

KVALITET GEOMETRIJE KOLOSEKA

TRACK GEOMETRY QUALITY

UDK: 625.1.041

Prethodno saopštenje

Isidora PANČIĆ, student doktorskih studija, Master građ.inž.¹⁾

Milica VILOTIJEVIĆ, asistent – student doktorskih studija, Master građ.inž.²⁾

REZIME

U radu su predstavljeni nivoi kvaliteta geometrije koloseka u skladu sa standardom SRPS EN 13848-5:2011 – Primene na železnici – Kolosek – Kvalitet geometrije koloseka – Deo 5: Nivoi kvaliteta geometrije koloseka – Koloseci. Cilj rada je upoznavanje stručne javnosti sa predmetom standarda u cilju njegove efikasne primene u praksi.

Ključne reči: železnička infrastruktura, geometrija koloseka, kvalitet geometrije koloseka, harmonizacija.

SUMMARY

This paper presents geometric quality levels, according to SRPS EN 13848-5:2011– Railway application – Track – Track geometry quality – Part 5: Geometric quality levels – Plain line. The aim of this paper is to introduce the expert public with the subject of standards in order to its effective implementation in practice.

Key words: railway infrastructure, track geometry, track geometry quality, harmonization.

1. UVOD

U periodu od 2003. do 2014. godine Evropski komitet za standardizaciju CEN (Comité Européen de Normalisation) je izradio seriju standarda *EN 13848* (delovi 1 – 6), čiji je cilj definisanje jedinstvenog pristupa oceni stanja kvaliteta geometrije koloseka evropske železničke mreže. Ova serija standarda je osnova za harmonizaciju tehničke regulative za održavanje geometrije koloseka železničke mreže u Republici Srbiji.

Institut za standardizaciju Srbije usvojio je pomenute standarde kao SRPS – srpske standarde u periodu od decembra 2010. godine do januara 2015. godine [12, 15].

Primena standarda iz serije *SRPS EN 13848* predstavlja obavezu pri prijemu radova na izgradnji novih i rekonstruisanih koloseka, kao i održavanju koloseka magistralnih pruga (Koridor 10). Na prugama koje nisu obuhvaćene međunarodnim ugovorima za sada ne postoji obaveza primene ovih standarda, sve dok pozivanje na pomenute standarde ne postane sastavni deo podzakonskih propisa za Železnicu Srbije (Pravilnici i odgovarajuća Uputstva). S obzirom na to da standardi u celini nisu zvanično prevedeni na srpski jezik (zvanično su prevedeni samo naslovi i oblasti primene [15]) i s obzirom na pojavu specifičnih termina u standardima serije *SRPS EN 13848*, postoji potreba za definisanjem i pojašnjenjem stručnih termina na našem jeziku. U protivnom, postoji opasnost od pogrešnog tumačenja i primene standarda u praksi.

Parametri kojima se utvrđuje kvalitet geometrije koloseka evropske železničke mreže, kao i obim i kvalitet izmerenih podataka na evropskoj železničkoj mreži, definisani su standardom *SRPS EN 13848-1:2010 Primene na železnici – Kolosek – Kvalitet geometrije koloseka – Deo 1: Definisanje parametara geometrije koloseka* [1, 15]. Standardom *SRPS EN 13848-2:2011 Primene na železnici – Kolosek – Kvalitet geometrije koloseka – Deo 2: Merni sistemi – Vozila za merenje parametara geometrije koloseka* definišu se uslovi koje mora da ispuni vozilo ili ručna sredstva i oprema za merenje parametara geometrije koloseka, kao i mehanizacija za održavanje koloseka [3, 15]. Standard *SRPS EN 13848-3:2011 Primene na železnici – Kolosek – Kvalitet geometrije koloseka – Deo 3: Merni sistemi – Mašine za građenje i održavanje koloseka* definiše minimalne uslove koje moraju da ispune merni sistemi mašina za građenje i održavanje koloseka, kako bi se izvršila ocena kvaliteta geometrije koloseka upotrebom jednog ili više parametara koji su definisani standardom *SRPS EN 13848-1* [5, 15]. Standard *SRPS EN 13848-4:2013 Primene na železnici – Kolosek – Kvalitet geometrije koloseka – Deo 4: Merni sistemi – Ručni i laki uređaji* definiše minimalne uslove koje moraju da ispune merni sistemi kojima su opremljena kolica za merenje geometrije koloseka i ručni uređaji, kako bi se izvršila ocena kvaliteta geometrije koloseka upotrebom jednog ili više parametara definisanih standardom *EN 13848-1:2003+A1:2008* [6, 15]. Takođe, standard utvrđuje prihvatljive razlike u slučaju merenja parametara geometrije koloseka primenom mernih kolica i ručnih uređaja u odnosu na *EN 13848-1:2003+A1:2008*. Posebnim evropskim standardom *SRPS EN 13848-5:2011 Primene na*

Adresa autora: Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, 11000

Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73

E-mail: ¹⁾ pancicisidora@gmail.com

²⁾ mvlotijevic@grf.bg.ac.rs

železnici – Kolosek – Kvalitet geometrije koloseka – Deo 5: Nivoi kvaliteta geometrije koloseka – Koloseci definisani su nivoi kvaliteta geometrije koloseka i granice sigurnosti za svaki parametar prema SRPS EN 13848-1 [4, 15]. Standardom SRPS EN 13848-6:2015 Primene na železnici – Kolosek – Kvalitet geometrije koloseka – Deo 6: Određivanje kvaliteta geometrije koloseka određuje se kvalitet geometrije koloseka na osnovu određivanja parametara definisanih u SRPS EN 13848-1 i navode različite klase geometrije koloseka koje treba uzeti u razmatranje [8, 15].

U ovom radu se predstavljaju nivoi kvaliteta geometrije koloseka prema [4].

2. OBLAST VAŽENJA STANDARDA SRPS EN 13848-5

Kvalitet geometrije koloseka je tema koja je dobila na značaju sredinom 20. veka, kada su evropske železnice razvile koncept vlastitih vozila koja su se koristila za snimanje parametara geometrije koloseka. Merna vozila su omogućavala da se izvrše kontinualna merenja parametara geometrije koloseka, na osnovu kojih su pomenute železnice izradile vlastite standarde za ocenu kvaliteta geometrije koloseka.

Nezavisni razvoj merne tehnike je rezultirao različitim metodama merenja i procene kvaliteta geometrije koloseka, što je u suprotnosti sa savremenim zahtevom realizacije interoperabilnosti evropske železnice. Osnovna svrha standarda [4] je da se na osnovu iskustava, do kojih su došle različite evropske železničke uprave, definiše minimum kvaliteta koji treba da ispune parametri geometrije koloseka kako bi se omogućio udoban i bezbedan saobraćaj vozova.

Standard [1] je osnova za utvrđivanje nivoa kvaliteta geometrije koloseka prema [4]. Standard [4] utvrđuje minimalne uslove za nivo kvaliteta geometrije koloseka i definiše granice sigurnosti za svaki parametar geometrije koloseka. Standard obuhvata definisanje nivoa kvaliteta geometrije koloseka, relativni značaj parametara geometrije koloseka, granice neodložnih intervencija, razmatranje drugih nivoa kvaliteta.

Standard [4] važi za pruge za velike brzine i konvencionalne pruge (brzine do 200 km/h) sa širinom koloseka 1435 mm i većom, uz pretpostavku da vozila koja saobraćaju na ovim prugama odgovaraju tehničkim uslovima prema standardu EN 14363 [2] i drugim evropskim standardima za bezbednost [13].

Za pruge za velike brzine merodavni su Tehnički uslovi interoperabilnosti za pruge za velike brzine (HS INS TSI). Za parametre geometrije koloseka, koji nisu utvrđeni u HS INS TSI zahteva se usaglašavanje sa evropskim standardom [4].

Vrednosti parametara koje su utvrđene evropskim standardom [4] zasnovane su na vrednostima koje su preporučene od strane različitih železničkih uprava u Evropi. Isto tako ovaj standard, koliko god je to moguće, uzima u obzir prethodne studije koje se bave ovom tematikom: prilog S iz standarda EN 14363:2005, TSI za

pruge za velike brzine, ORE Question B55 izveštaj broj 8 (1983).

U tabeli 1 prikazani su simboli i skraćenice, njihovo značenje i jedinice mere radi lakšeg razumevanja i jedinstvenije primene standarda [4].

Tabela 1. Simboli i skraćenice koji se primenjuju u standardu [4]

Simboli i skraćenice	Značenje simbola ili skraćenica	Jedin.
AL	Granica upozorenja	mm ili mm/m
IL	Granica intervencije	mm ili mm/m
IAL	Granica neodložnog dejstva	mm ili mm/m
D1	Opseg talasnih dužina D1: $3\text{ m} < L \leq 25\text{ m}$	m
D2	Opseg talasnih dužina D2: $25\text{ m} < L \leq 70\text{ m}$	m
D3	Opseg talasnih dužina D3: $70\text{ m} < \lambda \leq 150\text{ m}$ za uzdužni profil gornje ivice šine, odnosno D3: $70\text{ m} < \lambda \leq 200\text{ m}$ za odstupanja smera koloseka	m
HS INS TSI	Tehnički uslovi interoperabilnosti za pruge za velike brzine	
l	Dužina baze za merenje vitopernosti	m
λ	Talaska dužina	m
N/A	Ne primenjuje se	
r	Radius krivine	m
u	Nadvišenje	mm
V	Brzina	km/h

3. OCENA KVALITETA GEOMETRIJE KOLOSEKA

Kada je reč o kvalitetu geometrije koloseka, moguće je opisati tri tipa grešaka u geometriji koloseka:

- Ekstremne vrednosti izolovanih defekata geometrije koloseka;
- Standardno odstupanje na definisanoj dužini, koja obično iznosi 200 m;
- Srednja vrednost odstupanja.

Potrebno je razmotriti one izolovane defekte, koji se uzastopno javljaju zato što mogu da stvore efekte rezonance, kao i neregularnosti koje nastaju kombinovanjem različitih parametara koji se javljaju na istoj lokaciji (videti aneks A standarda [4]).

Prema standardu [4] potrebno je da se razmotre tri osnovna nivoa preduzimanja aktivnosti održavanja:

- **Granica neodložnog dejstva (IAL):** odnosi se na vrednost parametra koja, ukoliko se prekorači, zahteva preduzimanje određenih neodložnih mera, kako bi se ri-

zik od iskliznuća vozila sveo na najmanju moguću meru. Postupci koji se sprovode u cilju očuvanja bezbednog saobraćaja mogu da uključe zatvor pruge, smanjenje brzine vozova, ili korigovanje geometrije koloseka;

– **Granica intervencije (IL):** odnosi se na vrednost koja, ukoliko se prekorači zahteva sprovođenje aktivnosti korektivnog održavanja kako ne bi došlo do prekoračenja granice neodložnog dejstva (IAL) do naredne inspekcije;

– **Granica upozorenja (AL):** odnosi se na vrednost koja, ukoliko se prekorači, zahteva da stanje geometrijskih parametara koloseka bude pažljivo analizirano i razmotreno kako bi se sprovele adekvatne mere u okviru redovnog održavanja (redovnih planiranih aktivnosti održavanja).

Navedene granice za preduzimanje aktivnosti održavanja definišu tri nivoa kvaliteta geometrije koloseka. Vrednosti granica su u funkciji brzine, koja je osnovni faktor za ocenu kvaliteta geometrije koloseka.

Vrednosti parametara geometrije koloseka kojima se definišu nivoi kvaliteta geometrije navode se u standardu [4] za kolosek pod opterećenjem. Kada se merenja obavljaju na koloseku bez opterećenja, mora se uzeti u obzir razlika u izmerenim vrednostima koja se može javiti.

U normativnom delu standarda [4] date su vrednosti IAL za izolovane defekte i za srednju vrednost širine koloseka, dok se u informativnom delu standarda [4] navode vrednosti IL i AL za izolovane defekte i za srednju vrednost širine koloseka, kao i vrednost AL za standardna odstupanja.

Granična vrednost za intervenciju zavisi od strategije korektivnog održavanja, učestalosti inspekcije i brzine rasta defekata.

Pored vrednosti parametara koje se navode u standardu [4], poseban nivo kvaliteta geometrije koloseka koristi se za prijem radova na koloseku u skladu sa standardom [7].

3.1. Granične vrednosti koje zahtevaju neodložnu intervenciju

Granične vrednosti koje zahtevaju neodložnu intervenciju, a koje su navedene u standardu [4], dobijene su na osnovu iskustva i teorijskih razmatranja odnosa točak – šina, budući da izvođenje fizičkih ispitivanja na različitim tipovima vozila, pri kojima se izaziva iskliznuće, nije primenljivo.

Ukoliko se premaši ova granična vrednost, biće potrebno preduzeti posebne mere kako bi se rizik od iskliznuća, kao i ostali rizici, sveli na nivo prihvatljivosti.

Opseg talasnih dužina D3 (videti tabelu 1) se ne uzima u obzir budući da on nije u direktnoj vezi sa bezbednošću, već se uglavnom, odnosi na kvalitet vožnje.

U tabelama 2, 3, 4 i 5 date su normativne granične vrednosti, koje zahtevaju neodložnu intervenciju. Sa izuzetkom odstupanja od nominalne vrednosti širine koloseka, sve definisane vrednosti odstupanja ostalih parametara se uzimaju kao apsolutne.

3.1.1. Odstupanje širine koloseka

Vrednosti koje su navedene u tabelama 2 i 3, primenjuju se na kolosecima sa nazivnom širinom od 1435 mm, 1524 mm i 1668 mm. Referentna vrednost za širinu koloseka, koju navodi HC INS TSI je 1435 mm. Mreže koje koriste kolosek neke druge širine treba da, shodno tome, izvrše korekciju i prilagode vrednosti odgovarajućem tipu koloseka koje koriste.

Tabela 2. IAL – granica neodložnog dejstva za odstupanja širine koloseka: Ekstremne vrednosti proširenja odnosno suženja koloseka u slučaju izolovanih defekata u odnosu na nominalnu širinu koloseka (nezavisno od vrednosti nominalne širine koloseka) [4]

Brzina (km/h)	IAL – Ekstremne vrednosti proširenja odnosno suženja koloseka u odnosu na nominalnu širinu koloseka (mm)		Ekstremne vrednosti proširenja odnosno suženja koloseka u odnosu na nominalnu širinu koloseka (mm) prema HS INS TSI	
	Minimum (suženje)	Maksimum (proširenje)	Minimum (suženje)	Maksimum (proširenje)
V<80	-11	+35	-9	+35
80<V≤120	-11	+35	-9	+35
120<V≤160	-10	+35	-8	+35
160<V≤230	-7	+28	-7	+28
230<V≤300	-5	+28	-5	+28

Tabela 3. IAL – granica neodložnog dejstva za odstupanja u širini koloseka: Odstupanje nominalne širine koloseka u odnosu na srednju vrednost širine koloseka koja je izmerena na dužini od 100 m [4]

Brzina (km/h)	Odstupanje nominalne širine koloseka u odnosu na srednju vrednost širine koloseka koja je izmerena na dužini od 100 m (mm)	
	Minimum (suženje)	Maksimum (proširenje)
V<40	Ne primenjuje se	+32
40<V≤80	-8	+32
80<V≤120	-7	+27
120<V≤160	-5	+20
160<V≤230	-5	+20
230<V≤300	-3	+20

Suženje može da bude veće za 1 mm ako šine u poprečnom preseku imaju nagib 1:20.

3.1.2. Odstupanje nivelete

Tabela 4. IAL – granica neodložnog dejstva za izolovana odstupanja u visini gornje ivice šine: Razlika od srednje do ekstremne vrednosti odstupanja [4]

Brzina (km/h)	Apsolutna vrednost razlike od srednje do ekstremne vrednosti odstupanja nivelete šine (mm)	
	Opseg talasnih dužina (D1) 3 m < λ ≤ 25 m	Opseg talasnih dužina (D2) 25 m < λ ≤ 70 m
V < 80	28	Ne primenjuje se
80 < V ≤ 120	26	Ne primenjuje se
120 < V ≤ 160	23	Ne primenjuje se
160 < V ≤ 230	20	33
230 < V ≤ 300	16	28

Posebnu pažnju trebalo bi obratiti na greške kratkih talasnih dužina, budući da one mogu predstavljati opasnost za bezbednost, mada jako retko, ukoliko dostignu veliku amplitudu.

Takođe, za brzine manje ili jednake brzini 40 km/h granična vrednost može da se poveća na 31 mm.

3.1.3. Nadvišenje

Standard [4] ne daje vrednosti IAL – granice neodložnog dejstva za razlike u nadvišenju leve i desne šine u poprečnom profilu (nastalog kao posledica opterećenja koloseka) zbog toga što analiza rizika mora pored grešaka nadvišenja obavezno da uključi vitopernost koloseka i nedostatak nadvišenja. Za svaku saobraćajnu mrežu karakteristične su granične vrednosti nedostatka nadvišenja koje zavise od rešenja koloseka u situacionom planu, konstrukcije koloseka kao i od karakteristika koje zavise od saobraćaja. Svaki upravljač infrastrukture može da definiše granične vrednosti za mrežu kojom upravlja uzimajući u obzir predhodno navedene karakteristike.

3.1.4. Odstupanje smeru koloseka

I u ovom slučaju posebnu pažnju trebalo bi obratiti na greške kratkih talasnih dužina, budući da one mogu predstavljati opasnost za bezbednost, mada jako retko, ukoliko dostignu veliku amplitudu.

Za brzine manje ili jednake 40 km/h granična vrednost u tabeli 5 može da se poveća na 25 mm.

Potrebno je obratiti pažnju da neki tipovi konstrukcija koloseka mogu da imaju veći rizik od izvijanja u horizontalnoj ravni, kada su izloženi velikim amplitudama odstupanja smeru koloseka. U takvim slučajevima, potrebno je prilagoditi odstupanje smeru

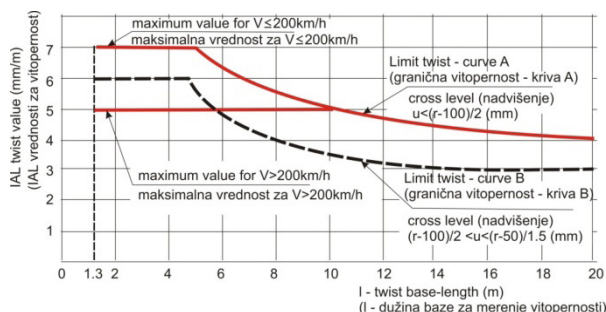
Tabela 5. IAL – granica neodložnog dejstva za izolovana odstupanja smeru koloseka: Razlika od srednje do ekstremne vrednosti odstupanja [4]

Brzina (km/h)	Apsolutna vrednost razlike od srednje do ekstremne vrednosti odstupanja (mm)	
	Opseg talasnih dužina (D1) 3 m < λ ≤ 25 m	Opseg talasnih dužina (D2) 25 m < λ ≤ 70 m
V < 80	22	Ne primenjuje se
80 < V ≤ 120	17	Ne primenjuje se
120 < V ≤ 160	14	Ne primenjuje se
160 < V ≤ 230	12	24
230 < V ≤ 300	10	20

konstrukciji koloseka, odnosno stvarnom otporu horizontalnom pomeranju koloseka u poprečnoj ravni.

3.1.5. Vitopernost

Granične vrednosti vitopernosti koloseka zavise od dužine osnove za merenje vitopernosti (l) i određuju se očitavanjem na dijagramu predstavljenom na slici 1.



Slika 1. Dijagram zavisnosti granice IAL za vitopernost od dužine merne baze [10]

Krive A i B na dijagramu imaju sledeća značenja:

Kriva A se odnosi na vrednosti nadvišenja spoljne šine u krivini “u” izražene u milimetrima, koje zadovoljavaju uslov:

$$u < \frac{r - 100}{2} \quad (1)$$

gde je r vrednost radijusa krivine izražena u metrima.

Granične vrednosti vitopernosti koje zahtevaju neodložnu intervenciju prema krivoj A određuju se na osnovu izraza:

$$IAL_A = \frac{20}{l} + 3 \quad (2)$$

sa sledećim maksimalnim vrednostima: 7 mm/m na prugama sa projektom brzinom V < 200 km/h, odnosno 5 mm/m za pruge projektne brzine V > 200 km/h.

Kriva B se odnosi na vrednosti nadvišenja spoljne šine u krivini “u” izražene u milimetrima koje zadovoljavaju uslov:

$$\frac{r-100}{2} < u < \frac{r-50}{1,5} \quad (3)$$

Granične vrednosti vitopernosti koje zahtevaju neodložnu intervenciju prema krivoj B određuju se na osnovu izraza $IAL_B = ((20 / l) + 1,5)$, sa maksimalnom vrednošću 6 mm/m i minimalnom vrednošću 3 mm/m.

Minimalna vrednost dužine baze za merenje, koja se uzima u razmatranje, iznosi 1,3 m dok je maksimalna vrednost 20 m u skladu sa rezultatima istraživanja predstavljenim u izveštaju ORE B55 RP 8.

Granične vrednosti nadvišenja navedene u predhodnom tekstu, mogu se premašiti, samo ukoliko su za potrebe očuvanja bezbednosti sprovedene i neke druge mere (ugradnja šina vođica ili sistema za podmazivanje šina).

Kada je reč o većim dužinama na kojima se javlja vitoperenje, kao što je slučaj sa nekim krivinama malog radijusa, posebnu pažnju trebalo bi obratiti na održavanje imajući u vidu malu razliku između vrednosti IAL i projektovanih vrednosti vitopernosti.

Za koloseke čija je širina veća od 1435 mm, koriste se druge granične vrednosti za nadvišenje “u”.

3.2. AL – granica upozorenja i IL – granica intervencije

Za razliku od IAL granice neodložnog dejstva, koja u obzir uzima međusobnu interakciju koloseka – vozilo, kao i rizik od neočekivanog događaja (videti aneks A u [4]), ostali nivoi kvaliteta uglavnom se odnose na politiku održavanja koju primenjuje upravljač infrastrukture.

S jedne strane, politika održavanja može biti direktno usmerena samo na poboljšanje bezbednosti, a sa druge strane na postizanje udobnosti (mirnoće vožnje) i niže troškove životnog veka (LCC). Dakle, vrednosti AL – granice upozorenja i IL – granice intervencije, koje su definisane od strane upravljača infrastrukture evropskih železnica, određiće se tako da u svakom slučaju omoguće bezbednost saobraćaja, a mogu se utvrditi i tako da osiguraju određeni nivo kvaliteta vožnje.

Prilikom definisanja vremenskog intervala između obavljanja dve uzastopne inspekcije, u obzir bi trebalo uzeti kako granicu intervencije IL, tako i granicu upozorenja AL, a koje su definisane u standardu za upravljanje infrastrukturom u okviru evropske mreže železnica i pri tome mora da se obezbedi neophodan kvalitet geometrije koloseka.

Iz tog razloga, vrednosti koje su navedene u aneksu V standarda [4] treba da budu razmotrene kao preporučene vrednosti, koje su nastale kao rezultat uobičajene prakse, koja se primenjuje na većini evropskih železnica. U tabelama od 6 do 12 se na nivou preporuke prikazuju primeri za vrednost AL – granice upozorenja i IL – granice intervencije, u skladu sa aneksom V standarda [4].

3.2.1. Odstupanje širine koloseka

Vrednosti koje su predstavljene u tabelama 6 i 7 koriste se za koloseke koji imaju nominalnu širinu 1435 mm, 1524 mm i 1668 mm. Železničke mreže koje koriste kolosek neke druge širine, treba da usklade vrednosti za granice AL i IL.

Tabela 6. Vrednosti AL – granice upozorenja i IL – granice intervencije za izolovana odstupanja širine koloseka: Razlika maksimalne vrednosti i nominalne širine koloseka [4]

Brzina (km/h)	Razlika maksimalne vrednosti i nominalne širine koloseka (mm) AL		Razlika maksimalne vrednosti i nominalne širine koloseka (mm) IL		Razlika maksimalne vrednosti i nominalne širine koloseka (mm) IAL	
	Minimum (suženje)	Maksimum (proširenje)	Minimum (suženje)	Maksimum (proširenje)	Minimum (suženje)	Maksimum (proširenje)
	V≤80	-7	+25	-9	+30	-11
80<V≤120	-7	+25	-9	+30	-11	+35
120<V≤160	-6	+25	-8	+30	-10	+35
160<V≤230	-4	+20	-5	+23	-7	+28
230<V≤300	-3	+20	-4	+23	-5	+28

Tabela 7. Vrednosti AL – granice upozorenja i IL – granice intervencije za odstupanja širine koloseka: Razlika srednje vrednosti širine koloseka na dužini od 100 m i nominalne širine koloseka [4]

Brzina (km/h)	Razlika srednje vrednosti širine koloseka na dužini od 100 m i nominalne širine koloseka (mm) AL		Razlika srednje vrednosti širine koloseka na dužini od 100 m i nominalne širine koloseka (mm) IL		Razlika srednje vrednosti širine koloseka na dužini od 100 m i nominalne širine koloseka (mm) IAL	
	Minimum (suženje)	Maksimum (proširenje)	Minimum (suženje)	Maksimum (proširenje)	Minimum (suženje)	Maksimum (proširenje)
	V≤40	Ne primenjuje se	+25	Ne primenjuje se	+28	Ne primenjuje se
40<V≤80	-6	+25	-7	+28	-8	+32
80<V≤120	-5	+22	-6	+25	-7	+27
120<V≤160	-3	+16	-4	+18	-5	+20
160<V≤230	-3	+16	-4	+18	-5	+20
230<V≤300	-1	+16	-2	+18	-3	+20

3.2.2. Odstupanje nivelete

Tabela 8. Vrednosti AL – granice upozorenja i IL – granice intervencije za izolovana odstupanja nivelete: Razlika maksimalne i srednje vrednosti [4]

Brzina (km/h)	Razlika maksimalne vrednosti i nominalne (mm) AL		Razlika maksimalne vrednosti i nominalne (mm) IL		Razlika maksimalne vrednosti i nominalne (mm) IAL	
	Opseg talasnih dužina (D1) $3 < l \leq 25$ m	Opseg talasnih dužina (D2) $25 < l \leq 70$ m	Opseg talasnih dužina (D1) $3 < l \leq 25$ m	Opseg talasnih dužina (D2) $25 < l \leq 70$ m	Opseg talasnih dužina (D1) $3 < l \leq 25$ m	Opseg talasnih dužina (D2) $25 < l \leq 70$ m
$V \leq 80$	12 do 18	Ne primenjuje se	17 do 21	Ne primenjuje se	28	Ne primenjuje se
$80 < V \leq 120$	10 do 16	Ne primenjuje se	13 do 19	Ne primenjuje se	26	Ne primenjuje se
$120 < V \leq 160$	8 do 15	Ne primenjuje se	10 do 17	Ne primenjuje se	23	Ne primenjuje se
$160 < V \leq 230$	7 do 12	14 do 20	9 do 14	18 do 23	20	33
$230 < V \leq 300$	6 do 10	12 do 18	8 do 12	16 do 20	16	28

Tabela 9. Granica upozorenja AL za odstupanje stvarne nivelete u odnosu na projektovanu niveletu: Standardna devijacija [4]

Brzina (km/h)	Standardna devijacija (mm) Opseg talasnih dužina (D1) $3 \text{ m} < l \leq 25 \text{ m}$
$V \leq 80$	2,3 do 3
$80 < V \leq 120$	1,8 do 2,7
$120 < V \leq 160$	1,4 do 2,4
$160 < V \leq 230$	1,2 do 1,9
$230 < V \leq 300$	1,0 do 1,5

Srednja vrednost, iz tabele 8, se računa za dužinu najmanje dva puta veću od talasne dužine u opsegu D1 ili D2. U praksi, srednja vrednost će biti blizu nule, zbog čega mogu da se koriste razlike maksimalnih i nultih vrednosti.

3.2.3. Nadvišenje

Vrednosti AL i IL nisu date za nadvišenje zbog toga što je rizik, koji je u vezi sa nedostacima nadvišenja povezan sa vitoperenjem i manjkom nadvišenja u koloseku. Vrednosti AL i IL za vitopernost date su u aneksu V standarda [4]. Granične vrednosti nedostatka nadvišenja spoljne šine u krivini zavise od projektovane geometrije koloseka u situacionom planu i konstrukcije koloseka, kao i karakteristika saobraćaja koji se odvija u svakoj mreži ponaosob. Svaki upravljač infrastrukture može da definiše granične vrednosti za sopstvenu mrežu uzimajući u obzir pomenute karakteristike.

Razlika između izmerene maksimalne vrednosti nadvišenja i projektovanog nadvišenja ne bi trebala da bude veća od 20 mm.

3.2.4. Odstupanje smeru koloseka

Tabela 10. Granica upozorenja AL za odstupanje smeru koloseka: Standardna devijacija [4]

Brzina (km/h)	Standardna devijacija (mm) Opseg talasnih dužina (D1) $3 \text{ m} < l \leq 25 \text{ m}$
$V \leq 80$	1,5 do 1,8
$80 < V \leq 120$	1,2 do 1,5
$120 < V \leq 160$	1,0 do 1,3
$160 < V \leq 230$	0,8 do 1,1
$230 < V \leq 300$	0,7 do 1,0

Srednja vrednost, iz tabele 11, se računa za dužinu koloseka koja je najmanje dva puta veća od talasne dužine u opsegu D1 ili D2. U praksi, srednja vrednost će biti blizu nule zbog čega mogu da se koriste vrednosti razlike maksimalne vrednosti i nulte vrednosti. Za brzine 40 km/h ili manje, granice AL i IL mogu da budu relaksirane.

3.2.5. Vitopernost

U praksi, većina železnica vitopernost meri na mernoj bazi od 3 m, zbog čega su vrednosti AL i IL date samo za dužinu osnove $l = 3 \text{ m}$.

Da bi se u obzir uzela velika brzina promene nadvišenja kod nekih oblika prelaznih krivina koje se mogu primeniti pri projektovanju železničkih pruga, vrednosti AL i IL mogu da se povećaju vodeći računa o tome da se ne premaše vrednosti IAL.

Tabela 11. Vrednosti AL – granice upozorenja i IL – granice intervencije za izolovana odstupanja smera koloseka – Razlika maksimalne i srednje vrednosti [4]

Brzina (km/h)	Razlika maksimalne i srednje vrednosti (mm) AL		Razlika maksimalne i srednje vrednosti (mm) IL		Razlika maksimalne i srednje vrednosti (mm) IAL	
	Opseg talasnih dužina (D1) 3 < l ≤ 25 m	Opseg talasnih dužina (D2) 25 < l ≤ 70 m	Opseg talasnih dužina (D1) 3 < l ≤ 25 m	Opseg talasnih dužina (D2) 25 < l ≤ 70 m	Opseg talasnih dužina (D1) 3 < l ≤ 25 m	Opseg talasnih dužina (D2) 25 < l ≤ 70 m
V ≤ 80	12 do 15	Ne primenjuje se	15 do 17	Ne primenjuje se	22	Ne primenjuje se
80 < V ≤ 120	8 do 11	Ne primenjuje se	11 do 13	Ne primenjuje se	17	Ne primenjuje se
120 < V ≤ 160	6 do 9	Ne primenjuje se	8 do 10	Ne primenjuje se	14	Ne primenjuje se
160 < V ≤ 230	5 do 8	10 do 15	7 do 9	14 do 17	12	24
230 < V ≤ 300	4 do 7	8 do 13	6 do 8	12 do 14	10	20

Tabela 12. Vrednosti AL – granice upozorenja i IL – granice intervencije za izolovana odstupanja: Razlika maksimalne i nulte vrednosti (l = 3 m) [4]

Brzina (km/h)	Razlika maksimalne i nulte vrednosti (mm/m) AL	Razlika maksimalne i nulte vrednosti (mm/m) IL	Razlika maksimalne i nulte vrednosti (mm/m) IAL
V ≤ 80	4	5	7
80 < V ≤ 120	4	5	7
120 < V ≤ 160	4	5	7
160 < V ≤ 230	4	5	7
230 < V ≤ 300	3	4	5

4. ZAKLJUČAK

U radu su predstavljeni nivoi kvaliteta geometrije koloseka u skladu sa standardom [4]. Standard daje vrednosti za granicu neodložnih intervencija, koja je zasnovana na sigurnosti vožnje. Ukoliko se prekorače navedene granične vrednosti, potrebno je preduzeti posebne mere kako bi se rizik od iskliznuća, kao i ostali rizici, sveli na nivo prihvatljivosti. Granične vrednosti ostalih nivoa kvaliteta se navode u standardu na nivou preporuke i ostavlja se upravljačima infrastrukture da u skladu sa politikom održavanja i specifičnostima infrastrukture, voznog parka i saobraćaja definišu granične vrednosti parametara kvaliteta koloseka [9, 11, 14].

Standard ukazuje na postojanje međuzavisnosti delovanja pojedinačnih odstupanja parametara kvaliteta koloseka, ali ne daje konkretno rešenje ovog problema.

U svakom slučaju, nakon usvajanja serije standarda EN 13848 (delovi 1 – 6) od strane Instituta za standardizaciju Srbije (ISS), neophodno je stvoriti uslove za praktičnu primenu pomenutih standarda. U tom smislu, neophodna je harmonizacija tehničke regulative u oblasti planiranja, projektovanja, građenja i održavanja železničke infrastrukture sa regulativom EU i stvaranje baze podataka o prostornoj geometriji koloseka u okviru železničke mreže Srbije. Pored toga, neophodna je edukacija studenata i stručnjaka u oblasti primene novih standarda.

LITERATURA

- [1] CEN: EN 13848-1:2003 – Railway applications – Track – Track geometry quality – Part I: Characterization of track geometry
- [2] CEN: EN 14363:2005 – Railway applications – Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles – Testing of running behaviour and stationary tests
- [3] CEN: EN 13848-2:2006 – Railway applications – Track – Track geometry quality – Measuring systems – Track recording vehicles
- [4] CEN: EN 13848-5:2008 – Railway applications – Track – Track geometry quality – Part 5: Geometric quality levels
- [5] CEN: EN 13848-3:2009 – Railway applications – Track – Track geometry quality – Part 3: Measuring systems – Track construction and maintenance machines
- [6] CEN: EN 13848-4:2010 – Railway applications – Track – Track geometry quality – Part 4: Measuring systems – Manual and lightweight devices
- [7] CEN: EN 13231-1:2013 – Railway applications – Track – Acceptance of works – Part 1: Works on ballasted track – Plain line, switches and crossings
- [8] CEN: EN 13848-6:2014 – Railway applications – Track – Track geometry quality – Part 6: Characterisation of track geometry quality
- [9] Jovanović, R., Simić, G., Milutinović, D., Popović, Z., Puzavac, L.: Studija odnosa točak-šina i osnove za izmjene i dopune regulative željeznica BiH u toj

oblasti, Projekat pružanja tehničke pomoći nadležnim organima za željeznice u željezničkom sektoru BiH u procesu harmonizacije propisa za održavanje željezničke infrastrukture i mobilnih kapaciteta sa Direktivama EU, Bosna i Hercegovina, 2010

- [10] Popović Z., Lazarević L., Trpčevski F., Pančić I.: Harmonization of European track quality, Building materials and structures, Vol. 57,2014, No. 1, pp. 29-44, ISSN: 0543-0798 Klasifikacioni broj: UDK: 625.1.04
- [11] Popović, Z., Lazarević, L.: Defining the Cause and Mechanism of Track Widening Phenomenon on Reconstructed Sections Trebaljevo – Kolašin and Mi-

jatovo Kolo – Mojkovac on Rail Line Vrbnica – Bar, Case study; CLF Bologna, 2013

- [12] Puzavac, L., Popović, Z: Vertical track geometry deterioration modeling, Izgradnja, 2010, vol. 64, iss. 1-2, pp. 7-20
- [13] UIC 518, Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behaviour – Safety – Track fatigue – Ride quality, 2009
- [14] Walter, M.: “Interoperabilität und technische Normung der Eisenbahninfrastruktur in Österreich”, ETR, S. 312-315, Mai 2006
- [15] www.iss.rs (pristup jun 2015.)