

CESTE I MOSTOVI

Vol. 34

Zagreb, 1988.

Broj 1



Lučnim betonskim

Siručni rad
UDK 624.5:624.6
IRRD 24:53

stručnu kritiku, odigrat će pozitivnu ulogu, jer će izazvati stručnu polemiku, borbu mišljenja, koja je u našem pozivu ne samo poželjna i dobrodošla već neophodna i vrlo korisna.

Kako bi se ovaj problem međusobne borbe za pre-
stiz između raznih vrsti konstrukcija mostova osvijetlio i iz drugog ugla, citirat ću mišljenje uglednih stranih konstruktora mostova, koje odudara od mišljenja u našem vodenom članku, te na nizu konkretnih izvedenih mostova ukazati na njihovu realnost i objektivnost.

U francuskom stručnom časopisu ANNALES du bâtiment et des travaux publics (No. 393, april 1981) iznijeto je mišljenje da će se u budućnosti, kod betonskih mostova raspونا preko 200 m, borba za prestiž voditi — u zavisnosti od lokalnih uvjeta — između ovješениh i lučnih mostova, jer će nove metode izvođenja pružiti lukovima priliku da ponovno postanu konkurentni drugim konstrukcijama mostova, koje su ih u posljednjih 30 godina potisle isključivo iz ekonomskih razloga. Budući da su lokalni uvjeti koji daju prednost jednoj ili drugoj vrsti konstrukcije veoma različiti, to će pri dovoljnoj konstruktivnoj visini i u stjenovitom tlu pogodnom za prijem kosih sila prednost imati lučni mostovi, a u protivnom, pri ograničenoj konstruktivnoj visini i u nevezanom tlu, nepodesnom za prijem kosih sila, šanse će biti na strani mostova s kosim kabelima.

2. O MEĐUNARODNIM LICITACIJAMA

Ovješeni most preko 130 m duboke uvale Wadi Kuf u Libiji, na sjeveru Afrike, izveden od 1967. do 1971. godine, očigledan je primjer kako pretrjerano forsiranje konstrukcije mosta u lokalnim uvjetima koji joj nisu skloni neminovno dovodi do promašaja i u ekonomskom i u estetskom pogledu. Sredinom 1966. godine za taj je most bila raspisana međunarodna licitacija na kojoj je sudjelovalo osam ponuđača iz četiriju evropskih zemalja. Osim osnovnog projekta koji se sastojao od prednapete betonske gredne konstrukcije s kosim kabelima raspona 282 m, nudene su i druge varijante između kojih spominjemo grednu kontinuiranu konstrukciju sandučastog presjeka od prednapetog betona, te rješenoje s betonskim

znak ob-
pod na-

ti mosto-
tinskih i
tom

vljen je
tura K.
na druge

mostovi
ISKOM-
ALE TL-
n raspo-
zvedenih

eno:
riornost

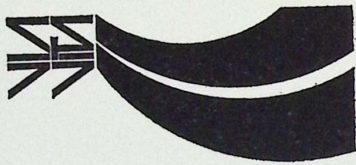
ktivnog i
izmišlja-
rješje-
om, jed-
načajnih

ne skele,
za gred-
i se pri-

ktivna i
jektivnu

CESTEMOSIOM

GLASILO SAVEZA DRUŠTAVA
ZA CESTE HRVATSKE I
SAVEZA DRUŠTAVA ZA
PUTOVE JUGOSLAVIJE



CASOPIS ZA PROJEKTIRANJE,
GRAĐENJE, ODRŽAVANJE I
TEHNIČKO-EKONOMSKA
PITANJA CESTA, MOSTOVA
I AERODROMA

SADRŽAJ

- Stanko Šram, Zagreb
O ovješениm i lučnim betonskim mostovima 1
- Jure Radić
Dinamički faktor i dinamička analiza grednih mostova 15
- izvorni znanstveni rad
- Dubravko Milojević, Zagreb
Unapređenje organizacije raspoređivanja autobusa u javnom gradskom prijevozu 25
- stručni rad
- Naši mostovi** 32
- Jadranski mostovi (Z. Marić)
Iz rada saveza i društava za ceste
- 36
- VI. sjednica Predsjedništva SDPJ u Prištini
- 37
- VII. sjednica Predsjedništva SDPJ
- 37
- Seminar u Iloku

Casopis »Ceste i mostovi« izdaje Savez društava za ceste Hrvatske, član Saveza društava za putove Jugoslavije.
Osnovna je svrha Casopisa da upoznaje čitatelje s najnovijim dostignućima i iskustvima u projektiranju, građenju, održavanju te sa svim akcijama na unapređenju cestovne mreže.

- Godišnja pretplata
 - za pravne osobe: prvi preplatični primjerak 30 000 dinara a svi naredni uz 10% popusta
 - za poduzetnike: 6000 dinara
 - za fizičnike: 82 SAD dolara, a za zrakoplovnu ili preporučenu poštom: 24 SAD dolara
- Pojedini primjerci u prodaji
 - za pravne osobe: 2500 dinara
 - za fizičnike: 550 dinara

- Cijena oglasa
- za uzemstvo:
 - omotna stranica 1/1 — 250 000 dinara
 - unutarnja omotna stranica 1/1 — 200 000 dinara
 - unutarnja stranica 1/1 — 160 000 dinara
 - unutarnja stranica 1/2 — 80 000 dinara
 - za inozemstvo:
 - unutarnja stranica 1/1 — 660 SAD dolara
 - unutarnja stranica 1/2 — 500 SAD dolara
 - unutarnja stranica 1/4 — 350 SAD dolara

Za šiskanje Casopisa koriste se sredstva Saveza republičkih i pokrajinskih samoupravnih interesnih zajednica za tužene delatnosti u SFRJ. Republičke zajednice za znanstveni rad SR Hrvatske te sredstva potpisnika samoupravnog sporazuma o sufinansiranju Casopisa.

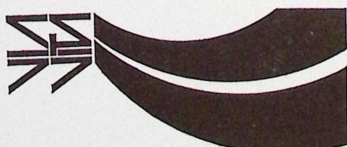
UREDNIČKI ODOBOR

- Glavni i odgovorni urednik: Darko Mihanović, dipl. inž., Zagreb
Zamjenik gl. i odg. urednika: dr. Zvonimir Marić, dipl. inž., Zagreb
Baldo Bakalić, dipl. inž., Split, Tomislav Bilić, dipl. inž., Zagreb, mr. Josip Bošnjak, dipl. inž., Osijek, Josip Buselić, inž., Zagreb, Dušan Deković, inž., Rijeka, Zeljko Kadjević, dipl. inž., Zagreb, Ivan Kamber, prof., Zagreb, Ivica Krasovec, Zagreb, Mario Ladavac, dipl. inž., Pazin, dr. Ivan Legac, dipl. inž., Zagreb, dr. Ivo Lozić, dipl. inž., Split, dr. Zvonimir Marić, dipl. inž., Zagreb, Darko Mihanović, dipl. inž., Zagreb, Alojz Petrović, dipl. inž., Zagreb, Julius Favalnik, dipl. inž., Zagreb, Franjo Pregorec, dipl. ek., Zagreb, dr. Zdravko Ramljan, dipl. inž., Zagreb, Josip Sekopeć, dipl. inž., Zagreb, Zlatko Tršljak, dipl. inž., Osijek.

Tehnički urednik: Mirjana Zec, prof.
Klasifikacija i indeksiranje po UDK i IRRD: mr. Davor Sovagović
Grafička obrada: Branko Zlamalik
Casopis izlazi mjesečno.

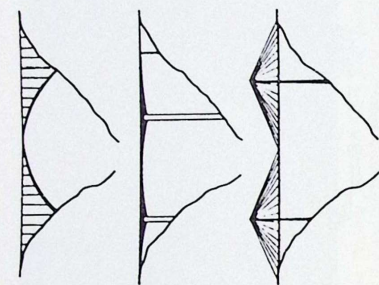
Tisak: NISRO »Vjesnik« — OOUK TMG — Pogon VŠ
Casopis izdaje Savez društava za ceste Hrvatske, Zagreb, Yončinina ulica 3, tel. 445-422/63, pošt. pret. 673, žiro-račun 30102-678-271, žiro-račun za inozemstvo kod Privredne banke Zagreb 30101-620-37-00-7210-00764-1

CESTEMOSIOM



IZDAVAČKI SAVJET

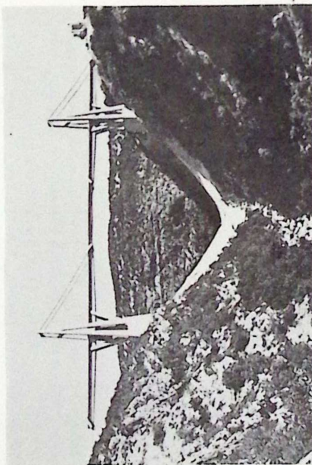
- Predsjednik: Ante Smit, dipl. inž., Zagreb
Orhan Avdović, dipl. inž., Škopje, prof. dr. Branimir Babić, dipl. inž., Zagreb, Dragan Biagović, dipl. ek., Zagreb, Muhamed Čorbić, dipl. inž., Zagreb, Zeljko Hitrec, dipl. inž., Zagreb, Zvonimir Hrestak, dipl. inž., Zagreb, Milan Jerković, dipl. ek., Rijeka, prof. Aleksandar Klemenčić, dipl. inž., Zagreb, Marjan Krajnc, dipl. inž., Ljubljana, prof. Stjepan Lamer, dipl. inž., Zagreb, Luka Marček, dipl. ek., Zagreb, prof. Jakša Miličić, dipl. inž., Split, Stjepan Predavec, dipl. inž., Zagreb, Svecozar Ržnatović, dipl. inž., Niš, prof. Hasan Sarajlić, dipl. inž., Sarajevo, popuk, Miroslav Simić, Zagreb, Mihaljo Stresnjak, dipl. ek., Osijek, Ante Smit, dipl. inž., Zagreb, Momčilo Sotra, dipl. inž., Novi Sad, prof. dr. Stanko Šram, dipl. inž., Zagreb, prof. dr. Miroslav Terzić, dipl. inž., Beograd, Čedo Tomljanović, dipl. inž., Zagreb.



Slika 3. Tri varijante za most preko kanjona rijeke Bloukrans u Južnoj Africi, 1977. godine

nomičnosti jedne i druge varijante, te da se rješenje s kosim kabelima u takvim lokalnim uvjetima ocijeni kao potpun promašaj u ekonomskom pogledu. Lokalne prilike, sa strmim padinama uvale, očito nisu bile pogodne za takvu vrst konstrukcije. Za izvedbu temelja pilona, dimenzija na osnovi 36×32 m, bilo je potrebno obaviti 30 600 m³ iskopa u stijeni, kojim je zatrpano čitavo dno uvale ispod mosta. Na slikama su prikazane pomoćne skele korištene za izvedbu gredne konstrukcije kotlika.

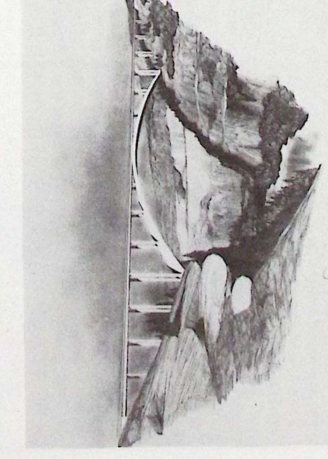
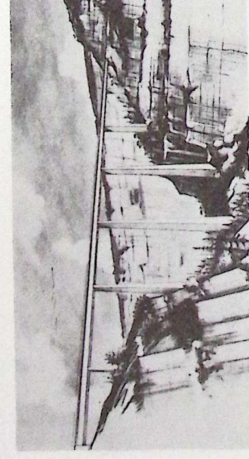
U svojoj knjizi o estetici i oblikovanju mostova (1982. g.) poznati njemački građevinski konstruktor i graditelj mostova F. Leonhardt navodi da je jedna od pozitivnih estetskih osobina mostova i njihova jednostavnost, te da je lijep onaj most na kojemu nema ničega suvišnog. S tog stajališta, estetska ocjena ovoga mosta bila bi veoma skromna. Osim izgleda mosta sa strane iz raznih kutova i perspektive, koji zbog osjećaja suvišnih, nepotrebnih elemenata nije povoljan, važan je i dojam koji doživljava korisnik mosta prigrdom prilaza preko njegova. I iz takve perspektive, ovaj most s masivnim, visokim pilonima iznad kolnika, u estetskom pogledu nesumnjivo zaostaje za mostovima s kontinuiranim grednim i lučnim konstrukcijama (sl. 2).



Slika 2. Izgled gotovog mosta preko uvale Wadi Kuf s ovješenoj konstrukcijom mosta od prednapetog betona

Devet godina kasnije počela je na jugu Afrike gradnja mosta preko 216 m dubokoga kanjona rijeke Bloukrans. Nakon višegodišnjih detaljnih studija u užu, su izbor ušle tri varijante: lučni most od armiranog betona raspona 270 m, kontinuirani gredni most sandučastog presjeka od prednapetog betona raspona 230 m, te most od prednapetog betona s kosim kabelima, uz varijantu od čelika (sl. 3). Nakon obavljenog natječaja, varijanta s kosim kabelima je odabrana kao najskuplja (L'Industria Italiana del Cemento 3/1986). Budući da su za temeljenje visokih stupova gredne kontinuirane konstrukcije bile predviđene znatne količine iskopa, te sidrenje temeljnih blokova duboko u stijenu, odabrana je varijanta s betonskim lukom, koji je svojim okomitim pri- tiskom na padine kanjona audio ekonomično i sigurno rješenje. U taj luk raspona 272 m koji je izveden konzolnim načinom gradnja ugrađeno je ukupno 13 000 m³ betona, 2200 tona armature i 120 tona kabela uz 3000 m³ iskopa u stijeni.

Usporedba količina ugrađenog betona i obavljenog iskopa u stijeni, ostvarenih na tom mostu na jugu Afri-

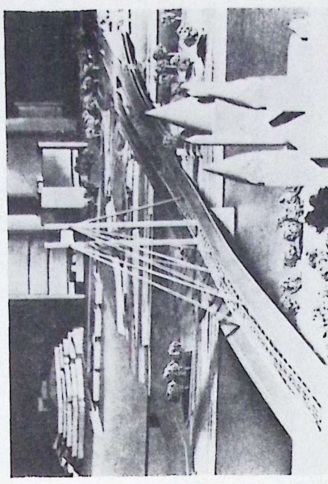


Slika 1. Tri varijante na licitaciji za most preko uvale Wadi Kuf u Libiji, 1966. godine

lukom raspona 280 m što ga je ponudila jugoslavenska tvrtka Mostogradnja iz Beograda (sl. 1). Prigodom otvaranja ponuda ustanovljeno je da je ponudena varijanta s betonskim lukom 20% jeftinija od osnovne varijante s kosim kabelima, ali je iz formalnih razloga, u vezi s garancijom banke, eliminirana. U toj ponudenoj varijanti s betonskim lukom bilo je predviđeno ukupno oko 13 000 m³ betona, te 9000 m³ iskopa u stijeni za temelje luka, stupova i upornjaka. Odabrana je i izvedena varijanta s kosim kabelima u koju je prema podacima iz stručnog časopisa Schweitzerische Bauzeitung (Heft 11, 1973) ugrađeno oko 59 000 m³ betona uz 85 800 m³ iskopa u stijeni za temelje pilona i upornjaka. Vec samo ta dva podatka dovoljna su da se dobije predstava o eko-

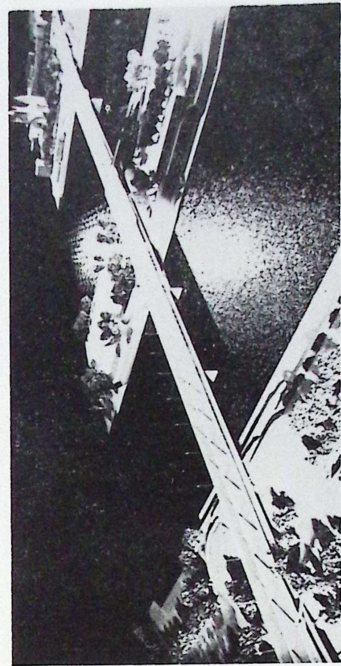


Slika 4. Izgled gotovog mosta preko kanjona Bloukrans u Južnoj Africi



Slika 5. Jedna od ponuđenih varijanta ovješenej konstrukcije za novi most preko Dunava u Beču, koje na natječaju nisu uspjele

cija s kosim kabelima — 20% skuplja. Iako se prije toga rušenja na tom mjestu nalazio viseći most, podignut 1937. godine, s pilonima, čeličnim užadima i vješaljka-

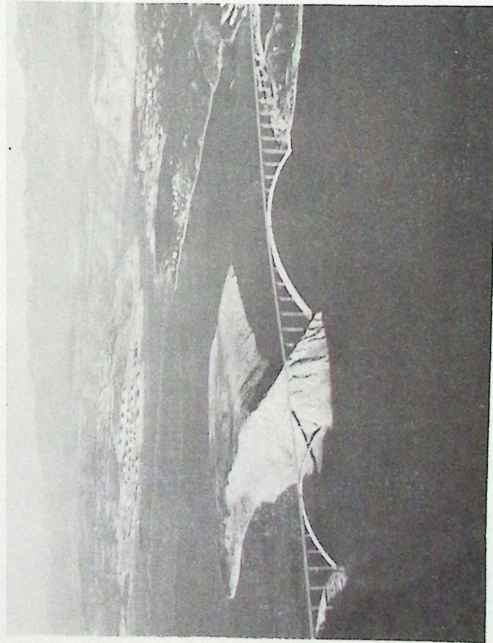


Slika 6. Izgled odabrane i izvedene varijante s kontinuiranom, grednom konstrukcijom od prednapetog betona

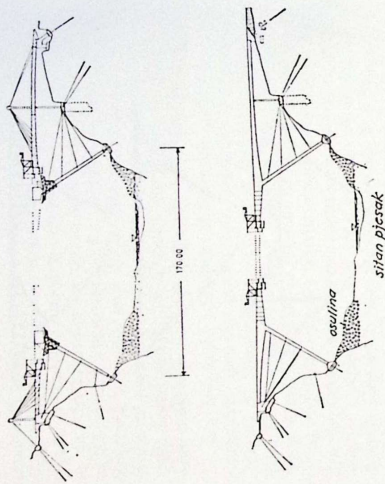
iznad kolnika, stručni žiri i investitor nisu se odlučili za modernu i atraktivnu konstrukciju mosta s kosim kablama, već su odabrali jednostavnu, skladnu i ne-nametljivu kontinuiranu konstrukciju mosta od prednapetog betona, koja se bolje uklapa u postojeću urbanu sredinu (sl. 6).

Ni na licitaciji održanoj 1971. godine, u povodu gradnje mosta kopno—otok Krk, varijante s ovješanim mostovima nisu imale uspjeha. Ovješeni most raspona 470 m, kakav je tada ponuđen, ni do danas nije ostvaren nigdje u svijetu, ni u betonu ni u čeliku. Između desetak ponuda grednih, lučnih, visećih i ovješanih konstrukcija domaćih izvođača povezanih i sa stranim kolegama, stručni žiri je predložio varijantu s klasičnim visećim mostom, koja nije izvedena, jer je nakon detaljnih naknadnih analiza morala ustupiti mjesto ekono- ničnijem rješenju s betonskim lukom, koji je izveden od domaćeg materijala bez trošenja deviznih sredstava. Pored visoke nivoete uvjetovane plovidbom ispod mosta, te čvrstoga stjenovitog tla podmostnog za prijem kosih pilona iznad njega, mnogo je prirodnije i logičnije, bolje se uklapa u sredinu, te uz prednosti u ekonomskom pogledu nesumnjivo predstavlja povoljnije rješenje i u estetskom (sl. 7).

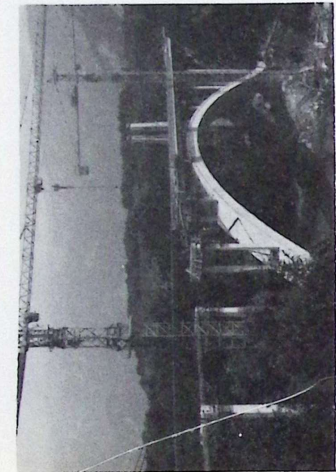
U kojoj mjeri mogu lokalni uvjeti utjecati na izbor konstrukcije mosta, svjedoči i most preko 250 m širokog i 80 m dubokoga kanjona rijeke Gouritz na jugu Afrike (sl. 8). Između više varijanata grednih, lučnih i ovješanih mostova odabrano je, iz ekonomskih razloga i zbog opasnosti od iznenadnih poplava u toku gradnje, rješenje s kosom razuporom od prednapetog betona raspona 170 m. Most je izveden konzolnim načinom gradnje. Udru- ženje građevinskih inženjera Južne Afrike nagradilo je most kao najbolje konstruktorsko ostvarenje u 1977. go- dini.



Slika 7. Izgled odabrane i izvedene varijante s betonskim lukovima

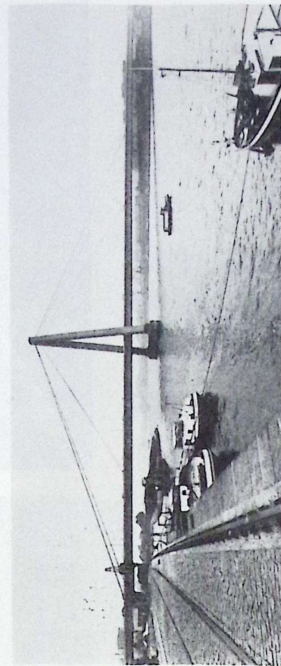


Slika 8. Most preko kanjona Gouritz u Južnoj Africi s betonskom razuporom



Slika 9. Most Trellins na rijeci Isère kraj Grenoblea, s betonskim lukom, koji je zamijenio stari viseći most

Na mjestu staroga visećeg mosta preko rijeke Isère kraj Grenoblea u Francuskoj, s masivnim pilonima iznad kolnika, podignutog 1909. godine, izveden je od 1984. do 1986. godine konzolnim načinom gradnje novi betonski lučni most raspona 150 m (sl. 9). I u ovom su slučaju očito ekonomski i estetski razlozi prevagnuli u korist lučne konstrukcije mosta.



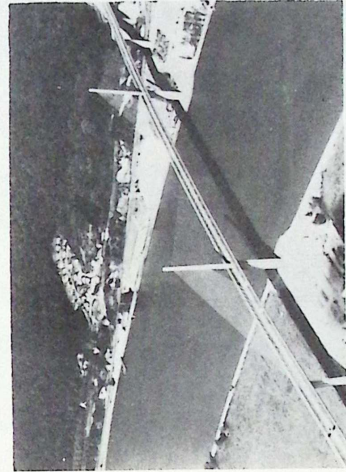
Slika 10. Most na Rajni u Kölnu s niskom nivoetom i kosim kablama

skom pogledu, pripada u ostvarenja vrlo skromnih do- meta (sl. 13).

Kod ovješanih mostova čiji su piloni u poprečnom presjeku dvodjelni, sa zategama položenim u dvije bočne vertikalne ravnine, izgled mosta sa strane, iz kosoga kuta pruža daleko slabiji dojam.

Presijecanje i preklapanje kabela položenih s jedne i s druge bočne strane mosta pruža nemirnu i nejasnu sliku, te se uz osjećaj nerada i zbrke stijeće dojam ne- dovršene konstrukcije mosta, privremeno usidrene ka- belima (sl. 14).

I ovješeni mostovi s visoko položenom nivoetom iznad vodotoka ili terena pružaju dojam nelogične i ne- proporcionalne konstrukcije, jer je neprimodno da se sile iz nosača kolnika najprije podižu na vrh visokih pilona, da ih se zatim spušta na tlo, kada se one mogu na jed-



Slika 11. Izgled mosta s kosim kablama na rijeci Seine kod Brotonna u Francuskoj

3. O ESTETICI OVJEŠENIH I LUČNIH MOSTOVA

Nema sumnje da je u lokalnim uvjetima pogodnim za ovješene konstrukcije mostova izveden niz vrlo uspješ- nih objekata, kako u ekonomskom tako i u estetskom pogledu. Jedan od takvih je i most Severn na Rajni u Kölnu poznat i pod imenom Kontrapunkt (sl. 10). Pri ograničenoj konstruktivnoj visini, s nivoetom polože- nom nisko iznad rijeke, nosiva konstrukcija iznad kol- nika potpuno je prirodna i logična. Oblikovanjem pilona u obliku slova A, i vodenjem kabela kroz ograničeni prostor na njegovom vrhu, osigurana je jasnoća sustava promatranog iz bilo kojega kuta.

Među najuspješnije ovješene mostove nesumnjivo pri- pada most preko Seine kod Brotonna (sl. 11), koji u nizanskom ravničarskom predjelu, sa sustavom kabela položenih u jednoj vertikalnoj ravnini sredinom popreč- nog presjeka mosta, promatran iz bilo kojega kuta pruža dojam jasne, čiste i logične konstrukcije.

I novi cestovni most na Dunavu u Novom Sadu, s relativno niskom nivoetom iznad vodotoka i sustavom višesjaljki u jednoj vertikalnoj ravnini u sre- dini svoga poprečnog presjeka, pruža povoljan dojam jednostavne i jasne konstrukcije (sl. 12).

Cinjenica je da je u proteklih 25 godina sagrađen veliki broj ovješanih mostova od čelika i betona, ali je nedvojbeno i to da vrlo veliki broj među njima, u estet-