

## OCJENA USKLAĐENOSTI ZA ZAVARENU ARMATURNU MREŽU CONFORMITY ASSESSMENT OF WELDED REINFORCEMENT FABRIC

**Mr.sc. Branka Muminović**  
**Metalurški institut „Kemal Kapetanović“, Univerzitet u Zenici, Zenica, BiH**

**Dr.sc.Mirsada Oruč, Dr. sc. Raza Sunulahpašić, Dr.sc.Sulejman Muhamedagić,**  
**Dr.sc.Almaida Gigović-Gekić**  
**Fakultet za metalurgiju i materijale, Univerzitet u Zenici, Zenica, BiH**

### REZIME

Zavarena armaturna mreža je čelična armatura koja u kombinaciji s betonom služi za armiranje betonskih konstruktivnih elemenata s istim ciljem kao i orebreni betonski čelik, i ima svoju široku primjenu u visoko i niskogradnji, hidrotehnici, za izradu raznih vrsta armirano-betonskih elemenata i dr. Kvalitet mreže ovisi o kvalitetu žice ili šipke od kojih se mreža izrađuje, ali i o čvrstoći zavarenih spojeva. Građevinski proizvodi proizvedeni u proizvodnom pogonu izvan gradilišta smiju se ugraditi u betonsku konstrukciju ako ispunjavaju zahtjeve propisane „Pravilnikom o tehničkim propisima za građevinske proizvode koji se ugrađuju u betonske konstrukcije“, i ako je za njega izdat certifikat o usklađenosti shodno odredbama Pravilnika o certifikaciji.

U ovom radu dat je prikaz ocjene usklađenosti za armaturnu mrežu tipa Q188(6x6), kvaliteta B500A.

**Ključne riječi:** zavarena armaturna mreža, ispitivanje, ocjena usklađenosti

### ABSTRACT

Welded reinforcement fabric is steel reinforcement, which in combination with the concrete is used for the reinforcement of concrete structural elements with the same goal as the ribbed concrete steel, and has a wide application in building and civil engineering, hydro-engineering, for production of various types of reinforced concrete elements, etc. The quality of the welded fabric depends on the quality of the wire or rod from which the net is made, but also on the strength of welds. Construction products manufactured in the production plant outside the site may be incorporated into the concrete structure if they meet the requirements laid down in the "Regulation on technical regulations for construction products that are installed in concrete construction", and if it is certificated for compliance under the provisions of the Regulations on the certification.

This paper will give an overview of conformity assessment for welded fabric type Q188 (6x6), the quality of B500A.

**Keywords:** welded reinforcement fabric, testing, conformity assessment

## 1. UVOD

Potvrđivanje usklađenosti građevinskih proizvoda na osnovu „Pravilnika o tehničkim propisima za građevinske proizvode koji se ugrađuju u betonske konstrukcije“, obuhvata radnje ocjenjivanja usklađenosti građevinskih proizvoda i izdavanje certifikata o usklađenosti građevinskih proizvoda.

Dokumentacija sa kojom se isporučuje građevinski proizvod mora sadržavati podatke kojima se osigurava sljedivost identifikacije građevinskog proizvoda i certifikat o usklađenosti za taj proizvod, podatke koji su u vezi označavanja građevinskih proizvoda propisanih „Pravilnikom o tehničkim propisima za građevinske proizvode koji se ugrađuju u betonske konstrukcije“ te druge podatke značajne za rukovanje, prevoz, pretovar, skladištenje, ugradnju i upotrebu građevinskog proizvoda te njegovog uticaja na svojstva i trajnost betonske konstrukcije [1].

Potvrđivanje usklađenosti čelika za armiranje provodi se prema odredbama priznatih tehničkih pravila prema standardu BAS EN 10080 i odredbama Pravilnika o certifikaciji.

## 2. ZAHTJEVI ZA KVALITET ARMATURNIH MREŽA

Osobine čelika za tri tipična kvaliteta B500A, B500B i B450C date su u tabeli 1.

Tabela 1. Osobine čelika za tri tipična kvaliteta B500A, B500B i B450C [2]

Naziv ili oznaka čelika	B500A	B500B	B450C
Nominalni promjer, d (mm)	5-16	6-16	6-16
Napon tečenja, Re (N/mm <sup>2</sup> )	≥500	≥500	≥450
Omjer zatezne čvrstoće i napona tečenja, Rm/Re	≥1,05 <sup>1)</sup>	≥1,08	≥1,15 ≤1,35
Omjer stvarne i nazivne vrijednosti napona tečenja, Re,act./Re,nom.	-	-	≤1,20
Procenat ukupnog izduženja kod maksimalne sile, Agt (%)	≥2,5 <sup>2)</sup>	≥5,0	≥7,5
Dinamička čvrstoća (N/mm <sup>2</sup> )	≥100		
Dopušteno odstupanje od nazivne mase, %	±4,5 <sup>3)</sup>		
<sup>1)</sup> Rm/Re ≥ 1,03 za d=5,0 do 5,5 mm <sup>2)</sup> Agt ≥ 2% za d=5,0 do 5,5 mm <sup>3)</sup> za nominalne promjere >8 mm; ±6% za nominalne promjere ≤8mm			

Za početni tip ispitivanja metodom slučajnog uzorka uzorkuju se tri kombinacije prečnika na način da se jedna kombinacija prečnika uzima iz najmanjeg promjera žica, druga iz srednjeg i treća iz najvećeg promjera žica. Iz svake kombinacije prečnika uzorkuju se po tri taline. Za kontinuirani nadzor metodom slučajnog uzorka uzorkuju se tri taline iz jedne kombinacije prečnika.

Nakon uzorkovanja vrši se identifikacija svake kombinacije prečnika i pripadajućih talina. Uzorkovanje ispitnih epruveta, broj ispitivanja, kombinacije prečnika i broj ispitnih epruveta iz uzoraka armaturnih mreža za početni tip ispitivanja prikazan je u tabeli 2 [3].

Tabela 2. Broj ispitivanja standardizovanih svojstava zavarenih mreža [3]

Osobina	Broj ispitivanja po jednoj talini	Broj kombinacija prečnika/ Broj talina	Broj ispitnih epruveta
Odstupanje od površine	2 uzdužne + 2 poprečne	3/3	36
Re	2 uzdužne + 2 poprečne	3/3	36
Rm	2 uzdužne + 2 poprečne	3/3	36
Rm/Re	2 uzdužne + 2 poprečne	3/3	36
Agt	2 uzdužne + 2 poprečne	3/3	36
Sila smicanja	1 uzdužna + 2 poprečne	3/3	27
Otpornost na savijanje	1 uzdužna + 1 poprečna	3/3	18
$f_R$	2 uzdužne + 2 poprečne	3/3	36
Ostvareni broj ciklusa pri zamaranju	1	3/3	9

Ispitne epruvete uzete iz uzoraka armaturnih mreža se prije ispitivanja zagrijavaju na temperaturu 100°C u vremenu od 1 sata a zatim hlade na zraku, odnosno ispitne epruvete se prije ispitivanja vještački ostare [4].

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

U okviru eksperimentalnog dijela rada urađena je ocjena usklađenosti armaturne mreže Q 188 (6x6) kvaliteta B500A. Sva ispitivanja su rađena u Mehaničkom laboratoriju Metalurškog instituta „Kemal Kapetanović“ Univerziteta u Zenici. Mehanički laboratorij posjeduje ovlaštenje za provođenje radnji ocjenjivanja usklađenosti građevinskih proizvoda, odnosno pojedinih svojstava građevinskih proizvoda broj: UPI/O3-23-2-116-1/11 ID od 27.07.2015. godine. Takođe, Mehanički laboratorij posjeduje akreditaciju za mehanička ispitivanja metalnih materijala broj LI-02-02 izdata od strane Instituta za akreditiranje BiH.

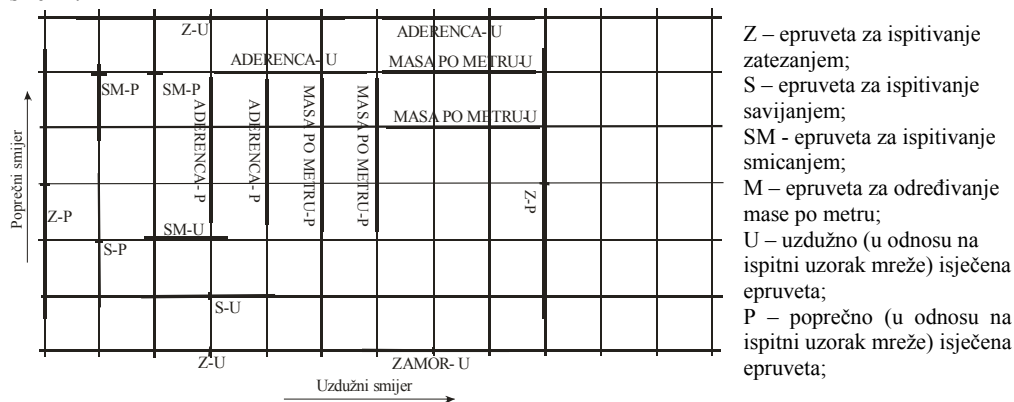
U skladu sa standardom BAS EN 10080, tačka 8.1.2.1.3., tabela 9. uzorkovane su tri taline (124086, 226525, 226730) armaturne mreže metodom slučajnog uzorka na skladištu kupca dimenzija 2m x 1m za svaku talinu.

Za ocjenu usklađenosti urađena su slijedeća ispitivanja:

- Mjerenje dimenzija uzoraka armaturnih mreža (dužina, širina, osni razmak, prepust)
  - Uzorkovanje ispitnih epruveta iz uzoraka armaturnih mreža za ispitivanja prema tabeli 2.
- Ispitne epruvete su uzete iz uzorka zavarene mreže u stanju isporuke.

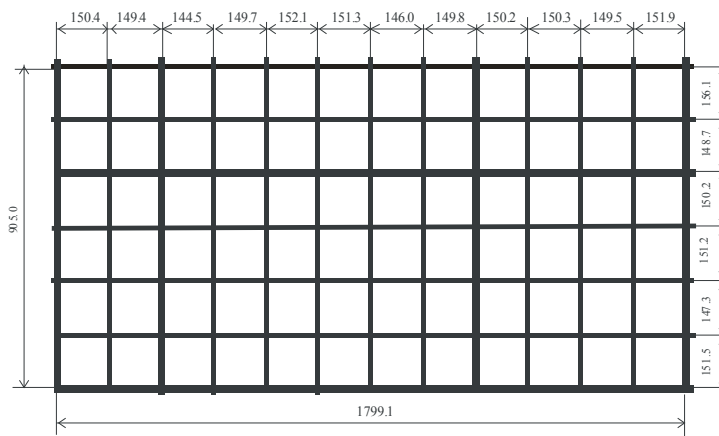
Svaka ispitna epruveta sadržavala je najmanje jedan presjek (zavareni dio).

Izgled ispitnog uzorka armaturne mreže i mjesta uzorkovanja ispitnih epruveta prikazan je na slici 1.



Slika 1. Izgled ispitnog uzorka i mjesta uzorkovanja ispitnih epruveta

Mjesta uzorkovanja ispitnih epruveta iz uzorka armaturne mreže je isti za sve tri taline. Za sva tri uzorka armaturne mreže mjerene su: dužina, širina, osni razmak i prepust. Rezultati mjerenja za talinu 124086 prikazani su na slici broj 2.



Slika 2. Geometrijske karakteristike mreže – talina 124086

Prepusti na sva tri uzorka armaturne mreže su veći od 25 mm.

Čvrstoćna svojstva materijala ( $R_{p0,2}$ ,  $R_m$ ) izračunate su korištenjem nominalne površine poprečnog presjeka ispitne epruvete ( $28,3 \text{ mm}^2$ ). Rezultati ispitivanja zatezanjem dati su u tabeli 3.

Tabela 3. Rezultati ispitivanja zatezanjem

Oznaka uzorka	Napon tečenja* $R_{p0,2}$ ( $\text{N/mm}^2$ )	Zatezna čvrstoća $R_m$ ( $\text{N/mm}^2$ )	Odnos zatezna čvrstoće/ napon tečenja $R_m/R_{p0,2}$		Procentualno ukupno izduženje kod max. sile $A_{gt}$ (%)		Mjesto loma	
			Izračunato	U skladu sa BAS EN 10080	Izračunato	U skladu sa BAS EN 10080		
124086	U	590	629	1,06	min 1,05	2,5	min. 2,5	Osnovni mat.
	U	598	625	1,05		2,5		Osnovni mat.
	P	608	637	1,05		2,5		Osnovni mat.
	P	625	655	1,05		2,5		Osnovni mat.
226525	U	548	583	1,06		4,0		Osnovni mat.
	U	524	553	1,06		3,5		Osnovni mat.
	P	551	579	1,05		2,5		Osnovni mat.
	P	549	582	1,06		3,0		Osnovni mat.
226730	U	545	570	1,05		3,0		Osnovni mat.
	U	542	572	1,06		2,5		Osnovni mat.
	P	565	604	1,07		2,5		Osnovni mat.
	P	548	585	1,07		3,0		Osnovni mat.

\* $R_{p0,2}$  u skladu sa BAS EN 10080 min.  $500 \text{ N/mm}^2$

Rezultati ispitivanja smicanjem su prikazani u tabeli 4. U istoj tabeli date su minimalne sile smicanja u skladu sa standardom BAS EN 10080.

Tabela 4. Rezultati ispitivanja smicanjem

Oznaka uzorka			Podaci o epruveti		Sila smicanja (N)	Dozvoljeno prema standardu min (N)	Mjesto loma
			Promjer (mm)	Površina (mm <sup>2</sup> )			
Armaturna mreža Q188 B500A	Talina 124086	U	6,00	28,3	7850	4174	Na zavaru
		P	6,00	28,3	6150	4302	Na zavaru
		P	6,00	28,3	5980	4422	Na zavaru
	Talina 226525	U	6,00	28,3	7560	3792	Na zavaru
		P	6,00	28,3	6750	3898	Na zavaru
		P	6,00	28,3	6820	3884	Na zavaru
	Talina 226730	U	6,00	28,3	9350	3852	Na zavaru
		P	6,00	28,3	5500	3997	Na zavaru
		P	6,00	28,3	5350	3877	Na zavaru

Mjerenja mase po metru šipki iz talina 124086, 226525, 226730 uzoraka armaturnih mreža je provedeno na dvije uzdužne i dvije poprečne šipke i dobijeni rezultati su u granicama  $\pm 6$  što zadovoljava zahtjeve standarda BAS EN 10080.

Rezultati projektovane površine rebara za talinu 124086 dati su u tabeli 5.

Tabela 5. Mjerenje geometrijskih karakteristika, talina 124086 – uzdužno isječena epruveta

Oznaka uzorka	Nominalni promjer	Geometrijske karakteristike	Kosa rebra											Relativna površina rebara $f_b$		
			Visina rebra h (mm)								Rastojanje između rebara, c (mm)	Prosječno rastojanje između dva uporedna rebara, e (mm)	Širina glave b (mm)		Nagib kosih rebara $\beta$	
			Maks. visina ( $a_{max}$ )			U tačkama četvrtine ( $a_{1/4}, a_{3/4}$ )										
124086 – Uzdužna šipka	6,0	$x_i$	0,55	0,67	0,61	0,47	0,64	0,57	0,43	0,55	0,52	4,7	0,93	0,7	57	0,081
			0,56	0,66	0,60	0,46	0,64	0,57	0,42	0,54	0,51	4,8	1,14	0,8	53	
			0,56	0,67	0,61	0,47	0,64	0,57	0,43	0,55	0,52	4,8	0,88	0,6	66	
	$X_{\square}$	0,61			0,53					4,8	2,95	0,70	59			
	acc.to EN 10080	do 0,9			0,18 do 0,9					2,4 do 7,2			35-75			
	6,0	$x_i$	0,58	0,64	0,59	0,55	0,55	0,58	0,49	0,50	0,48	4,8	0,93	0,7	59	
0,57			0,63	0,59	0,54	0,55	0,57	0,48	0,49	0,48	4,8	1,04	0,7	62		
0,58			0,64	0,59	0,55	0,55	0,58	0,49	0,50	0,48	4,8	0,8	0,7	63		
$X_{\square}$		0,60			0,53					4,8	2,75	0,70	61			
acc.to EN 10080		do 0,9			0,18 do 0,9					2,4 do 7,2			35-75			

Savijanje uzoraka armaturne mreže Q188 B500A, taline 124086, 226525, 226730 je provedeno na jednoj ispitnoj epruveti u uzdužnom i jednoj u poprečnom smjeru iz svake

taline sa promjerom trna od 36 mm i na ugao savijanja od 60°. Nakon ispitivanja nisu uočene greške u obliku pukotina ili preloma [5].  
Rezultati ispitivanja na zamor dati su u tabeli 6.

Tabela 6. Rezultati ispitivanja na zamaranje

Redni broj	Oznaka taline	Nazivni prečnik	Nominalna površina poprečnog presjeka (mm <sup>2</sup> )	Napon tečenja Re (N/mm <sup>2</sup> )	2σ <sub>A</sub>		σ <sub>g</sub>		σ <sub>d</sub>		σ <sub>sr</sub>		Ostvareni broj ciklusa N
					2F <sub>A</sub> (kN)	Vrijednost (N/mm <sup>2</sup> )	F <sub>σg</sub> (kN)	Vrijednost (N/mm <sup>2</sup> )	F <sub>d</sub> (kN)	Vrijednost (N/mm <sup>2</sup> )	F <sub>sr</sub> (kN)	Vrijednost (N/mm <sup>2</sup> )	
1.	124086	6	28,3	594	2,83	100	11,77	415,8	8,94	315,8	10,35	365,8	>2010900
2.	226525	6	28,3	536	2,83	100	10,62	375,2	7,79	275,2	9,20	325,2	>2002000
3.	226730	6	28,3	545	2,83	100	10,80	381,5	7,97	281,5	9,38	331,5	>2036000

#### 4. ANALIZA REZULTATA I ZAKLJUČCI

Sva ispitivanja urađena su u skladu sa standardom BAS EN 10080 i BAS EN ISO 15630-2.

- Konvencionalni napon tečenja na svim ispitanim epruvetama je veći od 500 N/mm<sup>2</sup>,
- Odnos zatezne čvrstoće i napona tečenja je minimalno 1,05,
- Izduženje kod maksimalne sile na svim ispitanim epruvetama je minimalno 2,5%,
- Sila smicanja na svim ispitnim epruvetama je veća od propisane standardom i date izrazom:  $F_{sm}=0,3R_{p0,2}A_{nom}$ ,
- Odstupanje od nominalne mase na svim ispitanim epruvetama ne prelazi granicu od ±6%,
- Projektovana površina rebara za šipke promjera 6 mm je minimalno 0,039,
- Sve ispitane epruvete nakon savijanja sa trnom od 36 mm i pod uglom od 60° su zadovoljile,
- Ostvareni broj ciklusa kod ispitivanja na zamor na svim ispitnim epruvetama je veći od 2 miliona.

U skladu sa standardom i na osnovu dobijenih rezultata ispitivanja izdata je ocjena usklađenosti sa rezultatima ispitivanja za armaturnu mrežu tipa Q 188, kombinacije prečnika 6x6, kvalitet B500A.

#### 5. LITERATURA

- [1] Pravilnik o tehničkim propisima za građevinske proizvode koji se ugrađuju u betonske konstrukcije; Službene novine Federacije BiH, br. 2/06, 72/07, 32/08.
- [2] <http://documents.tips/documents/03-bk1-fizikalna-svojstva-celika.html>
- [3] BAS EN 10080/2005: Čelici za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje - Općenito
- [4] BAS EN ISO 15630-2/2010: Čelici za armiranje i prednapregnuti beton – Ispitne metode – Dio 2: Zavarene mreže
- [5] Vitez, I.; Oruč, M.; Sunulahpašić, R.: Ispitivanje metalnih materijala, FMM, Univerzitet u Zenici, 2006, str. 157-159.