

Publikacija povodom obeležavanja stopedesetogodišnjice Saveza inženjera i tehničara Srbije

dr Mihailo Muravljov, dipl.inž.građ, redovni profesor Građevinskog fakulteta u Beogradu u penziji
dr Dejan Bajić, dipl.inž.građ, redovni profesor Građevinskog fakulteta u Beogradu u penziji

RAZVOJ I DOMETI U OBLASTI GRAĐEVINSKOG KONSTRUKTERSTVA

Abstrakt

U radu se izlažu razvoj i dometi u oblasti građevinskog konstrukterstva u poslednjih 150 godina, u čemu su u tome značajnu ulogu imali članovi SIT Srbije. Posle uvodnog dela, razmatraju se sledeći periodi: vreme do Prvog svetskog rata, period između dva svetska rata, period posle Drugog svetskog rata do kraja 20. veka i najnoviji razvojni period. Izlaganja se ilustruju primerima objekata koji po mišljenju autora zaslužuju da budu prezentirani široj javnosti.

Ključne reči: most, konstrukcija, zgrada, trajnost, beton, zid, tehnologija, čelična konstrukcija,

DEVELOPMENT AND ACHIEVEMENTS IN STRUCTURAL ENGINEERING

Summary

This paper presents the development and achievements in structural engineering in the past 150 years, in which members of the Union of Engineers and Technicians of Serbia played a significant role. After the introductory part, the following periods are considered: the period prior to World War 1, the period between world wars, the period after World War 2 until the end of the 20th century, and the latest developmental period. The expositions are illustrated with examples of structures which, in the authors' opinion, deserve to be presented to the wider public.

Ključne reči: bridge, structure, building, durability, concrete, wall, technology, steel structure

1. UVOD

Kada je reč o graditeljima-građevincima – inženjerima i tehničarima – oni su svoje doprinose razvoju i napretku zemlje tokom proteklih 150 godina davali na tri dobro poznata područja građevinske tehnike (ali i arhitekture), pri čemu se to svakako odnosi i na one graditelje koji su bili posvećeni oblasti građevinskih konstrukcija u užem smislu reči. Naime, u svakom od tri pomenuta područja, a to su *visokogradnja* (gde spadaju i objekti arhitekture), *niskogradnja* (što podrazumeva građenje puteva i železnica) i *hidrogradnja* (u koju spadaju objekti za protok ili akumulaciju vode), uvek je sadržan i segment građevinskog konstrukterstva, a to je oblast koju jedino i u celini mogu da „pokriju“ na odgovarajući način edukovani konstrukteri-građevinci.

U ovom radu govoriće se o dostignućima domaćih graditelja na području građevinskog konstrukterstva, a koji su, bilo da se radi o inženjerima ili tehničarima, u većini predstavljali članove Saveza inženjera i tehničara. Govoriće se prevashodno o dometima na području građevinskih konstrukcija koji su zapaženi i u svetskim okvirima, pri čemu će osnovni kriterijumi za prezentaciju biti konstrukcijska svojstva pojedinih objekata (veliçine, rasponi, sistemi i dr.), kao i njihove karakteristike u tehnološko-izvođačkom smislu. Pri ovome će se svesno izbegavati ponavljanje istih tipova konstrukcija, pa će stoga, verovatno, biti izostavljeni neki značajni objekti koji, iako predstavljaju vredna ostvarenja, ne sadrže posebnosti koje bi ih preporučile za prikaz. Autori su, međutim, svesni i činjenice da čak i neki od objekata koji ispunjavaju kriterijume o kojima je reč, nisu prezentirani u radu. To je i sasvim razumljivo zbog ograničenosti prostora, ali i zbog toga što je ovaj rad po svom sadržaju sličan antologijama u

književnosti, gde se u velikom broju slučajeva izbor priloga često zasniva i na manje-više subjektivnim ocenama autora.

2. OBJEKTI IZVEDENI DO PRVOG SVETSKOG RATA

U periodu od osnivanja „Tehničarska družine“ 1868. godine do Prvog svetskog rata, u tadašnjoj Srbiji – zemlji sa privredom do tada zasnovanom gotovo isključivo na poljoprivrednoj proizvodnji i na primitivnim zanatima, ipak se zapaža izvestan „pomak“ u smislu privrednog razvoja, a što je u određenoj meri bilo praćeno i razvojem u oblasti graditeljstva. Doduše, i do tog vremena je bilo vrlo impozantnih objekata zgradarstva koji još uvek postoje, a koji zbog svojih ukupnih vrednosti, u prvom redu istorijskih i arhitektonskih, danas imaju status spomenika kulture od velikog ili izuzetnog značaja. Ovde, međutim, treba reći da je između tih objekata veliki broj različitih sakralnih građevina (manastira, crkava i dr.), ali se o njima na ovom mestu, kao i nadalje, neće govoriti.

U periodu koji se ovde razmatra, kao i u vremenu koje je njemu prethodilo, pažnju prevashodno zaslužuju veći objekti zgradarstva vezani za državnu upravu – ministarstva, načelstva, sudovi, škole i dr, ali i neke druge vrste objekata: banke, hoteli, individualne zgrade, stambeno-poslovne objekti i dr. Veliki broj ovih objekata je projektovan od strane srpskih arhitekata uz saradnju domaćih inženjera-konstruktera, pri čemu su izvođači tih objekata bile ili srpske ili inostrane firme. Međutim, u građenju tih objekata po pravilu uvek su, uz učešće stranaca, učestvovali i srpski graditelji – inženjeri i tehničari.

Objekti o kojima je reč u konstrukcijskom smislu bili su zidane zgrade, koje su sve do početka 20. veka izvođene uz minimalnu primenu betona, a skoro u svim slučajevima bez upotrebe armiranog betona. Osim opeke, koja je korišćena za izvođenje glavnih konstrukcijskih elemenata – zidova – u tim objektima se sreću elementi od drveta (koje je prevshodno primenjivano u konstrukcijama krovova, ali i u okviru međuspratnih konstrukcija), kao i neki elementi od gvožđa-čelika, što se u prvom redu odnosi na međuspratne konstrukcije tipa "pruskih svodova".

a)b)



Slika 1. a) – Železnička stanica u Beogradu podignuta 1885. godine (projektant arh. Dragutin Milutinović); b) – Hotel Moskva u Beogradu, arhitekta Jovan Ilkić, konstruktor Karlo Knor, otvoren početkom 1908. godine

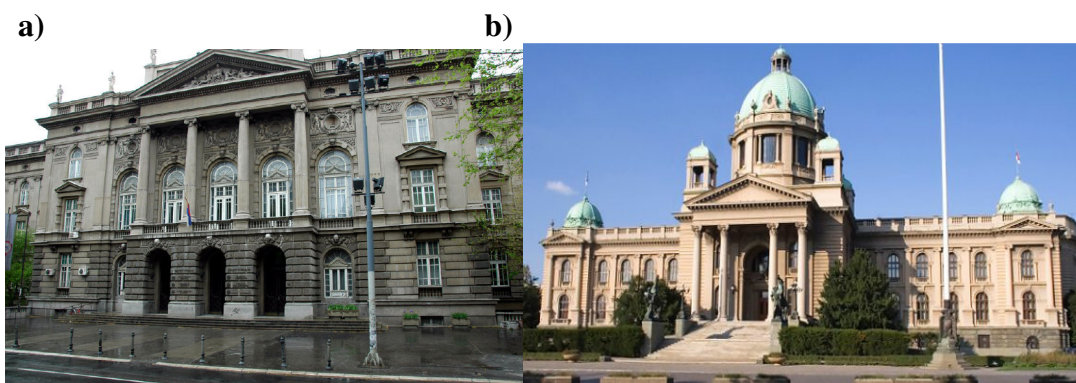
U drugu polovinu 19. veka "pada" i završetak radova 1884. godine na prvoj srpskoj železničkoj pruzi od Beograda do Niša. Mostovi na ovoj pruzi predstavljali su različite čelične rešetkaste konstrukcije, pa je potpuno logično što u njihovoj realizaciji nisu učestvovali srpski izvođači

takvih konstrukcija. Međutim, domaća radna snaga, a takođe i tehnički kadar, svakako su imali učešća u radovima na navedenim prugama.

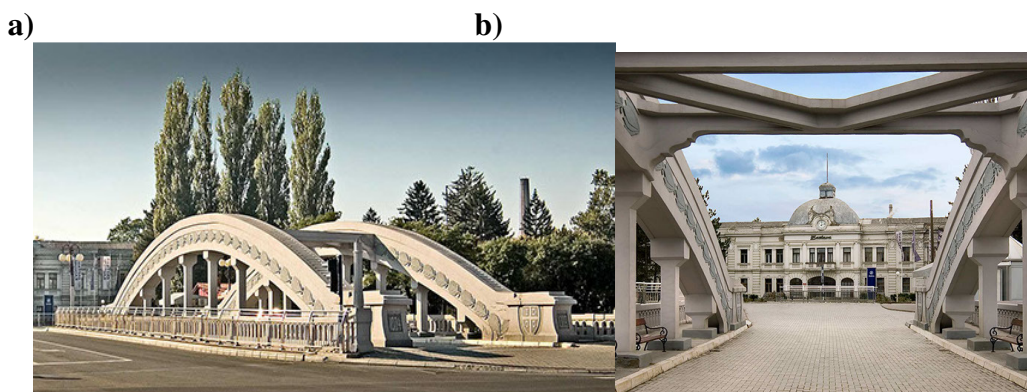
Na slici 1 prikazuju se dva objekta iz vremena o kome je reč: zgrada železničke stanice (glavne) u Beogradu (slika 1a) i zgrada hotela "Moskva" (slika 1b), pri čemu se ovde posebno ukazuje na objekat hotela "Moskva" – na jednu od prvih zgrada u Srbiji na kojoj su primenjene međuspratne konstrukcije od armiranog betona.

3. OBJEKTI U PERIODU IZMEĐU DVA SVETSKA RATA

Kao i u prethodnom vremenu, između dva svetska rata u Srbiji je nastavljeno sa podizanjem monumentalnih zidanih zgrada, ali sada sa već značajnim učešćem armiranog betona u konstrukcijskim sistemima. Od takvih zgrada ovde se navode zgrada Tehničkog fakulteta u Beogradu (podignuta 1931. godine – slika 2a) i zgrada Narodne skupštine Srbije dovršena 1936. godine (započeta još 1907. – slika 2b). Pored navedenih zgrada – proglašениh za spomenike kulture, u Srbiji iz toga vremena postoji i veći broj zgrada čiji su autori arhitekta i inženjeri iz Rusije, koji su u Srbiju došli kao izbeglice nakon Oktobarske revolucije.

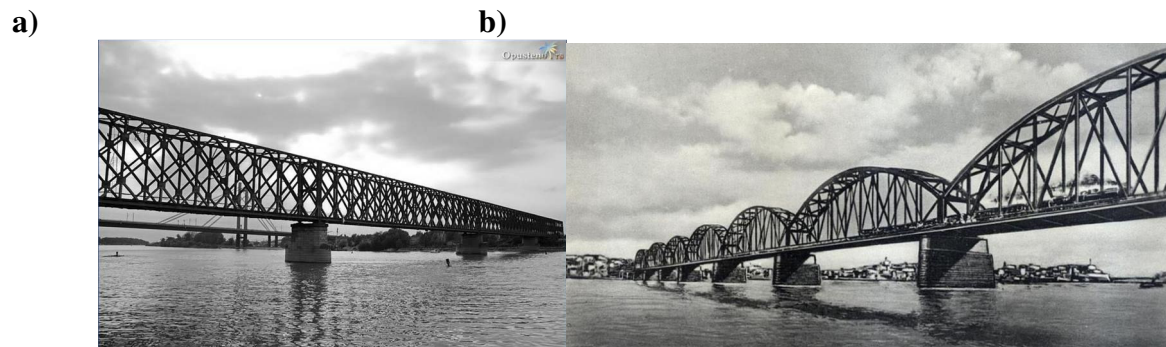


Slika 2. a) – Tehnički fakultet u Beogradu (projektanti arhitekta Branko Tanazević i Nikola Nestorović); b) – Zgrada Narodne skupštine Srbije (projektant Jovan Ilkić)



Slika 3. a) – Lučni most broj 1 preko Lepenice u Kragujevcu; b) – Pogled kroz most na Staru upravnu zgradu „Zastave“

Na slici 3a prikazan je Lučni armiranobetonski most broj 1 u Kragjevcu, koji zajedno sa praktično identičnim Lučnim mostom broj 2 izgrađenim u neposrednoj blizini, čini harmoničnu i jedinstvenu celinu prostora koji spaja levu i desnu obalu Lepenice. Izgrađen je 1923. godine prema projektu inženjera Vase Novičića, pri čemu je njegov raspon oko trideset metara. Na slici 3b, pak, predstavljen je pogled sa mosta u pravcu jedne imponantne zgrade na obali Lepenice – Stare upravne zgrade „Zastave“ izgrađene 1935. godine prema projektu trojice Belgijanaca. Ovde treba reći da je „Zastava“ – u javnosti šire poznata kao fabrika automobila i oružja, ponikla od tzv. karagujevačke Topolivnice (koja je ranije postojala u Beogradu, ali je odlukom najviših državnih organa Srbije premeštena u Kragujevac jer se smatralo da u njemu ima više uslova za razvoj industrije), na novoj lokaciji otpočela sa radom 1853. godine. Od tada nadalje Topolivnica u Kragujevcu je neprkidno proširivana, pa ona 1883. godine postaje Vojnotehnički zavod i počinje da slovi za prvu fabriku oružja na Balkanu, a Kragujevac za značajan industrijski centar. Napominje se da su sve građevinske radove na zgradama tadašnjeg Vojnotehničkog zavoda u najvećem obimu izvodili srpski inženjeri, tehničari i građevinski radnici različitih specijalnosti.



Slika 4. a) – Stari železnički most preko Save u Beogradu; b) – Pančevčki most preko Dunava

Stari železnički most preko Save u Beogradu (slika 4a) izgrađen je još 1884. godine i preko njega je prvobitno išla pruga koja je spajala Beograd i Zemun. S obzirom na vreme izgradnje, on bi, strogo uzevši, trebalo da bude prikazan u poglavlju 2. ovog rada. Međutim, kako je bio srušen u Prvom svetskom ratu, obnovljen 1919. godine i ponovo srušen u Drugom svetskom ratu, da bi ponovo bio izgrađen po završetku rata, autori su smatrali da on ipak treba da bude predstavljen na ovom mestu.

Pančevački most prikazan na slici 4b imao je slični sudbnu kao Stari železnički most preko Save – bio je takođe rušen i obnavljan. Gradila su ga nemačka preduzeća *Siemens-Baunion GmbH* iz Berlina (stubovi) i *Deutsch-Luxemburgische Bergwerks - und Hütten-AG* (Dortmund). Prvobitno je trebalo da bude samo železnički most sa dva koloseka i konzolom za drumski saobraćaj. Most u obliku prikazanom na slici 4b pušten je u saobraćaj 1935. godine. Međutim, već 1941. godine srušen je od strane Jugoslovenske vojske, sa namerom da se uspori napredovanje Nemaca.

Palata „Albanija“ prikazana na slici 5a je prvi oblakoder u Beogradu. Izgrađena je na osnovu konkursnog projekta Branka Bona i Milana Grakalića iz 1938. godine, pri čemu je objekat završen 1939. godine po projektima arh. Miladina Prljevića i konstruktora inž. Đorđa Lazarevića (kasnije izabran za profesora Građevinskog fakulteta u Beogradu). Palata „Albanija“ ima 13 nadzemnih spratova i četiri podzemne etaže, visoka je 53 m i ukupne je površine 8.000 m². U

vreme izgradnje bila je najviša zgrada jugoistočne Evrope. Palata je 1944. godine bila pogođena bombom teškom pola tone tokom savezničkog bombardovanja u Drugom svetskom ratu, što je armiranobetonska konstrukcija „izdržala“ bez većih oštećenja, koja su docnije relativno lako sanirana.

a)



b)



Slika 5. a) – Palata „Albanija“ u Beogradu; b) – Most na Đurđevića Tari

Na slici 5b prikazan je Most na Đurđevića Tari izgrađen na magistralnom putu Pljevlja-Žabljak – most koji prema opštem mišljenju spada među najveće i najlepše saobraćajne objekte u svetu. Radi se, kao što se vidi, o velikom betonsko-lučnom mostu čiji je projektant jedan od najvećih građevinskih stručnjaka Kraljevine Jugoslavije Mijat Trojanović, profesor Građevinskog fakulteta u Beogradu. Građen je u periodu od 1938. do 1940. godine, a kada je završen, bio je najveći drumski most od armiranog betona u Evropi i jedan od nekoliko najvećih objekata ove vrste u svetu. Kao i mnoge mostove na našim prostorima, i njega je zadesila slična sudbina – tokom Drugog svetskog rata bio je delimično porušen, ali je njegovo rušenje izvedeno znalački i to od strane inženjera Lazara Jaukovića koji je učestvovao u izgradnji mosta. Tada je srušena samo konstrukcija poslednjeg malog lučnog otvora (od ukupno četiri takva), dok su ostali delovi mosta ostali neoštećeni. Lazara Jaukovića su Italijani zbog toga uhvatili i strijeljali na samom mostu, a most je po završetku rata saniran i 1946. godine ponovo pušten u saobraćaj.

4. PERIOD POSLE DRUGOG SVETSKOG RATA DO KRAJA 20. VEKA

Vreme od nekoliko decenija po završetku Drugog svetskog rata u Jugoslaviji, a to u punoj meri važi i za Srbiju, karakteriše izuzetno živa graditeljska aktivost koja je na samom početku imala faze „obnove i izgradnje“ i „industrijalizacije i elektrifikacije“, pa je sve to učinilo da građevinarstvo (a danas se ono nominuje kao *građevinska industrija*) od tada postane vrlo značajna privredna grana. Ovaj značaj se, između stalog, ogleda i u tome što je građevinarstvo povezano sa velikim brojem privrednih delatnosti čije proizvode koristi kao sredstvo za rad ili materijal za izgradnju i ugradnju u građevinske objekte.

U vreme posle Drugog svetskog rata dolazi do osnivanja velikog broja građevinskih firmi (projektanskih i izvođačkih), pri čemu danas, kada se spomene *građevinska industrija*, još uvek se mogu čuti priče o čuvenim jugoslovenskim neimarima i ostvarenjima velikih građevinskih

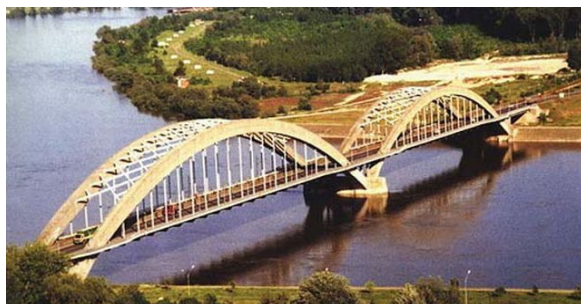
projektantskih i izvođačkih kompanija. Te kompanije su, osim na prostoru tadašnje Jugoslavije, izvodile radove na velikim infrastrukturnim i industrijskim projektima praktično širom sveta: u Evropi, Aziji, Africi, Južnoj Americi, Međutim, krajem 20. veka, iz dobro poznatih razloga, situacija se bitno menja, ali i dalje, u većini ostaju da žive graditeljski dometi iz te prošlosti, pa će se u daljem prikazati objekti iz tog vremena koji predstavljaju reference naših graditelja – u većini članova Saveza inženjera i tehničara Srbije.

U daljem ćemo, od većeg broja hidroelektrana koje su izgrađene posle Drugog svetskog rata od strane srpskih neimara – inženjera, tehničara i radnika – navesti samo sledeće tri:

- HE Bajina Bašta: izvedena na Drini (prema davno iznetoj ideji prof. Miladina Pećinara) u tri faze – sa konačnim završetkom 1966. godine;
- HE Mratinje: lučna betonska brana izvedena u kanjonu reke Pive u Crnoj Gori visine 220m, izgrađena u periodu 1969-1976;
- HE Đerdap I i HE Đerdap II: Hidroelektrana Đerdapje sistem od jedne branske i jedne rečne-protočne hidroelektrane na Dunavu na srpsko-rumunskoj granici; Đerdap I je sagrađen 1970, a Đerdap II 1984. godine.

U daljem će se prikazati i nekoliko većih i značajnijih mostova u Srbiji i van Srbije srpskih konstruktora, izgrađenih u periodu do 1990. godine, u vreme velikih investicija u građevinarstvu (naročito do 1980.).

a)



b)



Slika 6. a) – Originalni Žeželjev most preko Dunava u Novom Sadu porušen 1999. godine; b) – Građenje istog mosta na „skeli“ u vidu pomoćnog betonskog luka

Drumsko-železnički most preko Dunava u Novom Sadu, prikazan na slici 6a, je betonski lučni most projektovan od strane inž. Branka Žeželja (Institut IMS, Beograd). Most je pušten u saobraćaj 1961. godine i u to vreme je bio jedan od najvećih drumsko-železničkih mostova u svetu, pri čemu je on predstavljao i jedinstven primer građenja uz korišćenje prednapregnutog betona. Pri njegovom izvođenju primenjena su dva originalna postupka: postupak prednaprezanje tla i tehnologija građenja lučne konstrukcije bez primene klasične skele. U ovom drugom slučaju radi se o „skeli“ u vidu pomoćnog betonskog luka sastavljenog od montažnih segmenata, čije je izvođenje obezbeđivalo plovni put širine 100m (slika 6b). U NATO bombardovanju 1999. godine, most je više puta gađan da bi konačno bio i potpuno porušen.

Drumsko-železnički most preko Dunava – tzv. pančevački most – predstavljen na slici 7a, je čelični, gredni rešetkasti most projektovan od strane inž. Ljubomira Jevtovića (Zavod za

projektovanje Jugoslovenskih železnica, Beograd). Most prikazan na slici pušten je u saobraćaj 1963. godine i predstavlja „poslednju varijantu“ mosta preko Dunava prikazanog na slici 4b – mosta više puta rušenog i obnavljanog.

„Gazela“ je najprometniji beogradski most preko Save (slika 7b). Građen je od 1966. do 1970. godine kao deo gradskog auto-puta i auto-puta koji je trebalo da poveže ondašnje republike SFRJMakedoniju, Srbiju, Hrvatsku i Sloveniju. Most je čelične konstrukcije, a njegov projektant je prof. dr Milan Đurić, profesor Građevinskog fakulteta u Beogradu. Gradnju mosta je izvelo preduzeće „Mostogradnja“ iz Beograda, u sradnji sa preduzećem „Goša“ iz Smederevske Palanke.

a)



b)



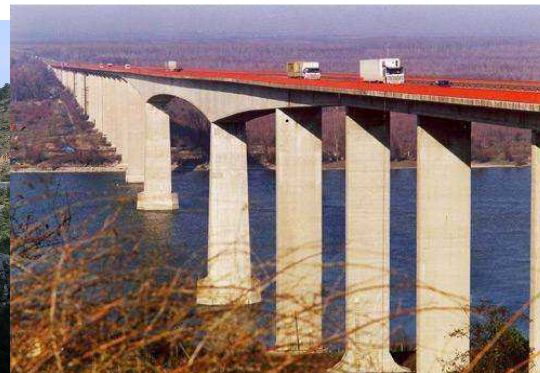
Slika 7. a) – Današnji izgled Pančevačkog mosta preko Dunava u Beogradu; b) – Drumski most “Gazela” preko Save u Beogradu

Na slici 8a prikazan je železnički most preko Male Rijeke (Crna Gora) na pruzi Beograd-Bar. Most je izveden 1974. godine, a njegov projektant je inž. Ljubomir Jevtović (Zavod za projektovanje Jugoslovenskih železnica, Beograd). To je najviši železničkimost u Evropi i drugi u svetu – njegova visina je 200m.

a)



b)



Slika 8. a) – Most preko Male Rijeke na pruzi Beograd-Bar; b) – Drumski most preko Dunava kod Beške – prva faza izgradnje

Drumski most preko Dunava kod Beške (slika 8b) sagrađen je u okviru projekta auto-puta Beograd-Novi Sad-Subotica. Ukupna dužina mosta je 2.250m, a širina 14,4m. Most ima tri trake za drumski saobraćaj (pun profil za jednu stranu auto-puta) i dve pešačke staze širine 1,7m. Usled velike razlike u nadmorskoj visini leve i desne obale Dunava, most je dizajniran sa

nagibom od 2,3%, što je ujedno i najveći nagib na auto-putu. Tokom srednjeg vodostaja most se uzdiže oko 51m iznad Dunava. Pri njegovom građenju primenjena je jedna originalna tehnologija građenja grednih mostova bez skela. Glavni dizajner mosta je bio Branko Žeželj, a izgradila ga je »Mostogradnja« između 1971. i 1975. godine. Oktobra meseca 2011. godine otvoren je i pušten je u saobraćaj i drugi most kod Beške – praktično most „blizanac“, pa je time posle skoro 20 godina, u potpunosti završen auto-put Beograd-Novi Sad-Subotica.



Slika 9. a) – Drumski most preko Dunava koji spaja Kovin i Smederevo; b) – Most preko Save u Beogradu u produžetku Brankove ulice

Drumski most preko Dunava koji spaja Kovin i Smederevo prikazan na slici 9a je čelična gredna konstrukcija izvedena 1976. godine. Projektant mosta je inž. Branko Tripalo (Mostogradnja, Beograd).

Most preko Save u Beogradu, u produžetku Brankove ulice, izgrađen je u dve faze: prvo je 1957. godine od strane firme Kurt Kloeppel, MAN, Minhen, Nemačka, izveden čelični gredni most raspona 261 m (što je u to vreme bio svetski rekord raspona drumskog čeličnog grednog mosta), da bi 1978. godine, pored njega, praktično kao most „blizanac“, bila izvedena nova mostovska konstrukcija projektovana od strane inž. Danila Dragojevića (Mostprojekt, Beograd). Na slici 9b prikazan je današnji izgled oba mosta.



Slika 10. a) – Izgled završenog mosta Kopno – Krk; b) – Građenje lukova istog mosta bez skele

Most Kopno – ostrvo Krk prikazan na slici 10a, kao što se vidi, sastoji se od dve lučne konstrukcije, pri čemu se od tih konstrukcija posebno ističe luk od kopna do ostrvca Sveti Marko raspona 390m. Ovaj raspon i danas predstavlja rekord među armiranobetonskim lučnim konstrukcijama u svetu. Specifikum mosta je u tome što su oba njegova luka izgrađena bez primene klasične skele – postupkom segmentnog izvođenja delova lukova i stubova – uz njihovo

„pridržavanje“ sistemom privremenih prednapregnutih zatega (slika 10b). Projektant mosta je inž. Ilija Stojadinović, a most su izgradila poduzeća „Mostogradnja“ i „Hidroelektra“.

a) b)

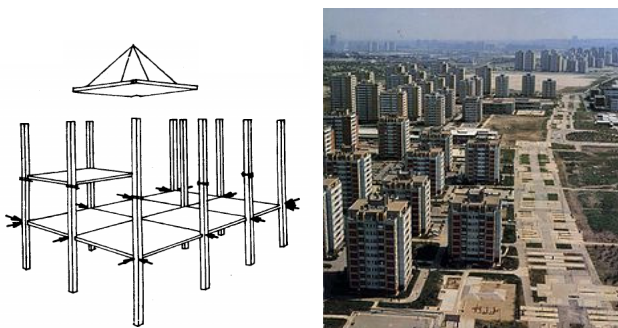


Slika 11. a) – Novi železnički most preko Save u Beogradu; b) – Most „Gazivode“

Železnički most preko Save u Beogradu (tzv. Novi železnički most) pušten je u saobraćaj 1980. godine u sklopu rekonstrukcije beogradskog železničkog čvora (tzv. rešenja "Prokop") po projektu Nikole Hajdina i Ljubomira Jevtovića (Mostprojekt). To je bio prvi železnički most sistema sa kosim kablovima izveden u Evropi (slika 11a).

Na slici 11b prikazan je čelični drumski most „Gazivode“ izveden preko jezera Gazivode. Most je izgrađen na lokaciji ranijeg mosta na Ibru, potopljenog formiranjem jezera. Sastoji se od dvozglavnog čeličnog luka sa obešenim kolovozom i od prednapregnutih inundacionih konstrukcija na obe obale. Most je izveden 1989. godine, prema projektu Gojka Nenadića i Slobodana Cvetkovića (Mostprojekt, Beograd).

U dosadašnjim izlaganjima upotrebljavan je termin “prednaprezanje”, pa ovde treba reći da se tu radi o originalnom domaćem sistemu prednaprezanja–*Sistemu prednaprezanja IMS Žeželj*.



Slika 12. Koncept IMS sistema skeletnih zgrada i grade u IMS sistemu u Bloku 45

Na slici 12-levo u šematskom obliku prikazuje se koncept sistema građenja zgrada po tehnologiji sistema IMS, koji je u Institutu za ispitivanje materijala Srbije razvijen prema ideji Branka Žeželja. Po ovom sistemu izvedene su mnogobrojne zgrade kod nas i u svetu, pri čemu se na slici 12-desno prikazuju zgrade u sistemu IMS podignute u Bloku 45 na Novom Beogradu. Na izgradnji i projektovanju tog bloka bio je angažovan veći broj naših arhitekta, inženjera i građevinskih preduzeća („Inpros“, „Ratko Mitrović“, „Napred“ i preduzeće „7. juli“), pri čemu su glavni arhitekti bili Mihailo Čanak, Rista Šekerinski i Grgur Popović.

a) b)



Slika 13. a) – Unutrašnjost sportske hale “11. april” na Novom Beogradu; b) – Avalski toranj

Na slici 13a prikazan je snimak unutrašnjosti sportske hale “11. april” na Novom Beogradu, čiji je centralni deo u konstrukcijskom smislu rešen u vidu prostornih lukova od lameliranog drveta raspona 89m. Objekat je projektovao arh. Igor Palavičini, a izvela firma “Krivaja” iz Zavidovića.

Na slici 13b, pak, prikazuje se Avalski televizijski toranj prvobitno pušten u rad 1965, a srušen u NATO bombardovanju 1999. godine. Nakon obnove u trajanju od tri godine, toranj je ponovo otvoren 2010. godine. Projektanti tornja su arhitekta Uglješa Bogunović i Slobodan Janjić, dok je autor konstrukcije akademik Milan Krstić. Izgradnja tornja bila je poverena građevinskom preduzeću „Rad“ iz Beograda.

JAT-ov Hangar 2 na beogradskom aerodromu (slika 14) je pravougaone osnove, dimenzija 135,8 x 70,05 m sa dva proširenja 16,80x22,40 m za prednje delove aviona, a najveća visina mu je 37,35 m. Krovna konstrukcija od armiranobetonskih dvopojasnih sekundarnih nosača i roznjača, obešena o tri glavna poduzna dvopojasna spoljašnje prednapregnuta noosača sa kablovima van poprečnog preseka betona. Glavni nosači sa strelom od 9,70 m izvedeni su na skeli neposredno iznad tla, pa su posle prethodnog naprezanja liftovani u projektovani položaj i oslonjeni na 6 glavnih stubova. Projektanti su arh. Ivan Antić i prof. dr M.Ivković sa sardanicima.



Slika 14. JAT-ov Hangar 2 na beogradskom aerodromu

Hala beogradske arene (slika 15a) je pravougaone osnove sa zaobljenim uglovima, dimenzija 132,70 x 102,70 m, a najveće visine 36 m. Glavna krovna konstrukcija, oslonjena na 14 stubova,

prostorni je sistem u obliku prethodno napretnog sočiva strele 12 m, diskretizovanog u dvopojasni ortogonalni roštilj, formiran od tri poduzna i četiri poprečna spoljašnje prednapregnuta armiranobetonska nosača, sa kablovima van poprečnog preseka. Glavni nosači su prefabrikovani sa ukupno 43 dela i monolitizovani neposredno iznad tla. Posle prve faze prednapreznjanja, kompletan roštilj tezinje 3.400 t liftovan je u projektovani položaj. Autor arhitekture je arh. V .Slavica, a projektant krovne konstrukcije prof. M.Ivković, sa sardnicima. Na slici 15b prikazuje se hala u jednoj od faza izvođenja radova.

a)

b)



Slika 15. a) - Izgled završenog objekta; b) - Objekat u jednoj od faza građenja

Hala PIONIR (slika 16a) je posle Beogradske arene najveća sportska dvorana u Beogradu. Otvorena je 1973. godine. Izgradjena je po projektu arhitekata Ljiljane i Dragoljuba Bakića. Radove je izveo „Energoprojekt“ u roku od 11 meseci. Korisna površina dvorane je 16.000 m², a površina sportskih borilišta 2.500 m². Kapacitet mesta za sedenje je oko 6.000. Na slici 16b prikazana je unutrašnjost hale.

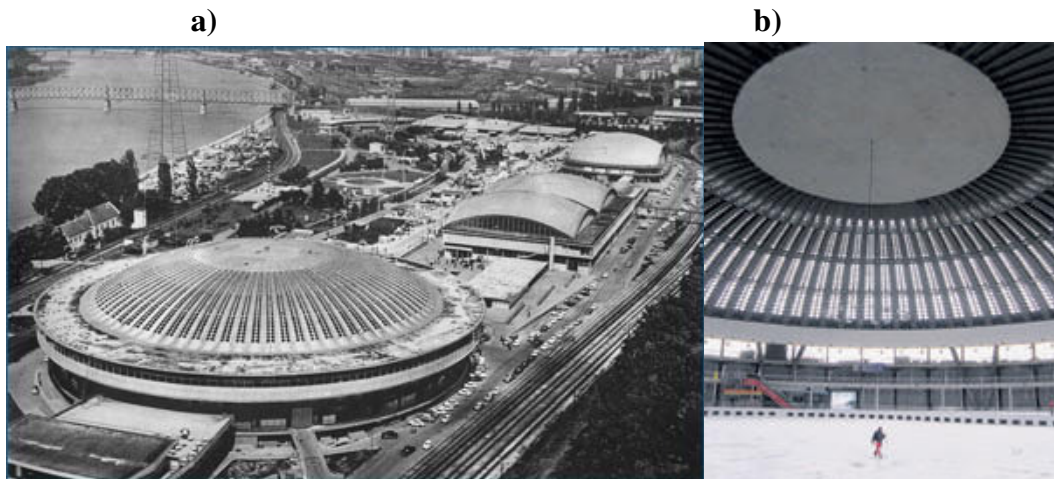
a)

b)



Slika 16. a) - Hala PIONIR u Beogradu; b) - Unutrašnjost hale

Beogradski sajam sa svojim izložbenim halama (slika 17a) jedno je od najvrednijih dela srpske posleratne arhitekture i predstavlja svedočanstvo tehničkog, tehnološkog, naučnog i kreativnog uzleta društva krajem pedesetih i početkom šezdesetih godina 20. veka. Svojim urbanističkim i arhitektonskim rešenjem, dimenzijama, skladnošću oblika i opštom impozantnošću, svrstava se među najuspelija ostvarenja domaće arhitekture.



Slika 17. a) - Snimak beogradskog sajma sa halama; b) - Detalj kupole Hale 1

Hala 1 u sklopu sajma zamišljena je kao savremeno oblikovani urbanistički kompleks, građena dotad neprimenjenim tehnikama prethodne fabrikacije, uz upotrebu prenapregnutog betona, po projektu tima u kojem su bili arhitekta Milorad Pantović i građevinski inženjeri Branko Žeželj i Milan Krstić. Kružnog je oblika, pokrivena kupolom čiji je raspon 109 metara (slika 17b), što je u vreme gradnje bila najveća kupola na svetu napravljena od prenapregnutog betona. Maksimalna visina iznosi 30,78 m i ima više nivoa podeljenih na suteran, arenu, parter i dve galerije. Ukupna površina hale je 21 280 m², od čega je izložbena površina 15 030 m².

5. NAJNOVIJI RAZVOJNI PERIOD

Politički događaji krajem dvadesetog veka doveli su do globalnih promena društvenog sistema zemlje, pa se to odrazilo i na naše graditeljstvo. Raspad Jugoslavije, praćen ratnim dejstvima, a posebno NATO bombardovanjem, doveo je do rušenja velikog broja objekata: mostova, hala, zgrada, industrijskih objekata i dr, ali isto tako i do odlaska velikog broja inženjera i tehničara iz zemlje, čime je značajno oslabila struktura sposobna za veće domete u građevinarstvu.

Početak novog stoleća na taj način pred graditelje postavlja veliki zadatak – obnoviti porušeno, kako bi se normalizovao zivot, pri čemu je tu na prvom mestu reč o hitnoj obnovi porušenih mostova. Međutim, radi se i o obnovi drugih objekata (koja traje još i danas), pri čemu na mestima mnogih ruševina rastu moderni objekti od armiranog betona, čelika i drveta.

Promena društvenog sistema prouzrokuje uvođenje u privredni sistem zemlje privatnu svojinu i u oblasti graditeljskih firmi, sa svim posledicama – pozitivnim i negativnim. Nestaju ranije velika građevinska i projektantska preduzeća. Preostaje ih samo manji broj i to onih sa poslovima sklopljenim u inostranstvu. Formiraju se nova preduzeća, značajno manjih kapaciteta. Sve ovo ne umanjuje izuzetno vredan rad konstruktera na različitim zadacima, pri čemu se kroz

graditeljske realizacije postepeno u život uvode evropske norme projektovanja, izvođenja i pratećih postupaka.

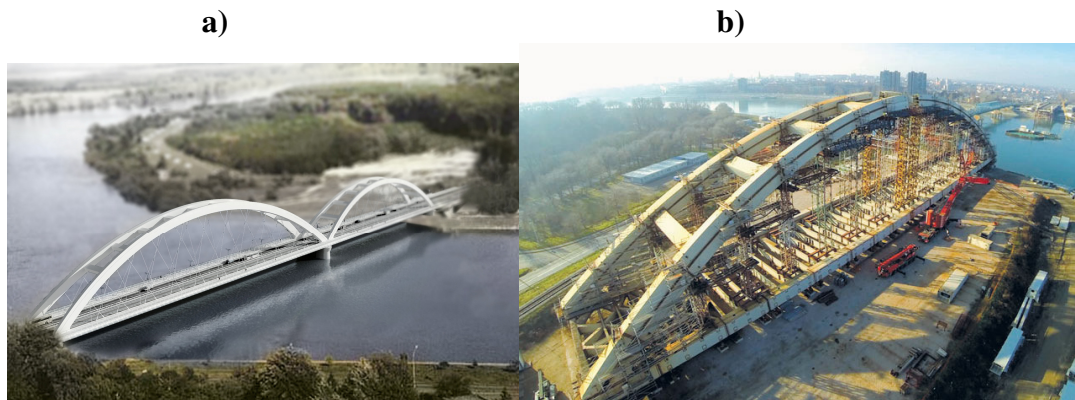
Međutim, mnoge nepovoljne okolnosti u kojima se radi ipak nisu sprečile izradu projekata novih konstrukcija, kao i njihovo izvođenje. U daljem će biti navedeni i opisani samo neki od važnijih objekata na čijem su građenju članovi SIT Srbije – inženjeri i tehničari – učestvovali (ili rade i dalje) kao projektanti ili saradnici na izvođenju.



Slika 18. a) – Izgled završenog mosta na Adi; b) – Detalj stuba-pilona

Na slici 18a prikazan je izgled završenog mosta na Adi u Beogradu, dok je na slici 18b prikazan detalj stuba-pilona istog mosta. Ovim mostom, koji je projektovan kao most sa kosim kablovima vezanim za jedan visok stub-pilon, a koji se, između ostalog karakteriše i velikim rasponima čelične konstrukcije, rešen je jedan od gorućih problema beogradskog saobraćaja.

Novi čelični lučni most u Novom Sadu na mestu porušenog Žeželjevog mosta prikazan na slici 19a, koji je pušten u saobraćaj pre kraćeg vremena, izveden je prema rešenju domaćeg projektanta, a realizovan uz učešće domaćih izvođača radova. Novo rešenje mosta je u prednosti nad starim rešenjem stoga, što su primenjena dva nejednaka luka sa zategama, čime su lakše prihvaćene reakcije na postojeće stubove-oslonce. Na slici 19b, pak, prikazan je jedan od lukova mosta u fazi izgradnje koja je bila “na suvom” – pre početka primene postupka “navlačenja” preko reke.



Slika 19. a)- Završen novi mos na mestu ranijeg Žeželjevog mosta; b) - Jedna od faza građenja

Osim izuzetno značajnih konstrukcija o kojima je napred bilo reči, ovde treba ukazati i na neke graditeljske aktivnosti koje bar zaslužuju da budu pomenute:

- Puštenje u saobraćajnost preko Dunava Zemun-Borča, izveden od strane kineskih projekatana i izvodjača, ali i uz učešće naših inženjera;
- Intenziviraju se radovi na završavanju koridora kroz Srbiju, sa izradom velikog broja mostova, tunela, potpornih zidova i drugih konstrukcija;
- Gradiseveliki broj poslovnih i stambenih objekata sa impozantnim konstrukcijskim rešenjima, pri čemu su projektanti i izvođači tih objekata u većini naši stručnjaci, odnosno domaće građevinske firme.

Ako se upitamo šta će obeležiti vreme koje dolazi, odgovor je za početak jednostavan. Posao konstruktora obeležiće primena novih materijala (betoni visokih čvrstoća, karbonske trake i dr.), što omogućava savlađivanje većih raspona sa manjim dimenzijama konstrukcijskih elemenata. Pri ovome, treba uzeti u obzir i nove metode za saniranje i rekonstrukciju objekata koje će, što je i potpuno logično, sve češće biti primenjivane u odnosu na objekte čiji se vek trajanja bliži kraju.

Primena novih tehnologija izvođenja objekata (primena samougradljivih betona, nove metode izvođenja mostova – guranjem i dr.) svakako će dovesti do ušteda u vremenu i radnoj snazi.

Novi kompjuterski programi za statičku i dinamičku analizu konstrukcija omogućiće bržu i tačniju izradu tehničke dokumentacije.

Ipak, najvažnije je sahvati da se ne smeju zaboraviti i zanemariti osnovne premise građevinskog konstrukterstva; potrebno je i dalje poznavanje elementarnih statičkih i dinamičkih analiza, ali je takođe potrebno i dalje sticanje novih teoretskih znanja i iskustava na izvođenju objekata.

Škole i fakulteti, po mišljenju autora, s obzirom na prihvaćen bolonjski proces, danas nisu u stanju da slušaoce edukuju na način koji bi u pojedinim oblastima bio na ranijem nivou, pa se stoga hitno, pored praćenja novih tendencija, treba okrenuti i očuvanju osnovnih-elementarnih znanja, bez kojih je (takođe po mišljenju autora) nemoguće pratiti razvoj u struci.

LITERATURA

[1] Dostignuća Jugoslavije u betonskim konstrukcijama - monografija: Savez društava građevinskih konstruktora Jugoslavije, 1988.

[2] Jugoslavija u razvoju: tehnologije i razvoj - monografija: Jugoslovenski savez za širenje naučnih saznanja, Beograd, 1989.

[3] Zbornici radova sa kongresa i simpozijuma Društva građevinskih konstruktora Jugoslavije i Društva građevinskih konstruktora Srbije