

## ZAHTEVI OBEZBEĐENJA KVALITETA ZAVARENIH SPOJEVA NA ČELIČNIM KONSTRUKCIJAMA ŽELEZNIČKIH VOZILA

Dragan MITIĆ<sup>1</sup>  
Dragan MILČIĆ<sup>2</sup>  
Miroslav MIJAJLOVIĆ<sup>3</sup>

*Rezime* – Sve firme u Srbiji, koje žele da rade čelične zavarene konstrukcije na železničkim vozilima za Nemačko tržište, neophodno je da se upoznaju sa standardima kojim se definišu zahtevi koje treba da ispuni proizvođač konstrukcija i železničkih vozila i zavarivačko osoblje. Da bi zadovoljilo ove regulative, osoblje mora da zadovolji zahteve standarda EN 719, a proizvodni pogoni moraju da budu kvalifikovani za rad prema EN 729. Korisnici i proizvođači bi trebali da znaju da su slični zahtevi ubačeni u različite evropske standarde i zahtevi koji važe u Nemačkoj će imati mnogo širu primenu.

*Ključne reči* – železnička vozila, obezbeđenje kvaliteta, zavareni spojevi

### 1. UVOD

Prepoznajući poteškoće pri vrednovanju kvaliteta zavarenih spojeva i zahteve u oblasti ljudske sigurnosti, kao i finansijskog uticaja (ukoliko zavareni spojevi otkazu prerano), Nemačka je iznela zahteve za osiguranjem kvaliteta zavarenih spojeva, opisane u DIN 8563. Ovaj standard je donešen i njegova primena je počela mnogo pre nego je CEN doneo odgovarajući evropski standard EN 729, kasnije donešen kao ISO 3834. Donošenjem standarda ISO 3834:2005, očekivano je da će standard EN 729 biti povučen i da će evropski priznat standard biti EN ISO 3834.

Tako, ovaj standard je bio logičan korak podrške dobre prakse u proizvodnji železničkih vozila i čeličnih konstrukcija. Kao rezultat, kada je donet DIN 18800, koji se tiče čeličnih konstrukcija, zahtevalo se od kompanija da usaglase kvalitet izrade sa zahtevima osiguranja kvaliteta koja propisuje DIN 8563. Sa uvođenjem standarda EN 729 i povlačenjem iz upotrebe standarda DIN 8563, zahteva se od kompanija da se usaglase sa zahtevima standarda EN 729. Slično navedenom, DIN 6700, koji se tiče zavarivanja železničkih vozila i železničkih delova, usvojio je standard EN 729 kao osnovu za kvalifikovanje zavarivača.

Dok je kvalifikovanje prema standardu EN 729 zahtev Nemačke, postoji još zahteva koje moraju da ispune čelične konstrukcije i železnička vozila. Ovaj rad sumira šta predstavljaju ovi zahtevi i definiše pojedine nivoe koje menadžment zavarivačkih pogona mora da dostigne.

### 2. ČELIČNE KONSTRUKCIJE

DIN 18800 je nemački standard za čelične konstrukcije. Pored toga što se bavi verifikacijom proizvođača čeličnih konstrukcija, ovaj standard definiše zahteve kvaliteta vezane za dokumentaciju, materijale, zavarivanje, način izvršenja itd.

Prilikom verifikacije proizvođača, izvođač radova, mora da zadovoljava propise predviđene standardom EN 729 i kompetentnost proizvođača mora da bude određena od strane nezavisnog tela kao što je SLV. Nivo kvaliteta koji proizvođač mora da uvede zavisi od više faktora [2]. U okviru EN 729 standarda postoji tri nivoa zahteva i ovi nivoi su povezani sa različitim klasama konstrukcije. Klasa A odnosi se na kolone od valjanih profila bez spojeva i nepokretnih oslonaca, stepenice itd. Klasa B odnosi se na krute nosače i na rešetkaste otvorene nosače ili krute ram konstrukcije i ostale slične elemente. Klasa C se specijalno odnosi na nerđajuće i livene čelike, primenjene u statički

<sup>1</sup> Dragan Mitić, dipl.maš.inž., Mašinski fakultet u Nišu, Centar za zavarivanje i zavarene konstrukcije, A. Medvedva 14, 18000 Niš, e-mail: matijako@eunet.yu

<sup>2</sup> Dr Dragan Milčić, vanr. prof., Mašinski fakultet u Nišu, A. Medvedva 14, 18000 Niš, e-mail: milcic@masfak.ni.ac.yu

<sup>3</sup> Miroslav Mijajlović, dipl. maš. inž., stipendista Ministarstva za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije, Mašinski fakultet u Nišu, A. Medvedva 14, 18000 Niš, e-mail: miroslav\_mijajlovic@masfak.ni.ac.yu

opterećenim konstrukcijama sa zateznim ili pritisnim opterećenjima. Klasa D pokriva preostale čelike i preseke većih debljina kod statički opterećenih konstrukcija. Klasa E je uključena gde postoje dinamička opterećenja na konstrukcijama.

Tabela 1: Bauregelliste – kategorije sekcije A

Metoda kontrolisanja	ÜZ <sup>1)</sup>	ÜHP <sup>2)</sup>	ÜH <sup>3)</sup>
Kontrola proizvodnje – proizvođač. Testiranje uzoraka.	×	×	×
Inicijalno tipsko testiranje proizvoda od strane ovlašćenog tela. Testiranje uzoraka.	×	×	
Inicijalno i trajno ocenjivanje kontrole proizvodnje. Inicijalna kontrola i neprekidni nadzor.	×		
1) ÜZ Certifikat primenljivosti izdat od strane licenciranog tela 2) ÜHP Deklaracija prilagodljivosti od strane proizvođača posle inicijalnih testiranja konstrukcije od strane licenciranog tela 3) ÜHDeklaracija primenljivosti od strane proizvođača			

Proizvođači konstrukcija moraju da koriste materijale koji su dozvoljeni od strane nemačkih

Tabela 2: Pregled nivoa kvaliteta proizvođača i znanja koordinatora zavarivanja

Klasa	A	B	C	D	E
Verifikacija primenljivosti	Verifikacija primenljivosti nije potrebna	Nepotpuna verifikacija primenljivosti	Nepotpuna verifikacija primenljivosti sa proširenjima	Potpuna verifikacija primenljivosti	Potpuna verifikacija primenljivosti sa proširenjem na dinamički opterećene elemente
Tipovi opterećenja	Statički opterećene konstrukcije				Dinamički opterećene konstrukcije
Unutrašnja kontrola proizvodnje	Mora da bude izvedena od strane proizvođača				
Proizvodni zahtevi	Verifikacija primenljivosti nije potrebna	Verifikacija od strane kompetentnog tela			
Traženi nivo kvaliteta	EN 729-4 (osnovni)	EN 729-3 (standard)			EN 729-3 (iscrpan)
Nivo teh. znanja zahtevan od odgovornog koordinatora zavarivanja, prema EN 719	Nema specifičnih zahteva sem postojanja kvalifikovanih zavarivača (EN 287-1)	Osnovno teh. znanje (DVS-EWF 1171)	Specifično teh. znanje (DVS-EWF 1172)	Iscrpano teh. znanje (DVS-EWF 1173)	Iscrpano teh. znanje (DVS-EWF 1173)

### 2.1. Posebni zahtevi

Pored širokih zahteva koje mora da ispuni proizvođač, postoji veliki broj posebnih zahteva koje se odnose na sistem kontrole. Ti zahtevi su:

- provera da li je konstrukcija u skladu sa kriterijumima prihvatanja, prema standardima,
- provera kvalifikacija podizvođača,
- provera da li su neophodne procedure, kvalifikacioni testovi i instrukcije prisutne i zadovoljavajuće,
- provera da li je zavarivačko osoblje (zavarivači, operatori zavarivanja i koordinatori zavarivanja) ima neophodne kvalifikacije,
- provera da li proizvodni pogoni odgovaraju zahtevima i da li su sposobni za proizvodnju i montažu željenih konstrukcija,
- osiguranje kalibracije merne opreme
- provera da su konstrukcije skladištene u skladu sa

organizacija. Prema ovih regulativama, konstrukcioni elementi, kao što su zavrtnevi, materijali za zavarivanje (DIN 18800), moraju biti ili obeleženi kao CE (European Mark) ili nemačkim simbolom Ü (German National Mark).

Lista ima tri glavne sekcije: A, B i C. Sekcija A sadrži konstrukcione elemente koji su u skladu sa nemačkim nacionalnim regulativama i obeleženi Ü znakom. Sekcija B sadrži one elemente koji su u skladu sa evropskim regulativama i obeležni kao CE. Sekcija C sadrži proizvode koji su od sekundarne važnosti i od njih se ne zahteva da su obeleženi kao Ü ili CE.

Postoje tri nivoa nemačke nacionalne oznake: ÜH, ÜHP i ÜZ, koji se odnose na nivo atestiranja u saglasnosti sa izvedenim stanjem. Ovi nivoi sa metodama atestiranja konformnosti su prikazani u Tabeli 1. Tabele u „Bauregelliste A“ identifikuju koji metod atestiranja treba koristiti.

željenim procedurama,

- osiguranje da neprilagodljiv proizvod nije pušten na tržište i da su odgovarajuća merenja izvršena,
- sprečavanje ponavljanja neusaglašenosti itd. Odgovorni koordinatori zavarivanja moraju da poseduju nivo tehničkog znanja koji odgovara EN 719, koji stiču tokom usavršavanja po IIW/EWF kriterijumu ili prema uporedivoj šemi. Nivo znanja sa EN 729 nivoom kvaliteta, je prikazan u Tabeli 2.

Kao i kod čeličnih konstrukcija, postoji veliki broj različitih kategorija, vezanih za zavarivanje, za železnička vozila i njihove delove (Tabela 4).

### 3. ZAVARIVANJE ŽELEZNIČKIH VOZILA PREMA DIN 6700

DIN 6700 se odnosi na zavarivanje železničkih vozila i železničkih delova. Sastoji se od šest delova (Tabela 3).

### 3.1. Proizvodni pogon

Proizvođači komponenata za železnička vozila moraju da budu saglasni standardu EN 729-3 ili EN 729-4 kao što je prikazano u Tabeli 5.

Tabela 3: DIN 6700: Zavarivanje železničkih vozila i sastavnih delova

Deo	Naslov
1	Osnovni termini, osnovna pravila
2	Klase delova: određivanje primenljivosti
3	Konstruktivna pravila
4	Izvršna pravila
5	Zahtevi za kvalitetom
6	Materijali, filtri, procesi zavarivanja, dokumentacija tehnologije zavarivanja

Pored saglasnosti sa standardom EN 729, postoji veliki broj dodatnih zahteva koje proizvođači moraju da ispune:

- Najmanje dva zavarivača moraju da budu kvalifikovana za svaku zavarivačku proceduru i materijale,
- Zavarivači moraju da urade ugaoni var kvalifikacioni test ukoliko zavaruju zaobljenja,
- Zadovoljavajuća oblast za materijale za zavarivanje razlikuje se od EN 287-1 i EN 287-2 kao što je prikazano u Tabeli 6 prilikom polaganja kvalifikacionih testova,
- Inspektori zavarivanja moraju biti kvalifikovani,
- NTD operateri moraju da budu kvalifikovani prema EN 473,
- Različiti uređaji i oprema su neophodni za svaku

Tabela 5: Kategorije komponenti železničkih vozila prema DIN 6700

Kateg.	Opis	Odnosi se na...
C1	Železnička vozila i njihovi delovi visoke pouzdanosti	Novu proizvodnju, preuređivanje ili popravku železničkih vozila i delova. Primeri su obrtna postolja i donji nosači.
C2	Delovi železničkih vozila visoke pouzdanosti	Novu proizvodnju delova ili železničkih vozila, na primer, ulazna vrata, noseće platforme, cevi pod pritiskom, rezervoare goriva.
C3	Delovi železničkih vozila srednje pouzdanosti	Novu proizvodnju kontejnera koji nisu pod pritiskom
C4	Delovi železničkih vozila niske pouzdanosti	Novu proizvodnju jednostavno zakačenih delova za železnička vozila, kao što su udarne ploče, instrument table, prekidači, pokriveni transportni vagoni.
C5	Organizacije bez zavarivačkih jedinica, koje konstruišu, kupuju ili sklapaju železnička vozila ili delove	Komponente i delove povezane sa klasama delova C1 do C3

Tabela 6: Kvalifikacija zavarivača prema grupama materijala

EN 287-1						EN 287-2				
Materijal: Grupa testiranih delova	Ispitivana oblast					Materijal: Grupa testiranih delova	Ispitivana oblast			
	W01	W02	W03	W04	W05		W21	W22	W23	
W01	*	-	-	-	-	W21	*	-	-	
W02	×	*	-	-	-		W22	×	*	-
W03	×	×	*	-	-	W23		×	×	*
W04	-	-	-	*	×					
W05	-	-	-	×	*					

Testovi su zahtevani za čelike visoke čvrstoće  $Re > 500 \text{ N/mm}^2$ , jedino kada se koristi zavarivački filter iz grupe W11  
 Oznake: \* - označava grupu materijala koja je korištena u testu, × - označava grupu materijala koja je pozitivno ocenjena testom, - - označava grupu materijala koja nije ocenjena pozitivno

grupu materijala,

g) Za klase delova C1 i C2, mehanizmi za zaokretanje su neophodni prilikom zavarivanja,

h) WPS-i su neophodni za delove C1 i C3 ali i za C4, ako je naznačeno sa namerom da bude u skladu sa EN 288,

i) Mora da postoji opis fabrike koji daje informacije o položaju, kontrolorima zavarivanja, operatorima zavarivanja, NDY operatorima, tehničkoj opremi, opremi za testiranje, izjava koja identifikuje koji deo EN 729 je primenjen, način zavarivanja i listu zavarivačkih procedura koje daju specifikaciju o materijalima i testiranju zavarivanja itd.

Tabela 4: Nivoi kvaliteta za proizvođače zavarenih železničkih delova

Kategorija	Zahtevi
C1-C3	Zahtevi za kvalitetom prema EN 729-3
C4	Zahtevi za kvalitetom prema EN 729-4
C5	Zahtevi za kvalitetom prema EN 729-3

### 3.2. Koordinator zavarivanja

Uopšteni termin za koordinate zavarivanja, prema DIN 6700-2 je „kontrolor zavarivanja“ koji se smatra odgovornim za zadatke specificirane u EN 719. Zahtevi koji se postavljaju pred kontrolore zavarivanja su prikazani u Tabeli 7. Kao dodatni zahtev, nameće se da kontrolori moraju imati iskustva u proizvodnji.

Tabela 7: Zahtevi od odgovornog koordinatora zavarivanja

Ocena	Kvalifikacija	Obuka	Ogovornost
1	Iscrpno znanje prema EN 719. Primeri: - EWE do EWF uputstvo <sup>(1)</sup> , DVS-SFI do DVS 1173, uporedive kvalifikacije	Krajnji ispit: TH, TU ili FH diploma. Dodatni kurs na priznatom univerzitetu.	Odgovorni kontrolor zavarivanja i zamenik istih prava za sve klase delova
2	Specifično znanje prema EN 719. Primeri: - EWT do EWF uputstvo <sup>(1)</sup> , DVS-ST do DVS 1172, uporedive kvalifikacije	Tehnička obuka i kursevi na priznatom univerzitetu.	Odgovorni kontrolor zavarivanja: - za klase delova C3 ili C5
3	Osnovno znanje prema EN 719. Primeri: - EWS do EWF uputstvo <sup>(1)</sup> , DVS-SFM do DVS 1171, uporedive kvalifikacije	Kursevi na priznatom univerzitetu.	Odgovornosti: - za klasu delova C3 - ograničeno na C1 i C2 (nejednakih prava)
4	Zavarivački instruktori, poslovođa. Primeri: - EWP do EWF uputstvo <sup>(1)</sup> , Poslovođa prema DVS 1157, DVS-instruktor zavarivanja, DB instruktor zavarivanja, uporedive kvalifikacije		Odgovornost: - za klasu delova C3 - ograničeno na C1 i C2 (nejednakih prava)

(1) Sertifikat o kvalifikaciji mora da bude izdat od strane EN 45013 akreditovanog odeljenja

DIN 6700-2 zahteva da odgovorni kontrolori zavarivanja budu uključeni u organizovanje procesa zavarivanja bez ikakvih poteškoća pri radu. Takođe, treba da imaju autoritet kako bi izdavali naređenja i donosili odluke u slučajevima tehničkih, proizvodnih problema. Zamenik odgovornog kontrolora zavarivanja mora da ima isti ili viši nivo kvalifikacija, prema Tabeli 7, kako bi mogao da preuzme potpunu odgovornost i zadatke koje treba izvršiti u odsustvu kontrolora zavarivanja. Takođe je naznačeno da vlasnici, menadžeri, upravnici i šefovi proizvodnje ne mogu biti odgovorni kontrolori zavarivanja za klasu delova C1. Za klasu delova C2, ovakvo priznavanje je moguće ukoliko zavarivačka organizacija ima malu proizvodnju zavarenih delova.

Spoljni kontrolor zavarivanja, kao odgovorni kontrolor, može da bude odgovoran za delove C2, C3 i C5, pod određenim uslovima [2].

Odgovorni kontrolori zavarivanja koji ne pripadaju zavarivačkoj organizaciji, već pripadaju drugoj organizaciji, mogu biti spoljašnji kontrolori koji rade na gradnji novih konstrukcija i popravci postojećih.

#### 4. ZAKLJUČAK

Da bi se zavarene konstrukcije koristile kod železničkih vozila u Nemačkoj, moraju se ispoštovati određeni zahtevi kvaliteta. Ovi zahtevi su definisani standardima EN 729 i EN 719 kao osnovni sertifikat koji mora da ima proizvođač zavarenih konstrukcija.

Proizvođači u Srbiji treba da obrate pažnju na ovu regulativu i pripreme se za trenutak kada će morati da prikažu usaglašenost sa EN 729 i EN 719. Trenutno su ograničeni malim brojem ljudi sa EWF i IIW diplomama i sigurno je da će ih biti potrebno više. Proizvođači treba da obuče svoje ljude za ove kvalifikacije i da započnu razvojne aktivnosti uvođenja EN 729 u svoje pogone. Pažnja se mora posvetiti izboru tela koje vrši akreditaciju kompanije prema EN 729. Akreditujuće telo (The European Cooperation for Accreditation) je izdalo kriterijume za ocenjivanje prema EN 729 kako bi osiguralo da se

obezbedi potreban nivo znanja kod zavarivača i prilikom propisivanja zavarivačkih procesa.

#### LITERATURA

- [1] D., Shonefeld: Quality Requirements From Welded Structures Manufactured for German Market, WI ESC Welder, Brussels, 2004.
- [2] Standardi: EN 719, EN 729, DIN 8563, ISO 3834, DIN 18800, DIN 6700, DIN 4133, DIN 4420, DIN 4421, EN 287, EN 288.

### QUALITY MANAGEMENT REQUIREMENTS FROM WELDED STEEL STRUCTURES ON RAILWAY VEHICLES

Dragan MITIĆ  
Dragan MILČIĆ  
Miroslav MIJALLOVIĆ

*Abstract – All companies in Serbia, involved in welding of railway vehicles, have to be informed about standards which define quality requirements of welded steel structures on railway vehicles. These requirements have to be fulfilled in order to sell product in Germany and EU. Welding personnel has to accomplish all requirements from standard EN 719 and welding facilities have to be qualified according to the EN 729. Manufacturers and users of products have to be informed that similar requests are implemented to the European standards, so requirements and regulations, valid in Germany, will have much greater application in E.*

*Key words – Railway Vehicles, Quality Management, Welded Structures*