

Kodiranje šinskih defekata prema IRS 70712

ZDENKA J. POPOVIĆ, Univerzitet u Beogradu,
Građevinski fakultet, Beograd
LUKA M. LAZAREVIĆ, Univerzitet u Beogradu,
Građevinski fakultet, Beograd
MILICA M. MIĆIĆ, Univerzitet u Beogradu,
Građevinski fakultet, Beograd
LJILJANA M. BRAJOVIĆ, Univerzitet u Beogradu,
Građevinski fakultet, Beograd

Pregledni rad
UDC: 625.143.3
620.19

DOI: 10.5937/tehnika2105557P

Šinski defekti usled zamora čelika pri kotrljanju točkova dobili su značajno mesto u Priručniku za šinske defekte (Handbook of Rail Defects) u okviru UIC Code 712 iz 2002. godine. U radu je prikazan sistem za kodiranje i klasifikaciju šinskih defekata prema UIC preporuci IRS 70712 iz 2018. godine. Prikazana klasifikacija još uvek ne obuhvata sve poznate defekte usled zamora šinskog čelika pri kotrljanju (npr. stud i belgrospi defekti). Preporučuje se da Upravljač infrastrukture dopuni Priručnik za šinske defekte tipovima defekata koje uočava na mreži kojom upravlja. Autori daju preporuku koje podatke treba da sadrži baza šinskih defekata, kako bi se pratio razvoj defekata, preduzete mere i njihova efikasnost i kako bi se omogućila razmena statističkih podataka o defektima na međunarodnom nivou.

Ključne reči: *železnica, održavanje, šinski defekat, sistem kodiranja, zamor šinskog čelika pri kotrljanju*

1. UVOD

Međunarodna železnička unija UIC (fr. Union international des chemins de fer) tokom 99 godina svog postojanja (osnovana 17.10.1922. godine [1]) bavi se usklađivanjem i poboljšanjem uslova rada na železnici u cilju povećanja kvaliteta i efikasnosti međunarodnog transporta u uslovima održivog razvoja. S obzirom na to da je najveći deo železničke mreže u Republici Srbiji već izgrađen, i da je u toku modernizacija, rekonstrukcija i izgradnja železničke infrastrukture na Koridoru X za projektne brzine do 200 km/h, danas se akcenat u velikoj meri stavlja na održavanje postojećih konvencionalnih železničkih pruga, kao i pruga čiji se završetak radova i puštanje u saobraćaj planira uskoro. Zbog toga su razmatranja u ovom radu usmerena na sistem za kodiranje šinskih defekata IRS 70712 „Rail defects - Track & structure

- Identification and classification of rail defects” [2] koji je preporučen od strane UIC-a 2018. godine. Prvi katalog šinskih defekata UIC je objavila 1959. godine. Ovaj katalog je imao tri izdanja do 1979. godine (dve revizije objave UIC 712 – *Šinski defekti* u maju 1965. i junu 1978. godine). Vreme je pokazalo da pomenuti katalog nije mogao da klasifikuje važne vrste šinskih defekata usled zamora šinskog čelika pri kotrljanju točkova železničkih vozila (eng. RCF – rolling contact fatigue), koji su postali značajna pojava na evropskoj železničkoj mreži osamdesetih godina prošlog veka. S obzirom da pojava RCF šinskih defekata negativno utiče na bezbednost železničkog saobraćaja i da direktno dovodi do povećanja troškova održavanja šina, UIC je formirala stručnu komisiju (ERRI projekat D 173) koja je donela preporuke [3] za reviziju postojećeg kataloga šinskih defekata. Rezultat ove aktivnosti je četvrto izdanje objave UIC 712 u januaru 2002. godine [4]. U maju 2018. godine objavljen je dokument IRS 70712 [2] koji je zamenio preporuke UIC 712 [4]. Katalog železničkih defekata zadržao je osnovni koncept i klasifikaciju površinskih i potpovršinskih defekata utvrđenih istraživačkim programom ERRI D 173 [3] i objavom [4]. Novi dokument IRS 70712 [2] preporučio je članovima

Adresa autora: Zdenka Popović, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73

e-mail: zdenka@grf.bg.ac.rs

Rad primljen: 19.07.2021.

Rad prihvaćen: 03.09.2021.

UIC-a da koriste „Priručnik za šinske defekte“ (eng. *Handbook of Rail Defects*). Shodno tome, priručnik [2] je pružio preporuke za identifikaciju i klasifikaciju šinskih defekata, uz dodeljivanje kodne oznake. Svaki navedeni šinski defekat je opisan i predstavljen na fotografijama, uz smernice za postupanje. Iako je jedan od važnih ciljeva poslednje revizije kataloga šinskih defekata [2] trebalo da bude izbegavanje nepotrebnih varijacija i/ili zabuna u terminologiji koja se koristi za opisivanje i klasifikovanje šinskih defekata, ostaje otvoreno pitanje da li je ovaj cilj ostvaren.

U međuvremenu, Evropski komitet za standardizaciju (eng. CEN – European Committee for Standardization) objavio je standarde [5-9] i u njima precizirao zahteve za ispitivanje defekata na šinama u koloseku metodama bez razaranja, postupak planiranja i izvođenja radova na reprofilisanju šina, kao i opis površinskih šinskih defekata. Nažalost, UIC preporuke [2] i evropski standardi [5-9] ne pružaju jedinstvenu terminologiju i sistem kodiranja za RCF šinske defekte, što bi moglo da dovede do nepotrebnih nesporazuma sa lošim posledicama za planiranje održavanja železničke infrastrukture i bezbednost saobraćaja.

Pored toga, pomenuti katalog [2] i standardi [5-9] ne pokrivaju sve vrste RCF šinskih defekata koji se uočavaju na železničkoj mreži (npr. „stud“ [10], „belgrospi“ [11], lokalno prepoznatljivi tipovi šinskih defekata koji su povezani sa novim tipovima vozila ili nekim drugim specifičnostima).

Ovaj rad treba da upozna stručnu javnost sa sistemom kodiranja koji je predložila UIC 2018. godine, kako bi se planovi održavanja i statistički podaci o šinskim defektima usaglasili sa klasifikacijom [2]. Isto važi za terminologiju u naučnim radovima iz ove oblasti.

S obzirom na moguće ugrožavanje bezbednosti saobraćaja, u radu je prihvaćena preporuka UIC-a da se nazivi defekata *squat* i *head checking* (HC) ne prevode na druge jezike. Oba tipa RCF defekata uočavaju se na šinama železničke mreže u Srbiji. *Squat* defekat se uočava u zonama kočenja i pokretanja vozila (stanični koloseci i zone ispred signala). *HC* defekat se uočava na voznoj ivici spoljne šine u krivinama većih radijusa. U Srbiji, ne postoji strategija za upravljanje RCF defektima koju primenjuju Upravljači infrastrukture (UI) uprkos velikom broju domaćih istraživačkih radova iz ove oblasti [11-19].

2. SISTEM ZA KODIRANJE ŠINSKIH DEFEKATA PREMA IRS 70712

Praktična iskustva pokazuju da se šinski defekti mogu javiti na bilo kom mestu duž šine u koloseku.

U cilju pregledne klasifikacije koristi se sistem numeričkih oznaka za kodiranje šinskih defekata. IRS 70712 [2] prvu cifru kodne oznake definiše na sledeći način:

- defekat u zoni šinske vezice mehaničkog spoja (eng. *Railends*),
- defekat između šinskih (mehaničkih ili zavarenih) spojeva (eng. *Plain rails*),
- defekat usled oštećenja na bilo kom mestu duž šine (eng. *Defects resulting from damage to the rail*),
- defekat u zoni zavarenog šinskog spoja (eng. *Welding zone*).

Zona između šinskih spojeva može da sadrži i izolovane spojeve prema preporukama [2]. Ovakav pristup se zasniva na stavu da izolovani spoj ne remeti kontinualnost vozne površi na glavi šine. Ipak, defekat u zoni izolovanog spoja može da ugrozi funkcionalnost i nosivost izolovanog spoja. Dakle, dokument [2] ne uzima u obzir potencijalno ugrožavanje bezbednosti saobraćaja u slučaju pojave defekata u zoni izolovanog šinskog spoja.

Cifra 3 predstavlja izuzetak od pravila da prva cifra kodne oznake ukazuje na lokaciju defekta duž šine i ona se koristi za šinske defekte koji nastaju usled oštećenja šine na bilo kom delu njene dužine.

Princip generisanja numeričke kodne oznake prema IRS 70712 [2] prikazan je u tabeli 1. Numeričko kodiranje je efikasan način za formiranje baze podataka o šinskim defektima uz mogućnost jednostavnog pretraživanja, izrade izveštaja i planova održavanja šina u koloseku. Za potrebe razmene statističkih podataka na nivou UIC članica i šire, neophodno je korišćenje jedinstvenog sistema za numeričko kodiranje.

U tabeli 2 prikazana je klasifikacija i kodne oznake defekata koji su obuhvaćeni dokumentom IRS 70712 [2]. Sivom bojom su označena polja u tabeli 2 koja se odnose na posebno opasne RCF defekte čiji nazivi se ne prevode prema preporuci UIC-a. Klasifikacija šinskih defekata [2] navedena u tabeli 2 bitno odstupa od klasifikacije predstavljene u [4].

U tabeli 3 prikazan je predlog podataka (definisani od strane autora) koje treba da sadrži baza podataka o šinskim defektima. Podaci su značajno prošireni i modifikovani u odnosu na preporuke [4]. Podaci moraju da sadrže informaciju o načinu kodiranja šinskih defekata, kako bi se izbegli mogući nesifikacije defekata prema [2] i [4]. Ostavlja se mogućnost da UI kreira sopstvenu klasifikaciju šinskih defekata, koja uključuje defekte koji nisu obuhvaćeni UIC klasifikacijom, kao i kriterijume za ocenu ozbiljnosti defekata u skladu sa stečenim znanjima i iskustvima. S obzirom na to da baza podataka treba da

omogućući generisanje izveštaja koji se razmenjuju na nivou članica UIC i šire, osnovni tekst u tabeli 3 je napisan na engleskom jeziku, a u zagradama je prikazan prevod na srpski jezik.

Baza treba da uključi informaciju da li se šinski defekat javlja u kombinaciji sa nekom drugom vrstom defekata, zato što kombinovanjem defekata raste opasnost od loma šine pod vozilom i iskliznuća iz

koloseka. Sukcesivna pojava šinskih defekata povećava dinamičko pobuđivanje točkova vozila. Zato baza podataka treba da obuhvati informaciju o uzastopnoj pojavi defekata.

Autori preporučuju posebno izdvajanje defekata u zonama službenih mesta u skretnicama i ukrštajima, zbog povećanja opasnosti za bezbednost saobraćaja [20].

Tabela 1. Preporučeni sistem kodiranja šinskih defekata prema [2]

Prva cifra		Druga cifra		Treća cifra		Četvrta cifra
		Lokacija u poprečnom preseku		Obrazac pojavljivanja, priroda		
1	Krajevi šine u zoni šinske vezice mehaničkog spoja (Railends)	0	Ceo poprečni presek (Full section)	0	Nepoznato poreklo (Unknown origin)	Dodatne specifičnosti (Additional characteristics and differentiation)
		1	Glava šine (Railhead)	1	Poprečno (Transverses)	
		3	Vrat šine (Web)	2	Horizontalno (Horizontal)	
		5	Nožica šine (Foot)	3	Podužno vertikalno (Longitudinal vertical)	
2	Deo šine između spojeva (Plain rails)			4	Korozija (Corrosion)	
				5	Prolazi kroz rupu na vratu šine (Passing through a hole)	
				6	Ne prolazi kroz rupu (Not passing through a hole)	
				9	Preklap (Lap)	
		2	Gornja površ glave šine (Surface of rail head)	0	Habanje (Wear)	
				1	Površinski defekat usled kotrljanja (Rolling surface defects)	
				2	Defekti na voznoj ivici (Gauge corner defects)	
				3	Nagnječenje (Crushing)	
				4	Lokalno ulegnuće (Local batter)	
				5	Tragovi proklizavanja u mestu (Wheelburns)	
				7	Squat - Prsline i lokalno ulegnuće na voznoj površi (Squat - Cracking and local depression of the running surface)	
3	Defekti usled oštećenja šine (Defects caused by damage of rail)	Lokacija		Poreklo, uzrok		Nema četvrte cifre
		0	Ceo poprečni presek (Full section)	1	Oštećenje (Bruising)	
				2	Pogrešna obrada (Faulty machining)	
				3	Trajna deformacija (Permanent deformation)	
		Postupak zavarivanja		Obrazac pojavljivanja, priroda		
4	Defekti nastali pri zavarivanju i navarivanju (Welding and resurfacing defects)	1	Elektro-otporno zavarivanje (Electric flash-butt welding)	1	Poprečno (Transverse)	Dodatne specifičnosti (Additional characteristics and differentiation)
			Aluminotermijsko zavarivanje (Aluminothermic welding)	2	Horizontalno ili ljušpanje (Horizontal or shelling)	
		2	Elektro-lučno zavarivanje (Electric arc welding)	7	Squat - Prsline i lokalno udubljenje na voznoj površi (Squat - Cracking and local depression of the running surface)	
		3	Autogeno zavarivanje (Autogenous welding)			
		4	Zavarivanje pod pritiskom (Pressurised gas welding)			
		5	Indukciono zavarivanje (Induction welding)			
		6	Navarivanje (Resurfacing)			
		7	Drugi postupci zavarivanja (Other welding methods)			
		8				

Tabela 2. Opšta klasifikacija šinskih defekata prema [2]

1 Defekti na krajevima šine na dužini vezice mehaničkog šinskog spoja (<i>Defects in rail ends</i>)	
11/12	Glava šine (<i>Rail head</i>)
	111 Progresivna poprečna prslina (<i>Progressive transverse cracking</i>)
	112 Horizontalna prslina (<i>Horizontal cracking</i>)
	113 Podužna prslina (<i>Longitudinal cracking</i>)
	121 Površinski defekti (<i>Surface defects</i>)
	1211 Odošenje materijala (<i>Spalling</i>)
	1212 Podužna brazda (<i>Long groove</i>)
	1213 Fina podužna prslina (<i>Line</i>)
	122 Defekti na voznoj ivici (<i>Gauge corner defects</i>)
	1221 Odvajanje materijala (<i>Flaking</i>)
	1222 Ljuštenje (<i>Shelling</i>)
	1223 Head Checking (ne prevodi se na srpski jezik)
	123 Nagnječenje (<i>Crushing</i>)
	124 Lokalna ulegnuća na voznoj površi glave šine (<i>Local batter of running surface</i>)
	125 Izolovani tragovi proklizavanja točkova pri pokretanju (<i>Isolated wheel burn</i>)
	127 Squat (ne prevodi se, prslina i lokalna depresija na voznoj površi)
13	Vrat šine (<i>Web</i>)
	132 Horizontalna prslina (<i>Horizontal cracking</i>)
	1321 Horizontalna prslina u zaobljenoj zoni na prelazu iz vrata ka glavi šine (<i>Horizontal cracking of the web-head fillet radius</i>)
	1322 Horizontalna prslina u zaobljenoj zoni na prelazu iz vrata ka nožici šine (<i>Horizontal cracking of the web-foot fillet radius</i>)
	133 Podužna vertikalna cevasta prslina (<i>Longitudinal vertical cracking – piping</i>)
	134 Korozija (<i>Corrosion</i>)
	135 Prslina kroz rupe za vijke za šinske vezice (<i>Cracking of fishbolt holes</i>)
	139 Defekat nastao u postupku valjanja – preklapanje valjanog čelika (<i>Lap</i>)
15	Nožica šine (<i>Foot</i>)
	153 Podužna vertikalna prslina u nožici šine (<i>Longitudinal vertical cracking of the rail foot</i>)
	154 Korozija (<i>Corrosion</i>)
	1541 Rupa (formiranje zareza) ispod nožice šine (<i>Notching, hole under the foot</i>)
	1542 Tačkasta korozija ispod nožice šine (<i>Spot corrosion under the rail foot</i>)
	1543 Korodirana bočna strana nožice (<i>Corroded side of the foot tips</i>)
2	Defekti duž šine između mehaničkih/zavarenih spojeva (<i>Defects in plain rails</i>)
20	Ceo poprečni presek (<i>Full section</i>)
	200 Poprečna prslina nepoznatog porekla (<i>Transverse break without identified origin</i>)
21/22	Glava šine (<i>Head</i>)
	211 Bubrežasta prslina usled zamora (<i>Kidney-shaped fatigue crack</i>)
	212 Horizontalna prslina (<i>Horizontal cracking</i>)
	213 Podužna vertikalna prslina (<i>Longitudinal vertical crack</i>)
	220 Habanje (<i>Wear</i>)
	2201 Naboranost kratkih talasa (<i>Short-pitch corrugation</i>)
	2202 Naboranost dugačkih talasa (<i>Long-pitch corrugation</i>)
	2203 Prekomerno bočno habanje (<i>Excessive lateral wear</i>)
	2204 Prekomerno vertikalno habanje (<i>Excessive vertical wear</i>)
	221 Površinski defekti (<i>Surface defects</i>)
	2211 Odošenje materijala (<i>Spalling</i>)

		2212	Podužna brazda (<i>Long groove</i>)
		2213	Fina podužna prslina (<i>Line</i>)
	222	Defekti na voznoj ivici (<i>Gauge corner defects</i>)	
		2221	Odvajanje materijala (<i>Flaking</i>)
		2222	Ljuštenje (<i>Shelling</i>)
		2223	Head Checking (ne prevodi se na srpski jezik)
	223	Nagnječenje (<i>Crushing</i>)	
	224	Lokalna ulegnuća na voznoj površi glave šine (<i>Local batter of running surface</i>)	
	225	Tragovi proklizavanja točkova pri pokretanju (<i>Wheel burn</i>)	
		2251	Izolovani tragovi proklizavanja točkova pri pokretanju (<i>Isolated wheel burn</i>)
		2252	Uzastopni tragovi proklizavanja točkova pri pokretanju (<i>Repeated wheel burns</i>)
	227	Squat (ne prevodi se, prslina i lokalna depresija na voznoj površi)	
23	Vrat šine (<i>Web</i>)		
	232	Horizontalna prslina (<i>Horizontal cracking</i>)	
		2321	Horizontalna prslina u zaobljenoj zoni na prelazu iz vrata ka glavi šine (<i>Horizontal cracking of the web-head fillet radius</i>)
	233	Podužna cevasta vertikalna prslina (<i>Longitudinal vertical cracking (piping)</i>)	
	234	Korozija na vratu (<i>Corrosion of the web</i>)	
	235	Prsline oko rupa izuzev rupa za vijke mehaničkih šinskih spojeva (<i>Cracking around holes other than fishbolt holes</i>)	
	236	Dijagonalna prslina (<i>Diagonal cracking</i>)	
	239	Defekat nastao u postupku valjanja – preklapanje valjanog čelika (<i>Lap</i>)	
25	Nožica šine (<i>Foot</i>)		
	251	Poprečni lom obrađenih profila šina u skretnicama (<i>Transversal fracture of machined rail</i>)	
	253	Podužna vertikalna prslina u nožici (<i>Longitudinal vertical cracking of the foot</i>)	
	254	Korozija (<i>Corrosion</i>)	
		2541	Rupa (formiranje zareza) ispod nožice šine (<i>Notching, hole under the foot</i>)
		2542	Tačkasta korozija ispod nožice šine (<i>Spot corrosion under the rail foot</i>)
		2543	Korodirana bočna strana nožice (<i>Corroded side of the foot tips</i>)
3	Defekti izazvani oštećenjem šine (<i>Defects caused by damage to the rail</i>)		
	301	Oštećenje (<i>Bruising</i>)	
		3011	Oštećenje na glavi šine (<i>Bruising at rail head</i>)
		3012	Oštećenje na nožici šine (<i>Bruising at the rail foot</i>)
	302	Pogrešna obrada (<i>Faulty machining</i>)	
	303	Stalna deformacija (iskrivljena šina) (<i>Permanent deformation (warped rail)</i>)	
4	Defekti usled zavarivanja i navarivanja (<i>Welding and resurfacing defects</i>)		
41	Elektro-otporno zavarivanje (<i>Electric flash-butt welding</i>)		
	411	Poprečna prslina u profilu u spoju formiranom elektro-otpornim zavarivanjem (<i>Transverse cracking of the profile (in electric flash-butt welds)</i>)	
	412	Horizontalna prslina u vratu u spoju formiranom elektro-otpornim zavarivanjem (<i>Horizontal cracking of the web (in electric flash-butt welds)</i>)	
	417	Squat u spoju formiranom elektro-otpornim zavarivanjem	
42	Aluminotermijsko zavarivanje (<i>Aluminothermic welding</i>)		
	421	Poprečna prslina u profilu u spoju formiranom aluminotermijskim zavarivanjem (<i>Transverse cracking of the profile (in aluminothermic welds)</i>)	
	422	Horizontalna prslina u vratu u spoju formiranom aluminotermijskim zavarivanjem (<i>Horizontal cracking of the web (in aluminothermic welds)</i>)	
	427	Squat u spoju formiranom aluminotermijskim zavarivanjem	
43	Elektro-lučno zavarivanje (<i>Electric arc welding</i>)		

	431	Poprečna prslina u profilu u spoju formiranom elektro-lučnim zavarivanjem (<i>Transverse cracking of the profile (in electric arc welds)</i>)
	432	Horizontalna prslina u vratu u spoju formiranom elektro-lučnim zavarivanjem (<i>Horizontal cracking of the web (in electric arc welds)</i>)
47	Navarivanje (<i>Resurfacing</i>)	
	471	Poprečna prslina u glavi šine (navarivanje) (<i>Transverse cracking of the rail head (resurfacing)</i>)
	472	Odvajanje ili ljuštenje navarenog dela (<i>Detachment or shelling of the resurfaced portion (resurfacing defect)</i>)

Tabela 3. Preporučeni podaci u bazi podataka o šinskim defektima

1. General information about rail defect <i>/Opšti podaci o šinskom defektu/</i> Code number*/ <i>kodna oznaka/</i> : □□□□ Coding performed in accordance with: <i>/Kodiranje izvršeno u skladu sa/</i> <input type="checkbox"/> IRS 70712 (2018) <input type="checkbox"/> UIC Code 712 (2002) <input type="checkbox"/> The coding system is defined by the Infrastructure Manager <i>/Sistem kodiranja definisan od strane UI/</i>		Mesto za fotografiju uočenog defekta		Mesto za uporednu fotografiju iz Kataloga	
<input type="checkbox"/> Damaged rail <i>/Oštećena šina/</i>	<input type="checkbox"/> Cracked rail <i>/Šina sa prslinom/</i>	<input type="checkbox"/> Broken rail <i>/Polomljena šina/</i>			
<input type="checkbox"/> Single rail defect <i>/Pojedinačni defekat/</i>	<input type="checkbox"/> Multiple rail defects <i>/Defekti u nizu/</i>	<input type="checkbox"/> Combined rail defects <i>/Kombinovani šinski defekti/</i>			
Defect severity assessment: <i>/Ocena ozbiljnosti defekata/</i>	<input type="checkbox"/> Trivial <i>/Trivijalni/</i>	<input type="checkbox"/> Mild <i>/Laki/</i>	<input type="checkbox"/> Medium <i>/Srednji/</i>	<input type="checkbox"/> Serious <i>/Ozbiljan/</i>	
2. Precise location of the defect and date <i>/Precizna lokacija defekta u koloseku i datum/</i>					
<input type="checkbox"/> Railway line <i>/Železnička pruga/</i> :			<input type="checkbox"/> Railway station <i>/Železnička stanica/</i> :		
Section <i>/Deonica/</i> : from <i>/od/</i> km + to <i>/do/</i> km +					
Track without switches and crossings <i>/Kolosek bez skretnica i ukrštaja/</i>	<input type="checkbox"/> Left track <i>/Levi kolosek/</i>	<input type="checkbox"/> Right track <i>/Desni kolosek/</i>	<input type="checkbox"/> Single track <i>/Jedan kolosek/</i>		
Rail <i>/Šina/</i> :	<input type="checkbox"/> Left rail <i>/Leva šina/</i>		<input type="checkbox"/> Right rail <i>/Desna šina/</i>		
Track with switches or crossings <i>/Kolosek sa skretnicama ili ukrštajima/</i> :		<input type="checkbox"/> Switch <i>/Skretnica/</i>	<input type="checkbox"/> Crossing <i>/Ukrštaj/</i>		
Kilometre point <i>/Stacionaža/</i> : from <i>/od/</i> km + to <i>/do/</i> km +					
Date the defect was discovered <i>/Datum otkrivanja defekta/</i> :	Date the defect was repaired <i>/Datum popravke defekta/</i> :	Date the broken rail was removed <i>/Datum uklanjanja polomljene šine/</i> :			
3. Detection method <i>/Metod detekcije/</i>					
<input type="checkbox"/> Visual inspection <i>/Vizuelna inspekcija/</i>	<input type="checkbox"/> Ultrasonic testing <i>/Ultrazvučno ispitivanje/</i>	<input type="checkbox"/> Eddy current testing <i>/Ispitivanje vrtložnim strujama/</i>	<input type="checkbox"/> Other means of detection <i>/Drugi način ispitivanja/</i> :		
4. Characteristics of the line <i>/Karakteristike pruge/</i>					
Layout <i>/Situacioni plan i uzdužni profil/</i> :	Longitudinal slope <i>/Nagib/</i> : i = ‰	<input type="checkbox"/> Straight <i>/Kolosek u pravcu/</i>	<input type="checkbox"/> Curve <i>/Krivina/</i> , Radius <i>/Radijus /</i> : R = m <input type="checkbox"/> Outer (high) rail in the curve <i>/Spoljašnja šina/</i> <input type="checkbox"/> Inner (low) rail in the curve <i>/Unutrašnja šina/</i>		
Classification, according to UIC CODE 700 <i>/Klasifikacija prema UIC CODE 700/</i> : <input type="checkbox"/> A', <input type="checkbox"/> A'', <input type="checkbox"/> A, <input type="checkbox"/> B1, <input type="checkbox"/> B2, <input type="checkbox"/> C2, <input type="checkbox"/> C3, <input type="checkbox"/> C4, <input type="checkbox"/> D2, <input type="checkbox"/> D3, <input type="checkbox"/> D4					
Design speed <i>/Projektna brzina/</i> : V = km/h	Temporary reduced speed <i>/Privremeno ograničena brzina/</i> : V = km/h Date <i>/Datum/</i> : from <i>/od/</i> to <i>/do/</i>				
5. Characteristics of the track <i>/Karakteristike koloseka/</i>					

Year of track laying /Godina polaganja koloseka/:					
CWR - continuously welded rails /DTŠ - kontinualno zavarene šine/:				<input type="checkbox"/> Yes /Da/	<input type="checkbox"/> No /Ne/
Rail fastening /Šinsko pričvršćenje/:		Type /Tip/:		<input type="checkbox"/> With base plates /Sa podložnom pločom/	<input type="checkbox"/> Without base plates /Bez podložne ploče/
Type of sleepers /Tip praga/:		<input type="checkbox"/> Wooden /Drveni/	<input type="checkbox"/> Concrete /Betonski/	<input type="checkbox"/> Steel /Čelični/	<input type="checkbox"/> Plastic /Plastični/
Type of joint /Tip šinskog spoja/:		<input type="checkbox"/> Ordinary /Mehanički/	<input type="checkbox"/> Insulated /Izolovani/	<input type="checkbox"/> Welded /Zavareni/	<input type="checkbox"/> Rail expansion joint /Dilataciona sprava/
6. Characteristics of the rail /Karakteristike šine/					
Rail condition /Stanje šine/:		<input type="checkbox"/> New rail /Nova šina/		<input type="checkbox"/> Reused rail /Polovna šina/	
Rail profile /Profil šine/:		<input type="checkbox"/> 49 E1	<input type="checkbox"/> 60 E1	Other /drugi/:	
Length of rail /Dužina šine/:		Length of new rail /Dužina nove šine/:		Length of replaced rail /Dužina zamenjene šine/:	
Steel grade /Kvalitet čelika/:		<input type="checkbox"/> (700) R200 <input type="checkbox"/> (900 B) R260 Mn	<input type="checkbox"/> (900) R220 <input type="checkbox"/> (1100) R320 Cr	<input type="checkbox"/> (900 A) R260 <input type="checkbox"/> (900 A (HH)) R350 HT	<input type="checkbox"/> R350 LHT
Rolling marks /Reljefna oznaka/:			Stamped marks (embossed) /Utisnuta oznaka/:		
Manufacturing process /Postupak proizvodnje/:			Total gross tonnage borne /Ukupna bruto tonaža/:		
7. Characteristics of welds or resurfacing /Karakteristike zavarenih spojeva i navarivanja/					
<input type="checkbox"/> Electric flash-butt welding /Elektro-otporno zavarivanje/			<input type="checkbox"/> Pressurised gas welding /Gasno zavarivanje pod pritiskom/		
<input type="checkbox"/> Aluminothermic welding /Aluminotermijsko zavarivanje/			<input type="checkbox"/> Induction welding /Indukciono zavarivanje/		
<input type="checkbox"/> Electric arc welding /Elektro-lučno zavarivanje/			<input type="checkbox"/> Resurfacing /Navarivanje/		
<input type="checkbox"/> Autogenous welding /Autogeno zavarivanje/			<input type="checkbox"/> Other welding methods /Drugi postupci zavarivanja/		
<input type="checkbox"/> Weld removed /Uklonjen zavareni spoj/			<input type="checkbox"/> Weld repaired /Popravljen zavareni spoj/		
Length of replaced rail /Dužina zamenjene šine/:					
Profiles of the rails on either side of the weld /Profili šina sa obe strane zavarenog spoja/:					
Steel grade of the rails on either side of the weld /Kvalitet šinskog čelika sa obe strane zavarenog spoja/:					
Resurfacing /Navarivanje/:		<input type="checkbox"/> At rail end /Na kraju šine/		<input type="checkbox"/> Away from rail end /Nije na kraju šine/	
8. Action taken /Preduzeta aktivnost/					
<input type="checkbox"/> Keep rail under inspection /Držati pod nadzorom/:					
<input type="checkbox"/> Rail despatched to /Šina otpremljena na/:					
<input type="checkbox"/> Rail removed on /Šina uklonjena dana/:					

3. ZAKLJUČAK

RCF defekti su dobili značajno mesto u katalogu iz 2002. godine [4], a UIC je preporučio da se nazivi posebno opasnih squat i head checking defekata ne prevode na druge jezike. U radu je prikazan sistem za kodiranje i klasifikaciju šinskih defekata prema preporuci [2]. Ova klasifikacija još uvek ne obuhvata defekte tipa „stud“ [10] i „belgrospi“ [11]. Preporučuje se da Upravljač infrastrukture dopuni klasifikaciju defekata tipovima defekata koji se uočavaju na mreži kojom upravlja.

Autori daju preporuku koje podatke treba da sadrži baza šinskih defekata, kako bi se omogućilo praćenje razvoja defekata, preduzimanje mera i ocena njihovog

učinka, kao i razmena statističkih podataka na nivou UIC i šire.

4. ZAHVALNICA

Rad je rezultat istraživanja u okviru projekta br. 200092, koji je finansiran od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] <http://uic.org/1922-UIC-a-long-life-organisation> [citirano 08.07.2021]
- [2] International Union of Railways: IRS 70712, Rail defects – Track & structure – Identification and classification of rail defects, 2018.

- [3] ERRI Experts Committee D 173, Report ERRI D 173/15, Rolling Contact Fatigue, A proposal for revision of the 1979 edition of the UIC Catalogue of Rail Defects, 1997.
- [4] International Union of Railways: UIC Code 712, Rail Defects, 2002.
- [5] CEN: EN 13231-5:2018, Railway applications – Track – Acceptance of works – Part 5: Procedures for rail reprofiling in plain line, switches, crossings and expansion devices, 2018.
- [6] CEN: EN 13231-3:2012, Railway applications – Track – Acceptance of works – Part 3: Acceptance of reprofiling rails in track, 2012.
- [7] CEN: EN 16729-1:2016, Railway applications – Infrastructure – Non-destructive testing on rails in track – Part 1: Requirements for ultrasonic inspection and evaluation principles, 2016.
- [8] CEN: EN 16729-2:2020, Railway applications – Infrastructure – Non-destructive testing on rails in track – Part 2: Eddy current testing of rails in track, 2020.
- [9] CEN: EN 16729-3:2018, Railway applications – Infrastructure – Non-destructive testing on rails in track – Part 3: Requirements for identifying internal and surface rail defects, 2018.
- [10] Grassie S. L. Studs and squats: The evolving story, *Wear*, Vol. 366, pp. 194–199, 2016.
- [11] Popović Z, Puzavac L, Lazarević L. Rail defects due to rolling contact fatigue, *Materijali i konstrukcije*, Vol. 54, No. 2, pp. 17–29, 2011.
- [12] Mičić M. *Upravljanje neravninama malih talasnih dužina na glavi šine*, doktorska disertacija, Građevinski fakultet, Beograd, 2021.
- [13] Popović Z, Brajović Lj, Lazarević L, Milosavljević L. Rail defects head checking on the Serbian railways, *Tehnički vjesnik*, Vol. 21, No. 1, pp. 147–153, 2014.
- [14] Popović Z, Lazarević L, Brajović Lj, Gladović P. Managing rail service life, *Metallurgija*, Vol. 53, No. 4, pp. 721–724, 2014.
- [15] Popović Z, Lazarević L, Brajović Lj, Vilotijević M. The importance of rail inspections in the urban area aspect of head checking rail defects, *Procedia engineering*, Vol. 117, pp. 596–608, 2015.
- [16] Popović Z, Radović V, Lazarević L, Vukadinović V, Tepić G. Rail inspection of RCF defects, *Metallurgija*, Vol. 52, No. 4, pp. 537–540, 2013.
- [17] Popović Z, Lazarević L, Brajović Lj, Mičić M, Mirković N. Improvement recommendations for railway infrastructure maintenance, *E3S Web of Conferences*, Vol. 157, p. 01001, 2020.
- [18] Popović Z, Lazarević L, Vilotijević M. Management of RCF rail defects, *Izgradnja*, Vol. 70, No. 9–12, pp. 392–402, 2016.
- [19] Popović Z, Radović V. Analysis of cracking on running surface of rails, *Građevinar*, Vol. 65, No. 03, pp. 251–259, 2013.
- [20] Office of rail regulation: Train derailment at Hatfield – A final report by the independent investigation board, London, p. 245, 2006. Dostupno na: https://www.railwa-ysar-chi-ve.co.uk/documents/-HSE_HatfieldFinal2006.pdf [citirano 08.07.2021]

SUMMARY

CODING SYSTEM FOR RAIL DEFECTS IN ACCORDANCE WITH IRS 70712

Rail defects due to the rolling contact fatigue have a significant place in the Handbook of Rail Defects in the framework of UIC Code 712 in 2002. The paper presents the system for coding and classification of rail defects according to UIC recommendation IRS 70712 in 2018. The presented classification does not cover all known defects due to the rolling contact fatigue (e.g. stud and belgrospi defects). It is recommended that Infrastructure Manager should supplement the Handbook of Rail Defects with the types of defects noticed on its railway network. The authors recommend information that should be included in the database of rail defects, in order to monitor the development of defects, taken measures and their efficiency, as well as to enable the exchange of statistical data on rail defects at the international level.

Key words: railway, maintenance, rail defect, coding system, rolling contact fatigue