

CESTE I MOSTOVI

Vol. 29

Zagreb, 1983.

Broj 1



Izbor tipova objekata istovjetne namjene, tj. unutar jedne duple prometcine postavlja pred projektanta dvaju zadataku

- udovoljiti namjeni i ostalim zahtjevima za svaki objekt napose,
- dati najpovoljnije rješenje za skupnu objekata, tj. promatrajući kao cjelinu sve objekte u sklopu prometnice.

Rješenje te dvojake zadaće vodi najprihvatljivijem skupnom rješenju, što je od posebne važnosti za prometnice s većim brojem objekata, tj. tamo gdje oni imaju veći udio u ukupnoj investicijskoj vrijednosti.

Na primjeru nove dolinske dvokolosične električne pruge Zagreb—Rijeka prikazane su zajedničke okolnosti što utječu na izbor objekata, te sam način izbora na jednoj takvoj suvremenoj prometnici s velikim brojem objekata.

1. UVOD

Razvoj i upotpunjavanje mreže evropskih magistralnih željezničkih pruga, a posebno potreba izvedbe brze transverzale sjever-jug velike propusne moći, koja bi bolje povezala srednju Evropu s morem (Baltik—Jadranski), bili su jedan od razloga razmatranja mogućnosti ostvarenja te veze na dijelu kroz SFRJ.

U tom je cilju, u perspektivnom planu razvoja magistralnih željezničkih pruga u Evropi [1] što ga je izradilo Međunarodno udruženje željeznica (UIC), zacrtana tzv. »Tauern-Axe« (München—Ljubljana) na koju se nadovezuje »Balkan-Axe«, i koja preko Zagreba i Beograda vodi u Grčku, odnosno Bugarsku i na Bliski istok.

U istom planu bilo je zamišljeno da se navedeni pravci povežu na najpovoljnijem mjestu s Jadranskim morem (»Adria-Axe«), čime bi se ostvarila najkraća veza Baltika i Jadrana.

Istodobno se unutar SFRJ, a posebno SRH, postavilo pitanje daljega razvoja grada i luke Rijeka koji prvenstveno ovisi o poboljšanju prometnih veza sa zaleđem, budući da postojeće željezničke pruge Zagreb—Rijeka i Rijeka—Pivka svojom nedostatnom propusnom moći i troškovima usluga predstavljaju kočnicu razvoju ne samo riječke luke, nego i čitave riječke regije.

Rješavanje navedenoga dvostrukog problema, promatrano na razini SFRJ odnosno u evropskim okvirima, uredilo je nizom studija o mogućnostima i opravdanosti izgradnje nove dvokolosične elektrificirane željezničke pruge velikoga kapaciteta i prometnih mogućnosti, u skladu sa suvremenim zahtjevima i dostignućima na tom području.

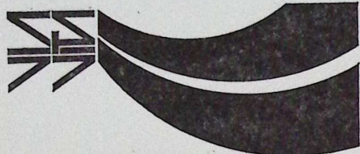
Na osnovi tih razmatranja određen je i osnovni pravac nove dvokolosične željezničke pruge, koja bi prolazila Zagreb kao jako željezničko čvorište i mjesto priključka na jugoslavensku i evropsku željezničku mrežu, s gradom i lukom Rijeka kao završnom točkom toga magistralnog pravca (slike 1 i 2).

2. TEHNIČKI PARAMETRI NOVE ŽELJEZNIČKE PRUGE

Nova je pruga projektirana kao dvokolosična elektrificirana pruga za velike brzine kretanja vozila u skladu sa napredkom željeznica, a u želji da se osigura potreban kapacitet i propusna moć za buduće potrebe. Predviđena je za mješovit promet, a s obzirom na njegov postojeći i predviđeni sastav, poglavito teretni. Tehničke osobine nove pruge u potpunosti su prilagođene traženoj propusnoj moći, uz potpunu sigurnost prometa, potrebnu udobnost vožnje u putničkom prometu i najmanje troškove pogona i održavanja.

CESEMOSIOM

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



ČASOPIS ZA PROJEKTIRANJE,
GRADENJE, ODRŽAVANJE I
TEHNIČKO-EKONOMSKA
PITANJA CESTA, MOSTOVA
I AERODROMA

SADRŽAJ

- Aleksandar Čaklović
Zvonimir Marić, Zagreb
**Istraživanja najpovoljnijih
tehničkih rješenja za
mostove na duljim
prometcinama** 1
- Ivan Županović, Zagreb
**Struktura sustava
jednostavne reprodukcije
na gradskim prometnicama
izvorni znanstveni rad** 13
- Mladen Kozomara, Sarajevo
**Presvlačenje raspucalih
kolovoza asfaltnim slojem
koji eliminira reflektiranje
pukotina na površinu
asfaltnog zastora** 21
- Stručni rad

POZIV NA KOLEKTIVNO UČLANJENJE

Časopis »Ceste i mostovi« izdaje Savez društava za ceste Hrvatske, član Saveza društava za putove Jugoslavije.

Pozivamo sve kolektive čija je djelatnost vezana za područje cestogradnje, mostogradnje cestovnog prometa općenito da se učlane u Savez društava za ceste Hrvatske.

Osnovna je svrha časopisa »Ceste i mostovi« da upoznaje članstvo s najnovijim dostignućima i iskustvima u projektiranju, gradnji, održavanju i svim akcijama na unapređenju cestovne mreže.

Kolektivna članarina određuje se srazmjerno veličini i znanju poduzeća — kolektivnog člana, a najniža može iznositi 1.600 dinara.

Kolektivni članovi, uplatom članarine, besplatno primaju časopis. Godišnja preplata: za poduzeća — 900.— dinara; za ostale preplatnike — 180.— dinara; za inozemstvo — 72 US dolara.

Pojedini primjerci: za poduzeće — 100.— dinara; primjerak u prodaji 40.— dinara.

Članovi Saveza društava za ceste Hrvatske, uplatom članarine, stječu pravo na besplatno primanje časopisa. Godišnja članarina je od 180.— dinara.

Člarena, oglaš: omožna stranica — 6.000.— dinara; unutarnja stranica — 3.000.— dinara, 1/2 — 3.500.— dinara, 1/4 — 2.500.— dinara; izvanjski oglaš: 1/1 — 600 US dolara, 1/2 — 500 US dolara, 1/4 — 350 US dolara.

Urednički odbor:

Darčko Miharić, dipl. inž., Zagreb, glavni i odgovorni urednik,
prof. dr. Branimir Babić, dipl. inž., Zagreb, mr. Jovo Deslać, dipl. inž., Zagreb, Dusan Deković, inž., Rijeka, Kresimir Dugi, dipl. inž., Zagreb, Eddy Jakišić, dipl. inž., Split, Stanko Kovač, dipl. inž., Zagreb, mr. Milađen Lamer, dipl. inž., Zagreb, mr. Ivan Lović, dipl. oec, Zagreb, Tomislav Megia, dipl. inž., Zagreb, Josip Novak, dipl. inž., Zagreb, Branika Pergorić, dipl. oec, Zagreb, Zvonko Pilko, dipl. inž., Zagreb, Franjo Prestopić, dipl. inž., Zagreb, dr. Zdravko Ramljak, dipl. inž., Zagreb, Josip Stokić, dipl. inž., Zagreb, Karlo Telen, inž., Zagreb, Vladimir Weber, dipl. inž., Zagreb.

Tehnički urednik: Mirjana Zec, prof.

Klasifikacija i indeksiranje po UDK i IRD: Marko Peručić

Grafička obrada: Branko Zlamalik

Časopis izlazi mjesečno.

Tisak: NISRO »Vjesnik« — OOUR TMG — Pogon VS

Časopis izdaje Savez društava za ceste Hrvatske, Zagreb, Vondčina ulica 3, tel. 445-422/63, pošt. pret. 673, žiro-račun 30102-678-271

Tabela 2.

PRUGA	Vrsta	Dužina km	MOSTOVI		TUNELI		TUNELI % MOSTOVA	
			m	%	m	%		
0	1	2	3	4	5	6	7	
HANNOVER-KÜNBURG	250	340		13,0		20,0	33,0	
MANHHEIM - STUTTGART	250	100		7,0		22,0	29,0	
KOLN-GROB GERAU	250	170		16,0		19,0	35,0	
ROMA - FIRENZE	250	236	31,5	13,4	76,6	32,5	45,9	
ŠLASK-WARSZAWA	200- 250	253	NEMA TOČNIH PODATAKA					
TOKIO - OSAKA	210- 260	516	173,0	33,0	69,0	13,0	46,0	
OSAKA - OKAYAMA	210- 260	165	95,0	58,0	58,0	35,0	93,0	
OKAYAMA-HAKATA	210- 260	400	110,0	28,0	218,0	55,0	83,0	
PARIS - LYON	300	360	5,0	1,3	0,0	0,0	1,3	
ZAGREB - RIJEKA	200	128,7	11,17	8,7	53,71	41,7	50,4	

Pruga će biti elektrificirana (25 kV, 50 Hz), a nosive konstrukcije kontaktnog voda bit će odvojene za svaki kolosijek, kako bi se izbjegao međusobni utjecaj. Duž pruge položit će se signalno-sigurnosna i telekomunikacijska mreža (slika 3).

2.1. Objekti

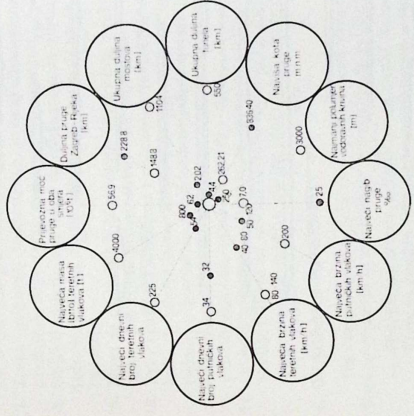
Kako je dolinska pruga Zagreb—Rijeka projektirana za velike brzine kretanja vozila, trasa je pruge vrlo ispružena, a nagib niveleto, kao i promjene nagiba, vrlo su mali. Kao posljedica ovakvog vođenja trase pojavio se velik broj objekata, mostova i tunela.

Udio mostova i tunela na dolinskoj pruzi dan je u tablici 1. U duljinama mostova sadržani su svi objekti u trasi duljine otvora veće od 5 m.

Na postojećoj pruzi odnosi su sljedeći:

Tabela 1.	Dužina km	Mostovi m	σ_{10}
Zagreb (Hrvatski Leskovec) — (Skrlijevo) Rijeka	228,3	2.020	0,88

Usporedba ostalih pokazatelja za postojeću i novu prugu predložena je na slici 4.



Slika 4 — Usporedba mjerodavnih pokazatelja za postojeću i novu prugu

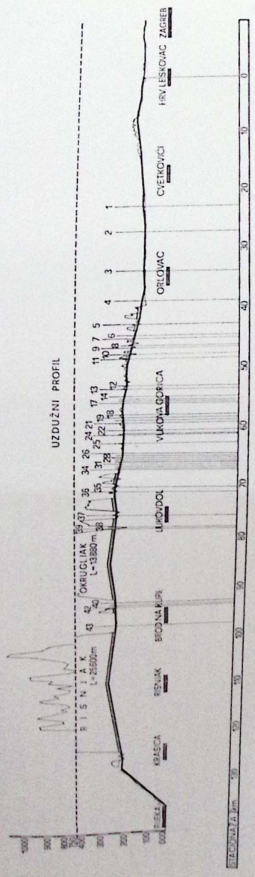
U obzir je uzet dio pruge Zagreb—Rijeka od Hrvatskog Leskovca do Skrlijeva. Radi usporedbe navodimo podatke o pojedinim brzim prugama u svijetu koje su već izvedene, ili se izvede [2], [3], ... [8], tabela 2.

Vidljivo je, dakle, da se dolinska pruga Zagreb—Rijeka može porediti sa sličnim izvedenim prugama u pogledu postotka objekata u odnosu na ukupnu duljinu pruge.



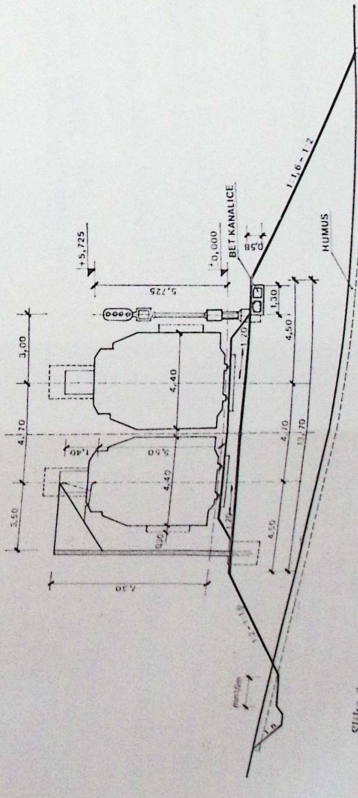
NOVA TRASA PRUGE
POSTOJEĆA TRASA PRUGE

Slika 1 — Položajni nacrti postojeće i nove pruge



Slika 2 — Uzdužni profil nove pruge

- Uzimajući u obzir predviđeni porast prometa, potrebu propusnu moć i ekonomske pokazatelje, koji proizlaze iz pretpostavljenih brzina vlakova, za dolinsku prugu su izabrane kao najpogodnije ove brzine:
 - putnički vlakovi: V_0 — 160 do 200 km/sat,
 - teretni vlakovi: V_1 — 80 do 120 km/sat.
- Po tim granitnim brzinama izračunani su i elementi trasiranja, s posebnim obzirom na mješoviti karakter prometa:
 - najmanji polumjer horizontalnih krivina R min — 3.000 m,
 - mjerodavni nagib pruge (otpor pruge) za oba smjera — 7‰,
 - najmanji polumjer vertikalnih krivina — 40.000 m,
 - maksimalno nadvišenje u krivinama — 100 mm,
 - razmak kolosijeka na otvorenoj pruzi određen je na osnovi slobodnog profila, tovarnog profila i iz niza posrednih uvjeta (npr. aerodinamičke pojave i dr.) i iznosi 4,70 m.



Slika 3 — Razmjerni nacrti instalacija i signalno-sigurnosnih uređaja u poprečnom presjeku pruge

žavanje gornjeg ustroja obavlja se na čitavoj pruzi na jednak način i istim strojevima. Manji je dinamički utjecaj na konstrukciju, povećan je period oscilacije konstrukcije povećanjem stalnog tereta, a smanjen je utjecaj korisnog tereta u ukupnom opterećenju. Buka pri prolazu vozila gotovo je jednaka onoj izvan objekta.

Kao osnovna gradiva odabrani su beton, armirani beton i prednapregnuti beton. Njihovim izborom i prednapregnutošću, trajnost objekta, polučena je velika krutost sklopa, trajnost održavanja, a pri dobroj izvedbi i mali troškovi održavanja.

Rasponski je sklop niz slobodno položenih nosača. Time se postiže jednostavnija izvedba, lakša zadržavanja pojedinih dijelova, potpunija tipizacija, te mogućnost izvođenja poligonálnih objekata za pruge u krivini.

Predložena rješenja mogu se izvoditi od prethodno proizvedenih dijelova ili na pomoćnim skelama. Time se postiže više prednosti u odnosu na uobičajenu izvedbu.

Detaljnim razmatranjem pruge provedena je tipizacija unutar pojedinih skupina objekata. Time je stvorena osnova za serijsku proizvodnju pojedinih dijelova objekata.

5. OBJEKTI U TRASI PRUGE DULJINE VEĆE OD 20 m

Ova skupina objekata svojom ukupnom duljinom i udjelom u ukupnoj cijeni pruge predstavlja znatan dio čitavog zahvata, pa je i njihovu projektiranju posvećena posebna pažnja (slika 5).

U vrlo oštri zahtjevi na krutost, te izrazito nesimetričan položaj prometnog opterećenja nametnuli su izbor sandučastoga presjeka. Detaljnim razmatranjem uzdužnoga profila pruge i pripadnih situacija utvrđeno je da se najveća visina nivelele nad površinom tla ove pruge nalazi između približno 8 i 50 m.

Srednja visina mjerodavna za izbor raspona promjenjiva je od objekta do objekta. U većine objekata kreće se oko 15 m, dok je u manjega broja iznad toga. Razmatranjem pojedinih veličina raspona te količina gradiva potrebnih za donji i gornji ustroj objekata u pojedinim slučajevima utvrđeno je sljedeće:

Svi objekti u trasi pruge dulji od 20 m mogu se na zadovoljavajući način riješiti uz upotrebu samo dvije veličine osnih razmaka stupova, i to od 24 m i 30 m (slike 6 i 7).

U slučaju iznimnih potreba za većim razmacima stupova predviđena je upotreba istih rasponskih konstrukcija ali uz umetanje naglavica na stupovima.

Okavkim cjelovitim rješenjem objekata u trasi, duljim od 20 m, postignuta je dosljedna tipizacija uz velik broj istovjetnih rasponskih sklopova. U ukupnom broju objekata duljih od 20 m raspon od 24 m bio je najbrojniji i pojavljivao bi se 308 puta. Kako je pruga dvokolosijevna, ovaj tip konstrukcije ponavlja se prema tome 616 puta. Udio mostova ovoga raspona u duljini svih mostova iznosi oko 68%.

Kako se raspon od 24 m pojavljuje u većini slučajeva, pri oblikovanju konstrukcije za raspon od 30 m zadržava se istovjetan vanjski oblik uz podebljanje stranice presjeka i povećanje broja kabela za prednapretnje. Dobivena konstrukcija, ako je promatramo izuzetu

da će se u budućnosti zbog povećanja brzine smanjiti sadašnji osovinski pritisci, ali će se povećati utjecaj kretanja vozila (dinamički koeficijent). Ukupni bi utjecaj prema tome ostao približno jednak.

Imajući na umu namjenu objekta, te prije navedena ograničenja, bili su postavljene opći uvjeti koji su se trebali primijeniti na sve objekte u trasi;

1. Slobodni profil moraju biti primjeren osnovnoj namjeni objekta, a proračunska naprezanja i deformacije, te sigurnost i stabilnost objekta moraju odgovarati propisima ili posebnim zahtjevima.

2. Svi sadržaji i uređaji koji se nalaze u poprečnom profilu izvan objekta moraju se provesti i preko objekta bez poteškoća ili ograničenja. Uvjeti vožnje preko objekta moraju biti jednaki onima na otvorenoj pruzi.

3. S obzirom na veliki broj objekata, te njihov velik udio u ukupnoj cijeni pruge, oni moraju biti tipizirani, a pojedini njihovi dijelovi moraju biti primjenjivi za sve objekte. Tako će se ostvariti sve prednosti industrijskoga gradnje.

4. Usvojena rješenja za pojedine skupine objekata moraju biti povoljna u pogledu cijene izvedbe objekata, kao i u pogledu kasnijeg održavanja.

5. Odabrana gradiva moraju se po trajnosti približiti trajnosti cijele pruge, kako bi kasnije ometanje prometa zbog mogućih radova na objektima bilo što manje.

6. Projektirani uređaji na objektima trebaju biti takvi da je potreba popravaka ili zamjene istih što manja. Treba osigurati jednostavan pristup dijelovima ili uređajima koje treba nadzirati ili mijenjati.

8. Objekti trebaju biti takvi da bude moguća postepena izgradnja pruge (prvo jednog, pa onda drugoga kolosijeka).

9. Mora se osigurati jednak način održavanja pružnoga tijela duž cijele pruge, dakle i na objektima. Pri rješavanju uzdužnog i poprečnog rasporeda objekata, te izbora tipa rasponskoga sklopa treba voditi računa o posebnim okolnostima (prijevoz teških tereta, potreba većeg tovarnoga profila, zamjena pojedinih dijelova, ratne okolnosti i sl.).

11. Odabrana rješenja moraju se izgleđom uklapati u okoliš, a mjere za zaštitu prirode moraju biti dosljedno provedene (zaštita od otpadnih voda, buke i dr.).

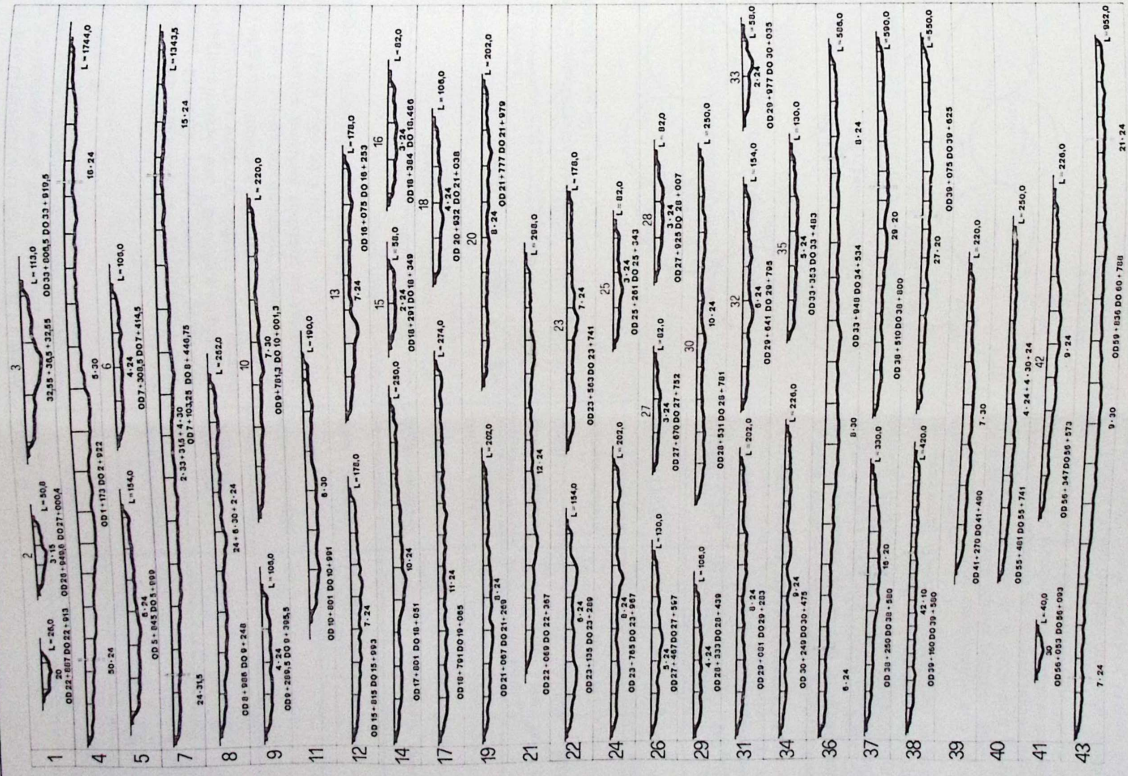
4. ODABRANA RJEŠENJA

Na osnovi općih uvjeta za objekte u trasi pruge navedena su rješenja za sve objekte bez obzira na veličinu [9]:

Objekti se izvode odijeljeno za svaki kolosijek. Time se postiže veća sigurnost objekata u slučaju izvanrednih okolnosti (rušenja ili oštećenja jednog dijela objekata ne uzrokuje potpuno prekidanje prometa).

U slučaju tipizacije time se povećava broj istovjetnih dijelova, smanjuje im se težina i olakšava izvedba ukoliko se objekti izvode od prethodno proizvedenih dijelova. Tekuće održavanje, popravci i izmjena pojedinih dijelova mogući su uz isključivanje samo jednog kolosijeka iz prometa.

Preko objekata neprekidno se provodi pružni zastor. Time su uvjeti vožnje na objektima približeni onima izvan njih. Dijelovi gornjeg ustroja pruge jednaki su onima na otvorenoj pruzi. Odr-



Slika 5 — Pregled uzdužnih rasporeda mostova na novoj pruzi

— kut tangente progibne linije nad ležajevima može iznositi najviše 4 minute ili 1,16‰ u lučnoj mjeri, a za pokrtno opterećenje po shemi UIC-71 (veličina progiba u sredini približno L/4.000);

— kut torzije konstrukcije može iznositi najviše 0,2‰/m u lučnoj mjeri (visinska razlika među tračnicama u odnosu na projektiranu ± 3 mm);