

ORIGINALNI NAUČNI RAD

Vlastimir Palić*

ZNAČAJNOST FAKTORA PRI ODREĐIVANJU UGIBA ZAVARENIH
NOSAČA SA POVEĆANOM ŠIRINOM JEDNOG POJASA**

R e z i m e

U ovom radu istražena je značajnost faktora pri određivanju ugiba zavarenih nosača u slučaju kada se širina jednog pojasa poveća za 50%. Debljina lima nosača iznosi 6 mm.

FACTORS SIGNIFICANCY WHEN DETERMINING THE FLEXION
OF WELDED GIRDERS WITH INCREASED ONE ZONE'S WIDTH

S u m m a r y

In this paper it was investigated the factors significancy when flexion of welded girders was determined, in the case when the width of one zone was increased for 50%. The thickness of sheet girder's metal was 6 mm.

1. U V O D

U ovom radu korišćeni su nosači koji su prethodno potpuno montirani i otpušteni u peći, pa tek onda zavareni. Na slici 1. i 2. prikazan je izgled i dimenzije navedenih nosača, kao i položaj izvedenih čavova 1 i 2. Svi nosači izradjeni su od brods-kog lima, dok dužine nosača iznose 600 mm.

Visina nosača h se menja i iznosi:

$h = 150; 200; 250; 300$ mm

*) Dr Vlastimir Palić, red.prof., Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu

**) Rad je finansirao SIZ za naučni rad Vojvodine

Brzina zavarivanja v_z se takodje menja i iznosi:

$$v_{z1,2} = 40 ; 50 ; 60 ; 70 ; 80 \quad \text{cm/min}$$

Struja zavarivanja I_z i napon luka U_ℓ iznose:

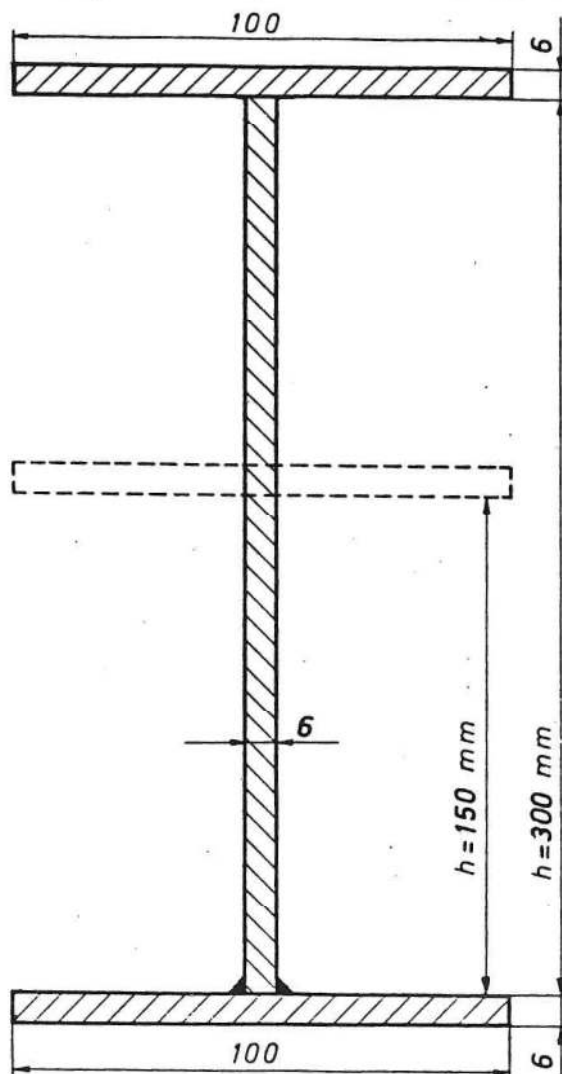
$$I_z = 400 \text{ A} \quad U_\ell = 30 \text{ V}$$

Broj eksperimentalnih nosača za svaku vrstu nosača iznosi:

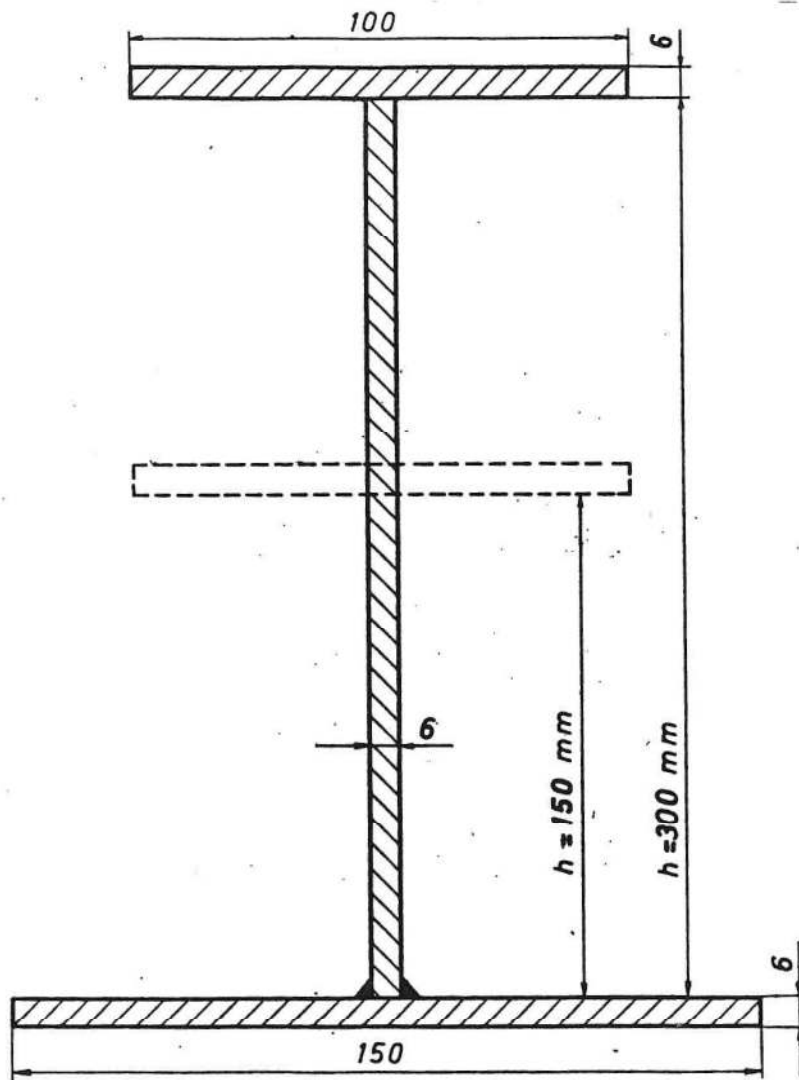
$$5 \times 4 \times 3 = 60 \text{ nosača}$$

($v_{z1,2}$) (h) (ponavljanje)

Zavarivanje nosača izvršeno je sa automatom pod praškom.
Na slici 3. i 5. prikazan je način merenja ugiba nosača f .



Slika 1.

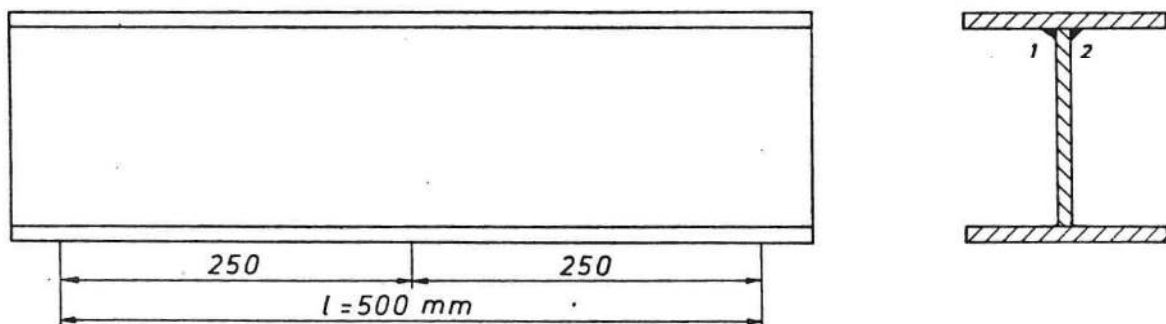


Slika 2.

MERENJE UGIBA I - NOSAČA

Na slici 3. prikazana je šema merenja ugiba f I-nosača.

Rezultati merenja prikazani su u tablici 1. i slici 4.



Slika 3. Prikaz merenja ugiba f I-nosača (l -merna dužina nosača)

I - NOSAČI

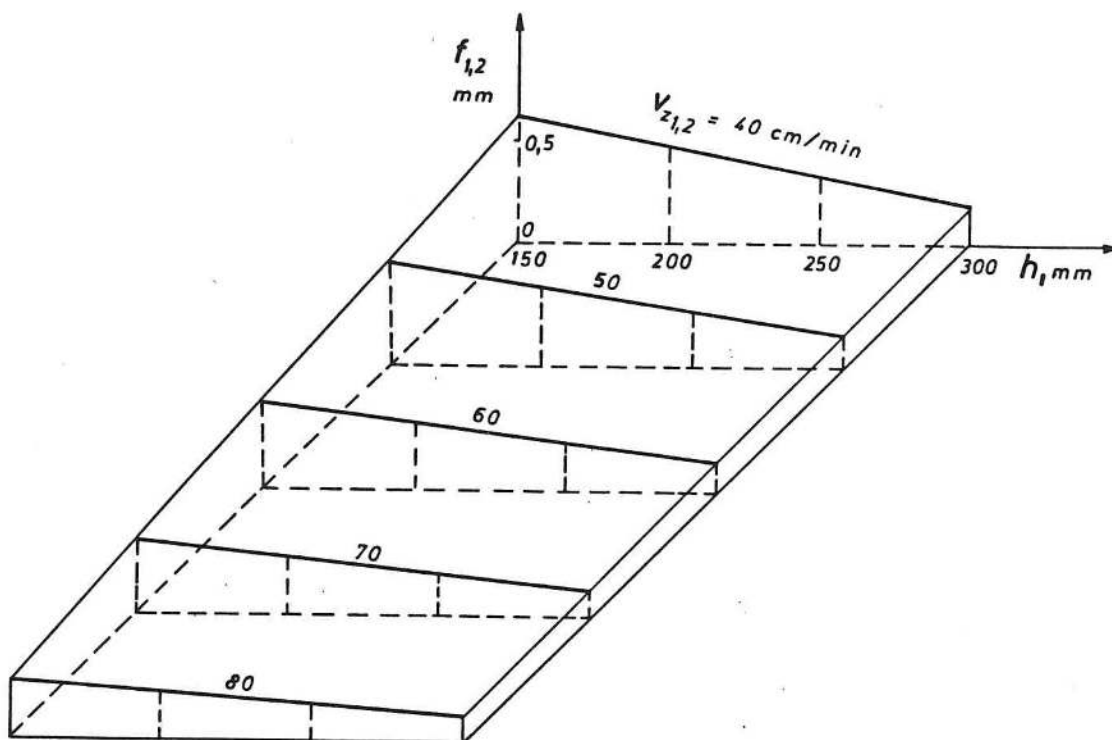
Tablica 1.

Randomizirani redosled eksperimenta	Visina nosača h mm	Brzina zavarivanja v_z cm/min	Srednja veličina ugiba nosača nastalog zbog šavova 1 i 2, u mm	
			$f'_{1,2}$	$f_{1,2}$
1	2	3	4	5
26 38 7	150	40	0,73 0,68 0,67	0,693
30 31 36	150	50	0,43 0,58 0,48	0,497
3 4 11	150	60	0,42 0,51 0,35	0,427
14 52 49	150	70	0,37 0,34 0,26	0,323
39 8 24	150	80	0,26 0,34 0,32	0,307
15 40 34	200	40	0,59 0,56 0,43	0,527
6 45 60	200	50	0,46 0,36 0,31	0,377
55 43 37	200	60	0,26 0,36 0,29	0,303
22 20 47	200	70	0,29 0,41 0,20	0,300
41 59 27	200	80	0,18 0,28 0,34	0,267

Značajnost faktora pri određivanju ugiba zavarenih nosača ...

Tablica 1. nastavak

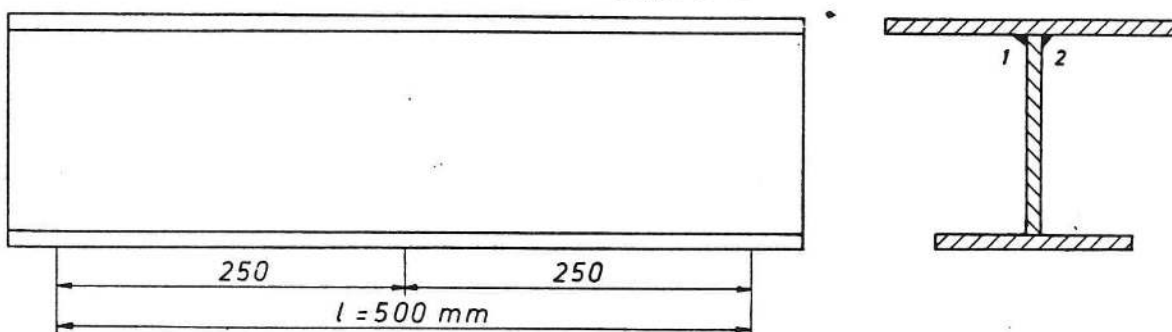
1	2	3	4	5
29 13 32	250	40	0,33 0,23 0,38	0,313
5 25 28	250	50	0,23 0,15 0,35	0,243
19 48 57	250	60	0,28 0,09 0,21	0,193
46 53 56	250	70	0,23 0,07 0,22	0,173
10 51 33	250	80	0,21 0,18 0,19	0,193
17 18 1	300	40	0,26 0,16 0,20	0,207
23 58 44	300	50	0,25 0,12 0,13	0,167
2 9 16	300	60	0,22 0,06 0,14	0,140
21 42 54	300	70	0,05 0,18 0,17	0,133
35 12 50	300	80	0,10 0,19 0,08	0,123



Sl.4.

MERENJE UGIBA \perp - NOSAČA

Na slici 5. prikazana je šema merenja ugiba f \perp -nosača. Rezultati merenja prikazani su u tablici 2. i slici 6.



Sl.5. Prikaz merenja ugiba f \perp -nosača (l -merna dužina nosača)

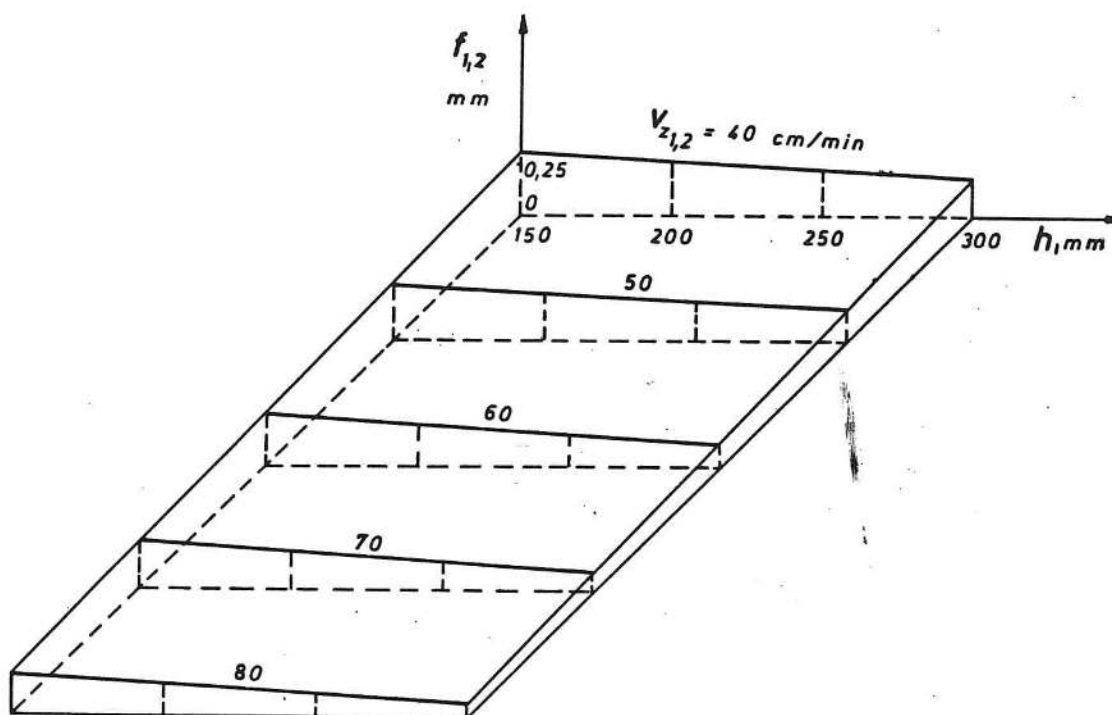
I - NOSAČI

Tablica 2.

Randomizirani redosled eksperimenta	Visina nosača h mm	Brzina zavarivanja v_z cm/min	Srednja veličina ugiba nosača nastalog zbog šavova 1 i 2, u mm	
			$f_{1,2}$	$f_{1,2}$
1	2	3	4	5
26 38 7	150	40	0,40 0,32 0,35	0,357
30 31 36	150	50	0,25 0,28 0,27	0,267
3 4 11	150	60	0,20 0,20 0,26	0,220
14 52 49	150	70	0,22 0,24 0,21	0,223
39 8 24	150	80	0,19 0,21 0,20	0,200
15 40 34	200	40	0,27 0,32 0,33	0,307
6 45 60	200	50	0,21 0,21 0,25	0,223
55 43 37	200	60	0,16 0,18 0,16	0,167
22 20 47	200	70	0,12 0,17 0,21	0,167
41 59 27	200	80	0,16 0,12 0,14	0,140

Tablica 2. nastavak

1	2	3	4	5
29 13 32	250	40	0,24 0,27 0,20	0,237
5 25 28	250	50	0,21 0,21 0,16	0,193
19 48 57	250	60	0,14 0,14 0,16	0,147
46 53 56	250	70	0,12 0,10 0,13	0,117
10 51 33	250	80	0,11 0,10 0,12	0,110
17 18 1	300	40	0,15 0,21 0,23	0,197
23 58 44	300	50	0,18 0,18 0,14	0,167
2 9 16	300	60	0,16 0,10 0,11	0,123
21 42 54	300	70	0,11 0,04 0,10	0,083
35 12 50	300	80	0,11 0,08 0,09	0,093



Sl. 6.

2. OBRADA REZULTATA EKSPERIMENTA

Radi određivanja uticajnosti pojedinih faktora, biće izvršena obrada predviđjena za trofaktorni ekstremni eksperiment.

Biće menjana sledeća tri faktora:

Brzina zavarivanja v_z : 40 i 80 cm/min;

Visina nosača h : 150 i 300 mm;

Širina pojasa b : 100 i 150 mm.

Broj eksperimentalnih nosača u ovom slučaju iznosi:

$$2 \times 2 \times 2 \times 3 = 24 \text{ nosača}$$

(v_z) (h) (b) (ponavljanje)

Uvode se sledeće zamene:

$$\text{Faktor A} = v_z = X_1$$

$$\text{Faktor B} = h = X_2$$

$$\text{Faktor C} = b = X_3$$

Faktori imaju sledeće nivoe:

Tablica 3.

Faktor	Donji nivo	Gornji nivo
X_1	40	80
X_2	150	300
X_3	100	130

Kodiranje nivoa faktora

U tablici 4. prikazane su sve kombinacije nivoa faktora ekstremnog eksperimenta. Sa "-1" je označen donji a sa "+1" gornji nivo faktora. Postupak kodiranja se sprovodi radi lakšeg računanja kod disperzione analize. Sa X_1 , X_2 i X_3 su označeni kodirani faktori A, B i C.

Tablica 4.

X_1	A_i (cm/min)	X_2	B_j (mm)	X_3	C_k (mm)
-1	40	-1	150	-1	100
+1	80	-1	150	-1	100
-1	40	+1	300	-1	100
+1	80	+1	300	-1	100
-1	40	-1	150	+1	150
+1	80	-1	150	+1	150
-1	40	+1	300	+1	150
+1	80	+1	300	+1	150

Disperziona analiza

U tablici 5. prikazan je plan trofaktornog ekstremnog eksperimenta sa unetim izmerenim veličinama ugiba nosača f.

Tablica 5.

X ₀	X ₁	X ₂	X ₁ ·X ₂	X ₃	X ₁ ·X ₃	X ₂ ·X ₃	X ₁ ·X ₂ ·X ₃	Ozna- ka	Ugib f, u mm			Suma
									1	2	3	
+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	(1)	0,73	0,68	0,67	2,08
+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	a	0,26	0,34	0,32	0,92
+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	b	0,26	0,16	0,20	0,62
+1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	ab	0,10	0,19	0,08	0,37
+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	c	0,40	0,32	0,35	1,07
+1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	ac	0,19	0,21	0,20	0,60
+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	bc	0,15	0,21	0,23	0,59
+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	abc	0,11	0,08	0,09	0,28

OS = 6,53

Određivanje kontrasta

$$4A = - (1) + a - b + ab - c + ac - bc + abc =$$

$$= -2,08 + 0,92 - 0,62 + 0,37 - 1,07 + 0,60 - 0,59 + 0,28 = -2,19$$

$$4B = - (1) - a + b + ab - c - ac + bc + abc =$$

$$= -2,08 - 0,92 + 0,62 + 0,37 - 1,07 - 0,60 + 0,59 + 0,28 = -2,81$$

$$4AB = + (1) - a - b + ab + c - ac - bc + abc =$$

$$= 2,08 - 0,92 - 0,62 + 0,37 + 1,07 - 0,60 - 0,59 + 0,28 = 1,07$$

$$4C = - (1) - a - b - ab + c + ac + bc + abc =$$

$$= -2,08 - 0,92 - 0,62 - 0,37 + 1,07 + 0,60 + 0,59 + 0,28 = -1,45$$

$$4AC = + (1) - a + b - ab - c + ac - bc + abc =$$

$$= 2,08 - 0,92 + 0,62 - 0,37 - 1,07 + 0,60 - 0,59 + 0,28 = 0,63$$

$$4BC = + (1) + a - b - ab - c - ac + bc + abc =$$

$$= 2,08 + 0,92 - 0,62 - 0,37 - 1,07 - 0,60 + 0,59 + 0,28 = 1,21$$

$$4ABC = - (1) + a + b - ab + c - ac - bc + abc =$$

$$= -2,08 + 0,92 + 0,62 - 0,37 + 1,07 - 0,60 - 0,59 + 0,28 = -0,75$$

Suma kvadrata

$$SKA = \frac{(\text{kontrast})^2}{N} = \frac{(-2,19)^2}{24} = 0,1998$$

$$SKB = \frac{(-2,81)^2}{24} = 0,329$$

$$SKAB = \frac{1,07^2}{24} = 0,0477$$

$$SKC = \frac{(-1,45)^2}{24} = 0,0876$$

$$SKAC = \frac{0,63^2}{24} = 0,0165$$

$$SKBC = \frac{1,21^2}{24} = 0,061$$

$$SKABC = \frac{(-0,75)^2}{24} = 0,0234$$

Opšta suma kvadrata

$$OSK = \sum_i^m \sum_j^k f_{ij}^2 - \frac{OS^2}{N} = 0,73^2 + 0,68^2 + \dots + 0,08^2 + 0,09^2 - \frac{6,53^2}{24} = 2,5667 - 1,7767 = 0,79$$

Suma kvadrata greške

$$SKG = OSK - SKA - SKB - SKAB - SKC - SKAC - SKBC - SKABC = 0,79 - 0,1998 - 0,329 - 0,0477 - 0,0876 - 0,0165 - 0,061 - 0,0234 = 0,025$$

Stepeni slobode

Za SKA, SKB, SKAB, SKC, SKAC, SKBC, SKABC: 1

Za OSK = $n \cdot m - 1 = 3 \cdot 8 - 1 = 23$

Za SKG = $m(n - 1) = 8(3 - 1) = 16$

Fišerov kriterijum

$$v_{0A} = \frac{SKA/1}{SKG/16} = \frac{0,1998}{0,025/16} = \frac{16 \cdot 0,1998}{0,025} = 127,87$$

$$v_{0B} = \frac{16 \cdot 0,329}{0,025} = 210,56$$

$$v_{0AB} = \frac{16 \cdot 0,0477}{0,025} = 30,53$$

$$v_{0C} = \frac{16 \cdot 0,0876}{0,025} = 56,06$$

$$v_{0AC} = \frac{16 \cdot 0,0165}{0,025} = 10,56$$

$$v_{0BC} = \frac{16 \cdot 0,061}{0,025} = 39,04$$

$$v_{0ABC} = \frac{16 \cdot 0,0234}{0,025} = 14,98$$

Uporedni kriterijum

Iz tablice za Fišerovu raspodelu (prema [1]) za verovatnoću od 95% i stepene slobode 1 i 16 imamo: $c = 4,49$. Za $v_0 > c$ faktor ili medjudejstvo je značajno.

Zaključak disperzione analize: Faktori A, B i C i međudejstva su značajna.

3. ZAKLJUČAK

Na osnovu svega navedenog proizilazi sledeće:

- Uticaj brzine zavarivanja, visine nosača i širine pojasa nosača je značajno.

- Smanjivanje ugiba nosača usled povećanja širine jednog pojasa za 50% je znatno. Kod manjih brzina zavarivanja i većih visina nosača, uticaj promene širine pojasa se povećava.

LITERATURA

- |1| Pantelić I.: Uvod u teoriju inženjerskog eksperimenta. Radivoj Ćirpanov, Novi Sad, 1976.
- |2| Okerblom N.O., Demjancević, V.P., Bajkova I.P.: Proektirovanie tehnologii izgotovljenija svarnih konstrukcij. Sudpromgiz, Leningrad, 1963.
- |3| Palić V.: Zavarivanje. Univerzitetski udžbenik. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1987.