

## **Ponašanje profila konstrukcije dentalnog mosta prema silama opterećenja**

Savka MILANOVIĆ

Stomatološka služba Regionalnog medicinskog centra, Banja Luka

Primljeno za objavljivanje 20. travnja 1981.

### Summary

#### BEHAVIOUR OF DENTAL BRIDGE PROFILES IN RELATION TO LOAD FORCES

The present work is aimed at analyzing the effect of different profiles of dental bridges made out of standard material on the degree of persistence of masticatory forces. Only the concentric vertical forces which are the strongest in the mastication process were taken into account. The maximum load of bridge construction without bending and fracture was analyzed.

Several bridge models fastened to steel bearers were statically calculated and analyzed in laboratory. Seven different profiles loaded by different forces on the apparatus for the analysis of hardness and elasticity of metals were investigated.

The results obtained give summarized tables of possible loads and elasticity of specific profiles. The triangular hollow profile which is open on the upper part is incomparably more economic than the full profile of the same outward dimensions (made out of four time less material and subject to two times higher force). In the order given in tables the advantage of the triangular profile open to the acting force in relation to the triangular profile open laterally which is most frequently applied in practice, is particularly interesting.

Dentalni mostovi su fiksoprotetske naprave, koje premošćuju, odnosno najvećim dijelom i ispunjuju, bezube prostore između preostalih zuba u ustima pacijenata. Bezubi prostor je strogo određen i omeđen s tri strane (granični zubi i alveolarni greben), dok su mu tri preostale granice »otvorene« i mogu biti donekle promjenljive (oralna, vestibularna i okluzalna). Tijela mosnih konstrukcija, u pogledu profila, podložna su mnogim zakonitostima. Zbog potreba kompromisnog zadovoljenja svih značajnih faktora (higijene, estetike, statike i dr), temeljni oblik koji prevladava u dentalnih mostova je trouglasti ili, kako neki navode, srcoliki oblik i to puni ili šuplji.

Problematikom konstrukcija fiksoprotetskih mostova, kao i utjecajnim faktorima pa i silama kojima su izvrnuti, bavili su se razni autori. Neki autori ispitivali su i opisali sile koje pod utjecajem kontrakcija mišića djeluju na tijelo mosta u ustima. Mjerenja su vršena na konstrukcijama tijela mostova, a svoje eksperimente su autori izvodili u laboratorijima, gdje su mjerili deformacije tijela mostova. Drugi su pak autori ispitivali vrste sila koje se mogu pojavljivati na tijelu mosta i na nosačima mosta, a nisu se upuštali u statičke proračune i laboratorijska ispitivanja.

Tillitson, Graig i Peyton<sup>1</sup> opisuju eksperimentalnu analizu sila, na modelu fiksno protetskog nadomjestka, dinamičkom metodom mjerenja pomoću isteznih mjernih traka (tenzometara).

Finger i Reimers<sup>2</sup> eksperimentalno su ispitivali deformacije tijela mosta i mjerili ih pomoću tenzometara.

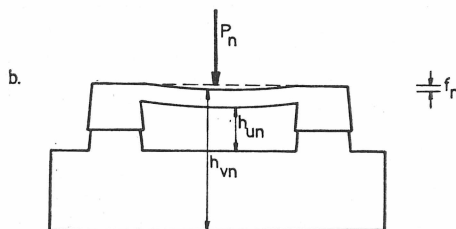
Cilj ovog rada je ispitati utjecaj raznih profila tijela dentalnih mostova izrađenih iz standardnih materijala na stupanj izdržljivosti prema žvačnim silama. Uzete su u obzir samo koncentrične vertikalne sile, koje su i najjače u procesu mastikacije.

Zanimalo nas je opterećenje, koje može podnijeti konstrukcija mosta, bez uvijanja i bez loma.

#### METODE RADA

Statički je proračunato i laboratorijski ispitano više modela mosnih konstrukcija. Za ispitivanje je napravljeno postolje, odgovarajućih dimenzija, od finog plemenitog čelika, da bi se pri eksperimentu izbjeglo bilo kakvo savijanje. Tokarenjem je dobijeno postolje sa stubovima, koje oponaša brušene bataljke u ustima.

Na ovakvom postolju izvršena su laboratorijska ispitivanja poprečnih profila mostova, izrađenih iz paladij-srebrne slitine (auropal) i zlatne slitine (aurodent). Model mosta na postolju stavljen je na aparat, koji služi za ispitivanje čvrstoće i rastegljivosti kovina (sl. 1).



Sl. 1. Shematski prikaz modela mosta na postolju, stavljenog na aparat za ispitivanje čvrstoće i rastegljivosti kovina.








Ispitano je sedam raznih profila (tri trouglasta puna, sa vrhom prema dolje, od raznih materijala, trouglasti šuplji sa vrhom prema dolje, trouglasti šuplji otvoren prema gore, trouglasti šuplji otvoren bočno i polucjevasti profil).

Iz odgovarajućih formula iz »Otpornosti materijala« dobijena je dopuštena sila  $P$ , izračunata po formuli:

$$P_{dop} = \frac{8 \cdot \delta d \cdot W}{1}$$

Na osnovu geometrijskih veličina izračunat je momenat otpora  $W$ , dok je naprezanje uzeto iz atesta »Zlata r n a-C e l j e«, što je laboratorijski ispitano i potvrđeno.

Za svih sedam profila dobijena je različita sila, što se vidi iz sl. 2.

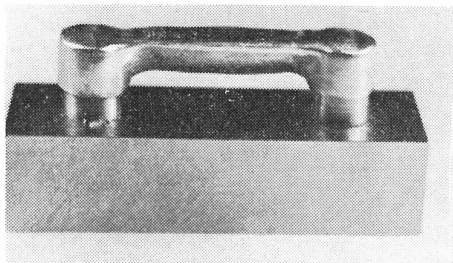
Red. br.	Oblik	Vrsta mat.	Raspon l mm	P <sub>dop.</sub> kp (N)
1.		auropal	23,8	48,5 (485)
2.		auudent 20 karat	22,7	38,48 (384,8)
3.		auudent 22 karat	22,3	17,94 (179,4)
4.		auudent 22 karat	22,9	10,30 (103)
5.		auudent 22 karat	23	7,72 (77,2)
6.		auudent 22 karat	23	6,72 (67,2)
7.		auudent 22 karat	22,4	3,40 (34)

Sl. 2. Redoslijed profila na osnovu laboratorijskog ispitivanja konstrukcije mosta od različitog materijala (auropal, auudent 20, auudent 22) prema veličini dopuštenih sila.

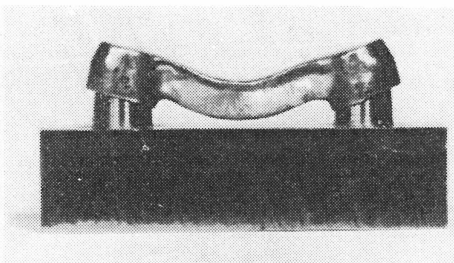
### REZULTATI ISPITIVANJA

Izvršen je statički proračun za sedam profila, od kojih je jedan od auropala, jedan od 20-karatnog zlata, a ostali su od 22-karatnog zlata.

Gotovi izvedeni uzorci su trokutarskog oblika, a stranice su im duge 5 mm, dok je debljina stijenke 0,27 mm. Jedan od profila je polukružnog oblika, s vanjskim



3



4








Sl. 3. Trokutasti puni profil u zlatu (auudent 22) prije opterećenja. — Sl. 4. Trokutasti puni profil u zlatu (auudent 22) poslije opterećenja silom  $P = 180$  KP (1800 N).

promjerom  $D = 5$  mm, a debljina lima je 0,27 mm. Raspon mosta je 23 mm. Na sl. 3 je prikazana konstrukcija mosta prije opterećenja, a na sl. 4 konstrukcija mosta poslije opterećenja.

Iz ovako poznatih elemenata poprečnih profila i raspona, izvršen je proračun pa je dobijena dopuštena koncentrična sila na sredini konstrukcije.

Da bi se na osnovu poznatih dimenzija konstrukcija mogla izračunati dopuštena sila, mora se poznavati i čvrstoća materijala, od kojeg je most napravljen.

Čvrstoća materijala, ili dopušteni napon, obilježava se sa  $\delta$ . Tako je dobi-  
jen redosljed profila prema izdržljivosti, što se vidi iz tablice 2.

Red. br.	Oblik	l mm	W mm <sup>3</sup>	P <sub>kp</sub> (N)
1.		23	3,90	18,18 (181,8)
2.		23	2,244	10,46 (104,6)
3.		23	2,20	10,25 (107,5)
4.		23	1,657	7,72 (77,2)
5.		23	1,44	6,72 (67,2)
6.		23	0,71	3,31 (33,1)
7.		23	0,71	3,31 (33,1)

Sl. 5. Redosljed izdržljivosti raznih profila konstrukcije dentalnog mosta, eksperimentalno ispitivanih i uspoređenih na osnovu statističkog proračuna, od istog materijala (aurodent 22), dimenzije  $a = 5$  mm, debljina stijenke  $\delta = 0,27$  mm,  $\delta_d = 13,40$  KP ( $13,40$  N/mm<sup>2</sup>), pri istom rasponu  $l = 23$  mm.

## DISKUSIJA I ZAKLJUČCI

Za grupu profila (vidljivo iz tablice 1) vršena su laboratorijska ispitivanja, pomoću kojih su dobijene dopuštene sile za svaki traženi profil.

Slično je postupio i Schwickerath, mjereći na različitim mosnim konstrukcijama opteretivost, tj. maksimalnu postignutu žvačnu silu pri zagrizu. Pri tome je bilo vidljivo da je vrsta konstrukcije tijela mosta (duljina, oblik, materijal) od presudnog utjecaja. Kada se radi o potrebi zadovoljenja estetike donjih bočnih mostova, ima preporuka da se šuplja otvorena metalna mosna konstrukcija postavlja sa otvorom okluzalno i djelomično oralno, odnosno vestibularno (S u v i n i K o s o v e<sup>1)</sup>).

Naša grupa profila je rađena od tri vrste materijala. Najveće sile opterećenja su preuzeli puni profili. Ovakav redoslijed profila mosta proističe iz činjenice da su sva tri profila istih raspona, istog oblika i istih površina poprečnog presjeka, kao i istog položaja tijela mosta, a razlika je u čvrstoći materijala.

Konstrukcije dentalnog mosta različitih oblika poprečnih presjeka, izrađenih od istog materijala (sl. 5), prema preuzetim dozvoljenim silama opterećenja, pokazuju da najveću silu preuzima puni profil.

Šuplji profili postavljeni su tako, da im je visina veća od širine pa preuzimaju i veće sile opterećenja. To proističe iz tehničke činjenice, da otporni momenat  $u$   $W$  raste sa kvadratom visine presjeka. Zbog toga je najveću dozvoljenu silu ( $P_{dop}$ ), od šupljih profila preuzeo polucjevasti potkovičasti profil mosta, otvoren bočno, a najmanju dozvoljenu silu je preuzeo polucjevasti potkovičasti profil okrenut dolje.

U ovom redoslijedu zanimljiva je i prednost trouglastog profila otvorenog prema djelujućoj sili, u odnosu na trouglasti profil otvoren bočno, koji se u praksi najčešće primjenjuje.

Rezultati ovih ispitivanja su zanimljivi i uz izvjesne ograde mogu poslužiti u praksi pri planiranju mosnih konstrukcija.

#### LITERATURA

1. TILLITSON, W. E., CRAIG, W., PEYTON, F. A.: Experimental stress analysis of fixed partial dentures by use of a Dynamic method, *J. Dent. Res.*, 50:422, 1971
2. FINGER, W., REIMERS, P.: Untersuchungen zur Deformation des Brückenkörpers, *ZWR*, 83:782, 1974
3. RAŠKOVIĆ, D.: Otpornost materijala. Građevinska knjiga, Beograd, 1965
4. SCHWICKERATH, H.: Die Belastbarkeit von Brückenkonstruktionen in Abhängigkeit vom Material und der Konstruktion. *DZZ.*, 29:859, 1974
5. SUVIN, M., KOSOVEL, Z.: Fiksna protetika, Školska knjiga, Zagreb, 1975
6. MILANOVIĆ, S.: Ispitivanje izdržljivosti konstrukcije dentalnog mosta raznih profila prema silama opterećenja pri određenom rasponu, Magisterski rad, Zagreb, 1979

#### S a ž e t a k

Tijela mosnih konstrukcija, u pogledu profila, podložna su mnogim zankovitostima. Zbog potreba kompromisnog zadovoljenja svih značajnih faktora (higijene, estetike, statike i dr), temeljni oblik profila, koji prevladava u dentalnih mostova je trouglasti, ili, kako neki navode, srcoliki oblik.

Cilj ovog rada je spitati utjecaj raznih profila tijela dentalnih mostova izrađenih iz standardnih materijala na stupanj izdržljivosti prema žvačnim silama. Uzete su u obzir samo koncentrične vertikalne sile koje su najjače u procesu mastikacije. Zanimalo nas je opterećenje koje može podnijeti konstrukcija mosta bez uvijanja i bez loma.

Statički je proračunato i laboratorijski ispitano više modela mosnih konstrukcija koji su bili pričvršćeni za čelične nosače. Ispitano je sedam raznih profila, koji su opterećivani različitom silom na kraljici koja služi za ispitivanje čvrstoće i rastegljivosti kovina.

U rezultatima ispitivanja sumarno je dobijen redoslijed tablica opterećenosti i izdržljivosti pojedinih profila. Trouglasti šuplji profil otvoren prema gore, neuporedivo je ekonomičniji od punog profila istih vanjskih dimenzija (za koji je utrošeno četiri puta manje materijala, a preuzeo je dva puta veću silu).