

# KOLOSEK NA ČVRSTOJ PODLOZI U OBLASTI REKONSTRUKCIJE ŽELEZNIČKIH PRUGA

Zdenka Popović <sup>1</sup>

Čedomir Ilić <sup>2</sup>

## Rezime

*U radu se ukazuje na specifičnost projekta rekonstrukcije u odnosu na projekat nove pruge. Definiše se osnovna hijerarhijska šema za donošenje odluke o rekonstrukciji i obavezne faze izrade projektne dokumentacije. Posebno se obrazlažu specifični zahtevi rekonstrukcije gornjeg stroja. Težište rada su kriterijumi za primenu konstrukcije koloseka na čvrstoj podlozi. U radu se definišu tehnički zahtevi po pojedinim elementima gornjeg stroja. Posebno se ukazuje na problem i moguća rešenja prelazne konstrukcije sa koloseka na čvrstoj podlozi na kolosek u tucaničkoj zastornoj prizmi.*

**Ključne reči:** *železnica, rekonstrukcija, kolosek na čvrstoj podlozi.*

## 1. SPECIFIČNOST PROJEKTA REKONSTRUKCIJE ŽELEZNIČKE PRUGE

Proces rekonstrukcije, sanacije i modernizacije železničke pruge sastavni je deo njenog "životnog veka" i sprovodi se neizostavno kako bi pruga mogla da ispuni svoje zadatke kroz vreme na optimalan način.

Obaveza poštovanja osnovnih faza izrade projekta rekonstrukcije regulisana je Zakonom o planiranju i izgradnji. Ipak, poznato je iz niza praktičnih primera, da se često, pod različitim izgovorima, izostavlja faza idejnog projekta. Navodne uštede zbog izostavljanja idejnog projekta, po pravilu, postaju generatori nepredviđenih troškova tokom eksploatacije i održavanja rekonstruisane pruge.

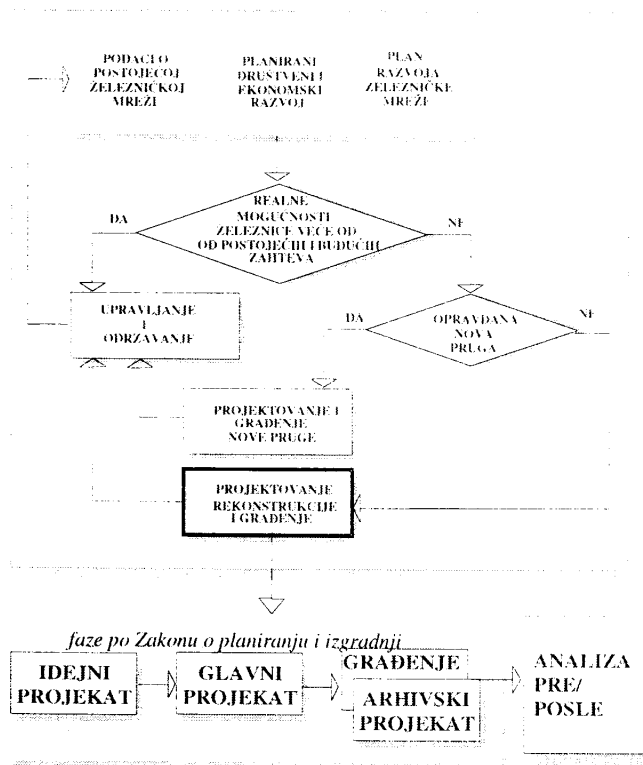
---

<sup>1</sup> dr Zdenka Popović, dipl.ing.građ., docent Građevinskog fakulteta u Beogradu

<sup>2</sup> dr Čedomir Ilić, dipl.ing.građ., red.prof. Građevinsko-ArHITEKTONSKOG fakulteta u Nišu

Osnovni koraci u procesu projektovanja rekonstrukcije železničke pruge (slika 1) imaju sledeće neizostavne hijerarhijske pozicije: idejni projekat rekonstrukcije, glavni projekat rekonstrukcije, projekat izvedenog objekta.

Očigledna specifičnost projekta rekonstrukcije u odnosu na projekat nove pruge je u izostajanju faze generalnog projekta. Ovo proističe otuda što i kod najvišeg nivoa rekonstrukcije pruga ne napušta pojas osnovnog pravca trase, osim na veoma kratkim deonicama. Ipak, postoje i izuzeci, kao npr. povećanje propusne moći jednokolosečne pruge izgradnjom nove ukrsnice na kritičnom međustaničnom rastojanju, kad nije opravdano izostavljanje faze generalnog projekta zbog specifičnosti inženjerskog zadatka. U tom slučaju istraživačke faze generalnog projekta pridružuju se idejnom projektu rekonstrukcije.



slika 1. Donošenje odluke o rekonstrukciji pruge

Na osnovu analize kritičnih deonica mreže uključujući i železničke čvorove, analize bezbednosti i pouzdanosti saobraćaja, planskih dokumenata i informacija o prostoru, formiraju se programski uslovi kao osnova za idejni projekat.

Projektni zadatak za idejni projekat rekonstrukcije definiše investitor na osnovu: sveobuhvatne analize i sinteze planskih i projektnih dokumenata hijerarhijski višeg ranga, zaključaka studije prioriteta rekonstrukcije regiona i/ili Republike i zakonskih elemenata definisanih u Zakonu o planiranju i izgradnji i odgovarajućim podzakonskim aktima.

Idejni projekat rekonstrukcije je istraživačka i ujedno prva faza u procesu izrade projektne dokumentacije rekonstrukcije. Prvi korak u realizaciji idejnog projekta je analiza postojećeg stanja, koja ima za cilj da utvrdi realno stanje i da definiše nedostatke postojeće pruge. Nakon toga utvrđuju se varijantna rešenja rekonstrukcije. Izbor optimalnog rešenja vrši se u konkretnim uslovima ograničenja.

Zakonska regulativa za izradu idejnog projekta rekonstrukcije obuhvata savezne i republičke zakone (Zakon o planiranju i izgradnji, Zakon o železnici, Zakon o bezbednosti u železničkom saobraćaju, Zakon o životnoj sredini i drugi) i odgovarajuća podzakonska akta, koja bliže definišu uslove za primenu pomenutih zakona.

Tehnička regulativa za izradu idejnog projekta rekonstrukcije obuhvata tehničke propise, pravilnike i tehnička uputstva iz oblasti železničkog inženjerstva i dodirnih oblasti, kao i odgovarajuće domaće i strane (u nedostatku domaćih) standarde za elemente konstrukcije, projektovanje, građenje, eksploataciju i održavanje železničkih pruga. Nedostatak tehničke regulative samo je jedan od problema, koji nepotrebno komplikuje izradu projekta rekonstrukcije železničke infrastrukture.

Idejni projekat jasno definiše cilj rekonstrukcije, izbor tehničkih elemenata, obim i etape rekonstrukcije. On mora da dokaže, ili odbaci ekonomsku opravdanost rekonstrukcije pruge na osnovu odgovarajuće studije opravdanosti rekonstrukcije.

Glavni projekat rekonstrukcije pored toga što predstavlja tehnički obrađenu optimalnu varijantu rekonstrukcije definisanu u fazi idejnog projekta, mora da sadrži i elemente koji su od značaja za optimizaciju metoda i postupaka građenja (izbor i organizacija korišćenja mehanizacije i transportnih sredstava, nalazišta i transport materijala i sl.).

Osnovni zadatak glavnog projekta je: razrada izvođačkih detalja, izbor optimalnog metoda građenja, izrada plana organizacije građenja sa definisanim i međusobno usaglašenim aktivnostima u prostoru i vremenu, izrada plana organizacije saobraćaja na pruži u svim etapama građenja, definisanje preciznog predmera i predračuna radova.

Osnovna razmera glavnog projekta je 1:1.000 za situacioni plan, 1:200/2.000 za uzdužni profil, 1:100 za poprečne profile i 1:500 za plan polaganja skretnica staničnih grla.

U uzdužnom profilu kao glavni podatak navode kote gornje ivice šine (GIŠ) i u odnosu na njih definišu se ostali radovi. Pored toga specifičnost glavnog projekta rekonstrukcije je izrada plana zatvora koloseka, koji je usaglašen sa dinamičkim planom izgradnje rekonstrukcije pruge.

Glavni projekat se radi na osnovu detaljnih geotehničkih i hidrotehničkih istraživanja, kao i geodetskih snimanja u mikrokoridoru trase iz idejnog projekta.

Za inženjerske objekte na pruzi (propusti, mostovi, vijadukti, galerije, tuneli) potrebno je prikupiti svu raspoloživu tehničku dokumentaciju (glavni projekat, građevinski dnevnik i drugo, jer se pretpostavlja da arhivski projekat izvedenih inženjerskih objekata ne postoji, zato što on ranije nije bio zakonska obaveza). Iskustva u vezi aktuelnih rekonstrukcija, nažalost, i danas pokazuju da postoje problemi sa pronalaženjem projektne dokumentacije za postojeće objekte, čak i one koji su sagrađeni ne tako davno. Za neke od objekata projektna dokumentacija je uništena tokom ratova, ali i zbog nepropisnog i neodgovornog čuvanja. U takvim slučajevima mora se računati sa dodatnim troškovima i gubitkom vremena, jer je neophodno pristupiti detaljnom snimanju konstrukcije objekta.

Detaljno snimanje konstrukcije objekta je od posebne važnosti na deonicama gde se traži povećanje osovinskog pritiska i/ili brzina, ili se predviđa propuštanje kombinovanog transporta (problem proširenog slobodnog profila, naročito u tunelima). Zato je neophodno pre izlaska stručne ekipe na teren sastaviti detaljan plan i sadržaj merenja i dodatnih ispitivanja. Ovaj plan treba sastaviti pod rukovodstvom glavnog projektanta rekonstrukcije, uz saradnju sa geodetskim inženjerima i geolozima. Na taj način će se obezbediti da se sa terena donesu svi neophodni podaci. Ipak, zbog obimnosti radova treba računati i sa odgovarajućim vremenom potrebnim za naknadna merenja i dodatna ispitivanja, tako da ove radove treba blagovremeno preduzeti.

Projekat izvedenog objekta je osnova za konačan obračun radova, racionalnu eksploataciju i održavanje železničke pruge, kao i osnova za pribavljanje upotrebne dozvole. Na osnovu njega se u narednom periodu nakon završetka radova na rekonstrukciji pruge sprovode planerske i projektantske aktivnosti u zoni izvedene pruge, stanice ili železničkog čvora.

Ovaj projekat, s obzirom na namenu, mora da sadrži sve podatke od značaja za izvedeni objekat. Numerički podaci se obavezno definišu u apsolutnom XOYZ koordinatnom sistemu.

Projekat izvedenog objekta (arhivski projekat izvedene rekonstrukcije) je glavni projekat sa izmenama nastalim u toku građenja, a koje su u saglasnosti sa datim odobrenjem za izgradnju. Samo u slučaju da u toku izvođenja radova na rekonstrukciji nije bilo odstupanja u odnosu na glavni projekat, investitor i izvođač radova potvrđuju i overavaju na glavnom projektu da je izvedeno stanje jednako projektovanom.

Poslednja faza u izradi projekta rekonstrukcije je kontrolna faza: Analiza "pre i posle". Ovom analizom se eksplicitno, primenom verifikovanih statističkih metoda, dokazuje opravdanost preduzetih mera rekonstrukcije na osnovu poređenja stanja bezbednosti, pouzdanosti, komfora i životne sredine "pre i posle".

## 2. SANACIJA I REKONSTRUKCIJA GORNJEG STROJA PRUGE

Sanacija gornjeg stroja pruge vrši se onda kada se radovima na tekućem održavanju više ne može garantovati odvijanje bezbednog saobraćaja na pruzi. Ovi radovi obuhvataju zamenu dotrajalih elemenata gornjeg stroja novim elementima istog tipa.

Za naše pruge je, nažalost, karakteristično da se često pristupalo sanaciji gornjeg stroja, bez potrebnih intervencija u donjem stroju. Za ovakve aktivnosti nema racionalnog inženjerskog objašnjenja, jer primena jačih tipova šina (UIC 60, odnosno 60 E1), elastičnog pričvrstnog pribora, pragova od prethodno napregnutog betona i kvalitetnog tucanika eruptivnog porekla, nema nikakvog smisla na donjem stroju slabe nosivosti.

Sa druge strane, kod nas se naročito u poslednjih 10 godina znatno kasnilo sa unapređenjem i uvođenjem savremenih metoda kontrole zbijenosti kod građenja i održavanja donjeg stroja železnica. Zato se u tabeli 1 daje pregled zahtevane zbijenosti pri ispitivanju kvaliteta izvršenog zbijanja na Nemačkim železnicama (DB), u skladu sa DB836 i DB-NGT39 iz 1997.god. U tabeli su predstavljene vrednosti dinamičkog modula deformacije  $E_{vdin}$  i modula deformacije  $E_{v2}$  koji se u Nemačkoj ravnopravno primenjuju kod novogradnje i pri održavanju.

Tabela 1. Zahtevane vrednosti dinamičkog modula deformacije  $E_{vdin}$  za održavanje pruga

Vrsta pruge	Planum zaštitnog sloja (tampon)			
	stepen zbijen. $D_{pn}$	$E_{v2}$ MN/m <sup>2</sup>	stepen neravn. $u > 15$	$E_{vdin}$ MN/m <sup>2</sup>
postojeće pruge za $V > 160$ km/h	0.97 (97%)	80	$u > 15$	40
postojeće pruge za $V < 160$ km/h	0.95 (95%)	50	$u > 15$	35
Vrsta pruge	Zemljani planum (posteljica)			
	$D_{pr}$	$E_{v2}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{vdin}$ MN/m <sup>2</sup>	
postojeće pruge za $V > 160$ km/h	0.95 (95%)	45	prema vrsti tla	
postojeće pruge za $V < 160$ km/h	0.93 (93%)	20	25-30	

Prema nemačkim propisima na prugama koje se rekonstruišu moduo deformacije na planumu sloja za zaštitu od mraza treba da iznosi  $E_{v2} = 100$  MN/m<sup>2</sup>, odnosno na zemljanom planumu  $E_{v2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> (što se postiže odgovarajućim zbijanjem, odnosno po potrebi cementnom, ili krečnom stabilizacijom, ili zamenom zemljanog materijala).

Rekonstrukcijom gornjeg stroja menja se tip konstrukcije gornjeg stroja, ili tip pojedinih njenih elemenata, sa ciljem da se poveća dopuštena brzina na pruzi, dopušteno osovinsko, ili saobraćajno opterećenje. Za rekonstrukciju gornjeg stroja izrađuje se idejni projekat i glavni projekat rekonstrukcije, a po njenom završetku arhivski projekat.

Na nivou idejnog projekta analizom i upoređenjem varijantnih rešenja donosi se odluka o rešenju konstrukcije gornjeg stroja. U opštem slučaju, na osnovu inostranih iskustava, može se okvirno reći da se u oblasti brzina do 220km/h prednost daje rešenjima gornjeg stroja sa kolosekom koji pliva u zastornoj prizmi. Ova granica  $V_{max}=220\text{km/h}$  upravo odgovara gornjoj granici uobičajenih računskih brzina pri rekonstrukciji evropskih pruga:  $V_r=200\pm 20\text{km/h}$ .

Ipak, u nekim situacijama valja ispitati mogućnost primene konstrukcije koloseka na čvrstoj podlozi u oblasti brzina do  $200\pm 20\text{km/h}$ . Ukoliko se proceni da postoje prednosti koje donosi primena nekog od poznatih i atestiranih tipova konstrukcija koloseka na čvrstoj podlozi, konačan sud o optimalnom rešenju donosi se isključivo u postupku višekriterijumske optimizacije.

### 3. PRIMENA KOLOSEKA NA ČVRSTOJ PODLOZI

Kako su u brojnim stručnim radovima uveliko predstavljene principi i tipovi konstrukcije koloseka na čvrstoj podlozi, kao i specifičnosti građenja i održavanja (lit. [1] do [6]), na ovom mestu će se izložiti lista kriterijuma za vrednovanje rešenja koloseka na čvrstoj podlozi u odnosu na klasično rešenje gornjeg stroja, uključujući prednosti rešenja u opštem slučaju (tab. 2).

Tabela 2. Kriterijumi za poređenje rešenja konstrukcije gornjeg stroja

Kriterijum	Kolosek u zastoru	Kolosek na čvrstoj podlozi
Postojanost geometrije koloseka		☺
Regulacija GIS-a	☺	
Prilagođavanje trase okolini		☺
Komfor za putnike	☺	☺
Problem dodatnog zagrevanja šina od savremenih kočnica		☺
Emisija buke i vibracija	☺	☺
Trajnost konstrukcije		☺
Troškovi građenja	☺	
Brzina građenja	☺	☺
Troškovi održavanja		☺
Minimalna visina konstrukcije		☺
Specijalni zahtevi (nestabilno podtlo, uklapanje u urbano/ekološko okruženje, elektroizolacija itd.)		

☺ Izrazita prednost; ☺ moguća konkurentnost uz primenu dodatnih mera

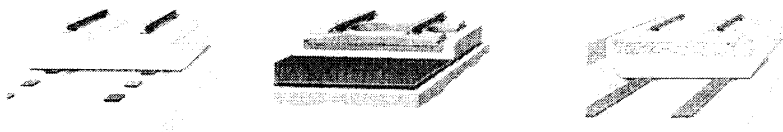
Kao što je poznato, u uzdužnom profilu projekta rekonstrukcije, iz praktičnih razloga, ističe se niveleta gornje ivice šine. Ovakva specifičnost sledi iz zahteva da se niveleta gornje ivice šine zadrži na određenoj visini, u skladu sa problemima koji se rekonstrukcijom rešavaju. Tako npr. niveleta GIŠ-a zadržava se na postojećoj poziciji na mostovima bez zastora, ispod nadvožnjaka, kada ne postoji mogućnost njenog spuštanja (podizanje iz razumljivih razloga ne dolazi u obzir), kao i na krajevima deonice koja se rekonstruiše.

U tunelu se teži da se zadrže postojeće kote GIŠ-a, alternativno one se mogu, po potrebi, spustiti upotrebom odgovarajućeg rešenja konstrukcije gornjeg stroja: eventualno primenom čeličnih pragova u zastoru, ili primenom konstrukcije koloseka na čvrstoj podlozi.

Primena konstrukcije koloseka na čvrstoj podlozi u tunelima ima najdužu tradiciju. Izostavljanjem zastorne prizme i postavljanjem koloseka na betonsku ili asfaltnu ploču dobijamo do 30cm nižu konstrukciju gornjeg stroja, uz sve prednosti zanemarljivog održavanja ovakvog koloseka i dugačkog veka trajanja, koji se za sada procenjuje na 60 godina. Izostajanje potrebe za podbijanjem koloseka, uz propratnu buku i intenzivno prljanje, dovoljan je razlog npr. na DB AG da se tuneli duži od 500m, po pravilu, grade sa kolosekom na čvrstoj podlozi. Osnovna pretpostavka za primenu koloseka na čvrstoj podlozi u tunelu je zadovoljenje geoloških uslova: isključuje se njena primena u nestabilnom tlu (ispucala, trošna stena, klizanje slojeva, bubrenje, protok vode i sl.). Po ispunjenju geoloških uslova, u tunelu se mogu primeniti svi tipovi konstrukcija na čvrstoj podlozi, koji se redovno primenjuju na zemljanoj podlozi (usek, nasip, zasek). Pri tome se, po pravilu izostavlja sloj stabilizacije, a ploča od betona, ili asfalta postavlja se direktno, ili preko izravnavajućeg sloja na tunelski podnožni svod. Zato je debljina noseće ploče znatno manja u tunelu, nego na zemljanoj podlozi. Pri rekonstrukciji, najčešće postoji potreba za izradom izravnavajućeg sloja između podnožnog svoda i noseće ploče. Pri tome se mora efikasno rešiti odvodnjavanje koloseka, formiranje prostora za ivične staze za hitne intervencije, obezbeđenje slobonog profila sa prostorom za postavljanje kontaktne mreže i SS uređaja. U svakom konkretnom slučaju raspoloživi profil tunela bitno utiče na izbor tipa konstrukcije koloseka na čvrstoj podlozi prilikom rekonstrukcije. Ukoliko se tunel nalazi u horizontalnoj krivini, može se izvesti nadvišenje spoljne šine do 180mm.

Primena konstrukcije koloseka na čvrstoj podlozi nameće se svojim izrazitim prednostima u plitko položenim tunelima u gradskoj sredini, gde je od posebnog interesa sprečavanje prenošenja vibracija na temelje okolnih zgrada i pojave iritirajuće sekundarne buke. U ovakvim slučajevima uspešno se primenjuju rešenja sa kolosekom na ogibljenoj betonskoj ploči. Poznata su rešenja sa tačkastim, trakastim i površinskim elastičnim oslanjanjem noseće betonske ploče (slika 2). Ovakva rešenja obavezno uključuju upotrebu elastičnih pričvršćenja šine za podlogu (npr. za pragove, koji su monolitno vezani sa betonskom pločom, odnosno za betonsku ploču).

Efekat zaštite okoline od buke u podzemnim stanicama može se upotpuniti postavljanjem apsorpcionih obloga na zidove tunela, koje pored osnovne namene da apsorbiraju buku, mogu dobiti ulogu reklamnog prostora. Takođe, ovakvo rešenje u stanicama pruža dodatne pogodnosti zbog mogućnosti jednostavnog pranja i čišćenja koloseka uz perone.



slika 2. Rešenje sa tačkastim, trakastim i površinskim elastičnim oslanjanjem ploče

Prilikom elektrifikacije pruge u oblastima ispod nadvožnjaka, kada se na osnovu položaja donje ivice konstrukcije nadvožnjaka utvrđuje položaj gornje ivice šine (zahtevana visina slobodnog profila ispod nadvožnjaka na otvorenoj pruzi 6,00m, odnosno 6,40m u oblasti stanice) kao varijantna rešenja za spuštanje GIŠ-a treba, u opštem slučaju, razmotriti:

- smanjenje debljine zastorne prizme (ali samo u slučajevima kada je postojala rezerva u odnosu na minimalnu dopuštenu debljinu zastora),
- rešenje sa kolosekom na čvrstoj podlozi,
- zasecanje zemljanog trupa,
- eventualno rešenje sa čeličnim pragovima.

U slučaju kada se spuštanje nivelete ostvaruje primenom konstrukcije koloseka na čvrstoj podlozi, prelaz sa koloseka u zastoru na kolosek na čvrstoj podlozi obavezno se ostvaruje pomoću odgovarajuće prelazne konstrukcije gornjeg stroja, kojom se smanjuju dinamički udari usled promene krutosti podloge i razlike u sleganju. Ovo, pored ostalog, utiče na dužinu deonice koja se rekonstruiše. Zbog pomenute promene krutosti podloge i sleganja, kao i njihovog negativnog uticaja na udobnost vožnje, troškove održavanja i trajnost konstrukcije, ne smeju se primenjivati rešenja sa čestim izmenama tipa konstrukcije gornjeg stroja.

Prelazna konstrukcija između koloseka na čvrstoj podlozi i koloseka u zastoru treba da omogući postepenu promenu elastičnosti podloge, što se može ostvariti na sledeće načine:

- postepena promena opružne konstante elastičnog umetka na mestima oslanjanja šine,
- primena pomoćnih šina u sredini koloseka od istog profila kao vozne šine na dužini 20m (5m na čvrstoj podlozi + 15m na koloseku u zastoru),



- lepljenje zastorne prizme sa opadjućim intenzitetom idući od koloseka na čvrstoj podlozi ka koloseku u zastoru na dužini 39m,
- produženje sloja stabilizacije umesto sloja za zaštitu planuma na dužini od min. 10m ispod zastora,
- primena prelazne ploče i sl.

Savremena rešenja gornjeg stroja sa kolosekom na čvrstoj podlozi daju inženjerima mogućnost da ostvare bolje uklapanje pruge u okruženje, zbog fleksibilnijih elemenata za trasiranje (moguća primena manjih radijusa horizontalnih krivina, odnosno većeg nadvišenja spoljašnje šine u krivini  $h_{\max}=180\text{mm}$ , uz garantovanje stabilnosti koloseka u horizontalnoj ravni), manjih visina konstrukcije koloseka i zaštite okoline od saobraćajne buke i vibracija. Ovo može biti od izuzetnog značaja u gradskoj sredini, kako zbog strogih prostornih zahteva, tako i zahteva zaštite životne sredine. Pored toga, potreba da se obezbedi visoka pouzdanost i gustina gradskog i prigradskog železničkog saobraćaja nameće rešenja gornjeg stroja, koja nemaju izražen problem održavanja.

U Evropi se sve više na rekonstruisanim prugama koriste putnički vozovi sa tehnikom naginjanja u krivini (Neitech-Fahrzeugen, Tilting vehicles, Pendolino i sl.) sa ciljem da se poveća brzina bez izmena u situacionom planu i uzdužnom profilu (mogućnost povećanja brzine u krivini i do 25%). Ovakva vozila imaju savremene kočnice, koju doprinose povećanju temperaturne razlike u šinama tokom kočenja. Upotreba savremenih sistema kočenja železničkih vozila dovodi do porasta aksijalne sile pritiska u dugim trakovima šina usled temperaturnih promena i može narušiti stabilnost koloseka u krivinama malog radijusa. Unošenje uticaja dodatnog zagrevanja šina usled kočenja u proračun stabilnosti koloseka za sada nije obuhvaćeno propisima, te postoji realna opasnost da se pri primeni železničkih vozila sa savremenim kočnicama naruši stabilnost koloseka. U tom slučaju, a naročito ako su prostorna ograničenja takva da se ne može povećati radijus horizontalne krivine, može se razmatrati rešenje sa kolosekom na čvrstoj podlozi radi očuvanja njegove stabilnosti u krivini. Pri razmatranju ukupnih prednosti ovakvog rešenja u odnosu na rešenje sa kolosekom u zastoru treba uzeti u obzir sve teškoće oko održavanja koloseka u zastoru sa spravama protiv izbacivanja koloseka u stranu.

## 5. ZAKLJUČAK

Na kraju razmatranja najčešćih primera rekonstrukcije sa efikasnom primenom konstrukcije koloseka na čvrstoj podlozi valja uočiti potpuni nedostatak domaćih propisa iz ove oblasti.

Na osnovu inostranih iskustava može se zaključiti da je prvi korak u rešavanju problema izrada kataloga sa atestiranim tipovima konstrukcija koloseka na čvrstoj podlozi, koji se mogu primeniti na našim železnicama, i utvrđivanje tehničkih uslova, koje moraju da ispune elementi gornjeg i donjeg stroja, počevši od: tipa šine, tipa praga, tipa pričvršćenja, opružne konstante (najniža statička i najviša dinamička vrednost) elastičnog umetka, odgovarajućih modula elastičnosti i graničnih napona za betonsku ploču, odnosno noseći sloj od asfalta, sloj hidraulične stabilizacije, sloj za zaštitu od mraza i zemljani planum.

Radi efikasnije izrade projekata potrebno je, po ugledu na postojeća inostrana rešenja, standardizovati tipove konstrukcije gornjeg stroja i prelaznih konstrukcija i staviti ih na raspolaganje projektantima u vidu standardnih crteža, koji se jednostavno apliciraju u skladu sa problemom koji se rešava. Ovakvom tipizacijom povećala bi se efikasnost izrade i kontrole tehničke dokumentacije, uz garantovanje kvaliteta tehničkog rešenja.

## 6. LITERATURA

- [1] Popović Z.: *Budućnost klasičnog koloseka na zastoru i šanse koloseka na čvrstoj podlozi*, Železnice, br.7-8, str. 435-439, 1997.
- [2] Popović Z.: *Kolosek na čvrstoj podlozi u urbanom okruženju*—časopis "Železnice", br.3-4/1998.god, str 260-263, 1998.
- [3] Popović Z.: *Savremeni pravci razvoja koloseka na čvrstoj podlozi u svetu*—Seminar železničke građevinske infrastrukture, zbornik radova, Palić, 1998.
- [4] Popović Z.: *Specifični zahtevi gornjeg stroja u urbanom okruženju* — Seminar železničke građevinske nfrastrukture, Zlatibor, zbornik radova, str. 1-4, 2001.
- [5] Popović Z.: *Održavanje kao kriterijum za izbor konstrukcije gornjeg stroja na prugama za velike brzine*", seminar Procedure, regulativa i menadžment u građevinarstvu, zbornik radova, str. 248-257, Aranđelovac, 2002.
- [6] Popović Z.: *Osnove projektovanja železničkih pruga*, Građevinski fakultet Beograd, str. 266, Beograd, 2004.
- [7] Schreinert H.: *Erste Erfahrungen mit Bauarten der Festen Fahrbahn Betriebsstandort Berlin*, Symposium Feste Fahrbahn—Mechannische Modelierung, Betriebserfahrung und Akustik-, Teil VIII: Folie:1-20, TU Berlin, 1999.
- [8] Siegmann J.: *Feste Fahrbahn als Teil der Unternehmensstrategie*, Symposium Feste Fahrbahn – Mechannische Modelierung, Betriebserfahrung und Akustik-, Teil VII: S.1-8, TU Berlin, (1999).
- [9] *Zakon o planiranju i izgradnji*, Službeni glasnik RS, br. 47, (2003).