

**Ivana Karačić, dipl.ing.građ**  
Hering d.d. Široki Brijeg



**METODE I PROCEDURE  
REKONSTRUKCIJE TUNELA IVAN**

**METHODS AND PROCEDURES  
OF IVAN TUNNEL RECONSTRUCTION**

# METODE I PROCEDURE REKONSTRUKCIJE TUNELA "IVAN"

Ivana Karačić, dipl.ing.građ

Hering d.d. Široki Brijeg

## Sažetak

Najkompleksniji dio projekta rekonstrukcije željezničke pruge od Sarajeva do Bradine, koja uključuje čak 19 mostova i 11 tunela, čine tri kilometra tunela „Ivan“ kroz koji se dosad zbog dotrajalosti pruge promet odvijao vrlo otežano, brzinom oko 20 km/h.

U ovom radu ćemo se dotaknuti plana radova u tunelu „Ivan“ u kojem se opisuje način i metodologija novog sustava šina, električnih instalacija, popravke tunelskih obloga što se temelji na odobrenoj projektnoj dokumentaciji. Radovi su planirani s velikim oprezom, metodologija se temelji na 30 sati rada, a promet je zaustavljen. Postupak se ponavlja stalno, 30 sati radni interval u tunelu i 42 sata za prijevoz i usluge potrebne za Željeznice Federacije Bosne i Hercegovine. Na temelju sveobuhvatne analize nadgrađa tunela Ivan, usvojeno je kao najbolje rješenje korištenje prednapregnutih armiranobetonskih pragova integriranih u betonske ploče, s tim da se pazi da se uskladi da je minimalna količina vode koja dira mrežu za GIŠ 5,05 m, u skladu s projektnom dokumentacijom.

U radu su ukratko prikazane dvije faze rekonstrukcije pruge, a daje se i prikaz novog sistema pruge te popravka šina.

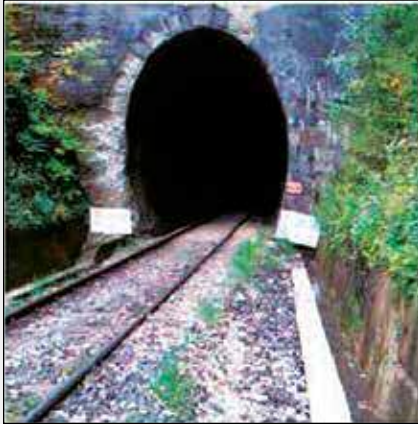
**Ključne riječi:** pruga, željeznica, šine, popravka, tunel.

## 1. Uvod

Početak radova planiran je s velikim oprezom, jer je vrlo važno napomenuti da se metodologija temelji na 30 sati rada i provodi se promet kroz tunel „Ivan“ na raspolaganju Željeznica Federacije Bosne i Hercegovine za prijevoz; nakon isteka 30 radnih sati. Postupak se ponavlja kontinuirano 30h radni interval u tunelu i 42h za prijevoz i usluge potrebne Željeznica FBiH. Prema projektnom rješenju iz 1977. postojeći tehnički elementi željeznice su:

- Pruga: 1,435 mm
- Rmin: 300.00 m

- I<sub>max</sub>: 13,35 %
- Šine: S-49, 22.5m duljine zatvorene u DTS
- Pragovi: Čelični pragovi tipa BSC Workington tvrtke Pandroll Limited London
- Zastor: Čvrsti vapnenački zastor.



Slika 1. Pogled na ulaz u tunel



Slika 2. Pogled na izlaz iz tunela



Slika 3. Dio tunela prekriven vodom i blatom



Slika 4 . Detaljni prikaz stanja pruge na pojedinim dijelovima

Na temelju sveobuhvatne analize gornjeg stroja tunela "Ivan", od željezničke konstrukcije normalne pruge do danas, prihvaćeno je kao najbolje rješenje korištenje pred-napregnutih armiranobetonskih pragova integriranih u betonsku ploču, vodeći računa da se pridržavaju minimalna količina vodoopskrbne mreže na GIS 5,05 m, sukladno projektnoj dokumentaciji. Traženi tehnički elementi željeznice za tunel Ivan su:

- Pruga: 1,435 m
- R<sub>min</sub>: 300,00 m

- I<sub>max</sub>: 13.35 %
- Šine: 60E1 težina 60,21 kg/m' prema EN 13674-1, kvaliteta R260, kvaliteta vanjske tračnice za krivulje R<350 m je R350HT
- Pragovi : Pred-napregnuti betonski pragovi l=2.30m
- Zastor : Umjesto zastora predviđa se betonska ploča C25/30.

Proces rekonstrukcije tračnice u tunelu "Ivan" planira se uzduž testne kampade Dužina = 18 metara tijekom svakog prekida željezničkog prijevoza (zatvaranje željeznice) tijekom razdoblja od 30 sati i uklanjanje elektro-postrojenja u dodiru s uzemljenjem mreža nadzemnih vodova na mjestu radova.

Rekonstrukcija kolosijeka u suspenziji 30 H sastojat će se od dvije različite etape (faze):

1. Čišćenje drobljenog kamena i središnjeg kanala; iskopavanje; postavljanje nove kampade
2. Uklanjanje privremenih oslonaca; završna armatura; betoniranje betona.

Prije početka rekonstrukcije kolosijeka u tunelu i zbog velikih količina vode u šinama obavljani su pripremni radovi na iskopavanju odvodnih jaraka s obje strane vrata prema lijevim i desnim abutmentima. Ove radove bilo je potrebno napraviti prije početka većih radova i sve pripreme za početak obnove kolosijeka kao i za sigurnost prolaza vlakova u prijelaznom razdoblju do završetka obnove kolosijeka u tunelu „Ivan“.

## 2. Prva faza rekonstrukcije željeznice

U prvom zatvaranju željezničke pruge za promet unutar razdoblja od 30 sati planira se u prvom fazi rekonstrukcije pruge radna kampada u dužini od 18 m.

Prva faza rekonstrukcije željeznice sastoji se od sljedećih radova:

- pripremi radova na isključenju elektro-postrojenja na kontaktnim linijama, zatvaranje željeznice za razdoblje od 30 sati i dobivanje dozvole za strojeve prema planu i rasporedu ulaska i izlaska pojedinih strojeva
- demontaža postojećeg kolosijeka za radnu kampadu, uključujući rezanje postojeće tračnice u dužini od 18 metara, uklanjanje tračnica, metalnih pragova i željezničkog pribora na prethodno određeno mjesto tj. tamo gdje se pristupa skidanju tračnica, pragova i pribora i uklanjanja, određenog za njega - skladište.
- iskopavanje, utovar i transport vapnenca zavjese na odlagalište izvan tunela Ivan
- uklanjanje i odlaganje u niše metalnih kapica iz srednjeg odvodnog kanala
- rušenje zidova postojećih kanala u debljini min. 5 cm

- bušenje vodoravnih rupa 065mm na okomitim stjenkama srednjeg odvodnog kanala za postavljanje PVC cijevi 50/60 mm dužine L = 50 cm ispod betonske ploče, svaka dužina od 1,2 m zida - iskapanje inspeksijskih šahtova u niši za električne kabele
- mehanički utovar iskopanog materijala na vagone sa kolosiječnim vozilom i transport u privremeno odlagalište izvan tunela
- čišćenje postojećeg srednjeg odvodnog kanala i transport blata i mulja na privremeno odlagalište izvan tunela. Na mjestu kraja radne kampade mora se postaviti privremena drvena prepreku u kanalu kako bi se spriječilo ponovno blokiranje istog pri akumuliranju novog blata, budući da je pad tunela od sredine do izlaznih portala
- pranje površina (kamena ili betona) s visokotlačnom pumpom pod tlakom za bolje prijanjanje betona s SN vezom u kontaktu sa stijenom i ispiranje postojećeg srednjeg odvodnog kanala, tako da je u funkciji
- instalacija vodoravnih PVC cijevi 050mm
- postavljanje metalnih pokrova preko središnjeg kanala i PVC filma preko širine kanala
- postavljanje drvenih nosača ispod betonskih pragova na izravnoj površini načinjenoj od šljunka ili betona, ovisno o površini supstrata
- ugradnja novog sustava kolosijeka ispred tunela "Ivan" za radnu kampadu (pragovi, armature, tračnice E60)
- postavljanje novog sustava kolosijeka u dužini od 18 m korištenjem željezničkih bagera (Slika)
- Prva pruga postavljena na privremeno podešene podloge
- ugradnja armaturnih šipki za betonsku ploču (dio koji nije pripremljen na postaji)
- ugradnja prijelaznih komada "čipke" s tračnica 60E1 tračnica S49 s nove na staru prugu
- postavljanje posebnog alata za horizontalno podešavanje svako 3 metra od bočnog presjeka kako bi se osigurala bočna stabilnost pruge i vodoravno položenih tračnica
- radovi na otvaranju željezničkog prometa za razdoblje od 42 sata s ograničenjem brzine od 10 km / sat.

### 3. Druga faza rekonstrukcije željeznice

Druga faza rekonstrukcije željeznice napravljena je od sljedećih radova:

- preliminarni radovi na isključenju elektro-postrojenja u kontaktnoj liniji, zatvaranje željeznice za razdoblje od 30 sati i dobivanje dozvole za strojeve prema planu i rasporedu ulaska i izlaska pojedinih strojeva
- ugradnja specijalnih alata za vertikalnu prilagodbu neposredno prije betoniranja i samo na dužini radnih dijelova koji se planiraju betonirati
- ugradnja drvenih nosača ispod pragova se radi postupno sa tijekom betoniranja
- montažu inspeksijskog šahta u nišu

- Završna vertikalna i horizontalna prilagodba tračnica; Geodetska mjerenja i potvrda inženjera (Geodetski odjel inženjera)
- montaža oplata i vertikalne PVC cijevi 050mm u betonsku ploču novog sustava tračnice
- postupak ispitivanja staze prije betoniranja; geodet i geodetski inženjer
- Prva faza betonske ploče novog sustava pruge
- postavljanje privremenih konstrukcija za njegovanje mladih betonskih ploča (grede, ploče, geotekstil, grijanje)
- postavljanje privremenih konstrukcija za njegovanje površine betona nakon 12 sati stvrdnjavanja svježeg betona
- montažu AB šahtova u nišu i sekundarnu kanalizaciju
- testovi novog kolosijeka i željezničkog zatvaranja prometa za razdoblje od 42 sata s ograničenjem brzine od 10 km / sat.

S obzirom da je prva faza rekonstrukcije kolosijeka montirana armatura, prema projektu ojačanja i pravilima struke, prije betoniranja dijela br. 1 još uvijek je neophodno postavljanje posebnog vertikalnog alata i konačno postavljanje tračnica, nakon čega se može pristupiti betoniranju ploče.

## 4. Novi sustav tračnica

U svim daljnjim željezničkim zatvaranjima za promet od 30h planirano je da se dvije faze rekonstrukcije pruge rade istodobno na dvije različite prve faze kampade ISKOPI - na jednoj kampadi Dužina = 36 m druga faza - ARMATURA I BETON preko D = 36m, na prethodno pripremljenoj kampadi. Kada ste usvojili tehnologiju novog sustava na tračnicama tada će 36m raditi na razvoju duljih kampada.



**Slika 5.** Pripremljeni iskopi podloge, nova drenažna središnja linija i novi pragovi i tračnice za postavljanje

## 5. Popravak obloge

Uzdužni profil geo-radara odredio je deformaciju, ali bez bunara koje smo predložili i video snimke iza obloge ne mogu točno prepoznati njihove praznine niti njihove dimenzije. Stoga je prijedlog rehabilitacije tunela temeljen na geološkim istraživanjima i vizualnom pregledu tunela Ivan, a dijelom i ispitivanjem dijela starih projekata iz arhiva Željeznica FBiH. Budući da je vanjski beton, koji je predmet rehabilitacije iz 2007. godine, prema fotografijama i vizualnom pregledu, vlaga se pojavljuje ne samo na pukotinama koje se mogu jasno odvojiti, već se voda susreće na cijeloj površini, smatramo da predloženi čine radijaciju fleksibilne poliesterske ploče na sidrima nacрта tehničke dokumentacije 1503-1. Točan iznos utvrđuje se u suradnji s inženjerom na licu mjesta. Ovisno o intenzitetu vode i veličini otvora koje treba popuniti, prikladno rješenje može biti kombinacija i potrebne djelomične injekcije obloge, kao i shortkret (s potrebnim pripremnim radom) projektna dokumentacija 1503- 2.

Budući da rehabilitacija tunela "Ivan" nije glavni zadatak ovog projekta, a na kritičnom putu s metodologijom predviđamo da Rehabilitacija obloge ulazi u završnu fazu nakon što je 50% radova dovršeno na donjem dijelu iste željezničke pruge. Radovi se planiraju na temelju zajedničkog pregleda sa Inženjerom i sukladno tome svi iznosi su približni i nisu određeni budući da smo svjesni činjenice da je proračun za rekonstrukciju tunela Ivan ograničen.

### Redoslijed radova

Faza obnove obloge tunela sastoji se od sljedećih radova:

- postavljanje skela na vagone; za tražene radne platforme
- uklanjanje loših betonskih slojeva i supstrata; ispiranje cijele površine koja je unaprijed određena sa Inženjerom
- na mjestima gdje dolazi do drenažne infiltracije i vlaženja postaviti cijevi za ispuštanje površine sušenja za primjenu debljine mlaznice od 10-15 cm
- obaviti vezivanje svoda za ubrizgavanje kao na rasporedu i kako je opisano u projektnoj dokumentaciji
- ubrizgavanje injekcijske smjese u dijelove zida za punjenje šupljina u kamenim oblozima (nakon vizualnog pregleda).



**HI**  
**HERING**

