

ISPITIVANJE NOVOG MOSTA PREKO DRAVE U OSIJEKU

Zdravko KAPOVIĆ, Marijan RATKAJEC, Miodrag ROIĆ – Zagreb*

SAŽETAK. U radu su date osnovne značajke mosta preko Drave u Osijeku te rezultati mjerenja pomaka i deformacija pri probnom opterećenju spomenutog objekta.

1. UVOD

Most preko Drave u Osijeku nalazi se na spoju ulica Kneza Trpimira i Biljske ceste. Budući da su to dvije važne gradske prometnice, a ujedno i dio međunarodne transverzale M-17 (E-17), novi most čini dio gradskog i međunarodnog prometnog sustava. Zanimljivo je napomenuti da je to već treći most na istoj lokaciji (Despot 1994).

Prvi most sagrađen je 1911. godine (slika 1), a srušen 1945. g. Godine 1962. (projektant prof. K. Tonković) sagrađen je novi most (slika 2), koji je teško oštećen u Domovinskom ratu 1991. g. (slika 3).



Slika 1. Most na Dravi u Osijeku iz 1911. godine

* Doc. dr. sc. Zdravko Kapović, Marijan Ratkajec, dipl. ing. geod., dr. sc. Miodrag Roić, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Kačićeva 26.



Slika 2. Most na Dravi iz 1962. g.



Slika 3. Oštećeni most u Domovinskom ratu 1991. g.



Slika 4. Perspektivni prikaz novog mosta u izgradnji.

Treći most, ujedno jedan od prvih obnovljenih mostova u samostalnoj Republici Hrvatskoj (Budački most preko rijeke Like u Gospiću prvi je obnovljeni most u Hrvatskoj), pušten je u promet lipnja 1995. g. (slika 4).

Za sva tri mosta korišteni su isti temelji stupova u koritu rijeke Drave. Temelji stupova građeni su 1911. g. s pomoću kesona i to 14 metara ispod dna rijeke Drave. Korištenje istih temelja stupova značilo je i projektirati identičnu rasponsku konstrukciju za sva tri mosta. Razlike u konstruktivnim detaljima nastajale su samo zbog povećanja prometnih zahtjeva.

2. TEHNIČKI OPIS NOVOG MOSTA

Nakon uklanjanja srušene mosne konstrukcije, na starim kesonskim temeljima u Dravi sagrađeni su novi, čelični stupovi. Preko obnovljenog donjega stroja izrađena je vrlo vitka, sandučasta čelična konstrukcija širine 5,70 m i visine 2,40 m, s nepomičnim ležajevima na osječkoj strani. Statički gledano to je kontinuirani nosač na tri raspona koji, u konačnoj izvedbi, ima raspone 66,56 + 68,00 + 66,56 m (slika 5). Kota nivelete u sredini mosta je 94,84 m, a visina vode 10. rujna 1992. bila je 83, 10 m. Most je namijenjen za cestovni i pješački promet, ima dva vozna traka, svaki širine 3,75 m, te (obostrano) pješačke staze, svaka širine 2,55 m. Uzdužni je nagib mosta 1,96% a niveleta je, kao i kod prijašnjih konstrukcija, zaobljena s polumjerom od 5000 m u konveksnom smislu.

Osim prometne i pješačke funkcije mosna je konstrukcija predviđena i za prijenos različitih instalacija (plin, voda, električni i PTT kablovi itd.). Odgovorni projektant mosta bio je Ivan Dumbović, dipl. inž. građ. u IPZ-u iz Zagreba, investitor Hrvatske ceste, izvođač radova »Đuro Đaković inženjering« iz Slavonskog Broda s kooperantima Osijek-Koteks, »Đuro Đaković montaža« i »Đuro Đaković PIO«.

3. PROVEDBA PROBNOG OPTEREĆENJA

U svrhu dokazivanja tehničke ispravnosti mosta, a na temelju Zakona Republike Hrvatske o preuzimanju zakona o standardizaciji NN 53/91, provedeno je 21. svibnja 1995. probno (pokusno) opterećenje mosta (Izvjješće 1995). Programom probnog opterećenja sačinjenog u suglasnosti s odgovornim projektantom i nadzornim inženjerom, predviđeno je statičko i dinamičko ispitivanje konstrukcije:

statičko – opterećenje s teretom u mirovanju (teret su natovareni kamioni)

dinamičko – kamioni u raznim režimima vožnje po mostu.

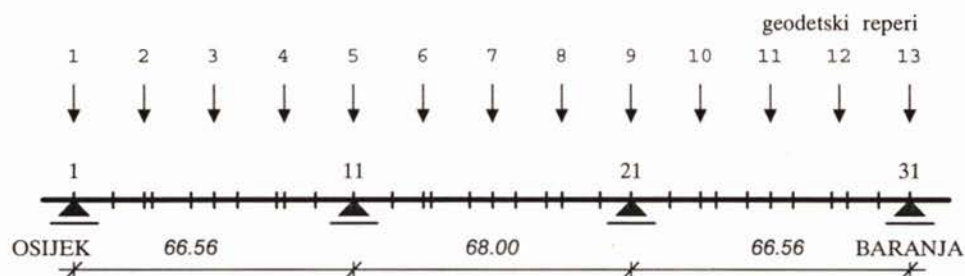
U ovome radu dat je pregled statičkog ispitivanja mosta te samo nekoliko osnovnih značajki dinamičkog ispitivanja.

3.1. Statičko ispitivanje mosta

Geodetski radovi na mostu sastojali su se u određivanju vertikalnih pomaka na važnim mjestima konstrukcije pri različitim shemama opterećenja. U pripremnim radovima na mostu, na karakterističnim mjestima konstrukcije (slika 5) – četvrtinama, sredinama i iznad stupova (ili upornjaka) – stabilizirani su privremeni (mjerni) reperi duž triju linija (A, B, i C). Za određivanje vertikalnih pomaka upotrijebljena su tri precizna nivelira – dva WILD NA 2 i jedan N3 s planparalelnom pločom.

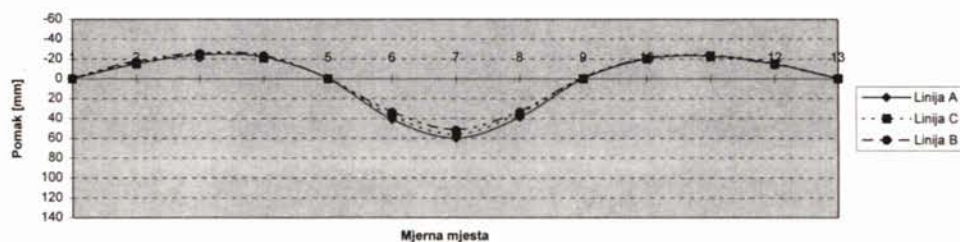
Na svakoj je liniji bilo po trinaest (13) repera na kojima su mjereni vertikalni pomaci konstrukcije pri različitim shemama opterećenja. Kao opterećenje korišteno je osam (8) kamiona natovarenih kamenom s poznatom osovinskom i ukupnom težinom (1850 kN).

Na temelju razrađenih i višeput primjenjivanih postupaka mjerenja te definiranja optimalne točnosti mjerenja (Narobe i Kapović 1983, Kapović 1993), primjenjujući metodu konačnih elemenata (Bathe 1990) i proračunski model (slika 6), izvršena su geodetska mjerenja. Iz razlike očitavanja pri opterećenom i neopterećenom mostu dobivene su vrijednosti vertikalnih pomaka zbog opterećenja, a iz razlike očitavanja prije opterećenja i nakon rasterećenja određene su vrijednosti zaostalih (trajnih) deformacija.

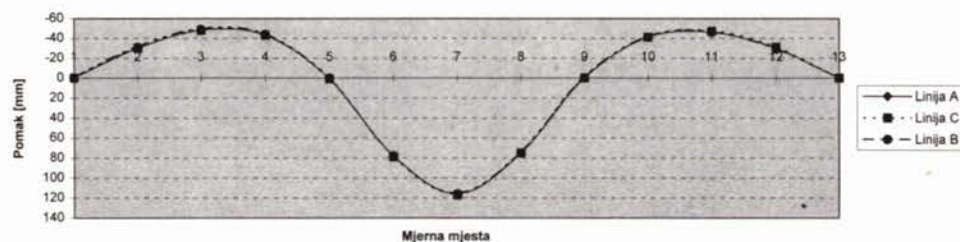


Slika 6. Proračunski model mosta

Most preko Drave - Faza 11(10)



Most preko Drave - Faza 12(10)



Slika 7. Dijagrami vertikalnih pomaka mosta pri nesimetričnom i simetričnom opterećenju srednjeg raspona

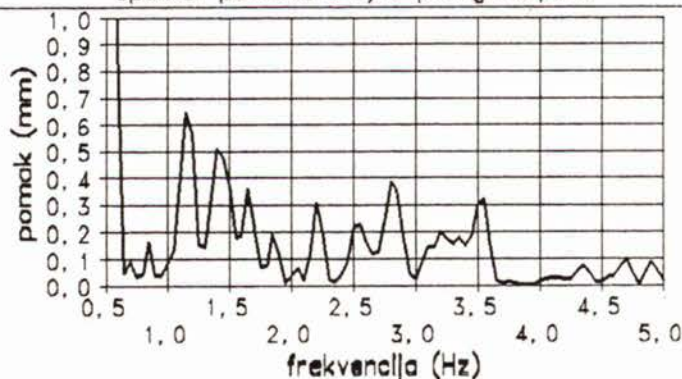
U tablici 1 dat je dio rezultata mjerenja pomaka, a njihovi su grafički prikazi vidljivi na slici 7. Pomaci prema dolje označeni su pozitivnim predznakom, a prema gore (izdizanje) negativnim.

Za proračun stanja naprezanja u pojedinim značajnim mjestima konstrukcije mjerene su relativne deformacije. Za ta mjerenja korišteni su električni tenzometri Hottinger mjernih baza 20 mm, otpora 120 Ω nalijepljen na čeličnu površinu mosta i uključeni u tzv. Wheatstonov most.

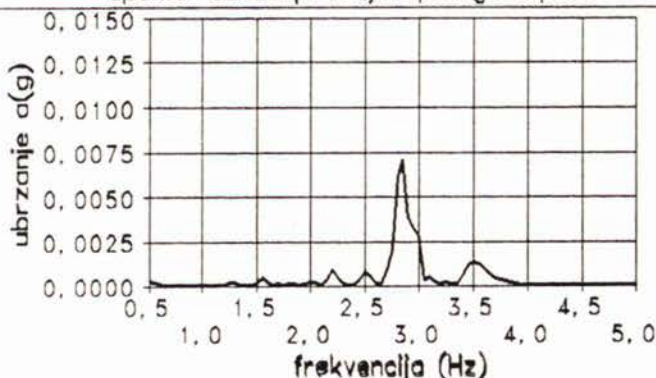
3.2. Dinamičko ispitivanje

Vožnjom kamiona s teretom preko mosta različitim brzinama izvršeno je dinamičko ispitivanje konstrukcije. Akcelerometrom tipa Kistler i induktivnim mjeracom mjerena su ubrzanja i vibracije rasponske konstrukcije te pomaci. Obradom podataka dobivaju se, između ostalog, period slobodnih i prisilnih vibracija, najveći dinamički i statički pomaci te dinamički koeficijent. Dio registriranih zapisa prikazuje slika 8.

Vožnja broj 12(1 kamion Ba-Os) v=60km/h
spektar pomaka u L/2 prvog raspona



Vožnja broj 12(1 kamion Ba-Os) v=60km/h
spektar ubrzanja u L/2 prvog raspona



Slika 8. Dio zapisa pri dinamičkom ispitivanju mosta

Tablica 2. Usporedbe izmjerenih vertikalnih pomaka i odgovarajućih proračunskih pomaka (P.P.) (jedinice u mm)

Linija izmjereno mjesto	FAZA 2 (1)				FAZA 3 (1)				FAZA 5 (4)				FAZA 6 (4)			
	LINIJE GEOD. PROG.				LINIJE GEOD. PROG.				LINIJE GEOD. PROG.				LINIJE GEOD. PROG.			
	A	C	B	P.P.	A	C	B	P.P.	A	C	B	P.P.	A	C	B	P.P.
1	0	0	0		0	0	1		0	0	0		0	0	0	
2	11	10	8	9.8	19	20	19	19.6	-3	-4	-3	-2.7	-6	-7	-6	-5.4
3	18	15	14	14.6	30	30	30	29.2	-4	-6	-5	-4.3	-9	-10	-9	-8.6
4	13	9	7	9.3	20	20	18	18.5	-4	-5	-4	-4.6	-8	-9	-8	-7.6
5	0	0	0		1	2	0		1	0	0		1	0	0	
6	11	8	7	9.0	20	21	20	18.2	9	6	6	6.8	14	14	15	13.7
7	14	12	11	13.7	29	29	30	27.4	14	12	10	11.6	25	24	25	23.3
8	9	6	8	8.0	17	15	17	16.0	11	8	6	7.5	17	16	17	14.9
9	1	0	0		0	0	1		0	0	0		1	0	0	
10	-3	-5	-3	-4.4	-9	-11	-8	-8.9	13	11	9	11.0	22	23	23	22.0
11	-5	-6	-4	-5.0	-10	-12	-10	-10.0	19	17	15	17.1	36	35	36	34.1
12	-4	-4	-2	-3.1	-7	-7	-5	-6.3	13	12	11	11.4	24	24	24	22.9
13	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	

4. REZULTATI ISPITIVANJA I ZAKLJUČAK

Rezultati izmjerenih i izračunatih vrijednosti pomaka dati su u tablici 2. Što se iz iskazanih vrijednosti može uočiti i zaključiti?

U nesimetričnim fazama (faze 2/1/ i 5/4/), izmjereni vertikalni pomaci praktički se podudaraju s teoretskim u liniji »C«, a linije pomaka »A« i »B«, uz pomak jednak pomaku točke »C«, dobivaju rotaciju koja povećava pomak točke »A«, a smanjuje pomak točke »B« za oko 20% od pomaka točke »C«. Iz toga se daje zaključiti da pri nesimetričnom opterećenju dolazi do preraspodjela, tj. da opterećena strana mosta preuzima oko 60% od ukupnog opterećenja. Odstupanja od linearnosti poprečnog pomaka točaka na linijama »A«, »B« i »C«, u granicama su točnosti mjerenja (± 1 mm). Simetrične faze (3/1/ i 6/4/) u kojima su opterećeni unutarnji ležajevi mosta pokazuju praktički jednake teoretske i izmjerene vrijednosti pomaka. I u ostalim fazama opterećenja izmjerene vrijednosti pomaka slažu se s teoretskim između 95% i 100%.

Sve to pokazuje da se konstrukcija ponaša u skladu s teoretskim očekivanjima. Štoviše, neki su rezultati ispitivanja povoljniji od teoretskih te konstrukcija pokazuje veću krutost nego što je to statičkim proračunom predviđeno. Sigurno je da je taj most, građen i izgrađen u vrijeme kada su neprijateljske postrojbe udaljene samo nekoliko kilometara od objekta, na trenutno okupiranim područjima Republike Hrvatske, ukras i ponos grada Osijeka.

LITERATURA

- Bathe, K.J. (1990): Finite-Elemente-Methoden, Berlin.
Despot, Z., (1994): Izgradnja mosta preko Drave u Osijeku, Građevinar 10, 617–622.
Kapović, Z., (1993): Prilog određivanja i analizi pomaka i deformacija mostova s posebnim osvrtom na temperaturne utjecaje, disertacija, Geodetski fakultet Zagreb.
Narobe, Z., Kapović, Z. (1983): Točnost mjerenja pomaka i deformacija građevina, Geodetski list 10–12, 216–222.
Izvjješće o pokusnom opterećenju mosta, Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb, 1995.

EXAMINATION OF THE NEW BRIDGE OVER THE RIVER DRAVA

This paper presents the main characteristics of the Drava bridge in Osijek and the results of the shifts and deformations in test load tensions.

Primljeno: 1995–09–11