

## Tehnički zahtevi za prijem radova na koloseku

ZDENKA J. POPOVIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Građevinski fakultet, Beograd

LUKA M. LAZAREVIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Građevinski fakultet, Beograd

MILICA S. MIĆIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Građevinski fakultet, Beograd

NIKOLA B. MIRKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Građevinski fakultet, Beograd

Stručni rad

UDC: 625.112

DOI: 10.5937/tehnika2004437P

*U radu se predstavljaju tehnički zahtevi za prijem radova na koloseku normalne širine (1435 mm) u zastoru od tucanika u skladu sa evropskim standardom EN 13231-1, koji je 2014. godine usvojen kao srpski standard. Prijem radova se odnosi na građenje novog, kao i na rekonstrukciju, obnovu i održavanje postojećeg koloseka. U radu se ukazuje na to da, uprkos uspostavljenom zakonskom okviru u Republici Srbiji, domaća tehnička regulativa još uvek nije harmonizovana sa zahtevima pomenutog standarda. Pored toga, ukazuje se na važnost definisanja procedura za sprovođenje merenja vrednosti referentnih parametara i kontrole stanja koloseka, kao i postupaka za dokumentovanje rezultata merenja i sprovedenih kontrola. Prikazane su propisane tolerancije za parametre geometrije koloseka i elemente konstrukcije gornjeg stroja koloseka prema zahtevima EN 13231-1. Posebno se ukazuje na važnost utvrđivanja roka za izvršanje prijema radova u ugovoru sklopljenom između upravljača infrastrukture i izvođača radova.*

**Ključne reči:** *železnica, građenje, kolosek, prijem radova, tolerancije*

### 1. UVOD

Prijem izvršenih radova na koloseku očekuje se više puta tokom životnog veka koloseka, pri čemu je očekivani životni vek konstrukcije gornjeg stroja (uključujući planum) 40 i više godina.

U uslovima normalnog odvijanja saobraćaja, na prugama sa normalnim osovinskim i saobraćajnim opterećenjem, očekuje se sledeće trajanje ciklusa održavanja elemenata konstrukcije gornjeg i donjeg stroja tokom životnog veka [1]:

- podbijanje pragova: nakon 40-70 mil. brt. (miliona bruto tona) (4-5 godina),
- brušenje šina: nakon 20-30 mil. brt. (1-3 godine),
- čišćenje („rešetanje“) zastorne prizme od tucanika: nakon 150-300 mil. brt. (12-15 godina),

- zamena šina: nakon 300-1000 mil. brt. (10-15 godina u uslovima bez brušenja),
- zamena drvenih pragova: nakon 250-600 mil. brt. (20-30 godina),
- zamena betonskih pragova: nakon 350-700 mil. brt. (30-40 godina),
- zamena šinskih pričvršćenja: nakon 100-500 mil. brt. (10-30 godina),
- zamena tucanika u zastornoj prizmi: nakon 200-500 mil. brt. (20-30 godina),
- saniranje donjeg stroja (sa delimičnim saniranjem zemljanog trupa): nakon više od 500 mil. brt. (40 i više godina).

Tehnički zahtevi za prijem radova obuhvataju:

- parametre koloseka tokom procesa izvođenja radova,
- tolerancije za geometriju i apsolutni položaj koloseka,
- procedure za prijem radova prema referentnoj tehničkoj regulativi.

U ovom radu se razmatraju parametri geometrije koloseka i kvalitet geometrije koloseka prema seriji

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

e-mail: [zdenka@grf.bg.ac.rs](mailto:zdenka@grf.bg.ac.rs)

Rad primljen: 21.04.2020.

Rad prihvaćen: 25.06.2020.

standarda EN 13848 (delovi 1-6) [2]. Predstavljani zahtevi za prijem radova u koloseku definisani su u evropskom standardu EN 13231-1 [3]. Važnost razmatrane teme zasniva se na neophodnoj harmonizaciji tehničke regulative u oblasti železničke infrastrukture u Republici Srbiji sa regulativom EU (slika 1).

Zakonski okvir za harmonizaciju u oblasti prijema radova na koloseku u Republici Srbiji čine Zakon o železnici [4] i Zakon o interoperabilnosti železničkog sistema [5], koji je harmonizovan sa tehničkim specifikacijama interoperabilnosti za podsistem „Infrastruktura“ [6].

Prilikom puštanja u rad (kao i pri projektovanju, građenju, unapređenju, obnovi, eksploataciji i održavanju železničkog sistema) primenjuju se zahtevi za obezbeđenje interoperabilnosti. Prema zahtevima datim u [6], podsistem infrastruktura može da se pusti u rad samo ukoliko je projektovan i građen na način kojim se ostvaruje njegova tehnička usklađenost sa sistemom u koji se integriše.



Slika 1 – Principijelna hijerarhijska šema za harmonizaciju tehničke regulative

## 2. PRIJEM RADOVA NA KOLOSEKU

Upravljač infrastrukture (UI) i izvođač radova ugovorom uređuju međusobna prava i obaveze u vezi sa izvođenjem radova na koloseku. Zahtevi u ugovoru mogu biti i stroži od zahteva predviđenih u [6] i odgovarajućim tehničkim standardima [3], ukoliko se sa tim slože obe ugovorne strane. U ugovoru se bliže definišu uslovi za prijem radova.

U evropskom standardu [3], definisani su zahtevi za prijem radova na koloseku uključujući skretnice i ukrštaje. S obzirom na to da je ovaj standard usvojen kao srpski standard i da nije zvanično preveden na srpski jezik, u radu su u zagradama navedeni odgovarajući stručni termini na engleskom jeziku sa ciljem da se inženjerima i drugim zainteresovanim tehničkim licima u Srbiji olakša razumevanje i primena ovog izuzetno važnog standarda. Standard se odnosi na radove na koloseku u zastoru od tucanika uključujući skretnice i ukrštaje (eng. works on ballasted track including switches and crossings) koji obuhvataju:

- građenje novog koloseka (eng. construction of new track);

- obnovu ili delimičnu obnovu i održavanje šina, pragova, zastora i drugih komponenata (eng. renewal or partial renewal and maintenance of rails, sleepers, ballast and other components);
- uklanjanje i ponovno polaganje postojećeg koloseka zbog radova na donjem stroju (npr. mostovi, tuneli, zemljani radovi i slično) (eng. removing and relaying existing track because of works on substructure (e.g. bridges, tunnels, earthworks, etc.));
- obnovu ili delimičnu obnovu skretnica i ukrštaja (jezičak/naležna šina, srce, itd.) (eng. renewal or partial renewal and maintenance of switches and crossings (switch rail/stock rail, crossing, etc.)), skretničke građe i zastora od tucanika (eng. Bearers and ballast);
- radove na uređenju geometrije koloseka, npr. pobijanje pragova, uređenje nivelete i smeru (eng. works to correct track geometry, e.g. track tamping/levelling/lining);
- dinamičku stabilizaciju (eng. dynamic stabilising);
- čišćenje zastorne prizme (eng. ballast cleaning);
- otpuštanje napona u kontinualno zavarenim šinama pre završnog zavarivanja na potrebnoj temperaturi u šinama (eng. stressing work);
- zavarivanje (eng. welding).

Standard [3] se ne bavi ugovornim i pravnim aspektima i ne obuhvata radove u vezi sa reprofiliisanjem šina, niti prateća merenja. Radovi na reprofiliisanju šina obuhvaćeni su delovima 3, 4 i 5 serije standarda EN 13231. Takođe, rekonstrukcija perona, radovi na planumu, drenaže, kao i putni prelazi u nivou i slično nisu predmet standarda [3].

U svakom konkretnom slučaju, dužina ciklusa održavanja, tehnologije građenja i održavanja zavise od usvojene strategije i mehanizacije kojom raspolaže Upravljač infrastrukture (slika 2).



Slika 2 – Mehanizacija za čišćenje zastorne prizme uz ugradnju novog i recikliranog tucanika [7]

### 2.1 Rokovi za izvršenje prijema radova

Ugovorom između naručioca (UI) i izvođača radova definiše se krajnji rok za izvršenje prijema radova na koloseku. Na taj način štite se interesi obe ugovorne strane.

Standard [3] definiše krajnje rokove za prijem radova na nivou preporuke, na sledeći način: „Acceptance shall not be carried out until the track has been subjected to an appropriate passing tonnage described and defined by the customer. However, acceptance should occur within a period not exceeding six weeks or after the passage of a maximum of 1,500 000 tonnes after the completion of the works, although the customer may extend this timescale to permit any follow-up tamping to be carried out.“ Dakle, na osnovu pomenutog stava iz standarda [3], prijem radova ne treba da se izvrši sve dok se po koloseku ne propusti odgovarajuće saobraćajno opterećenje izraženo u bruto tonama, koje je opisano i definisano od strane naručioca radova. Međutim, prijem treba da se sprovede u periodu ne dužem od šest nedelja, ili nakon prelaza maksimalno 1.500.000 brt od trenutka završetka radova, mada investitor može da produži ovaj rok kako bi dozvolio da se izvrši neophodno podbijanje pragova pre prijema radova [3].

Definisanje krajnjeg roka za izvršenje prijema radova na koloseku u ugovoru od velike je važnosti (naročito za izvođača radova) s obzirom na to da pod saobraćajem propada geometrija izvedenog koloseka u zastoru od tucanika, naročito ukoliko izvedenom deonicom saobraćaju vozila nestandardnih karakteristika (npr. velika dužina krute baze u obrtnom postolju, kruta konstrukcija obrtnog postolja, defekti na bandažima i vencima točkova i slično). Prilikom zaključivanja ugovora, izvođač treba da se zaštiti od nedozvoljenih uticaja vozila na stanje koloseka na kome su završeni radovi [8]. Do izvršenja prijema radova na koloseku izvođač je dužan da kolosek održava, kako bi prilikom prijema radova obezbedio vrednosti parametara geometrije koloseka u granicama tolerancije za kolosek u skladu sa [3].

## 2.2. Neophodna merenja i dokumentacija

Prema [3], pre prijema radova na koloseku, treba da budu sprovedena i dokumentovana (zvanično zavedena) sledeća merenja i kontrole (u zgradama su navedeni odgovarajući stručni termini na engleskom jeziku):

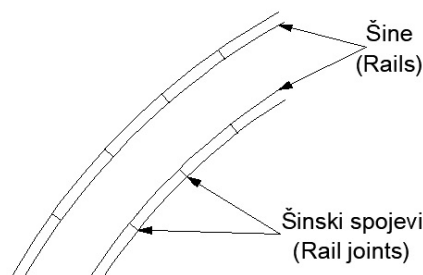
- Relativna geometrija koloseka uključujući skretnice i ukrštaje (eng. relative track geometry of plain line, switches and crossings);
- Apsolutni položaj koloseka uključujući skretnice i ukrštaje (eng. absolute track position of plain line, switches and crossings);
- Položaj pragova u koloseku, skretnicama i ukrštajima, praznine ispod donje površi oslanjanja pragova (slika 3), uključujući i pragove u zoni skretnica (eng. sleeper or bearer position, voiding of sleepers or bearers);
- Pravilno ugrađivanje i stanje šinskih pričvršćenja, šinskih podloški i izolatora (eng. assembly and

integrity of the rail fastenings, pads and insulators);

- Zavari na voznoj površi i na voznim ivicama glave šina (eng. welds of running surface and running edge);
- Zazori šinskih spojeva, ugibi i podužna smaknutost (odstupanje od naspramnog položaja) šinskih spojeva u poprečnom preseku koloseka (eng. joint gaps, dips and staggers, slika 4);
- Izolovani spojevi (eng. insulated joints);
- Poprečni presek zastorne prizme od tucanika (eng. ballast cross section);
- Rad na uspostavljanju beznaponskog stanja u kontinualno zavarenim šinama pre završnog zavarivanja na potrebnoj temperaturi (“otpuštanje napona u tzv. DTŠ”, eng. stressing work);
- Specifična merenja ili kontrole na skretnicama, ukrštajima i dilatacionim spravama (eng. specific measurements or checks for switches and crossings and rail expansion devices);
- Podbijanje pragova (eng. tamping work);
- Rad na dinamičkoj stabilizaciji koloseka (eng. dynamic stabilising work);
- Zbijanje zastorne prizme (eng. ballast compaction);
- Rad na zameni/dopuni tucanika odnosno čišćenju zastora (eng. ballast replacement/ cleaning work);
- Izazvana oštećenja šina, pragova, pragova u skretnicama i ukrštajima, šinskih pričvršćenja, kablova i druge opreme, ili tamo gde su se zbog procesa rada pomerili pragovi ili šinski umetci (eng. damage caused to rails, sleepers, bearers, fastenings, cables and other equipment, or where the work process has displaced the sleepers, the bearers or the rail pads);
- Usaglašenost svih materijala u koloseku sa relevantnim kriterijumima za prihvatanje ili sa specifikacijama koje je definisao Upravljač infrastrukture (UI) u svojstvu naručioca radova, posebno prihvatanje povezanih radova, kao i odobravanje i prihvatanje materijala koje obezbeđuje dobavljač (eng. all track materials compliance with the customer’s relevant acceptance criteria or specifications, in particular acceptance of associated works as well as approval and acceptance of the material provided by the supplier).



Slika 3 – Praznine u zastoru ispod pragova [9]



Slika 4 – Smaknuti spojevi (eng. staggered joints)

UI može da zahteva dodatna merenja /provere, kao i da ograniči izbor uređaja za merenje, ako je to u skladu sa ugovorom.

U standardu [3] se pod relativnom geometrijom koloseka podrazumeva grupa parametara koji su definisani u [2]: širina koloseka, odstupanje smera, vertikalno odstupanje, vitopernost i nadvišenost. Vrednosti parametara geometrije koloseka mere se vozilima za snimanje koloseka ili mašinom za građenje/održavanje koloseka sa mernom opremom u skladu sa serijom standarda EN 13848 [2].

Ako merna oprema nije ispravna ili dostupna, koriste se rezultati merenja lakom opremom za merenje ili opremom za ručno merenje [2].

### 2.3. Tolerancije za prijem radova na koloseku

Tabela 1. Tolerancije za odstupanja širine koloseka od projektovane vrednosti (bez skretnica i ukrštaja)

Klase brzina (Napomena: Vrednosti tolerancija date su u [mm])				
$V \leq 80$ km/h	$80 < V \leq 120$ km/h	$120 < V \leq 160$ km/h	$160 < V \leq 230$ km/h	$230 < V \leq 360$ km/h
+4/-3 (+7/-3)	+4/-3 (+5/-3)	+4/-2 (+5/-2)	+4/-2 (+5/-2)	+3/-2 (+4/-2)

Tabela 2. Tolerancije za odstupanja širine koloseka od projektovane vrednosti za skretnice i ukrštaje

Klase brzina (Napomena: Vrednosti tolerancija date su u [mm])				
$V \leq 80$ km/h	$80 < V \leq 120$ km/h	$120 < V \leq 160$ km/h	$160 < V \leq 230$ km/h	$230 < V \leq 360$ km/h
+4/-3 (+7/-3)	+4/-3 (+5/-3)	+4/-3 (+5/-3)	+4/-3 (+5/-3)	+4/-3 (+5/-3)

Odstupanja od projektovane vrednosti nadvišenja (eng. Cross level, oznaka „u“) u skladu sa [3] za prijem novog koloseka (u zagradi su vrednosti za održavanje

Standard [3] definiše vrednosti tolerancija kao dopušteno odstupanje u odnosu na referentnu ili projektovanu vrednost parametra geometrije za novi kolosek, kolosek nakon rekonstrukcije, obnove i održavanja. Parametri geometrije se definišu i mere u skladu sa serijom standarda EN 13848 [2] (svi delovi ove serije usvojeni su kao srpski standardi - SRPS EN od strane Instituta za standardizaciju Srbije).

#### 2.3.1. Parametri geometrije koloseka - tolerancije

Tolerancije za merenje širine (eng. track gauge, oznaka G) opterećenog novog koloseka ili koloseka nakon obnove prema [3] zavise od dopuštene maksimalne brzine i od toga da li se odnose na kolosek bez ili sa skretnicama i ukrštajima. Za deonice koloseka bez skretnica i ukrštaja, dozvoljena odstupanja od projektovane vrednosti širine koloseka pri prijemu novog koloseka predstavljena su u tabeli 1. U zgradama su upisane vrednosti tolerancija za prijem radova na održavanju koloseka. Negativne vrednosti odnose se na suženje, a pozitivne na proširenje koloseka. Za skretnice i ukrštaje dozvoljena odstupanja od projektovane vrednosti pri prijemu novog koloseka prema [3] predstavljena su u tabeli 2.

Tabela 3. Tolerancije za odstupanja nadvišenja

Klase brzina (Napomena: Vrednosti tolerancija date su u [mm])				
$V \leq 80$ km/h	$80 < V \leq 120$ km/h	$120 < V \leq 160$ km/h	$160 < V \leq 230$ km/h	$230 < V \leq 360$ km/h
$\pm 3$ ( $\pm 5$ )	$\pm 3$ ( $\pm 5$ )	$\pm 3$ ( $\pm 4$ )	$\pm 2$ ( $\pm 3$ )	$\pm 2$ ( $\pm 3$ )

Vertikalno odstupanje nivelete (eng. longitudinal level) mereno pomoću tetive čija je dužina 10 m razmatrano je kao odstupanje izmerene ekstremne vrednosti u odnosu na srednju vrednost merenja. Tolerancije za prijem novog koloseka (u zagradi su

koloseka) takođe se definišu prema klasama brzina i predstavljena su u tabeli 3.

vrednosti za održavanje koloseka) se definišu prema klasama brzina, za dužinu tetive 10 m i odstupanje ekstremne u odnosu na srednju vrednost merenja, kao što pokazuje tabela 4.

Tabela 4. Tolerancije za odstupanja nivelete u podužnoj vertikalnoj ravni za dužinu merne tetive 10 m

Klase brzina (Napomena: Vrednosti tolerancija date su u [mm])				
$V \leq 80$ km/h	$80 < V \leq 120$ km/h	$120 < V \leq 160$ km/h	$160 < V \leq 230$ km/h	$230 < V \leq 360$ km/h
$\pm 6$ ( $\pm 7$ )	$\pm 4$ ( $\pm 5$ )	$\pm 4$ ( $\pm 5$ )	$\pm 3$ ( $\pm 4$ )	$\pm 3$ ( $\pm 4$ )

Standard [3] razmatra tolerancije za odstupanje nivelete šine u vertikalnoj ravni za tri opsega talasnih dužina  $\lambda$ :

Opseg D1:  $3 \text{ m} < \lambda \leq 25 \text{ m}$

(Ova dužina talasa najviše utiče na kvalitet geometrije koloseka i mirnoću hoda vozila; Osnovni uzrok njihovog nastanka je diferencijalno sleganje koloseka; Podbijanje ima najveći uticaj na neravnine u ovom talasnom opsegu);

Opseg D2:  $25 \text{ m} < \lambda \leq 70 \text{ m}$

(Nastaju kao posledice grešaka polaganja koloseka, održavanja, ili usled deformacije podtla; Uticaj na propadanje geometrije obično nije veliki;);

opseg D3:  $70 \text{ m} < \lambda \leq 150 \text{ m}$

(Uzrok nastanka su parametri trasiranja ili greške u građenju i održavanju; Opseg D3 se koristi samo na prugama za brzine veće od 250 km/h).

Vertikalno odstupanje nivelete za talasnu dužinu D1 standard [3] definiše kao odstupanje ekstremne vrednosti u odnosu na srednju vrednost merenja, u zavisnosti od klasa brzina (tabela 5).

Vertikalno odstupanje nivelete za talasnu dužinu D2 standard [3] definiše kao odstupanje ekstremne vrednosti u odnosu na srednju vrednost merenja, u zavisnosti od klasa brzina (tabela 6).

Prema standardu [3], vertikalno odstupanje za talasnu dužinu D3 nije od značaja za odstupanje nivelete u vertikalnoj ravni.

Tabela 5. Tolerancije za odstupanja nivelete u podužnoj vertikalnoj ravni za talasnu dužinu D1

Klase brzina (Napomena: Vrednosti tolerancija date su u [mm])				
$V \leq 80 \text{ km/h}$	$80 < V \leq 120 \text{ km/h}$	$120 < V \leq 160 \text{ km/h}$	$160 < V \leq 230 \text{ km/h}$	$230 < V \leq 360 \text{ km/h}$
$\pm 4 (\pm 5)$	$\pm 3 (\pm 4)$	$\pm 3 (\pm 4)$	$\pm 2 (\pm 3)$	$\pm 2 (\pm 3)$

Tabela 6. Tolerancije za odstupanja nivelete u podužnoj vertikalnoj ravni za talasnu dužinu D2

Klase brzina (Napomena: Vrednosti tolerancija date su u [mm])				
$V \leq 80 \text{ km/h}$	$80 < V \leq 120 \text{ km/h}$	$120 < V \leq 160 \text{ km/h}$	$160 < V \leq 230 \text{ km/h}$	$230 < V \leq 360 \text{ km/h}$
Nije od značaja	Nije od značaja	Nije od značaja	$\pm 3 (\pm 4)$	$\pm 2 (\pm 3)$

Odstupanje smera (eng. alignment) mereno pomoću tetive dužine 10 m definiše se kao odstupanje ekstremne vrednosti u odnosu na srednju vrednost merenja, u zavisnosti od klase brzina. Tolerancije za prijem novog koloseka (u zagradi su vrednosti za održavanje koloseka) definišu se prema klasama brzina (tabela 7).

Standard [3], takođe, razmatra tolerancije za odstupanje smera leve i desne šine za opseg talasnih dužina D1, D2 i D3.

Odstupanje smera za talasnu dužinu D1 standard [3] definiše kao odstupanje ekstremne vrednosti u odnosu na srednju vrednost merenja, u zavisnosti od klasa brzina (tabela 8). Odstupanje smera za talasnu dužinu D2 standard [3] definiše kao odstupanje ekstremne vrednosti u odnosu na srednju vrednost merenja, u zavisnosti od klasa brzina (tabela 9). Odstupanje smera za talasnu dužinu D3 prema standardu [3] nije od značaja za odstupanje smera leve i desne šine u koloseku.

Tabela 7. Tolerancije za odstupanje smera za dužinu tetive 10 m

Klase brzina (Napomena: Vrednosti tolerancija date su u [mm])				
$V \leq 80 \text{ km/h}$	$80 < V \leq 120 \text{ km/h}$	$120 < V \leq 160 \text{ km/h}$	$160 < V \leq 230 \text{ km/h}$	$230 < V \leq 360 \text{ km/h}$
$\pm 5 (\pm 7)$	$\pm 3 (\pm 5)$	$\pm 3 (\pm 5)$	$\pm 3 (\pm 4)$	$\pm 3 (\pm 4)$

Tabela 8. Tolerancije za odstupanje smera za talasnu dužinu D1

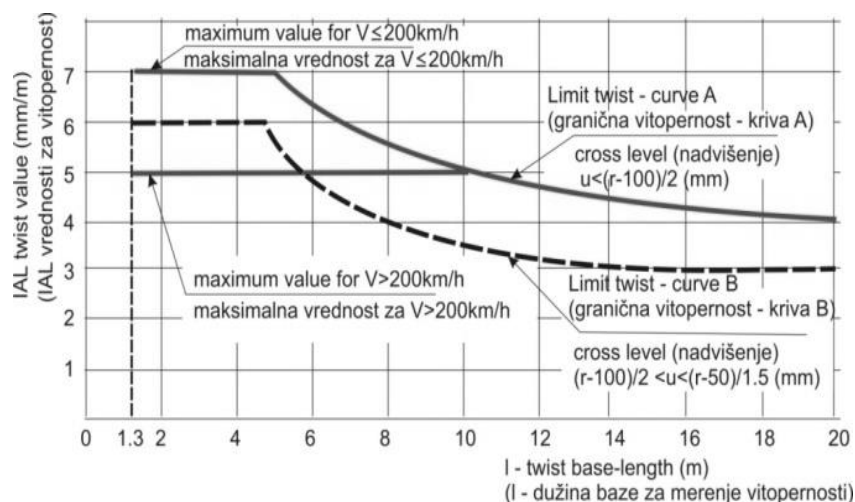
Klase brzina (Napomena: Vrednosti tolerancija date su u [mm])				
$V \leq 80 \text{ km/h}$	$80 < V \leq 120 \text{ km/h}$	$120 < V \leq 160 \text{ km/h}$	$160 < V \leq 230 \text{ km/h}$	$230 < V \leq 360 \text{ km/h}$
$\pm 4 (\pm 5)$	$\pm 2 (\pm 4)$	$\pm 2 (\pm 4)$	$\pm 2 (\pm 3)$	$\pm 2 (\pm 3)$

Tabela 9. Tolerancije za odstupanje smera za talasnu dužinu D2

Klase brzina (Napomena: Vrednosti tolerancija date su u [mm])				
$V \leq 80 \text{ km/h}$	$80 < V \leq 120 \text{ km/h}$	$120 < V \leq 160 \text{ km/h}$	$160 < V \leq 230 \text{ km/h}$	$230 < V \leq 360 \text{ km/h}$
Nije od značaja	Nije od značaja	Nije od značaja	$\pm 3 (\pm 4)$	$\pm 2 (\pm 3)$

Vitopernost (eng. twist) je izuzetno važan parametar geometrije koloseka koji u kombinaciji sa

nadvišenjem ( $u$ ) i radijusom krivine ( $r$ ) utiče na opasnost od iskliznuća vozila iz koloseka (slika 5).



Slika 5 – Uticaj vitopernosti i nadvišenosti na opasnost od iskliznuća prema [2]

Normalna dužina merne baze za utvrđivanje vitopernosti treba da iznosi 3 m, a analiza izmerenih vrednosti treba da se vrši metodom „nula-vršna vrednost“ (eng. „zero-to-peak“) [3].

U prelaznoj krivini sa projektovanim nadvišenjem, tolerancije uzimaju u obzir projektovanu vitopernost usled nadvišenja spoljne šine u krivini, tako što se odstupanje određuje kao razlika izmerene i

projektovane vrednosti nadvišenja na dužini merne baze.

Odstupanje vitopernosti za mernu bazu 3 m standard [3] definiše kao odstupanje maksimalne izmerene vrednosti u odnosu na projektovanu vrednost za novi i obnovljeni kolosek, kao i kolosek nakon održavanja (u zagradama su vrednosti tolerancija za kolosek nakon održavanja, tabela 10).

Tabela 10. Tolerancije za odstupanje izmerene vitopernosti u odnosu na projektovanu

Klase brzina (Napomena: Vrednosti tolerancija date su u [mm])				
$V \leq 80 \text{ km/h}$	$80 < V \leq 120 \text{ km/h}$	$120 < V \leq 160 \text{ km/h}$	$160 < V \leq 230 \text{ km/h}$	$230 < V \leq 360 \text{ km/h}$
$\pm 4,5$ ( $\pm 4,5^*$ )	$\pm 3$ ( $\pm 4,5$ )	$\pm 3$ ( $\pm 4,5$ )	$\pm 3$ ( $\pm 3$ )	$\pm 3$ ( $\pm 3$ )
Napomena: U specijalnim konstrukcijama (skretnice, ukrštaji, dilatacione sprave), odstupanje od gore navedenih vrednosti može da nastupi zbog njihovih specijalnih konstrukcija.				
* u kolosecima sa mehaničkim sastavima šina: $\pm 6 \text{ mm}$				

### 2.3.2. Apsolutni položaj koloseka

Uslovi i tolerancije prema [3], u vezi apsolutnog položaja koloseka treba da se primenjuju za novi kolosek i za obnovu koloseka (uključujući skretnice i ukrštaje).

Za prijem radova nakon održavanja, naručilac radova odlučuje da li će da primeni uslove i tolerancije iz [3].

Za poziciju koloseka u horizontalnoj (bočna pozicija) i vertikalnoj ravni koriste se tolerancije iz tabele 11 prema propisanim klasama u [3]. UI definiše kojoj klasi pripada kolosek, odnosno skretnica ili ukrštaj. Dozvoljena je kombinacija klasa u tabeli 11 (npr. zbog zahteva za sile usled temperaturnih promena, kao i slobodnog profila, položaj koloseka u odnosu na perone i druge stabilne konstrukcije).

Tabela 11. Tolerancije za odstupanje apsolutnog položaja koloseka u odnosu na projektovani

Klasa	Vertikalna pozicija [mm]	Bočna pozicija [mm]	Podužni položaj skretnica i ukrštaja [mm]
AP 1	$\pm 10$	$\pm 10$	$\pm 10$
AP 2	$\pm 15$	$\pm 15$	$\pm 15$
AP 3	$\pm 20$	$\pm 20$	$\pm 20$
AP 4	$\pm 25$	$\pm 25$	$\pm 25$

### 2.3.3. Ostali parametri za kolosek

Uslovi i tolerancije za ostale parametre u [3] odnose se, takođe, na polaganje novog koloseka, obnovu i radove na održavanju.

Dozvoljeno odstojanje od projektovanog razmaka između pragova u koloseku (izvan deonice sa skretnicama i ukrštajima) treba da bude  $\pm 20 \text{ mm}$  (osim na zavarenim spojevima i drugim mestima gde za to

postoji opravdanje), što se utvrđuje uzorkovanjem. Uzorkovanje treba da se vrši na svakih  $\leq 200$  m. Broj položenih pragova u koloseku na dužini 1000 m može da odstupa do 0,5% u odnosu na projektovani broj pragova.

Dozvoljeno odstupanje od projektovanog razmaka pragova u skretnicama i ukrštajima u pojedinačnim slučajevima može biti do  $\pm 10$  mm.

Na zahtev UI, pri prijemu radova mogu se kontrolisati praznine ispod pragova, uključujući pragove u skretnicama i ukrštajima (slika 3). Kvalitet podbijanja se proverava uzorkovanjem 10% pragova. Svi pragovi u zoni ispod šina treba da budu potpuno oslonjeni na podlogu od tucanika. Metod provere oslanjanja pragova definiše UI.

Kada se ne koristi mehanizacija za podbijanje, dozvoljava se nepotpuno oslanjanje do 5% pragova uz uslove: (a) ne treba dozvoliti da više od dva susedna praga imaju nepotpuno oslanjanje, (b) neoslonjeni pragovi nisu dozvoljeni na mestu šinskog spoja ili drugim osetljivim mestima, (c) neoslonjeni pragovi treba da budu označeni, (d) neoslonjeni pragovi u skretnicama i ukrštajima nisu dozvoljeni. Svi sistemi šinskih pričvršćenja treba da budu

kompletni i pravilno ugrađeni. Tehnički uslovi za šinska pričvršćenja definisani su u seriji standarda EN 13146 (delovi 1-9), koji su usvojeni kao srpski standardi.

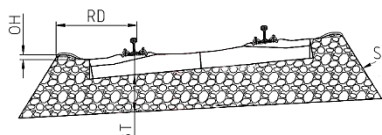
Prijem radova na zavarivanju u vezi sa radovima na koloseku je razmatran u serijama standarda EN 14730 i EN 14587 (usvojeni kao srpski standardi). Dodatno nedestruktivno ispitivanje zavara se obavlja kako bi se potvrdio integritet zavarenih mesta, ako je UI tako odredio. Tolerancije za prijem radova za nominalnu vrednost zazora mehaničkog šinskog spoja postavlja UI. Odstupanje sume zazora za broj šinskih sastava koji odgovara deonici koloseka od 100 m, je do  $\pm 5$  mm.

Maksimalno podužno odstupanje međusobnog položaja naspramnih šinskih spojeva u koloseku (eng. Stagger), može biti do 10 mm.

UI određuje kriterijume za prijem radova za ugrađivanje izolovanih šinskih sastava.

Prijem radova na poprečnom profilu zastorne prizme treba da bude u skladu sa tolerancijama prikazanim u tabeli 12 [3]. Ako UI nije drugačije odredio, gornja površ zastorne prizme od tucanika treba da bude u istom nivou kao i gornja površ praga. Nije dozvoljeno da na pragovima bude tucanik iz zastorne prizme.

Tabela 12. Tolerancije za poprečni profil zastorne prizme [3]

Parametar	Odstupanje od projektovane vrednosti	
Debljina zastora od tucanika (BT) <sup>a</sup>	+ 15% / 0%	<i>BT ballast thickness</i> <i>RD distance between the running edge of the rail and the ballast shoulder</i> <i>SB ballast slope inclination</i> <i>OH ballast shoulder over height</i> 
Rastojanje između vozne ivice šine i ramena zastorne prizme (RD)	+ 10 cm / 0 cm	
Nagib kosine zastorne prizme (SB)	$\pm 10\%$	
Izdizanje ramena zastorne prizme (OH)	+2 cm / 0 cm	
<sup>a</sup> – Minimalna debljina zastora ispod vozne šine		

### 3. ZAKLJUČAK

U radu su prikazane tolerancije za prijem radova na koloseku prema [3], za svaki od ukupno pet glavnih parametara geometrije koloseka: (a) odstupanje širine koloseka, (b) odstupanje od projektovanog nadvišenja, (c) vertikalno odstupanje nivelete, (d) odstupanje smeru leve i desne šine, (e) vitopernost koloseka [2]. Pored toga, prikazane su i tolerancije za apsolutni položaj koloseka, kao i za ostale parametre koloseka.

Pravilnik o tehničkim uslovima i održavanju gornjeg stroja [10] navodi tolerancije za parametre geometrije koloseka prema [3] (članovi 23, 24, 26, 33), ali ne precizira da su to tolerancije koje se koriste samo

pri prijemu radova na koloseku, a ne za održavanje i određivanje kvaliteta geometrije koloseka [2].

U svakom slučaju, evidentna je potreba za edukacijom stručne javnosti u oblasti primene srpskih EN standarda koji se odnose na železničku infrastrukturu, kao i stručna harmonizacija podzakonskih akata (pravilnici i uputstva za primenu) koje u skladu sa [4] donosi Direkcija za železnice u Republici Srbiji.

### 4. ZAHVALNICA

Rad je rezultat istraživanja na Tehnološkom projektu 36012 „Istraživanje tehničko-tehnološke, kadrovske i organizacione osposobljenosti Železnica Srbije sa aspekta sadašnjih i budućih zahteva Evropske

unije”, koje je financirano od strane Ministarstva za prosvetu i nauku Republike Srbije.

#### LITERATURA

- [1] Lichtberger B. Handbuch Gleis, Tetzlaff Verlag, Hamburg, 2003.
- [2] CEN/TC 256. EN 13848 (Parts 1-6), Railway applications - Track - Track geometry quality
- [3] CEN/TC 256. EN 13231-1:2013, Railway applications - Track - Acceptance of works - Part 1: Works on ballasted track - Plain line, switches and crossings, 2013.
- [4] Republika Srbija, Zakon o železnici, *Službeni glasnik RS*, broj 41, 2018.
- [5] Republika Srbija, Zakon o interoperabilnosti železničkog sistema, *Službeni glasnik RS*, broj 41, 2018.
- [6] EU: Uredba komisije EU broj 1299/2014 od 18. novembra 2014. godine o tehničkim specifikacijama interoperabilnosti koje se odnose na podsistem „infrastruktura“ železničkog sistema u Evropskoj uniji.
- [7] <http://www.plasseramerican.com/en/machines-systems/ballast-bed-cleaning-rm-802.html>
- [8] Popović Z, Lazarević L, Vatin N, Railway gauge expansion in small radius curvature. *Procedia engineering*, 117, pp. 841-848, 2015.
- [9] Lazarević L, Vučković D, Popović Z, Assessment of sleeper support conditions using micro-tremor analysis. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: *Journal of Rail and Rapid Transit*, Vol. 230, No. 8, pp.1828-1841, 2016.
- [10] Direkcija za železnice. Pravilnik o tehničkim uslovima i održavanju gornjeg stroja železničkih pruga, *Službeni glasnik RS*, broj 39, 2016.

## SUMMARY

### TECHNICAL REQUIREMENTS FOR ACCEPTANCE OF WORKS ON TRACK

*This paper presents technical requirements for acceptance of track works according to European standard EN 13231-1, which was adopted as Serbian standard in 2014. The standard applies to track with standard gauge (1435 mm) layed in ballast bed. Requirements for acceptance of works should be applied for laying of the new track, as well as for reconstruction, renewal and maintenance of the existing track. Paper points out that, despite of established legal framework in the Republic of Serbia, national technical regulations are still not harmonised with the requirements of the standard. The special importance is drawn to establishment of the procedures for measuring the relevant parameters and controlling the track condition, as well as procedures for documenting measurement results and performed controls. In addition, paper shows prescribed tolerances for track geometry parameters and track superstructure elements according to EN 13321-1. Acceptance deadline has special importance and it should be defined in the contract between Infrastructure Manager and Contractor.*

**Key words:** railway, construction, track, acceptance of works, tolerances