćajni pravac Beograd-Niš.

Ključne reči: *kategorizacija, železnička pruga, seizmička zona, tlo, sigurnost.*

¹ Dr, redovni profesor, Ekspert Saveznog ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Građevinsko-arhitektonski fakultet, ul. Al. Medvedeva 14, Niš

² Mr, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

³ Dipl. ing. građ, student doktorskih studija, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

1. UVOD

Objektima železničke pruge i drugim objektima niskogradnje za vreme dejstva zemljotresa nije posvećena odgovarajuća pažnja kao objektima visokogradnje kako kod nas tako i u svetu. U proteklim decenijama saznanja o projektovanju i građenju seizmički sigurnih objekata postajala su sve potpunija, i sve su veći uslovi da se postigne puna seizmička sigurnost u oblastima viših seizmičkih zona. Zahvaljujući svestranim proučavanjima posledica mnogih zemljotresa koji su se dogodili u svetu i kod nas, prihvaćen je stav da je projektovanje i izvođenje seizmički otpornih građevina stvaralački zadatak a ne rutinski. Veličina pomeranja tla ili najveća vrednost ubrzanja tla, kao i učestalost tih pojava utiču na unutrašnje sile koje će se javiti u konstrukciji objekta. Od svojstva konstrukcije zavisi kako će se objekat ponašati pri zemljotresu. Kada govorimo o lomovima delova konstrukcije moramo razlikovati dva glavna tipa i to krti i plastični lom. Plastični lom ne znači potpuni nestanak nekog elementa jer on može u daljem radu opet da prima i prenosi određene sile. Nasuprot tome, element koji se krto lomi posle loma se potpuno isključuje iz rada i više ne može da prenese nikakvu silu. Pri snažnom zemljotresu u konstrukciji objekta mogu nastupiti plastični i krti lomovi. Da bi se objekat odupreo razornom dejstvu zemljotresa, treba što je moguće tačnije, poznavati maksimalne vrednosti ubrzanja, brzine i pomeranja u tlu koja bi nastala pri jakom zemljotresu. Takođe, vrlo je značajno i poznavanje učestalosti oscilacija tla, koje zavisi od sastava tla, kao i pojava trajnih deformacija. Treba znati da se kod dinamičkih uticaja koji traju relativno kratko objekat neće srušiti iako mnogi elementi koji prenose seizmičke uticaje pređu u fazu plastičnog loma. Ako se u konstrukciji jave krti lomovi, onda će se sigurno pojedini delovi objekta ili čak i ceo objekat srušiti. Uticaji oscilacija tla na lokaciji objekta ne smeju da budu kritični po konstrukciju (slučaj rezonance). Ako se zahteva seizmička sigurnost objekta, tada se vrlo ozbiljno mora razmotriti spektar pojava koje se mogu javiti u tlu ispod temelja, mada se u praksi ovom problemu još uvek ne posvećuje dovoljna pažnja. Seizmička mikrorejonzacija je ne samo korisna, nego i potrebna u fazi istraživanja. Za ma koji prihvatljivi postupak određivanja sigurnosti bitno je imati adekvatne podatke o opterećenju, otpornosti konstrukcije, i ove podatke tretirati kao statističke da bi se oni najkorisnije primenili. U odlučivanju o opštem stepenu sigurnosti možemo faktor sigurnosti posmatrati sa verovatnoćom rušenja. Određivanjem sigurnosti sa tehničkog aspekta pokušavamo da izbegnemo opterećenja koja bi prekoračila nosivost

konstrukcije. Primena dodatne sigurnosti, veća od one koju zahtevaju tehnički razlozi, koji obezbeđuju od socijalnih posledica usled funkcionalnih oštećenja ili loma, određena je variranjem nekih vrednosti. Konačni stepen sigurnosti sastoji se od dela za obezbeđenje u odnosu na tehničke i socijalne posledice rušenja uzimajući u obzir finansijske troškove nezgode i rizik od smrtnih slučajeva ili povreda pri rušenju. Sa porastom sigurnosti raste i cena koštanja konstrukcije. Metode određivanja sigurnosti moraju dati rešenje koje zadovoljava i tehničke i socijalne aspekte.

Tehnički normativi, tj. pravilnici u svetu i kod nas uglavnom štite objekte visokogradnje od zemljotresa [3], dok se objektima niskogradnje posvećuje manje pažnje. Naš privremeni pravilnik iz 1964. o propisima za građenje u seizmičkim područjima [4], osim za objekte visokogradnje (za koje je donet nov pravilnik 1981. god. [3]) još je u važnosti za: mostove kojima se ne posvećuje dovoljno pažnje, vodovod i kanalizaciju. Drugi ukopani objekti i objekti niskogradnje se i ne pominju.

2. NACRT PRAVILNIKA [5]

Ovaj nacrt pravilnika [5], preporučen od Saveznog zavoda za standardizaciju posvećuje značajnu pažnju objektima niskogradnje i ukopanim objektima, ali njime nisu obuhvaćeni svi tipovi objekata, kao na primer železničke pruge i putevi. U pravilniku se kaže da seizmička stabilnost i sigurnost inženjerskih objekata može da se utvrdi i na osnovu teorijskih ili eksperimentalnih dokaza, zasnovanim na naučnim dostignućima, ako se time obezbeđuje seizmička stabilnost i sigurnost utvrđena ovim nacrtom pravilnika. Prvo je u poglavlju II izvršena kategorizacija inženjerskih objekata, na objekte van kategorije gde spadaju: Energetski objekti instalisane snage preko 150 MW, visoke brane, industrijski dimnjaci $H \geq 120\text{m}$, rashladni tornjevi visine $H > 80\text{m}$, vodotornjevi i drugi rezervoari $Q_v > 2000\text{m}^3$, mostovi i vijadukti raspona $L \geq 50\text{m}$ ili visine stubova $H \geq 20\text{m}$, potporni zidovi visine $H \geq 20\text{m}$, objekti složenih konstruktivnih sistema kao i drugi objekti čiji poremećaji mogu izazvati katastrofalne posledice. U objekte I kategorije svrstane su brane i drugi objekti koji nisu svrstani van kategorije, zatim tuneli na saobraćajnicama; hidrotehnički tuneli; cevovodi, kanali; pumpne stanice; instalacije vodovoda i kanalizacije; silosi i bunker, hladnjače, industrijske peći, PTT i RTV antene, dalekovodni stubovi, obalo-utvrde vodotokova i pristaništa; kao i drugi inženjerski objekti koji nisu svrstani u objekte van kategorije.

U poglavlju III-Seizmičnost i seizmički parametri, navode se projektni zemljotresi tipa Z1 i Z2, kao i određivanje koeficijenta seizmičkog intenziteta (K_S).

U poglavlju IV-Lokalni uslovi tla, date su tri kategorije tla.

U poglavlju V-Seizmički proračun, navodi se: elektrotehnička, hidromehanička i druga oprema koja je instalisana na objektima van kategorije koja se mora projektovati da zadovolji uslove spektra reakcije konstrukcije na nivou instalisane opreme. Proračun konstrukcije vrši se metodom spektralne analize ili metodom dinamičke analize. U metodi spektralne analize dat je izraz za sračunavanje projektne seizmičke sile,

$$S_{ik} = K_S \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k$$

kao i određivanje koeficijenta seizmičkog intenziteta (K_S). Date su spektralne krive koeficijenta dinamičnosti (β_i), koeficijenta (η_{ik}) u zavisnosti od oblika sopstvenih oscilacija konstrukcije. Koeficijent prigušenja (λ), koeficijent redukcije (ψ) i faktor duktiliteta (μ_p), zavise od tipa konstrukcije i ugrađenih materijala a dati su tabelarno u pravilniku [5].

Primena metode dinamičke analize objašnjena je u sedam članova nacrtu pravilnika. U poglavlju-Dopunski seizmički uticaji, dato je:

A. Hidrodinamički (seizmički) pritisak i to:

- 1) Uzvodna površina objekata vertikalna
 - a) vektor seizmičkog ubrzanja horizontalan (tabelarno)
 - b) vektor seizmičkog ubrzanja vertikaln.
- 2) Uzvodna površina objekta naklonjena za ugao „ α “ prema vertikali
 - a) vektor seizmičkog ubrzanja horizontalan (tabelarno)
 - b) vektor seizmičkog ubrzanja vertikaln.

Na slici je prikazan potporni zid, pravougaoni (prizmatični) rezervoar, cilindrični rezervoar i potopljen mostovski stub sa dijagramima hidrodinamičkog pritiska. Usled vektora seizmičkog dejstva dato je određivanje radijusa opisanog (upisanog) cilindra za različite oblike poprečnog preseka stuba sa vrednostima koeficijenata distribucije hidrodinamičkog pritiska po visini stuba (tabelarno). Data je slika hidrotehničkog tunela sa zatvaračem i izrazima potrebnih veličina.

B. Seizmički inercijalni pritisak tla:

- 1) Aktivni seizmički pritisak tla (sa slikom)
 - a) elastična deformacija tla
 - b) plastična deformacija tla.
- 2) Pasivni seizmički pritisak tla.

Poglavlje V-Dopunski aktivni seizmički pritisak tla usled dejstva korisnog opterećenja na slobodnoj horizontalnoj površini nasipa iza potpornog zida.

C. Seizmički pritisak kod podzemnih i ukopanih objekata

- a) vertikalni seizmički brdski pritisak
- b) horizontalni seizmički brdski pritisak (tabele).

Na slici su dati ukopani podzemni objekti: a) plitko ukopani, b) duboko ukopani. Na slikama a, b, c i d dat je grafički prikaz intenziteta radijalnog seizmičkog brdskog pritiska (pr) za duboko ukopane objekte kružnog poprečnog preseka.

Poglavlje VII-Objekti vodovoda i kanalizacije. Navodi se da pri projektovanju vodovoda za naselje i industrijska postrojenja, u oblastima izloženih dejstvu zemljotresa u većim naseljima ili važnim industrijskim postrojenjima, koje mere treba preduzeti radi zaštite vodovoda, kao i gradske fekalne kanalizacije. Posebne se preporuke daju kada se objekti nalaze u područjima VIII i IX stepena seizmičnosti.

Poglavlje VIII-Kombinacija opterećenja i kriterijuma sigurnosti. Određivanje stepena seizmičke sigurnosti konstrukcija vrši se na osnovu kriterijuma dozvoljenih napona, graničnih stanja ili faktora sigurnosti, određenih ovim nacrtom pravilnika.

1. Objekti tipa brane
 - 1.1. betonske brane
 - 1.2. nasute brane
2. Objekti tipa nasipa
3. Objekti tipa mostova i vijadukata
4. Objekti tipa vodotornjeva i drugih rezervoara
5. Objekti tipa industrijskih dimnjaka i rashladnih tornjeva
6. Objekti tipa potpornih zidova
7. Objekti tipa tunela

Poglavlje IX-Ispitivanje konstrukcija.

1. Ispitivanje konstrukcija na modelu
2. Dinamičko ispitivanje objekata u prirodnoj veličini

Poglavlje X-Adaptacija i rekonstrukcija objekata.

3. KATEGORIZACIJA SAOBRAĆAJNICA SA ASPEKTA ZEMLJOTRESA

Na primeru železničke saobraćajnice može se pokazati da je potrebna kategorizacija i ovog tipa objekta a da ona, može se reći, ne postoji.

Železnički pravac predstavlja složeni linijski sistem niskogradnje u funkciji saobraćaja i u svom sadržaju ima objekte visokogradnje i na njega se primenjuje kategorizacija koja je u zemljotresnoj regulativi razvijena za jedinični objekat visokogradnje [1]. Za razliku od jediničnog objekta visokogradnje, pružni pravac se može shvatiti kao stvorena sredina linijskog tipa koja je u vrlo tesnoj vezi sa terenom. Zato je potrebno, kroz analizu prolaska trase kroz različite seizmičke zone, pojedinačno ocenjivati povredljivost svakog značajnog sastavnog dela stvorene sredine i terena, a zatim sintezom doći do rezultata prihvatljive povredljivosti, koliko je to moguće. Sve je ovo u vezi sa seizmičkim hazardom kao najvažnijim elementom seizmičkog rizika.

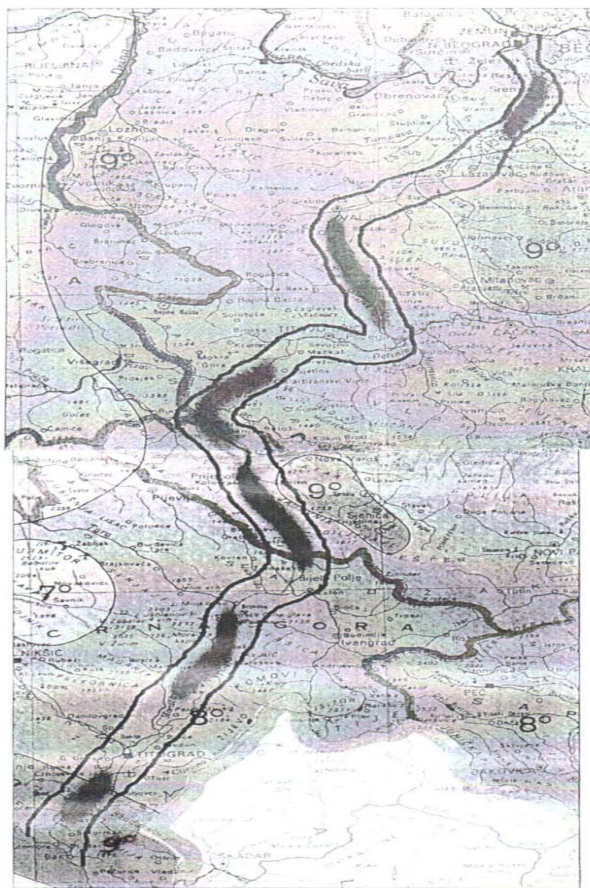
Seizmički hazard definiše se kao deo prirodnog hazarda i predstavlja verovatnoću pojavljivanja zemljotresa određenih karakteristika (intenzitet, brzina, ubrzanje oscilovanja tla, itd.). Seizmički rizik se definiše kao očekivani stepen gubitaka prouzrokovanih efektima budućih zemljotresa i oštećenjem objekata, povredama i gubicima ljudskih života, direktnim i indirektnim ekonomskim, funkcionalnim, socijalnim i drugim štetama. Na primer, železnička pruga Beograd-Bar ima kategoriju I reda što znači da treba da očuva svoju funkciju za vreme i posle jakih zemljotresa kojima će biti izložena. Seizmička opasnost u pojedinim seizmičkim područjima ocenjuje se prema seizmološkim kartama SFRJ. Za projektovanje objekata visokogradnje svrstanih u II i III kategoriju koristi se seizmička karta SFRJ izrađena za povratni period zemljotresa od 500 godina. Objekti II kategorije su: stambene zgrade, hoteli, restorani, javne i industrijske zgrade koje nisu svrstane u I kategoriju, a III kategorija su pomoćno-proizvodne zgrade i agrotehnički objekti. Prema napred navedenom za prugu Beograd-Bar, i pojedine važne objekte duž trase, ni u kom slučaju ne bi trebalo da se primenjuje seizmološka karta MSK-64 sa povratnim periodom od 500 godina (sl.1) već karta sa većim povratnim periodom, tj. od 1000 godina (sl.2).

Seizmička opasnost i potrebni parametri za projektovanje mogu se utvrditi dodatnim istraživanjima u okviru detaljne seizmičke

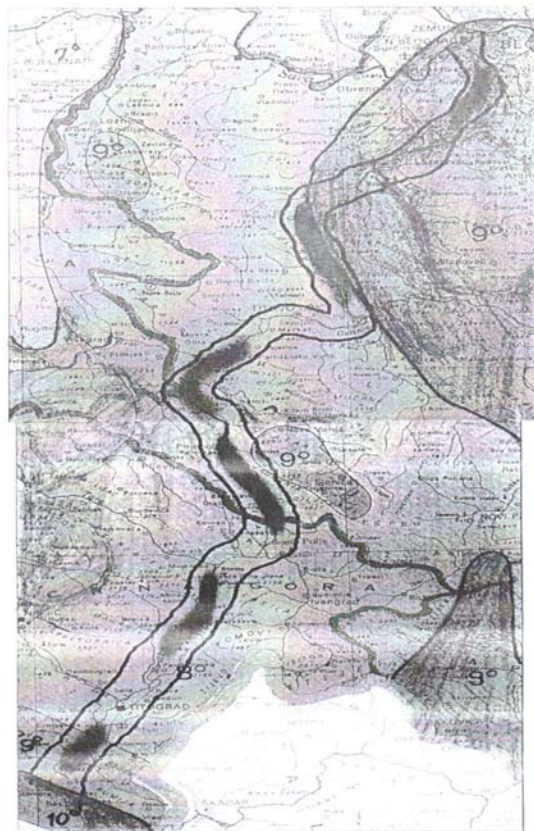
Kategorizacija i bezbednost železničke pruge i objekata duž trase na dejstvo zemljotresa

rejonizacije i seizmičke mikrореjonizacije. Primena zemljotresne regulative za ovaj pružni pravac treba da uvažava i regulativu koja se odnosi na bezbednost odvijanja saobraćaja, kao i regulativu koja se odnosi na elementarne nepogode. Ne treba isključiti ni regulativu koja se odnosi na očuvanje životne sredine jer se teretnim saobraćajem često prevozi i opasni teret. Isto važi i za železnički saobraćajni pravac Beograd-Niš koji takođe prolazi kroz područja različitih seizmoloških zona i od posebnog je značaja.

Ono što je navedeno za trase železničkih pruga u potpunosti važi i za puteve, posebno autoputeve jer i duž tih trasa imamo slične objekte koje treba kategorizovati i štititi ih u istoj meri.



Slika1 Karta za povratni period od 500 godina



Slika2 Karta za povratni period od 1000 godina

4. ZAKLJUČAK

Prilikom izgradnje objekata niskogradnje koji se mogu svrstati u važne objekte, pri njihovoj izgradnji mora se predhodno definisati koeficijent seizmičkog intenziteta i drugi parametri mikrojejonizacije. Koristeći seizmičku mikrojejonizaciju postiže se bezbedno građenje koje se suprotstavlja razornom dejstvu zemljotresa, jer se odvija na osnovu raspoloživih seizmo-statičkih, geomorfoloških, geoloških, inženjersko-geoloških i hidrogeoloških podataka. Seizmički rizik nije zavistan samo od seizmičke lokacije i ekonomski prihvatljivog kriterijuma zaštite već i od tipa konstrukcije i građevinskog materijala. Seizmički hazard je najvažniji element seizmičkog rizika jer predstavlja verovatnoću pojavljivanja zemljotresa određenih

karakteristika. Seizmički rizik, kako je već navedeno, definiše se kao očekivani stepen gubitka prouzrokovanih efektima budućih zemljotresa i oštećenjem objekata kao i povredama i gubitcima ljudskih života. Određivanjem sigurnosti sa tehničkog aspekta pokušavamo da izbegnemo, u ovom slučaju, opterećenja koja bi prekoračila nosivost konstrukcije. Primenom dodatne sigurnosti obezbeđujemo se od socijalnih posledica usled funkcionalnih oštećenja ili loma. Ne treba isključiti ni regulativu koja se odnosi na zaštitu životne sredine jer se teretnim saobraćajem često prevoze opasni tereti.

Treba napomenuti da postoje prirodni i tehnogeni uticaji koji dovode do novih ili aktiviranja, posebno za vreme zemljotresa, umirenih geoloških i geodinamičkih pojava i potresa. Od prirodnih su najčešći: klizišta, odroni, nestabilni sipari i neravnomerna konsolidacija tla, a od veštačkih: klizanja, osipanja i odlamanja u zonama useka, preduseka, portala tunela i dr. Imajući u vidu Evrokod 8 kategorizacija praktično pruža mogućnosti da se bolje ostvari kontrolisana povredljivost tehničko-tehnoloških sistema. Ovde se pre svega misli na sve vrlo važne objekte na trasi kao što su: mostovi, vijadukti, tuneli, propusti, potporni zidovi, nasipi, useci, objekti visokogradnje i drugi kao jedinični stvoreni objekti. Značajno je i upotpunjavanje podataka o sanacijama na koridorima pruga ovih navedenih objekata kao i klizištima koja se nalaze na primer na pruzi Beograd-Bar na: 144km, 178km, 212km, 237km itd. Date su seizmološke karte sa trasom Beograd-Bar za povratni period od 500 i 1000 godina. Iz svih navedenih razloga može se zaključiti da ovim tipovima objekata treba posvetiti odgovarajuću pažnju za vreme dejstva zemljotresa, i mora se priznati da to može i više i bolje i kod nas i u svetu. Kao što se iz izloženog vidi železnička pruga se izričito ne pominje u važnim normativima.

ZAHVALNOST

Ovo istraživanje je sprovedeno u okviru programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period 2011-2014 u oblasti saobraćaj, urbanizam i građevinarstvo, projekat br. 36016, pod naslovom Eksperimentalna i teorijska istraživanja linijskih i površinskih sistema sa polukrutim vezama sa aspekta teorije drugog reda i stabilnosti. Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet.

5. LITERATURA

- [1] T. Jovanović, S. Nedeljković, R. Milenković: Kategorizacija u niskogradnji, zemljotresni aspekt, DGKS simpozijum, Zlatibor, 2008, str.379-384.
- [2] B. Sikošek, M. Manojlović: Zemljotresi, Politika, br.18, Beograd, 1979, str. 4-63.
- [3] Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima, Službeni list SFRJ, br.31/81 i dopuna br.52/90, Beograd, 1990.
- [4] Pravilnik o privremenim tehničkim propisima za građenje u seizmičkim područjima, Sl. list SFRJ, br.39/64, Beograd, 1964.
- [5] Nacrt Pravilnika o tehničkim normativima za projektovanje i proračun inženjerskih objekata u seizmičkim područjima, Zavod za standardizaciju, br.07-97/96, Beograd, 1987.
- [6] Evrokod 8 (EC8), Projektovanje seizmički otpornih konstrukcija, Deo 2 i Deo 5, Građevinski fakultet Beograd, 1998., urednik R. Folić.
- [7] S. Zdravković, D. Turnić, P. Petronijević, „Konstruisanje seizmički otpornih zgrada“. Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta br. 25, Niš 2010., str. 247-254.
- [8] D. Turnić, „Mere za smanjenje seizmičkog rizika kod zgrada“, časopis Nauka+Praksa, vol. 12, br. 1, Niš, 2009., str. 229-233.
- [9] Radomir Folić, Damir Zenunović, „Durability Design of Concrete Structures-part 2: Modeling and Structural Assessment“, Facta Univerzitatis, Series: Architecture and Civil Engineering, University of Nis, Vol 8, N°1, 2010, pp. 45-66.
- [10] Slobodan Mirković, „Neke nove tendencije u građenju gornjeg stroja pruga za brze vozove“, Nauka+Praksa, Institut za građevinarstvo i arhitekturu-Niš, br. 8, Niš, 2005., str. 151-156.
- [11] Čedomir Ilić, Mirjana Tomić-Torlaković, Gordan Radivojević, „Nova konstrukcija skretnica za velike brzine“, Zbornik radova građevinskog fakulteta, br. 18, Niš, 1997., str. 81-94.

INDEKS AUTORA

- **Blagojević dr Borislava, dipl. inž. građ.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 1 - 8, 9 – 15
- **Dimitrov Pavlov dr Petar**
UACG – Dep. Technical Mechanics, Sofia, Bulgaria, str. 81 – 89
- **Gocić mr Milan, dipl. inž. el.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu, str. 117 - 127, 139 - 146
- **Mirza Hadžimujović, dipl. inž. građ.**
asistent, Državni Univerzitet u Novom Pazaru, Departman za Tehničke nauke, str. 53 – 68
- **Janković dr Dragan, dipl. inž. el.**
red. prof., Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, str. 117 - 127
- **Marković mr Milica, dipl. inž. građ.**
Javno vodoprivredno preduzeće Srbijavode, str. 17 – 26
- **Marković-Branković dr Jelena, dipl. inž. građ.**
docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 17 – 26
- **Mijalković dr Marina, dipl. inž. građ.**
vanr. profesor, Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet, str. 53 - 68
- **Milenković dr Slobodan, dipl. inž. građ.**
red. prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 27 - 39
- **Milićević dr Dragan, dipl. inž. građ.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 1 - 8, 27- 39, 139 - 146
- **Milojković mr Aleksandar, dipl. inž. arh.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 41 – 52
- **Mladenović mr Biljana, dipl. inž. građ.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 155 – 164
- **Milošević mr Bojan**
predavač, Univerzitet u Beogradu, Visoka građevinsko geodetska škola strukovnih studija, str. 53 – 68, 101 - 116
- **Nefovska-Danilović Marija**
str. 91 - 100
- **Nikolić Marko, dipl. inž. arh.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 41 – 52

- **Nikolić Olivera, dipl. inž. arh.**
saradnik u nastavi, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 69 – 79
- **Nikolić Vladan, dipl. inž. arh.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 69 – 79
- **Nikolov Nakov Borislav**
UACG – Dep. Technical Mechanics, Sofia, Bulgaria, str. 81 – 89
- **Petronijević dr Mira**
Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, str. 91 - 100
- **Petrović mr Žarko, dipl. inž. građ.**
asistent, Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet, str. 53 – 68, 101 – 116
- **Popović dr Branko, dipl. inž. građ.**
red. prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 101 – 116
- **Potić dr Olivera, dipl. inž. građ.**
red. prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 1 - 8, 9 – 15
- **Prodanović Srđan**
str. 91 – 100
- **Stanković Ivan, dipl. inž. el.**
Morena Inženjering, Niš, str. 117 - 127
- **Stanojević Gocić dr Maja**
Visoka škola primenjenih strukovnih studija, Vranje, str. 129 - 137
- **Trajković dr Slaviša, dipl. inž. građ.**
vanr. prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 27 – 39, 139 – 146
- **Turnić Dragana, dipl. inž. građ.**
student doktorskih studija, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 147 – 153
- **Tzvetanova Dancheva Janitza**
UACG, Sofia, Bulgaria, Faculty of Structural Engineering, str. 81 - 89
- **Velkova Lilkova-Markova Svetlana**
UACG – Dep. Technical Mechanics, Sofia, Bulgaria, str. 81 - 89
- **Vujisić Milica, dipl. inž. građ.**
str. 9 - 15
- **Zdravković dr Slavko, dipl. inž. građ.**
red. prof., Ekspert Saveznog ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 147 – 153, 155 - 164
- **Zlatkov mr Dragan, dipl. inž. građ.**
asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, str. 147 – 153

University of Nis
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
COLLECTION OF PAPER ABSTRACTS

N^o 26, 2011

ZBORNIK
RADOVA
GRAĐEVINSKO-
ARHITEKTONSKOG
FAKULTETA

Niš | 2011 | broj 26

PUBLISHER

Faculty of Civil Engineering and Architecture
Aleksandra Medvedeva 14
Niš, Serbia

FOR THE PUBLISHER

PhD Dragan Arandjelović, full prof.

EDITOR-IN-CHIEF

PhD Slaviša Trajković, assistant prof.

EDITORIAL BOARD

PhD Dragoslav Stojić, full prof.
PhD Nikola Cekić, full prof.
PhD Đorđe Đorđević, full prof.
PhD Zoran Grdić, assistant prof.
PhD Branko Turnšek, associate
MsC Marina Trajković, assistant

TECHNICAL ADAPTION

MsC Milan Gocić
Vladan Nikolić
Mladen Milanović

ENGLISH LANGUAGE LECTOR

BA. Phil Goran Stevanović

Papers are reviewed

ISSN 1452-2845

Printed by M KOPS CENTAR
Number of Copies Printed 200

HYDROLOGIC APPROACH TO ANALYSES FOR THE PURPOSE OF SPATIAL PLANNING

Borislava Blagojević¹
Dragan Milićević²
Olivera Potić³

Abstract

At the concrete example of the role of hydrology in the process of production of a Regional spatial plan, the spatial and temporal specifics relevant for formation of hydrological documents were demonstrated. The importance of planning at the level of a river basin was emphasized, as opposed to planning within administrative units.

Key words: *hydrologic documents, regional spatial plan, interregional connections of river basins*

¹ Borislava Blagojević, PhD, Civ. Eng., assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, A.Medvedeva 14, 18000 Niš. B.blagojevic@eunet.rs

² Dragan Milićević, PhD, Civ. Eng., assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, A.Medvedeva 14, 18000 Niš

³ Olivera Potić, Full Prof., PhD, civ.eng., Faculty of Civil Engineering and Architecture, A.Medvedeva 14, 18000 Niš; olivera_p@yahoo.com

HYDROLOGIC ANALYSIS OF AREAS FOR THE SPATIAL PLANNING PURPOSES

Borislava Blagojević¹
Milica Vujisić²
Olivera Potić³

Abstract

The paper presents the scope of the hydrologic analysis made for the purposes of Regional spatial plan of the Nisavski, Pirotski and Toplicki administrative areas. The presentation includes: water balance, choice of characteristic river profiles, yearly discharge rate distribution and water regime.

Key words: *Yearly discharge rate distribution, area water balance, regional spatial plan*

¹ Borislava Blagojević, PhD, Civ. Eng., assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, A.Medvedeva 14, 18000 Niš. B.blagojevic@eunet.rs

² Civ. Eng.

³ Olivera Potić, Full Prof., PhD, civ.eng., Faculty of Civil Engineering and Architecture, A.Medvedeva 14, 18000 Niš; olivera_p@yahoo.com

DECISION MAKING IN ENVIRONMENT MANAGEMENT PROJECTS

Milica Marković¹
Jelena Marković Branković²

Abstract

There is a wide spectrum of various decisions people must make. They can be divided into individual and collective decisions. The environment management issues represent an important area of collective decision making. Since the decision makers and stakeholders represent different parties, there is often a conflict of interests. Therefore, there is no objectively best solution, and the planning process can be characterized as a quest for an acceptable compromise solution. The environment management projects have either an important impact on the environment, or deal with management of natural resources. The river rehabilitation projects are very complex management projects. Formal methodologies, such as Analysis of Multi-Criterion Decision making (AVKO) can assist in making important decisions in this area. The main goal of this paper is the analysis of expansion of traditional approach of decision making analysis to the concept of multiple stakeholders and multi-level process and to analyze the contribution of AVKO in the area of river rehabilitation.

Key words: *Decision making, Environment management, River Rehabilitation, Multi-Criterion analysis.*

¹ Milica Marković, Civ. Eng., Javno vodoprivredno preduzeće Srbijavode

² Jelena Marković-Branković, PhD, Civ. Eng., assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Nis

DEFINITION OF THE PROBLEMS AND REQUIREMENTS IN THE PROCESS OF DEVELOPMENT OF SPATIAL DECISION SUPPORT SYSTEM OF INTEGRAL WATER RESOURCES MANAGEMENT

Dragan Milićević¹
Slobodan Milenković²
Slaviša Trajković³

Abstract

Development of spatial decision support system software is done for the purpose of solving of complex problems of integral management of water resources in the river basin. Regarding this, the development of DSS software requires careful planning and iterative process with the goal of creating a successful product. The problem and requirement definition phases are crucial in the system development process, because in these phases the system designers and stakeholders should identify what they would like the system to contain. After the entire problem has been defined and the parties identified, the iterative process should be strictly observed, which requires definition, designing and prototype development and testing of software.

In the paper is briefly presented what has been called "the best practice" in in development of decision support system software based on the components, and object oriented, with the special regard of the phases of problem and requirement defining, considering their importance in the whole process.

Key words: *integral water resources management, information system development, decision support system*

¹ Dragan Milićević, PhD, Civ. Eng., assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, A.Medvedeva 14, 18000 Niš

² Slobodan Milenković, PhD, Civ. Eng., Full prof., Faculty of Civil Engineering and Architecture, A.Medvedeva 14, 18000 Niš

³ Slaviša Trajković, PhD, Civ. Eng., Ass. prof., Faculty of Civil Engineering and Architecture, A.Medvedeva 14, 18000 Niš

AUTONOMY OF ARCHITECTURE AND THE RELATIONSHIP INVESTOR – DESIGNER: INTERACTION OR CONFLICT

Aleksandar Milojković¹

Marko Nikolić²

Abstract

Autonomy of architecture and interaction of designers and investors, and their importance in creation of an architectonic work of art, are the frequent topics of many professional discussions. In this paper, one of the examples of interaction/conflict in the relationship investor-designer is discussed, which resulted is successful project (assessed by the professional public and investors to be good) and by (un)satisfactory realization.

Key words: *Meaning of personal space, autonomy of architecture, investor designer relationship*

¹ Aleksandar Milojković, assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture

² Marko Nikolić, assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture

ANALISYS OF LIMIT BEARING CAPACITY OF BEAMS EXPOSED TO ACTION OF VARIABLE REPEATED LOAD

Bojan Milošević¹
Marina Mijalković²
Žarko Petrović³
Mirza Hadžimujović⁴

Abstract

Many engineering structures and their parts are exposed to various types of loading, some of which can act fully independently from one another. Some of these loads are permanent, while others are not defined in time and belong to the group of variable repeated loads. In a large number of cases only an area within which the variable repeated load is situated can be defined. When the linear beams are exposed to variably repeated load, the analysis of limit capacity is carried out applying static and kinematic theorem of adaptation. In this paper, the analysis of the limit load of continuous beam with two spans exposed to the action of variable repeated load will be carried out.

Key words: *continuous beam, incremental failure force, residual bending moment, alternative failure force*

¹ Bojan Milošević, lecturer, University of Belgrade, High Civil Engineering Geodetic School of Professional Studies

² Marina Mijalković, PhD, Civ. Eng., Ass. prof., Faculty of Civil Engineering and Architecture, A.Medvedeva 14, 18000 Niš

³ Žarko Petrović, assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture

⁴ Mirza Hadžimujović, assistant, State University of Novi Pazar, Department of Technical sciences

MOBILITY, FLEXIBILITY AND EXPERIMENTAL NATURE OF STRUCTURE AND FORM – THE MOST IMPORTANT CHARACTERISTICS OF CONTEMPORARY PAVILIONS

Olivera Nikolić¹
Vladan Nikolić²

Abstract:

The paper analyzes contemporary pavilions, temporary architectural structures which have an important influence on trends in architecture. Mobility, flexibility and experimental nature are only some of the characteristics which provide innovative and attractive character to the pavilion structure, and to the architects they provide facts which can be implemented on architecture of other structures. The goal of the paper is creation of typologies and an analysis of the pavilion as well as pointing to their most important characteristics and developing tendencies.

Key words: Pavilion, mobility, flexibility, experimental nature, temporary structure, architecture, classification

¹ Olivera Nikolić, Faculty of Civil Engineering and Architecture,
o_milosavljevic@yahoo.com

² Vladan Nikolić, assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture

APPLICATION OF THE NEW ACHIEVEMENTS IN THE SIMULATING AND MEASURING APPARATUS FOR THE CONSTRUCTION OF A STAND FOR STUDY VIBRATIONS OF A PARTICLE

Petar Dimitrov Pavlov¹
Svetlana Velkova Lilkova-Markova²
Borislav Nikolov Nakov³
Janitza Tzvetanova Dancheva⁴

Abstract

The report is connected with part of the preparatory work on construction of a stand for study the dynamic behavior of vibratory particle (material point). The stand will be closed system consisting of computer configuration for setting of a digital signal interference – digital converter for transforming the signal in a geometric and power interference – vibratory body, as a model of a particle - accelerometer for measurement of accelerations and vibrometer for displacements – converter for the return of the signal in digital – same computer configuration for analysis and processing of the results. In the report is considered the new achievements in the field of digital converters and of the apparatuses for setting disturbance and a record of the behavior of the oscillating particle. These innovative aids are compared with the real, which team that work out the stand can afford.

Key words: *Dynamic model, mathematical model, innovation, geometrical, elastic, viscous characteristics of vibratory systems.*

¹ UACG – Dep. Technical Mechanics, Sofia, Bulgaria, dp_mech_fhe@uacg.bg

² UACG – Dep. Technical Mechanics, Sofia, Bulgaria, lilkova_fhe@uacg.bg

³ UACG – Dep. Technical Mechanics, Sofia, Bulgaria, nakov_fhe@uacg.bg

⁴ UACG, Sofia, Bulgaria, Faculty of Structural Engineering, dreaming_girl@abv.bg

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF CITIES: EFFECTS OF TRAFFIC INDUCED VIBRATION ON HUMANS

Mira Petronijević¹
Marija Nefovska-Danilović
Srđan Prodanović

Abstract

Traffic induced vibrations can hardly cause the damages of buildings but can caused the disturbances and annoying affects of their occupants. This phenomenon has been the object of investigations in many countries due to the rapid urbanization of the modern cities and due to the demand of sustainable development. In this paper presented is the assessment of vibrations on humans in buildings caused by the traffic in Belgrade, Serbia. Due to the luck of national standard for evaluation of effects of vibrations on humans, the German standard DIN 4150-Part 2 was implemented. The results of evaluations are presented and discussed.

Keywords: *sustainable development, traffic induced vibration, effects on humans in buildings, signal processing*

¹ Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, Assoc. Prof.

ADAPTATION THEOREM APPLICATION IN DETERMINATION OF SAFE LIMIT LOAD OF TRUSS GIRDERS

Žarko Petrović¹
Bojan Milošević²
Branko Popović³

Abstract

When the load acting on a beam is not proportional in character, but periodically repeats in cycles, the beam may fail even if the load is lower than the limit load calculated on the failure mechanism. The goal of the adaptation analysis is determination of safe limit load, that is, designing of safe area within the load area. The paper indicates the potential of occurrence of incremental collapse, which is illustrated by the example of the truss girder loaded by two-parameter load inside the elastoplastic area. Then, the adaptation theorems are provided and their application in determination of safety parameters which radially decrease the working area, which provides a safe area inside which the beam is safe from occurrence of incremental collapse. Eventually, the potential for formulation of adaptation theorem as a linear programming problem has been presented, which is a basis for contemporary adaptation analysis.

Key words: truss girders, variable load, incremental collapse, adaptation theorems.

¹ Žarko Petrović, assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Nis

² Bojan Milošević, lecturer, University of Belgrade, High Civil Engineering Geodetic School of Professional Studies

³ Branko Popović, PhD, full prof., Faculty of Civil Engineering and Architecture, Nis

INFORMATION SYSTEMS AND KNOWLEDGE MANAGEMENT

Ivan Stanković¹
Milan Gocić²
Dragan Janković³

Abstract

Rapid development of entire society brought about more complex companies, working process and enormous quantities of information, and eventually, knowledge based on these information. However, a large quantity of information does not automatically mean knowledge – these information must be processed in any adequate manner and converted into a new quality – that is – knowledge, for whose usage the appropriate information systems are necessary.

Nowadays, it is not practically possible to manipulate such quantities of information, neither extract knowledge, nor benefit from this knowledge by using it for planning and prediction without information systems. Therefore the paper presents a relation between information systems, intellectual capital and knowledge.

Key words *information systems, knowledge management, human capital*

¹ Ivan Stanković, Morena Inženjering Niš

² Milan Gocić, Faculty of Civil Engineering and Architecture, University of Nis

³ Dragan Janković, Full prof., Faculty of Electrical Engineering, University of Nis

GUIDELINES FOR TEACHING ENGLISH TO FUTURE ENGINEERS

Maja Stanojević Gocić¹

Abstract

The paper is conceived so as to explain the fundamental principles of teaching English for special purposes at the example of teaching English to future engineers. The goal is to demonstrate in what ways the academic teaching could be improved. In accordance with this determination, the basic guidelines for teachers and professors of English at technically oriented faculties should be using in order to achieve more successful teaching results.

Key words: *English for special purposes, professional English, academic English teaching*

¹ Maja Stanojević Gocić, PhD, High School of Applied Professional Studies, Vranje

COMPARISON OF THREE TEMPERATURE METHODS OF EVAPOTRANSPIRATION ESTIMATION

Slaviša Trajković¹
Milan Gocić²
Dragan Milićević³

Abstract

Reference evapotranspiration methods are based on the dependence of evapotranspiration from certain climate parameters such as temperature, air humidity, solar radiation, wind velocity and evaporation. In this paper, the following temperature methods have been compared: Thornthwaite (THW), modified Hargreaves (AHARG), locally modified Penman-Monteith with the maximum temperature, minimum temperature and average local wind velocity as the input parameters (PMTI). The results indicate that the modified Hargreaves method provides for a reliable calculation of reference evapotranspiration. As an alternative, for the area of Niš, the locally modified FAO-56 Penman-Monteith method stands prominent.

Key words *reference evapotranspiration, Thornthwaite, Modified Hargreaves, locally modified Penman-Monteith*

¹ Slaviša Trajković, PhD, Civ. Eng., assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, A.Medvedeva 14, 18000 Niš

² Milan Gocić, Faculty of Civil Engineering and Architecture, University of Nis

³ Dragan Milićević, PhD, Civ. Eng., assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, A.Medvedeva 14, 18000 Niš

ELASTIC STABILITY OF STRUCTURES

Slavko Zdravković¹
Dragan Zlatkov²
Dragana Turnić³

Abstract

The paper indicates that there is a continuing trend towards construction of progressively light-weight and slender structures. By promotion of high strength materials, and by economical and technical requirements, direct material saving has been accomplished. The reasons for the lighter structures are important in usage, and accomplished by the use of thin profiles. In construction of aircraft, oil tankers, bridge structures etc., a higher profit in service is attained, and saving are made proportionally to the (un)used material, as it can transfer a higher live load. Thin structures are more difficult to construct, they are more vulnerable to physical damage, fires and corrosion. The trend of using synthetic fiber strengthening in making structures of small cross-sections and high bearing capacity will continue. For all this, the issue of elastic stability is crucial. The problem was discussed on the example of a squat structure, long cylindrical bar, and cylindrical shell which has been axially stressed.

Key words: *stability, lightweight and slender structure, savings, profit*

¹ Ph D, full professor, Expert of the Federal ministry of science, technology and development, Faculty of Civil Engineering and Architecture AI. Medvedeva 14 st., Niš

² MA, assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture of Nis

³ Civ. Eng., student at doctoral studies, Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

CATEGORIZATION OF RAILWAY TRACKS AND STRUCTURES ALONG THE TRACKS AND SAFETY TO EARTHQUAKE ACTION

Slavko Zdravković¹
Biljana Mladenović²
Dragana Turnić³

Abstract

Categorization of structures in seismic engineering represents a very important factor, but not all of the structures are paid due attention. The railway structures, and other civil engineering structures during earthquake action are not paid due attention both at the national and global level, unlike the high-rise structures. Our, still standing (in this part) temporary code for bridges provides only one term having two parameters is mentioned, and the measures to be taken when constructing water supply mains and sewage systems. Other, dug-in structures and railway tracks were not mentioned. For example, the railway line Belgrade-Bar, has the I order category, which means that it should preserve its functionality during and after the strong earthquakes it can be exposed to, as it passes through various seismological zones. The seismological map with the return period of 500 years, referring to the ordinary structures of II and III category, does not provide adequate safety to this traffic route and the belonging structures. For this reason a map with a return period of 1000 years has been provided. The same is valid for the traffic route Belgrade-Niš.

Key words: categorization, railway track, seismological zone, safety

¹ Ph D, full professor, Expert of the Federal ministry of science, technology and development, Faculty of Civil Engineering and Architecture AI. Medvedeva 14 st., Niš

² MA, assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

³ Civ. Eng., student at doctoral studies, Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš

CONTENTS

PhD Borislava Blagojević PhD Dragan Milićević PhD Olivera Potić	Hydrologic approach to analyses for the purpose of spatial planning	 1
PhD Borislava Blagojević Milica Vujisić PhD Olivera Potić	Hydrologic analysis of areas for the spatial planning purposes	 9
MsC Milica Marković PhD Jelena Marković Branković	Decision making in environment management projects	 17
PhD Dragan Milićević PhD Slobodan Milenković PhD Slaviša Trajković	Definition of the problems and requirements in the process of development of spatial decision support system of integral water resources management	 27
MsC Aleksandar Milojković Marko Nikolić	Autonomy of architecture and the relationship investor – designer: interaction or conflict	 41
Bojan Milošević PhD Marina Mijalković MsC Žarko Petrović Mirza Hadžimujić	Analisis of limit bearing capacity of beams exposed to action of variable repeated load	 53
Olivera Nikolić Vladan Nikolić	Mobility, flexibility and exsperimental nature of structure and form – the most important characteristics of contemporary pavilions	 69
Petar Dimitrov Pavlov Svetlana Velkova Lilkova- Markova Borislav Nikolov Nakov Janitza Tzvetanova Dancheva	Application of the new achievements in the simulating and measuring apparatus for the construction of a stand for Study vibrations of a particle	 81

PhD Mira Petronijević Marija Nefovska-Danilović Srđan Prodanović	Sustainable development of cities: effects of traffic induced vibration on humans	.....	91
MsC Žarko Petrović MsC Bojan Milošević PhD Branko Popović	Adaptation theorem application in determination of safe limit load of truss girders	.....	101
Ivan Stanković MsC Milan Gocić PhD Dragan Janković	Information systems and knowledge management	.....	117
PhD Maja Stanojević Gocić	Guidelines for teaching english to future engineers	.....	129
PhD Slaviša Trajković MsC Milan Gocić PhD Dragan Milićević	Comparison of three temperature methods of evapotranspiration estimation	.....	139
PhD Slavko Zdravković MsC Dragan Zlatkov Dragana Turnić	Elastic stability of structures	.....	147
PhD Slavko Zdravković MsC Biljana Mladenović Dragana Turnić	Categorization of railway tracks and structures along the tracks and safety to earthquake action	.....	155

INDEX OF AUTHORS

- **Blagojević Ph D Borislava, grad. Civ. eng.**
assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 1 - 8, 9 – 15
- **Dimitrov Pavlov Ph D Petar**
UACG – Dep. Technical Mechanics, Sofia, Bulgaria, pg. 81 – 89
- **Gocić MA Milan, grad. Elect. eng.**
assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, University of Nis, pg. 117 - 127, 139 - 146
- **Mirza Hadžimujović, grad. Civ. eng.**
assistant, State University of Novi Pazar, Department of Technical sciences, pg. 53 – 68
- **Janković Ph D Ph Dagan, grad. Elect. eng.**
full prof., Faculty of Electronic Engineering, University of Nis, pg. 117 - 127
- **Marković MA Milica, grad. Civ. eng.**
Public Public Water Management Company Srbijavode, pg. 17 – 26
- **Marković-Branković Ph D Jelena, grad. Civ. eng.**
Ass. Prof., Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 17 – 26
- **Mijalković Ph D Marina, grad. Civ. eng.**
Assoc. prof., University of Nis, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, pg. 53 - 68
- **Milenković Ph D Slobodan, grad. Civ. eng.**
full prof., Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 27 - 39
- **Milićević Ph D Ph Dagan, grad. Civ. eng.**
assistant, The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 1 - 8, 27- 39, 139 - 146
- **Milojković MA Aleksandar, grad. eng. Arch.**
assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 41 – 52
- **Milošević MA Bojan**
lecturer, University of Belgrade, High Civil Engineering Geodetic School of Professional Studies, pg. 53 – 68, 101 – 116
- **Mladenović mr Biljana, dipl. inž. građ.**
assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 155 – 164
- **Nefovska-Danilović Marija**
pg. 91 – 100
- **Nikolić Marko, grad. eng. Arch.**
assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 41 – 52

- **Nikolić Olivera, grad. eng. Arch.**
Teaching assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 69 – 79
- **Nikolić Vladan, grad. eng. Arch.**
assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 69 – 79
- **Nikolov Nakov Borislav**
UACG – Dep. Technical Mechanics, Sofia, Bulgaria, pg. 81 – 89
- **Petronijević Ph D Mira**
Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, pg. 91 - 100
- **Petrović MA Žarko, grad. Civ. eng.**
assistant, University of Nis, Faculty of Civil Engineering and Architecture, pg. 53 – 68, 101 – 116
- **Popović Ph D Branko, grad. Civ. eng.**
full prof., Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 101 – 116
- **Potić Ph D Olivera, grad. Civ. eng.**
full prof., Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 1 - 8, 9 – 15
- **Prodanović Srđan**
pg. 91 – 100
- **Stanković Ivan, grad. Elect. eng.**
Morena Inženjering, Niš, pg. 117 - 127
- **Stanojević Gocić Ph D Maja**
High School of Applied Professional Studies, Vranje, pg. 129 - 137
- **Trajković Ph D Slaviša, grad. Civ. eng.**
Assoc. prof., Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 27 – 39, 139 – 146
- **Turnić Ph Dragana, grad. Civ. eng.**
Student of doctoral studies, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 147 – 153
- **Tzvetanova Dancheva Janitza**
UACG, Sofia, Bulgaria, Faculty of Structural Engineering, pg. 81 - 89
- **Velkova Lilkova-Markova Svetlana**
UACG – Dep. Technical Mechanics, Sofia, Bulgaria, pg. 81 - 89
- **Vujisić Milica, grad. Civ. eng.**
pg. 9 - 15
- **Zraković Ph D Slavko, grad. Civ. eng.**
full prof., Expert of Federal Ministry of Science, technology and development, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 147 – 153, 155 – 164
- **Zlatkov MA Dragan, grad. Civ. eng.**
assistant, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, pg. 147 – 153

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

624

ZBORNİK radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta / glavni i odgovorni
urednik Slaviša Trajković. – 2003, br. 19- . – Niš (Aleksandra Medvedeva 14) :
Građevinsko-arhitektonski fakultet, 2003 (Niš : M Kops Centar). - 24 cm

Godišnje. – Je nastavak: Zbornik radova Građevinskog fakulteta (Niš) = ISSN 0350-
8587 ISSN 1452-2845 = Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta (Niš)

COBISS.SR-ID 126989324