

IZBOR BAZISA ZA ISKOLČENJE MOSTOVA

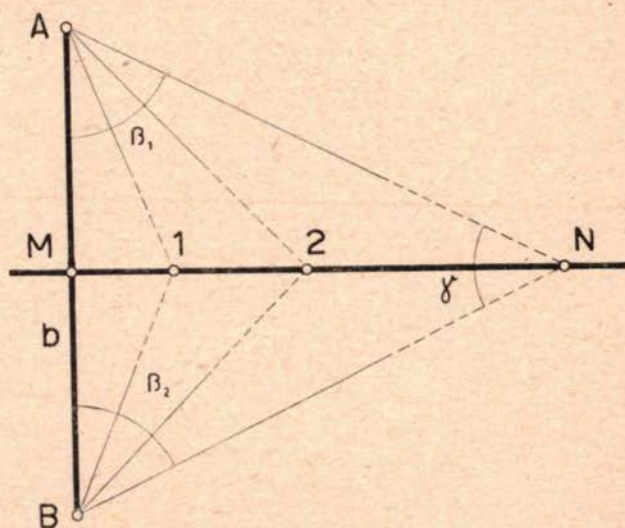
Vladislav FERENC, dipl. inž. — Zagreb*

Prilikom izgradnje mnogih mostova pojedini se stupovi, prema projektu, grade u koritu rijeke. Njihov se položaj najčešće iskolčuje indirektno presijecanjem vanjskih vizura (presijecanjem naprijed) sa tačaka mikrotriangulacije. Trigonometrijske strane sa čijih se krajnjih tačaka iskolčavaju centri stupova presijecanjem pravaca naprijed, nazvat ćemo bazisima iskolčenja.

Obzirom na uzdužnu os mosta bazis iskolčenja može se smjestiti okomito na uzdužnu os mosta ili paralelno s njome. Kako pojedini rasponi mosta trebaju biti određeni s istom tačnošću, razmotrimo koji će položaj bazisa iskolčenja biti povoljniji.

1 — BAZIS ISKOLČENJA OKOMIT NA UZDUŽNU OS MOSTA

Slika 1



U ovom slučaju krajnje tačke pojedinih raspona, koje leže na uzdužnoj osi mosta, određuju se presjekom naprijed sa bazisa iskolčenja AB, koji je okomit na uzdužnu os mosta (slika 1).

* Geodetski fakultet — Zagreb

Srednja kvadratna pogreška položaja određivane tačke presjekom naprijed računa se po formuli:

$$M = \frac{m_\beta \sqrt{2}}{\rho} \cdot b \cdot \frac{\sin \beta}{\sin^2 2\beta} = \frac{m_\beta \sqrt{2}}{\rho} \cdot b \cdot c_1$$

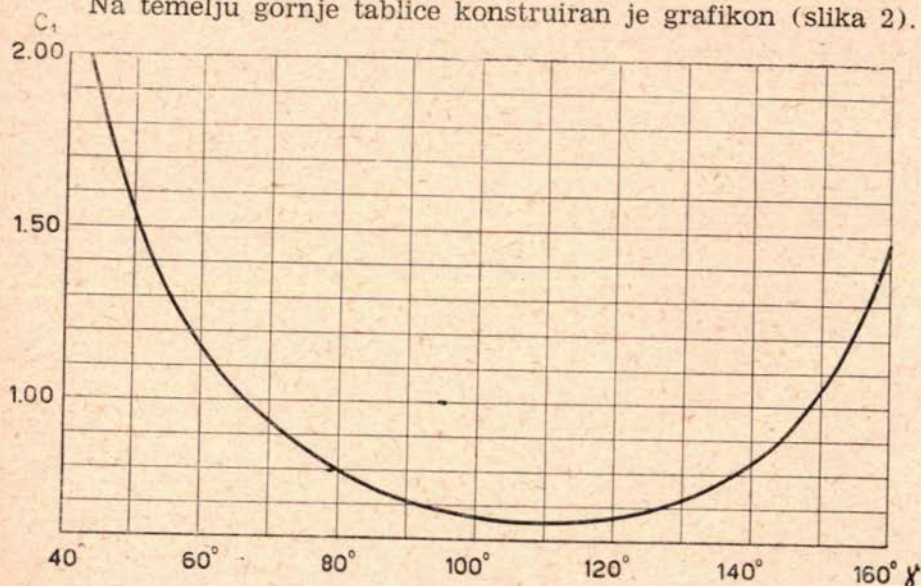
uz uvjet da su kutovi na bazi jednaki, odnosno da je $\beta_1 = \beta_2 = \beta$

Iz formule se vidi da će vrijednost M ovisiti o promjeni člana c_1 uz pretpostavku da su kutovi mjereni jednakom tačnošću i sa iste baze b . Izračunajmo sada vrijednost izraza c_1 za različite kutove β i prikazimo ih tabelarno (Tablica 1).

Tablica 1

$\beta_1 = \beta_2 = \beta$	kut presjeka γ	c_1
80°	20°	8.42
75	30	3.86
70	40	2.27
65	50	1.54
60	60	1.15
55	70	0.93
50	80	0.79
45	90	0.71
40	100	0.67
35	110	0.65
30	120	0.67
25	130	0.72
20	140	0.83
15	150	1.04
10	160	1.48

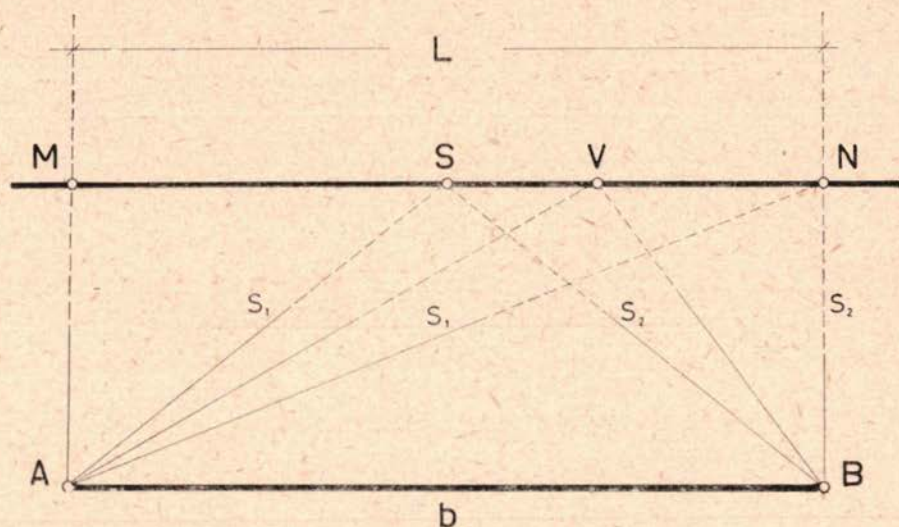
Na temelju gornje tablice konstruiran je grafikon (slika 2).



Slika 2

Iz tablice 1, a zornije iz krivulje na grafikonu (Sl. 2) vidi se, da se vrijednost M neznatno mijenja ukoliko se kut γ u tački presjeka kreće između 85° i 130° . Uvećavamo li kut γ preko 130° ili ga smanjujemo ispod 85° vidi se na grafikonu, da se krivulja strmo diže, pa je očito da se vrijednost M naglo povećava. Prema tome kada je bazis iskolčenja, sa kojeg se određuju tačke na uzdužnoj osi mosta okomit na nju, imat ćemo samo izvjestan broj tačaka na toj osovini, koje su određene sa približno jednakom tačnošću. Želimo li sve tačke na uzdužnoj osi ukupnog raspona mosta odrediti sa približno jednakom tačnošću morali bi ih određivati sa relativno dugačkog bazisa iskolčenja.

2 — BAZIS ISKOLČENJA PARALELAN SA UZDUŽNOM OSI MOSTA



Slika 3

U ovom slučaju se krajnje tačke pojedinih raspona na uzdužnoj osi mosta određuju presjekom naprijed sa bazisa iskolčenja, koji je paralelan sa uzdužnom osi mosta (slika 3).

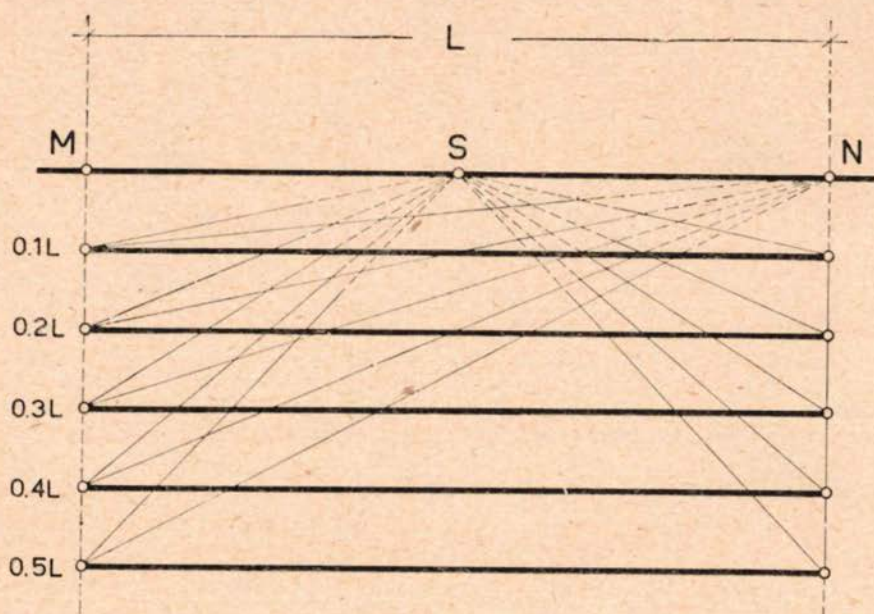
Neka su M i N krajnje tačke ukupnog raspona mosta, a S sredina mosta.

Srednje kvadratne pogreške položaja tačaka S i N , koje su određene presjekom naprijed sa bazisa iskolčenja paralelnog sa uzdužnom osi mosta možemo izračunati prema formuli

$$M = \frac{m\beta}{\rho} \sqrt{s_1^2 + s_2^2} = \frac{m\beta}{\rho} \cdot c_2$$

gdje su S_1 i S_2 udaljenosti od tačaka za iskolčenje do pojedinih tačaka na osi.

Da bi vidjeli kako se mijenja vrijednost M dovoljno je promatrati samo promjene člana c_2 , uz pretpostavku da su kutovi mjereni sa istom tačnošću. Udaljenosti bazisa iskolčenja od uzdužne osi mosta mijenjat ćemo i izrazit ćemo ih u jedinicama ukupne dužine mosta L .



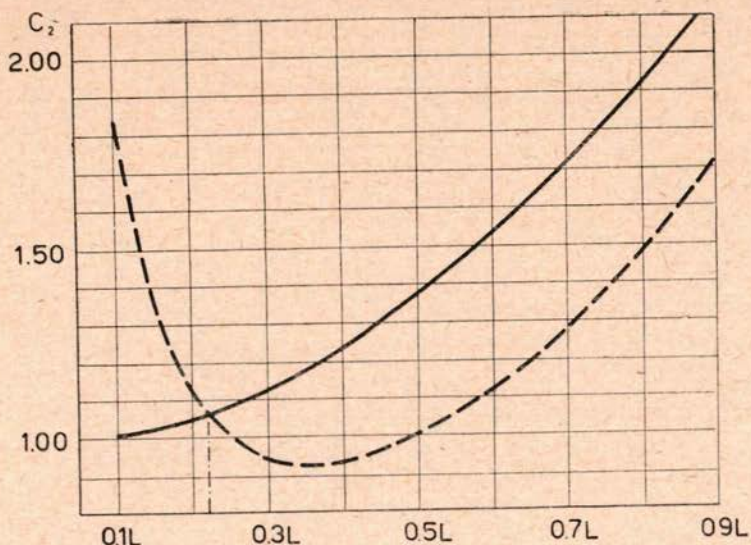
Slika 4

Tačke S i N određene su presjekom naprijed sa krajnjih tačaka bazisa iskolčenja, koji se nalazi udaljen od uzdužne osi mosta (slika 4) za $0,1L$, $0,2L$, $0,3L$ itd. Vrijednosti koeficijenta c_2 u gornjoj formuli, za ovaj slučaj, prikazane su u tablici 2

Tablica 2

		S	N
0.1 L	$c_2 =$	1.84	1.01
0.2 L		1.11	1.05
0.3 L		0.93	1.13
0.4 L		0.93	1.24
0.5 L		1.00	1.37
0.6 L		1.12	1.53
0.7 L		1.27	1.71
0.8 L		1.48	1.93
0.9 L		1.72	2.14

Nacrtajmo grafikon na kojem crtkana krivulja predočuje vrijednosti izraza c_2 za tačku S, a puna za tačku N (slika 5).

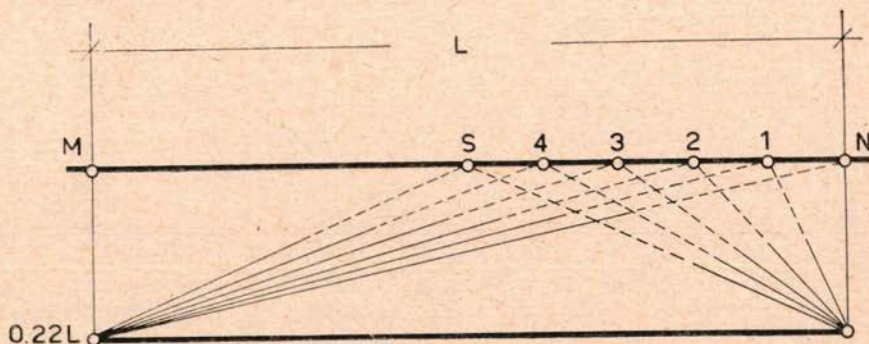


Slika 5

Presjecište krivulja pokazuje, da postoji jedan bazis iskolčenja paralelan sa uzdužnom osi mosta na takovoj udaljenosti od nje, gdje će vrijednost M biti jednaka i za tačku S koja se nalazi na sredini ukupnog raspona mosta i za tačku N koja se nalazi na početku odnosno kraju mosta.

Očitano sa grafikona to je bazis iskolčenja, koji se nalazi na udaljenosti od $0.22L$ od uzdužne osi mosta i stvarno ako izračunamo za tu vrijednost izraz c_2 dobijamo za obje tačke S i N jednaku vrijednost izraza $c_2 = 1,06$.

Prema tome će i srednje kvadratne pogreške položaja za te tačke biti jednake.



Slika 6

Da bi mogli analizirati srednje kvadratne pogreške položaja pojedinih tačaka uzduž cijele dužine mosta možemo podijeliti ukupnu dužinu mosta L na jednake dijelove (na slici 6 je dužina podijeljena na 10 jednakih dijelova).

Za tačke 1, 2, 3 i 4, koje se nalaze na uzdužnoj osi mosta, a koje se određuju presijecanjem naprijed sa bazisa iskolčenja na udaljenosti 0,22 L od osi, izračunate su vrijednosti izraza C_2 i — zajedno sa tim vrijednostima za tačke S i N prikazane tabelarno (tablica 3).

Tablica 3

0.22 L	S	4	3	2	1	N
c_2	1.06	1.04	1.02	0.99	0.97	1.06

Iz tablice se vidi da se vrijednost izraza c_2 (a prema tome i M) neznatno mijenja za sve tačke duž cijele dužine mosta, kad je bazis iskolčenja udaljen od uzdužne osi mosta za 0,22 L. Prema tome krajnje tačke pojedinih raspona određene sa takovog bazisa iskolčenja biti će određene sa približno jednakom tačnošću, te će i pojedine dužine raspona međusobom imati približno jednaku tačnost.

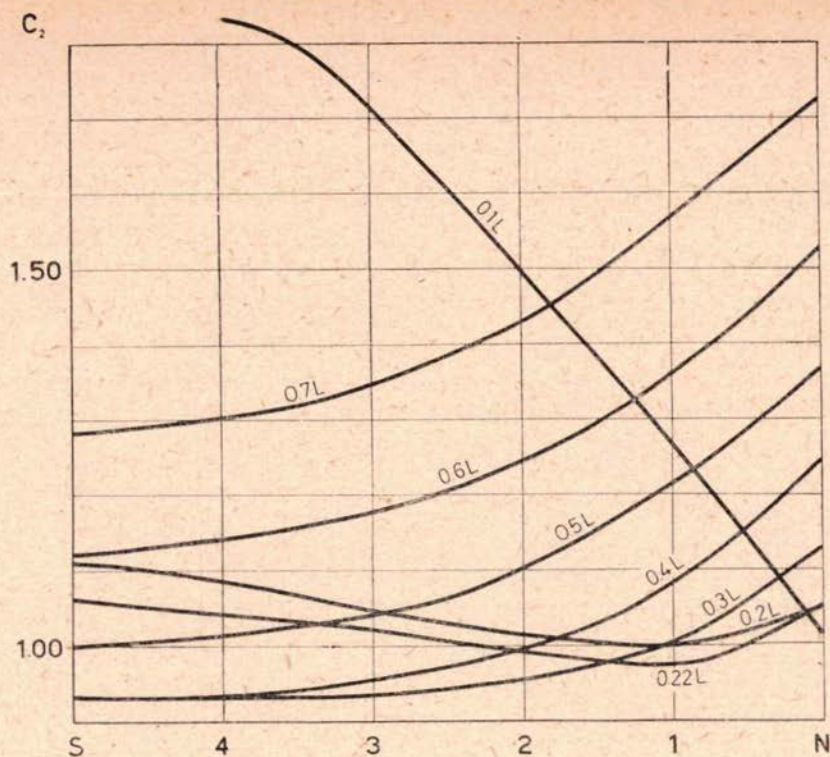
Izračunajmo sada vrijednost izraza za c_2 za tačke 1, 2, 3 i 4 koje se nalaze na uzdužnoj osi mosta a određuju se presjekom naprijed sa krajnjih tačaka bazisa iskolčenja paralelnih sa uzdužnom osi mosta, koji su udaljeni od nje za 0.1 L, 0.2 L, 0.3 L itd. i upišimo ih u donju tablicu zajedno sa vrijednostima izraza c_2 za tačke mosta S i N (tablica 4).

Tablica 4

	S	4	3	2	1	N
0.1 L $c_2 =$	1.84	1.84	1.72	1.50	1.17	1.01
0.2 L	1.11	1.09	1.05	1.02	1.00	1.05
0.3 L	0.93	0.93	0.93	0.95	1.00	1.13
0.4 L	0.93	0.93	0.95	0.99	1.08	1.24
0.5 L	1.00	1.01	1.04	1.10	1.21	1.37
0.6 L	1.12	1.14	1.17	1.24	1.36	1.53
0.7 L	1.28	1.30	1.34	1.42	1.57	1.72

Na temelju vrijednosti izraza za c_2 iz tablice 3 i 4 nacrtajmo grafikon gdje na ordinatnu os nanosimo vrijednosti izraza c_2 a na apscisnu razmake tačaka N, 1, 2, 3 i 4 i S na uzdužnoj osi mosta, koje se određuju presjekom naprijed sa pojedinih bazisa iskolčenja (slika 7). Krivulje na grafikonu predočuju vrijednosti izraza za c_2 za tačke duž uzdužne osi mosta, koje su određene sa bazisa iskolčenja na udaljenostima od 0.1 L, 0.2 L- 0.3 L itd.

Iz grafikona se vidi da krivulja koja odgovara vrijednostima izraza za c_2 (a prema tome i vrijednostima M) za tačke na uzdužnoj osi mosta, koje su određene sa bazisa iskolčenja udaljenog za 0.22 L od uzdužne osi mosta varira najmanje tj. u granicama od 0,97—1,06, dakle za 9% i prema tome je to najpovoljnija udaljenost bazisa iskolčenja od uzdužne osi mosta.



Slika 7

Krivulja koja odgovara vrijednostima izraza za c_2 za tačke na uzdužnoj osi mosta, koje su određene sa bazisa iskolčenja na udaljenosti od 0.1 L od nje, kreće se u granicama od 1.84—1.01. Dakle vrijednost M se za pojedine tačke na uzdužnoj osi mosta jako mijenja, te bazis iskolčenja na ovakovoj udaljenosti od uzdužne osi mosta nije pogodan za određivanje krajnjih tačaka pojedinih raspona mosta.

Pogledamo li ostale krivulje na grafikonu vidimo da se one cijele ili svojim većim dijelom kreću u intervalu koji odgovara vrijednostima izraza za c_2 od 0.93—1.10. Znači, ako se zadovoljimo da tačke duž cijele dužine mosta budu određene sa 18% različitom tačnošću, to će se bazis iskolčenja moći odabirati na udaljenosti od 0.2 L do 0.5 L od uzdužne osi mosta.

Krivulje 0.3 L, 0.4 L i 0.5 L izlaze doduše iz tog intervala, ali samo za tačke na početku i na kraju mosta. Kada tačke M i N neće biti početak i kraj mosta, već će one ležati samo na uzdužnoj osi mosta, a početak i kraj se nalaze nešto bliže prema sredini mosta, to će se i za ove udaljenosti bazisa iskolčenja sve tačke duž dužine mosta moći odrediti sa približno jednakom tačnošću, odnosno sa razlikom u tačnosti od 18%.

Literatura: A. S. Čebotarev: Geodezija, Moskva 1962.