

<https://doi.org/10.24867/JPE-1989-06-069>

ORIGINALNI NAUČNI RAD

Vlastimir Palić\*

UTICAJ PROMENE DUŽINE I VISINE NOSAČA KAO I  
ŠIRINE POJASA NA VELIČINU UGIBA ZAVAREN OG NOSAČA\*\*

Rezime

*U ovom radu primenjen je trofaktorni ekstremni eksperiment pri određivanju uticaja promene dužine i visine nosača kao i širine pojasa na veličinu ugiba zavarenog nosača. Debljina lima nosača iznosila je 6 mm.*

THE INFLUENCE OF CHANGING THE GIRDER'S LENGTH AND  
HIGHT AS WELL AS ZONE'S WIDTH ON THE AMOUNT OF WELDED  
GIRDER'S DEFLECTION

Summary

*In this paper, three-factorial extreme experiment was applied to the determination of influence of changing the girder's length and hight as well as zone's width on the amount of welded girder's deflection. Thickness of girder's sheet metal was 6 mm.*

1. UVOD

Cilj ovog istraživanja sastoji se u određivanju veličine ugiba zavarenih nosača kada se dužina i visina nosača, kao i širina jednog pojasa poveća za dva puta.

U ovom radu korišćeni su nosači koji su prethodno montirani i otpušteni u peći, pa tek onda zavareni. Na slici 1. prikazan je izgled nosača i položaj izvedenog ugaonog šava 1.

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

\*\*Rad je finansirao SIZ za naučni rad Vojvodine.

Svi nosači su izradjeni od Č.0361 debljine lima 6 mm.

Merena dužina nosača se menja i iznosi:  $l=400$  i  $800$  mm.

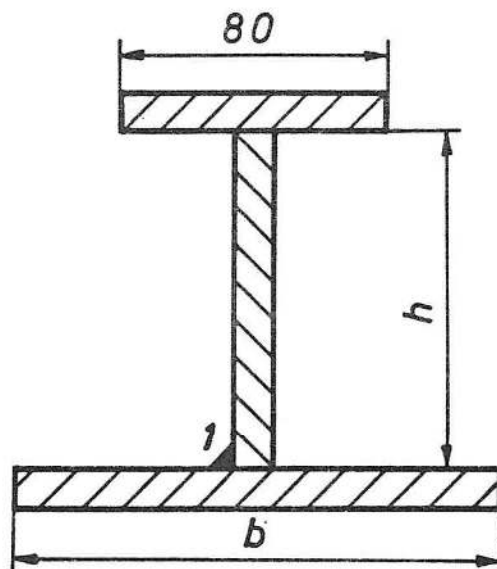
Visina nosača se menja i iznosi:  $h=120$  i  $240$  mm.

Širina jednog pojasa se menja i iznosi:  $b=80$  i  $160$  mm.

Struja zavarivanja, napon luka i brzina zavarivanja su iznosili:

$$I_z = 400 \text{ A} \qquad U_1 = 30 \text{ V} \qquad V_z = 40 \text{ cm/min}$$

Zavarivanje nosača izvršeno je sa automatom pod praškom. Korišćen je prašak EP-20 i elektrodna žica EPP-2 prečnika 3 mm.



Slika 1. Izgled nosača

## 2. PLANIRANJE EKSPERIMENTA I REZULTATI MERENJA

Randomizacija, planiranje i izvodjenje ovog eksperimenta izvršeno je po principima planiranog eksperimenta. U tablici 1. prikazana je randomizacija, u tablici 2. plan eksperimenta, dok su u tablici 3. prikazani rezultati merenja posle izvršenog eksperimenta. Na slici 2. dat je grafički prikaz rezultata merenja na osnovu tablice 3.

Broj eksperimentalnih nosača je iznosio:

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

(l)            (h)            (b) (ponavljanje)

R A N D O M I Z A C I J A

Tablica 1.

Dužina nosača l mm	Broj ponavljanja eksperimenta	Visina nosača h, u mm			
		120		240	
		Širina pojasa b, u mm			
		80	160	80	160
400	1	6	17	21	11
	2	18	8	10	15
	3	14	2	23	5
800	1	1	4	7	3
	2	9	20	16	24
	3	12	13	22	19

PLAN EKSPERIMENTA

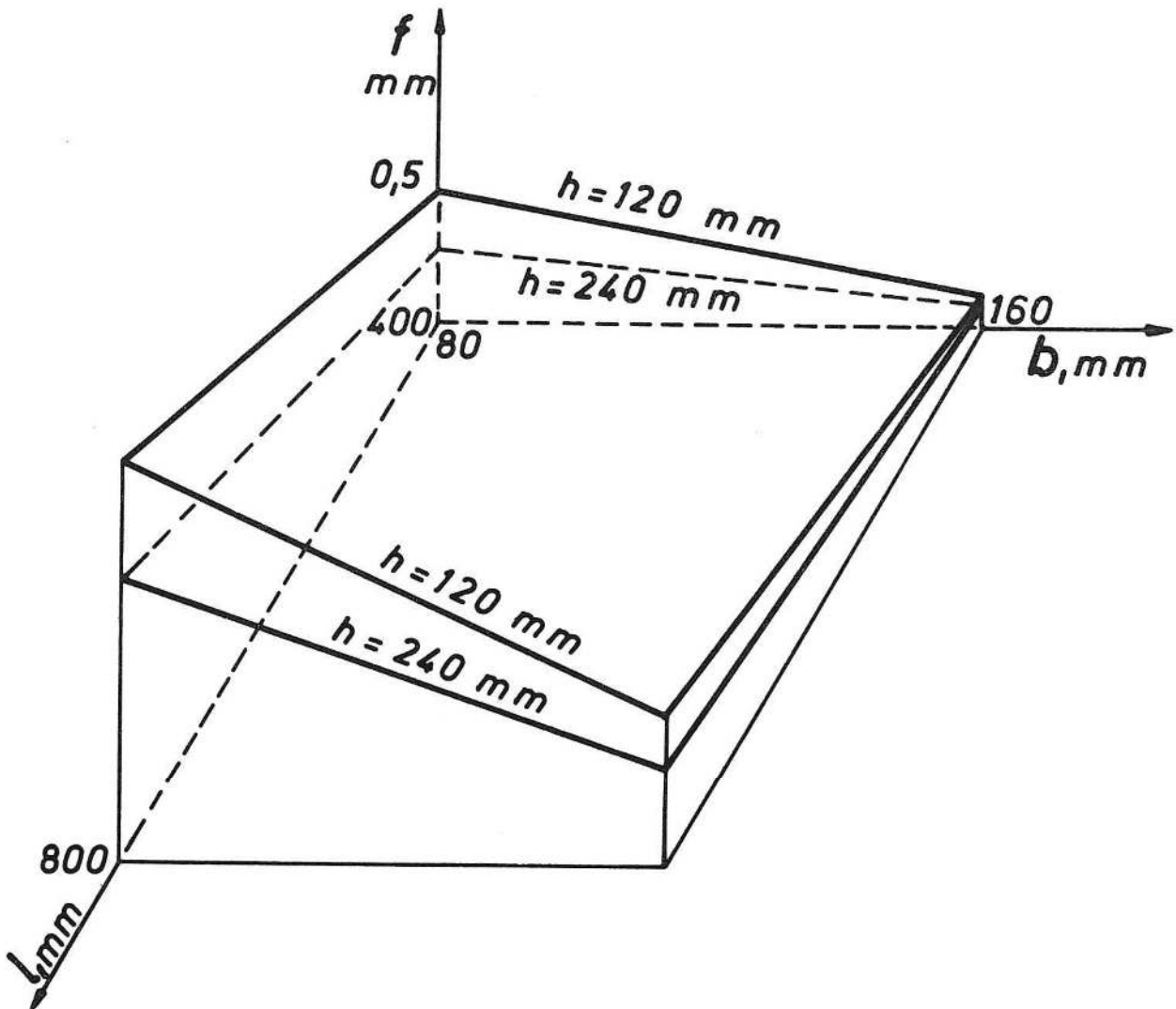
Tablica 2.

Randomizirani redosled eksperimenta	Visina nosača h mm	Širina pojasa b mm	Dužina nosača l mm	Broj ponavljanja eksperimenta
1	120	80	800	1
2	120	160	400	3
3	240	160	800	1
4	120	160	800	1
5	240	160	400	3
6	120	80	400	1
7	240	80	800	1
8	120	160	400	2
9	120	80	800	2
10	240	80	400	2
11	240	160	400	1
12	120	80	800	3
13	120	160	800	3
14	120	80	400	3
15	240	160	400	2
16	240	80	800	2
17	120	160	400	1
18	120	80	400	2
19	240	160	800	3
20	120	160	800	2
21	240	80	400	1
22	240	80	800	3
23	240	80	400	3
24	240	160	800	2

## REZULTATI MERENJA UGIBA NOSAČA

Tablica 3.

Randomizirani redosled eksperimenta	Dužina nosača l mm	Visina nosača h mm	Širina pojasa b mm	Srednja veličina ugiba nosača nastalog zbog šava 1	
				mm	
6 18 14	400	120	80	0,48	0,470
				0,47	
				0,46	
17 8 2		240	160	0,10	0,107
				0,11	
				0,11	
21 10 23	800	120	80	0,27	0,270
				0,27	
				0,27	
11 15 5		240	160	0,09	0,077
				0,08	
				0,06	
1 9 12	800	120	80	1,47	1,480
				1,43	
				1,54	
4 20 13		240	160	0,54	0,550
				0,56	
				0,55	
7 16 22	240	80	1,06	1,040	
			0,97		
			1,09		
3 24 19	240	160	0,36	0,357	
			0,35		
			0,36		



Slika 2. Grafički prikaz rezultata merenja

### 3. OBRADA REZULTATA EKSPERIMENTA

Radi određivanja uticaja pojedinih faktora, biće izvršena obrada predviđena za trofaktorni ekstremni eksperiment.

Menjaju se sledeća tri faktora:

Merena dužina nosača l:	400	i	800 mm
Visina nosača h:	120	i	240 mm
Širina jednog pojasa nosača b:	80	i	160 mm

Uvode se sledeće zamene:

Faktor A = l = X<sub>1</sub>

Faktor B = h = X<sub>2</sub>

Faktor C = b = X<sub>3</sub>

Faktori imaju sledeće nivoe:

Tablica 4.

Faktor	Donji nivo	Gornji nivo
$X_1$	400	800
$X_2$	120	240
$X_3$	80	160

### Kodiranje nivoa faktora

U tablici 5. prikazane su sve kombinacije nivoa faktora trofaktornog 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 5.

$X_1$	$A_i$ (mm)	$X_2$	$B_j$ (mm)	$X_3$	$C_k$ (mm)
-1	400	-1	120	-1	80
+1	800	-1	120	-1	80
-1	400	+1	240	-1	80
+1	800	+1	240	-1	80
-1	400	-1	120	+1	160
+1	800	-1	120	+1	160
-1	400	+1	240	+1	160
+1	800	+1	240	+1	160

### Disperziona analiza

U tablici 6. prikazan je plan trofaktornog ekstremnog eksperimenta sa unetim veličinama ugiba nosača.

Tablica 6.

$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_1 X_2$	$X_3$	$X_1 X_3$	$X_2 X_3$	$X_1 X_2 X_3$	oznaka	Ugib nosača, u mm			Suma
									1	2	3	
+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	(1)	0,48	0,47	0,46	1,41
+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	a	0,10	0,11	0,11	0,32
+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	b	0,27	0,27	0,27	0,81
+1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	ab	0,09	0,08	0,06	0,23
+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	c	1,47	1,43	1,54	4,44
+1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	ac	0,54	0,56	0,55	1,65
+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	bc	1,06	0,97	1,09	3,12
+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	abc	0,36	0,35	0,36	1,07

OS = 13,05

Odredjivanje kontrasta

$$4A = -(1) + a - b + ab - c + ac - bc + abc = -1,41 + 0,32 - 0,81 + 0,23 - 4,44 + 1,65 - 3,12 + 1,07 = -6,51$$

$$4B = -(1) - a + b + ab - c - ac + bc + abc = -1,41 - 0,32 + 0,81 + 0,23 - 4,44 - 1,65 + 3,12 + 1,07 = -2,59$$

$$4AB = +(1) - a - b + ab + c - ac - bc + abc = 1,41 - 0,32 - 0,81 + 0,23 + 4,44 - 1,65 - 3,12 + 1,07 = +1,25$$

$$4C = -(1) - a - b - ab + c + ac + bc + abc = -1,41 - 0,32 - 0,81 - 0,23 + 4,44 + 1,65 + 3,12 + 1,07 = +7,51$$

$$4AC = +(1) - a + b - ab - c + ac - bc + abc = 1,41 - 0,32 + 0,81 - 0,23 - 4,44 + 1,65 - 3,12 + 1,07 = -3,17$$

$$4BC = +(1) + a - b - ab - c - ac + bc + abc = 1,41 + 0,32 - 0,81 - 0,23 - 4,44 - 1,65 + 3,12 + 1,07 = -1,21$$

$$4ABC = -(1) + a + b - ab + c - ac - bc + abc = -1,41 + 0,32 + 0,81 - 0,23 + 4,44 - 1,65 - 3,12 + 1,07 = +0,23$$

Suma kvadrata

$$SKA = \frac{(\text{kontrast})^2}{N} = \frac{(-6,51)^2}{24} = 1,7658$$

$$SKB = \frac{(-2,59)^2}{24} = 0,2795 \quad SKAB = \frac{1,25^2}{24} = 0,0651$$

$$SKC = \frac{7,51^2}{24} = 2,35 \quad SKAC = \frac{(-3,17)^2}{24} = 0,4187$$

$$SKBC = \frac{(-1,21)^2}{24} = 0,061 \quad SKABC = \frac{0,23^2}{24} = 0,0022$$

Opšta suma kvadrata

$$OSK = \sum_i^m \sum_j^k f_{ij}^2 - \frac{OS^2}{N} = 0,48^2 + \dots + 0,36^2 - \frac{13,05^2}{24} = 4,9574$$

Suma kvadrata greške

$$SKG = OSK - SKA - SKB - SKAB - SKC - SKAC - SKBC - SKABC =$$

$$= 4,9574 - 1,7658 - 0,2795 - 0,0651 - 2,35 - 0,4187 - 0,061 - 0,0022 = 0,0151$$

Stepeni slobode

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

Za OSK = n.m-1 = 3.8-1 = 23

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

Fišerov kriterijum

$$v_o = \frac{SKA/1}{SKG/16} = \frac{1,7658}{0,0151/16} = 1.870,55$$

$$v_{o_B} = \frac{0,2795}{0,0009444} = 296,08$$

$$v_{o_{AB}} = \frac{0,0651}{0,000944} = 68,96$$

$$v_{o_C} = \frac{2,35}{0,000944} = 2.489,41$$

$$v_{o_{AC}} = \frac{0,4187}{0,000944} = 443,54$$

$$v_{o_{BC}} = \frac{0,061}{0,000944} = 64,62$$

$$v_{o_{ABC}} = \frac{0,0022}{0,000944} = 2,33$$

Uporedni kriterijum

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

Zaključak disperzione analize

Faktori A, B i C i dvojna medjudejstva su značajna. Trojno medjudejstvo nije značajno.

## 4. Z A K L J U Č A K

Na osnovu dijagrama prikazanog na slici 2. i rezultata disperzione analize proizilazi sledeće:

Kod dvostrukog povećanja dužine i visine nosača, kao i širine jednog pojasa, najveći uticaj na veličinu ugiba nosača ima širina jednog pojasa, manji uticaj ima dužina nosača, a najmanji uticaj ima visina nosača.

## 5. L I T E R A T U R A

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