

KAPITALNI REMONT ŽELJEZNIČKE PRUGE KRIŽEVCI - KOPRIVNICA

# Osposobljavanje najopterećenije pruge za veće brzine

PRIPREMIO:  
Branko Nadilo

**Radovi su tehnički i prometno vrlo složeni, posebno na najopterećenijem pravcu od državne granice do Dugog Sela gdje su na dionici između Križevaca i Koprivnice prosječne brzine samo 50 km/h**

Najveće je željezničko gradilište u Hrvatskoj kapitalni remont 28,5 km dionice Križevci – Koprivnica, najkritičnije dionice na pruzi državna granica – Botovo – Dugo Selo. Radovi su započeli 24. svibnja 2011., a prema ugovoru trebali bi biti završeni najkasnije do sredine 2013. Tada će se brzina u putničkom prometu na tom važnom međunarodnom pravcu sa sadašnjih 50 km/h povećati na 140 km/h, osim na brdskom dijelu gdje će najveća dozvoljena brzina biti 100 km/h.

## Povijesni razvoj željezničkog prometa u Hrvatskoj

Razvoj se suvremenoga željezničkog prometa vezuje uz prve tračnice od lijevanog željeza koje su na drvene pragove postavljene 1760. u Engleskoj i na kojima su vagoni s konjskom vučom 1803. započeli s prvim javnim prijevozom. Još je značajniji događaj 1825. bila prva parna lokomotiva između Stoctona i Darlingona, također u Engleskoj, nakon čega je započeo snažan razvoj željezničkog prometa u Velikoj Britaniji, Europi i svijetu. Ipak začetke željeznice i željezničkih pruga možemo pronaći još u staroj Grčkoj u 6. st. pr. Kr., gdje su brodove uzduž 8 km duge Korinthske prevlake vukli ljudi i životinje, a tragovi su kotača bili uklesani u kamen. Slična su prometala po kamenim "tračnicama" na konjski pogon postojala i na Malti nekoliko stoljeća poslije, a vučeni vagoni na konjski pogon za prijevoz rude na drvenim tračnicama zabilježeni su u Njemačkoj u 16. st. Poslije su se slični

tračnički sustavi raširili cijelom Europom.



Sadašnja željeznička mreža u Hrvatskoj

Povijest je željezničkog prometa u Hrvatskoj započela u prvoj polovici 19. st. s prvim planovima o gradnji željezničkih pruga u ondašnjoj Habsburškoj Monarhiji. Tako je već 1836. izrađena studija o gradnji i održavanju koju su predložili i tehnički razradili financijski magnat Georg Sinna i Franz Xaver Riply, profesor na Visokoj tehničkoj školi u Beču. U elaboratu bila je predviđena gradnja 13 željezničkih pruga s ishodištima u Beču i Budimpešti, odakle bi se mreža zvjezdano širila prema svim područjima Caravine. Bile su predviđene izravne veze s Trstom i Rijekom, ali i drugim jadranskim lukama. Kroz Hrvatsku su tada planirane pruge Zidani Most – Zagreb – Sisak, Zagreb – Karlovac i Budimpešta – Rijeka, a zanimljivo jest da su sve te pruge i izgrađene u drugoj polovici 19. st. Ipak prva je pruga na području Hrvatske izgrađena 1860. između stajališta Ma-

cinac na hrvatsko-slovenskoj granici i kolodvora Kotoriba (u dužini od 42 km) kao dionica pruge Pragersko – Čakovec – Kotoriba – Nagykanizsa koja je spajala Budimpeštu s prugom Beč – Trst. Nedugo je potom, već 1862. (ove će se godine obilježiti 150. obljetnica), otvorena pruga Zidani Most – Zagreb – Sisak, a 1865. veza između Zagreba i Karlovca kao prva dionica pruge do Rijeke. Obje je izgradilo Carsko i kraljevsko povlašteno društvo južnih željeznica iz Beča, a Zagreb je tada dobio i prvi tzv. Južni kolodvor – danas Zapadni kolodvor.

U jednoj studiji iz 1836. o željezničkim prugama u Habsburškoj Monarhiji kroz Hrvatsku su bile planirane veze koje su u cijelosti izgrađene tijekom 19. st

Nakon 1867. i Austro-Ugarske nagodbe, Mađari su samostalno počeli provoditi politiku željezničkog prometa, a Hrvatska im je bila zanimljiva zbog veza s jugom i istokom. Stoga je već 1870. u promet puštena pruga između Zákányja, Koprivnice, Križevaca i Zagreba koja je kao prva u Hrvatskoj imala najviši status glavne pruge I. reda. Doduše bila je najprije izgrađena samo između Zagreba i Drnja, a 1880. do Gyékénysa. Duga je bila ukupno 103 km i izgrađena je državnim kapitalom za 18 mjeseci, a kako joj je trasa bila položena uglavnom na nizinskom terenu, bila je osposobljena za brzine od 100 km/h. Gradila se intenzivno, uglavnom bez mehanizacije i na gradilištu je svakodnevno bilo od petsto do tisuću radnika. Na trasi je bilo osam kolodvora (Zákány, Koprivnica, Lepavina, Križevci, Vrbovec, Dugo Selo, Sesvete i Zagreb), dvije ložionice,



Željeznički most preko Drave kod Botova

četiri vodopostaje, 69 stražarnica i četiri mosta. Najveća je građevina bio drveni most preko rijeke Drave kod Zákányja (dug 573,77 m) koji je bio prometna kočnica pa je ubrzo (1894.) zamijenjen dvokolosiječnim čeličnim mostom s tri slobodno oslonjene rešetkaste konstrukcije (raspona 3 x 97 m). Most se poslije rušio i obnavljao, a sadašnji je izgrađen 1962. godine.

Žakanjska je pruga znatno dobila na značaju nakon 1873. i završetka dionice između Karlovca i Rijeke te povezivanjem Budimpešte i Rijeke. Promet se svakodnevno povećavao, pa je MÁV (Magyar Államvasutak – Mađarske državne željeznice) morao povećati postojeće kapacitete i graditi nove željezničke građevine, ali i riješiti vlasničke odnose na pruzi. Tako je 1880. od Društva južnih željeznica otkupio dionicu od Zagreba i Karlovca, a kako dionicu od Budimpešte do Zákányja nije mogao kupiti, 1882. izgrađena je nova pruga između Budimpešte i Gyékényisa i izbjegnuto kolodvor u Zákányju. Nakon toga su u Zagrebu izgrađeni sadašnji Glavni kolodvor (umjesto provizornog na mjestu sadašnje pošte Zagreb 2) i strojarница MÁV-a (poslije TŽV *Janko Gredelj*). Valja reći da je Rijeka iste, 1873. preko Sv. Petra (današnje Pivke) povezana

s Ljubljanom, a da su potom uslijedile i druge željezničke pruge koje su na željezničku mrežu spajale Osijek i Slavonski Brod, ali i Istru, a od kraja 19. st. gradile su se i tzv. vicinalne (lokalne) gospodarske pruge od koji su mnoge poslije prerasle lokalne okvire. Državnim preustrojem i nastankom prve Jugoslavije svi su zatečeni željeznički sustavi objedinjeni pod jedinstvenom državnom upravom, a tehnički i prometno neusklađene pravce trebalo je međusobno preusmjeravati i uskladiti. Posebno se to odnosilo na novouspostavljenu magistralnu prugu Ljubljana – Zagreb – Beograd. Tada je na jedinstveni željeznički sustav priključena i Dalmacija.

Nakon II. svjetskog rata željeznica je ponovno ustrojena kao isključivo držav-



Željeznički kolodvor u Koprivnici



Željeznički kolodvor u Križevcima

na ustanova, a za 45 godina postojanja druge Jugoslavije izgrađeno je ukupno dvjestotinjak kilometara novih pruga (veće su bile Knin – Bihać, Lupoglav – Štalije, Savski Marof – Kumrovec i Knin – Zadar). No ipak se ulagalo u modernizaciju i elektrifikaciju pa je od 1966. do 1987. na magistralnim pravcima elektrificirano 848 km pruga.

**Nakon Domovinskog rata trebalo je obnoviti sve srušene željezničke pruge, ali i obaviti temeljit remont nad prugama koje se nisu održavale ili su bile izvan pogona**

Usljedio je Domovinski rat i mnoge su željezničke pruge oštećene ili su bile u prekidu. Promet je više godina bio prekinut na 946 km pruga (35 posto), što ga je ukupno smanjilo za čak 73,4 posto u odnosu na prijeratno razdoblje. Nakon rata trebalo je obnoviti sve srušeno (izravna je šteta procijenjena na 1,164 milijardi dolara), ali i obaviti temeljit remont nad dijelovima pruga koje se uopće nisu održavale ili su bile izvan pogona. To se posebno odnosilo na magistralni i dotad najprometniji X. koridor koji je bio na nekoliko mjesta prekinut pa je promet odvučen na druge pravce i nikad se nije vratio na prijašnji opseg. Ipak glomazna državna tvrtka nije imala dovoljno novca za nužna redovita održavanja pa je zbog smanjenih brzina putnički i teretni promet sve više opadao i sada je željeznički prometni sustav jedan od ograničavajućih čimbenika gospodarskog oporavka. Danas u Hrvatskoj ima 2976,3 km željezničkih pruga, od čega je 248 km s dva kolosijeka i približno je 960 km elektrificirano.

### Održavanje i remont željezničkih pruga

Željeznica se snažno razvila u dva posljednja stoljeća, a zbog svojih se prometnih specifičnosti, uvjetovanih stalnim i zadanim prometnim pravcem te velikim mogućnostima prijevoza putni-

ka i robe, uspješno i vrlo brzo proširila širom svijeta. U mnogim je zemljama, osobito najrazvijenijima, postala najvažnije prometno kopneno sredstvo, a bila je i temelj snažnoga industrijskog razvitka. Iako je s vremenom, posebno povećanjem cestovnoga i avionskog prometa, ponešto izgubila na značenju, željeznica i dalje pripada najvažnijim prometnim granama za prijevoz putnika i robe te se povećanjem brzina uspješno nosi s drugim kopnenim prometnim sredstvima. S kvalitetnijim prugama i povećavanjem nosivosti ostala je nezamjenjiv i najvažniji prijevoznik svih vrsta robe, posebno industrijskih proizvoda i materijala za njihovu proizvodnju. U burnom i snažnom razvitku željezničkog prometa tijekom 19. i 20. st. trebalo je stalno misliti na redovito održavanje i remont pruga, a posebna se i stalna briga poklanjala gornjem željezničkom ustroju. Pod gornjim se ustrojem podrazumijevaju postrojenja koja čine izravnu podlogu za kretanje željezničkih vozila: kolosijek, tračnice, pričvrtni i spojni pribor, pragovi i zastorna prizma te križišta, skretnice, dilatacijske sprave, okretnice i prijenosnice. Gornji ustroj preko tračnice i zastorne prizme preuzima i prenosi na planum (ravnik) osovinsko opterećenja te uzdužne i poprečne sile. Donji ustroj sačinjavaju i geotehničke građevine uz prugu (usjeci, nasipi, zasjeci, tuneli i galerije), zaštitne građevine od podzemnih i nadzemnih voda, odvodnja na pruži i kolodvorima te mostovi, propusti i vijadukti.

**Kapitalni se remont obično obavlja svakih 15 do 20 godina, a uključuje sanaciju i zamjenu kompletnoga gornjega ustroja s pragovima i tračnicama**

U održavanju gornjeg ustroja oduvijek je bilo uobičajeno redovito godišnje održavanje koje između ostalog uključuje podbijanje (često i rešetanje) tučenca ispod pragova, reguliranje kolosijeka radi ispravljanja nivelete i smjera te zamjenu pragova i tračnica na nekim

dionicama pruge. Kapitalni se remont i u nas i u svijetu obično obavlja svakih 15 do 20 godina, a uključuje sanaciju i zamjenu kompletnoga gornjega ustroja s pragovima i tračnicama, a ponekad energetske i signalno-sigurnosne uređaje. Nekad se izvodilo i tzv. pojačano održavanje svakih 7 do 8 godina koje je obvezno uključivalo temeljito rešetanje odnosno čišćenje i dopunu tučeničkog materijala ispod pragova koji se prometnim iskorištavanjem drobi pa to utječe na sigurnost prometa. Danas se to ipak radi rijetko zbog kroničnog nedostatka novca.



Ljudski je rad i danas nezamjenjiv u remontu

Razvoj je željeznice snažno utjecao na razvoj građevinarstva, posebno u gradnji mostova, vijadukata i tunela, ali i na cjelokupnu niskogradnju zbog potrebe da se za polaganje željezničkih pruga grade brojni nasipi, usjeci, zasjeci i sl. Ujedno je željeznica gradnjom kolodvora te nadvožnjaka, podvožnjaka i tunela potpuno izmijenila i obilježila izgled brojnih krajolika, ali i gradova u nas i u svijetu. No i redovito je održavanje na neki način obilježilo građevinsku struku, posebno zbog osiguranja prometne nosivosti i sigurnosti željezničkih pruga, pragova i kamenih zastora na kojima su izgrađeni. Potreba za što bržim dovršavanjem takvih radova uz što manje prometne zastoje razvila je i posebne stro-

jeve za građenje i održavanje koje se na ostalim gradilištima rijetko ili nikad ne mogu sresti.

Svi su se radovi do pedesetih godina prošlog stoljeća obavljali uglavnom ručno i bez zaštitne opreme što je uvjetovalo veća ili manja zatvaranja prometa. Znatnije i opsežnije radove na željezničkim prugama uvjetovala su velike tehnološke promjene električne i dizelske vuče odnosno sve veće brzine i veća osovinska opterećenja. Zbog toga su se počeli ugrađivati novi pragovi, poput armiranobetonskih i čeličnih (u tunelima) koji zamjenjuju i sada najčešće drvene, ali i na ugradnju sve težih tipova tračnica. To je potaknulo modernizaciju pruga i ugradnju dodatne opreme, ali i značajne promjene u gradnji i održavanju gornjega stroja kako bi mogao odolijevati sve većim osovinskim pritiscima i brzinama. Valja reći da na gradnju i održavanje gornjega i donjega željezničkog stroja znatno utječu i pojave suvremenih vlakova velikih brzina, ali takvih pruga i vlakova u Hrvatskoj zasad nema. Razvoj tehnologije i potreba da se radovi na održavanju i remontu što prije završe, kako ne bi došlo do većeg zastoja u prometu, uvjetovali su da strojni rad sve više zamjenjuje ručni. Prvi se specijalni strojevi za izvođenje radova na željezničkim prugama pojavljuju u pedesetim godinama prošlog stoljeća, a u

međuvremenu su proizvedena složena i velika pružna postrojenja za brzo obavljanje svih radova održavanja i remonta. Posebni su strojevi za radove na prugama imali i posebne nazive, poput podbijačica (za reguliranje kolosijeka po smjeru i niveleti), rešetalice (za iskanjanje tučenca ispod pragova i prosijavanje), planirke (za ugradnju kamena tučenca, oblikovanje zastorne prizme i četkanje viška tučenca s pragova), dinamičke stabilizatore (za stabilizaciju kolosijeka vibracijama), ali i dizalice te strojeve za ugradnju skretnica, brzu zamjenu kolosijeka, sanaciju i ugradnju tamponskog materijala, opremu za zavarivanje tračnica i mjerna kola, uključujući i posebne vagona za transport zastornog i tamponskog materijala i skretnica.

S napretkom tehnologije portalne su dizalice postupno ispadale iz uporabe, posebno na prugama gdje je izvođenje radova zbog prometovanja vlakova bilo vrlo ograničeno. Naslijedili su ih strojevi za brzu zamjenu kolosijeka s mnogo većim učinkom, ponekad i do 500 m kolosijeka za sat vremena. Vlak dug nekoliko stotina metara sastoji se od stroja za dizanje starih i polaganje novih pragova, mehanizma za ubacivanje tračnica na pragove, kranova za odnošenje i donošenje pragova te specijalnih vagona za pragove.

Strojevi za sanaciju i ugradnju tamponskog materijala također su uzrokovani potrebom za sve većim brzinama i većim osovinskim opterećenjem. U nas se donedavno radilo bagerima, buldožerima, grejderima i valjcima, a takva je tehnologija bila dobra, u nekim je vrstama radova gotovo i nezamjenjiva, posebno pri ugradnji skretnica i na novim trasama te na dvokolosiječnim prugama sa stalnim i dugotrajnim zatvaranjem pruge. Nedostatak je bio u velikom rasapu materijala (koji je prethodno trebalo istovariti) i nemogućnost skraćivanja radova. Zbog tih se nedostataka u posljednjih nekoliko godina i u Hrvatskoj izvode radovi sa strojevima za ugradnju tamponskog sloja (poput složenih strojeva AHM 800, PM 200 2R ili sl.).

Takvi strojevi iskopaju stari zastorni i tamponski materijal te ga oporabljuju (recikliraju), drobe i miješaju s novim i postižu velike uštede materijala. Ujedno zbijaju planum, ugrađuju geotekstil i geomreže, postavljaju novi tampon s potrebnom zbijenošću, rade u više slojeva, a posao, ovisno o uvjetima na terenu, mogu prekinuti u svakom trenutku. Učinak je jednog stroja u normalnim radnim uvjetima 1000-1200 m na 36 sati rada. Sastoji se od postrojenja za kopanje (s dva lanca, poput rešetalice), transportnih traka, drobilice, dizalica za transport kontejnera s tamponskim materijalom i vagona za kontejnere s tamponom.

Ovaj mali uvod bio je, vjerujemo, nužan da našim čitateljima kojima željeznice nisu uža specijalnost prikaže svu složenost redovitog održavanja gornjega i donjega stroja željezničkih pruga. Radovi su tehnički i prometno vrlo složeni, posebno za redovitog prometa, ali i vrlo skupi, iako je sasvim razumljivo da se bez redovitog održavanja znatno smanjuju brzine pa i ukupan promet. To se posebno odnosi na magistralni pravac državna granica – Botovo – Koprivnica – Dugo Selo (pruga M201), našu najopterećeniju prugu s teretnim, a dijelom i putničkim prometom. Posebno je usko grlo bilo 28,5 km na dionici između Križevaca i Koprivnice, gdje su prosječne brzine iznosile samo 50 km/h iako su



Strojni iskop starog tučenca



Projekt nizinske pruge Botovo – Zagreb – Rijeka s fazama izgradnje

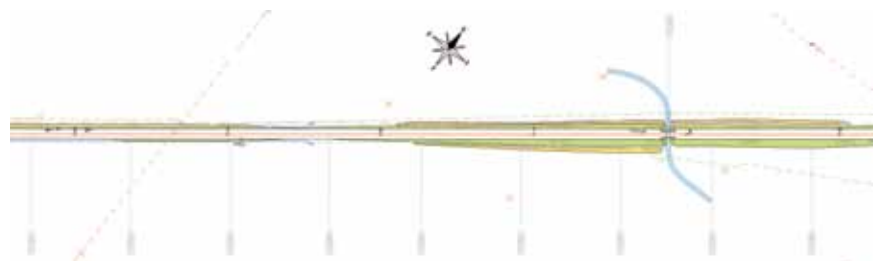
prema građevinskim karakteristikama mogle biti i dvostruko veće, jer je na dionici Dugo Selo – Križevci prije nekoliko godina izveden kapitalni remont.

Valja reći da je pruga s oznakom M201 jedna od dionica paneuropskog Vb koridora koji spaja Budimpeštu i Rijeku (ostale su dionice Zagreb Gl. kol. – Dugo Selo i Zagreb Gl. kol. – Rijeka) i u cijelosti je planirana za ugradnju drugog kolosijeka za što je dijelom izgrađena i projektna dokumentacija. Ta će pruga u cijelosti ili u dijelovima biti sastavni dio nizinske pruge koja će spajati državnu granicu s Mađarskom i Rijeku.

### Zatečeno stanje i projektirane značajke

O gradnji pruge za mješoviti promet od mađarske granice do Zagreba već smo pisali. Sadašnja joj je dužina 79,69 km kada se računa dionica od Dugog Sela. Trasirana je u ravničarskom terenu i osim dionice kod Lepavine gotovo je 85% pruge u pravcu, dok je preostalo u lukovima (najmanji je polumjer luka 500 m). Najveći su nagibi (od 6 i 8‰) na brdskom dijelu dionice (od Vojakovačkog Kloštra do Lepavine), a taj dio ima i nepovoljnu strukturu tla (glina i slični materijali) pa se povremeno javljaju i klizišta. Štoviše, za gradnju drugog kolosijeka na tom su mjestu predviđene i devijacije.

Vodoravna geometrija omogućuje brzinu i do 160 km/h na dionicama od državne granice do Lepavine i Križevaca do Dugog Sela, ali i samo 90 do 120 km/h od Lepavine do Križevaca. Međutim s obzirom na stanje pruge najveća je dopuštena brzina od državne granice do Mučne Reke 80 km/h, od Mučne Reke do Križevaca 60 km/h, a od Križevaca do Dugog Sela 140 km/h, uz ograničenje na 120 km/h na dva pješačka prijelaza preko pruge. Na pruzi je ukupno 8 kolodvora i 7 stajališta. Pruga je 1981. elektrificirana primjenom jednofaznog sustava za električnu vuču (25 kV/50 Hz), a ugrađeno je i novo osiguranje odnosno APB (automatski pružni blok), dok su na kolodvorima ugrađeni relejni uređaji. Promet teče u blokovnim razmacima, a zaustavni je put na pruzi 1000 m. Tada je pruga i osuvremenjena jer je ukinut kolodvor Vojakovački Kloštar (danas je stajalište), a zbog rekonstrukcije kolodvora izvedena je i devijacija iza kolodvora Križevci.



Situacija remonta dijela pruge druge poddionice iza kolodvora Mučna Rijeka

Posljednji je remont na pruzi Dugo Selo – Botovo izveden prije više od 35 godina i tada je bio ugrađen novi gornji ustroj

Već smo rekli da je posljednji remont na pruzi Dugo Selo – Botovo izveden tijekom 1975. i 1976. i tada je ugrađen novi gornji ustroj. Za sadašnju je obnovu dionica Križevci – Koprivnica podijeljena u dvije poddionice, a u prvom je kolodvor Križevci (isključeno) – kolodvor Lepavina (isključeno), dok je u drugom kolodvor Lepavina (uključeno) – kolodvor Koprivnica (isključeno). Prva poddionica ima stacionažu od km 481+474,26 do km 497+314,09, a druga od km 497+314,09 do km 509+989,79. No kako su te razdaljine još zaostatak iz vremena Jugoslavije (označavaju udaljenost od Beograda), ovdje ih više nećemo spominjati da ne bismo dodatno zbunjivali čitatelje. Projekt je za obje poddionice izradilo *Željezničko projektno društvo* d.d. iz Zagreba, glavni je projektant izvedbenih projekata Nenad Ivanuš, dipl. ing. građ., a projektanti Boris Deverić, dipl. ing. geod., i Zvonimir Siščan, građ. teh., s brojnim projektantima suradnicima.

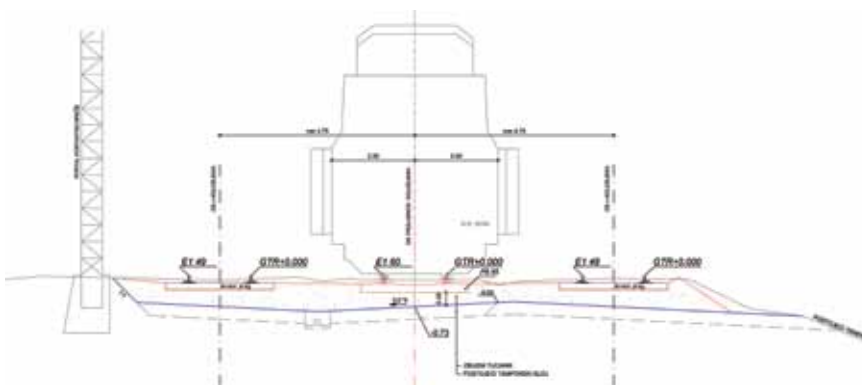
Prva poddionica ima tri stajališta (Majurec, Vojakovački Kloštar i Carevdar), a također se može podijeliti u dva različita dijela – ravničarski i brdski. Ravničarski dio (od Križevaca do Vojakovačkog Kloštra) ima dugačke pravce koji omogućuju najveće brzine (uzdužni je nagib nivelete do 6‰), a brdski je dio (od Vojakovačkog Kloštra do Lepavine) s kraćim pravcima i manjim polumjerima lukova (do 750

m) ograničen na brzine do 100 km/h (uzdužni je nagib nivelete do 10‰). Kako je pruga elektrificirana, niveleta i smjer mogu se mijenjati samo onoliko koliko to dozvoljava kontaktna mreža i ostale prisilne točke, poput perona, ŽCPR-i (željezničko cestovni prijelazi u ravnini), pružne građevine i sl. Zbog konzola na stupovima kontaktne mreže, koje su sada uglavnom na vrhovima stupova, niveletu je bilo potrebno i spustiti pa je u projektu spuštenu od 10 do 20 cm. Osim toga uočeno je da je 20 posto stupova, posebno u krivinama, nagnuto u odnosu na projektirane prednagibe pa ih treba zamijeniti, a temelji su uglavnom oštećeni te ih valja sanirati.

trijebiti za odlaganje i na ta će se odlagališta dovoziti višak materijala od iskopa i rešetanja u brdskom dijelu. Planum je širok 6 m, a mjestimice i širi. Tamponski sloj ispod zastorne prizme ne postoji između Križevaca i Vojakovačkog Kloštra, a na ostalim je mjestima dijelom ugrađen u prijašnjem remontu ili je to zapravo negdašnja zastorna prizma. Tamponski sloj zadovoljavajuće debljine postoji na devijacijama iza i ispred kolodvora Križevci i Lepavina pa je predviđeno samo strojno rešetanje zastorne prizme. Inače je na ravničarskom dijelu predviđeno strojno skidanje zastora i dijela zemljanog materijala do nove kote planuma, a na brdskom dijelu postrojenjem za strojno ugradnju tampona.

nim signalima i treba ih samo popločiti sintetskim podom. Mnoge propuste valja obnoviti, no neki su bili toliko dotrajali da su nedavno rekonstruirani. Za gornji su ustroj predviđene tračnice tipa 60 E1 (minimalne vlačne čvrstoće 880 N/mm<sup>2</sup>) na novim betonskim pragovima s elastičnim pričvršnim priborom, a betonski odnosno drveni pragovi polažu se u razmaku od 60 cm (1670 kom/km). Drveni su pragovi predviđeni ispred i iza čeličnog mosta (l = 12 m) i skretnica.

**Putnički će vlakovi na ovoj dionici, osim na brdskom dijelu, voziti brzinama od 140 km/h, ali teretni će vlakovi prometovati manjim brzinama**



Tipičan poprečni presjek remonta pruge

Gornji je ustroj s tračnicama tipa 49 E1 na drvenim i često trulim pragovima na međusobnom razmaku od 63 cm (1602 po kilometru). Tračnice su cijelom dužinom dionice zavarene u dugi trak, a zastorna je prizma od tucanika zadovoljavajuće debljine, ponekad i veće od potrebne.

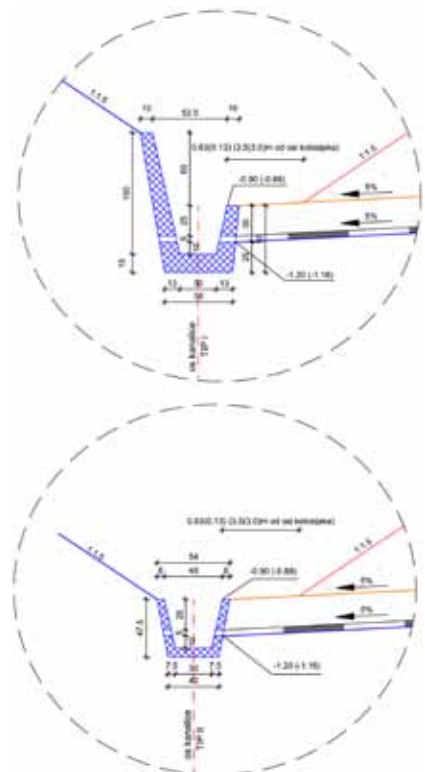
Na ravničarskom se dijelu pruga nalazi u razini terena ili na nasipu visine 2 do 3 m i prolazi kroz poljoprivredno zemljište. U brdskom je dijelu u usjecima i zasjecima dubine do 8 m, a mjestimično i na nasipima najveće visine do 15 m. Sve su kosine zemljane i obrasle šumom i niskim raslinjem pa ih je potrebno očistiti. Na nekoliko mjesta nasip tone pa postoje uvale koje valja geotehnički ispitati i sanirati.

Željezničko je zemljište dovoljno široko pa se u ravničarskom dijelu može upo-

Predviđena je ugradnja geotekstila za poboljšanje nosivog sklopa donjeg ustroja, ali i ugradnja geomreža za povećanje posmične čvrstoće tla u posebnim zonama i kod skretnica prolaznih kolosijeka. Odvodnja je duž otvorene pruge projektirana otvorenim zemljanim i betonskim kanalima koji uglavnom postoje, ali će ih trebati prilagoditi zbog spuštanje nivelete. Sanacija nestabilnih nasipa predviđena je izvedbom posebnih kanala ili čišćenjem postojećih. Na svim stajalištima postoje bočni peroni, ali kako su pri remontu i ugradnji drenaže moguća oštećenja, predviđeno je izvođenje novih (visokih 55 cm iznad gornje razine tračnice, dugih 100 m, širokih 3 m, s bankinom 0,5 m).

Na poddionici ima pet željezničko-cestovnih i četiri pješačka prijelaza koji su asfaltirani i osigurani svjetlosno-zvuč-

Rekli smo već da su za putničke vlakove predviđene brzine od 140 km/h, osim na brdskom dijelu gdje će iznositi 100 km/h. Teretni će vlakovi zbog negativnoga bočnog ubrzanja prometovati brzinom od 100 km/h, a u brdskom dijelu 80 km/h.



Prikaz dvaju tipova ugrađenih kanalicā

Dužina je prve poddionice 15,84 km, dužina je druge nešto manja – 12,68 km. Ta je poddionica cijelom dužinom na ravnicačarskom terenu i s dugačkim pravicima koji omogućuju najveće planirane brzine. Uzdužna je niveleta na cijeloj drugoj poddionici u stalnom padu (do 6‰) pa je na jednome mjestu i u horizontali. Po visini je također treba spuštati 10 do 20 cm. Kao i na prethodnoj poddionici projekt ne predviđa pomicanje trase izvan pružnog tijela zbog postojećih stupova kontaktne mreže i najveći su predviđeni pomaci u odnosu na postojeću os tek 16 cm.

Na dionici su dva kolodvora (Lepavina i Mučna Reka) i jedno stajalište (Sokolovac) na kojem je projektiran bočni peron istih karakteristika kao u prvoj poddionici. U kolodvoru Lepavina peronski se otok zamjenjuje novim. U kolodvoru Mučna Reka postojeći se bočni peron uz kolodvorsku zgradu također zamjenjuje novim, a zamjenjuje se i uređena površina između prvoga i drugoga prolaznog kolosijeka.

Na drugoj poddionici postoje tri asfaltirana cestovna prijelaza osigurana svjetlosnim i zvučnim signalima, ali i dva manja mosta, armiranobetonski i čelični, iste dužine ( $l = 10,5$  m). Na kolodvoru Mučna Reka postoji prilaz na uređenu površinu između 1. i 2. kolosijeka s podom od drvenih pragova. Svi će prijelazi i prilaz biti pokriveni sintetičkim materijalom.



Odvoženje i odlaganje drvenih pragova

U kolosijek su također otprije ugrađene tračnice tipa 49 E1 na drvenim pragovima s istim razmakom. Tračnice su na cijeloj dionici zavarene u dugi trak, a zastorna je prizma od tucanika zadovoljavajuće debljine. U kolodvorima su također ugrađeni izolirani lijepljeni sastavi. Gornji će ustroj biti od tračnica



Strojna demontaža tračnica i pragova



Ugradnja armiranobetonskih pragova

60 E1 na novim betonskim pragovima s pripadajućim priborom za pričvršćivanje. Također će se ugrađivati na razmaku od 60 cm, a raspored betonskih i drvenih pragova pažljivo je određen i drveni će se pragovi uglavnom ugrađivati ispred i iza čeličnog mosta. Na mjestima ugradnje drvenih pragova bit će, kao i drugdje, ugrađene *Mathe* sprave protiv uzdužnog pomicanja tračnica. Zastor od tucanika projektiran je s traženom debljinom od 30 cm ispod praga niže tračnice. Posebno će se paziti da tucanik ispod betonskih pragova i skretnica bude odgovarajućih fizičko-mehaničkih karakteristika. Predviđeno je i da se postojeće skretnice u kolodvorima na prolaznim kolosijecima zamijene istim tipom, ali s tračnicama 60 E1. U kolodvoru Lepavina na prolaznom četvrtom kolosijeku ugradit će se četiri nove skretnice tipa 60 E1-300-6°. S obzirom da će u remontu biti 3. i 5. pretjecajni kolosijek, potrebno je na 3. kolosijeku izmijeniti postojeće dvije skretnice (tipa 49 E1-300-6°) novima istog tipa na novim drvenim pragovima. U kolodvoru Mučna Reka na prolaznom će se kolosijeku ugraditi dvije nove skretnice tipa 60 E1-500-1:12.

U kolodvoru Lepavina na prolaznom četvrtom kolosijeku ugradit će se četiri nove skretnice tipa 60 E1-300-6°. S obzirom da će u remontu biti 3. i 5. pretjecajni kolosijek, potrebno je na 3. kolosijeku izmijeniti postojeće dvije skretnice (tipa 49 E1-300-6°) novima istog tipa na novim drvenim pragovima. U kolodvoru Mučna Reka na prolaznom će se kolosijeku ugraditi dvije nove skretnice tipa 60 E1-500-1:12.

### Posjet gradilištu

Gradilište smo posjetili krajem travnja 2012. s tim da smo se sa sudionicima



Radovi u kolodvoru Mučna Reka



Dio pruge s obavljenim remontom

u građenju najprije sreli u Križevcima, a potom zajednički produžili uzduž pruge do kolodvora Lepavina gdje je smještena privremena uprava gradilišta. Najprije smo razgovarali s Davorom Sabolovićem, struč. spec. ing. građ., voditeljem projekta kapitalnog remonta iz Sekcije za održavanje pruga Koprivnica u HŽ-Infrastruktura d.o.o. Od njega smo doznali da su radovi započeli 24. svibnja 2011. i da su ispred planiranih rokova, pa bi trebali biti završeni do kraja 2012. Kvalitetne i brzo obavljene radove treba ponajprije zahvaliti dobroj organizaciji posla, ali i izvrsnim izvođačima na čelu s

tvrtkom *Swietelsky* B.m.b.H. podružnica Zagreb. U gradnji sudjeluju i *Pružne građevine* d.o.o. i *Posit* d.o.o., dvije tvrtke u sastavu HŽ-Infrastruktura (POSIT je kratica za Postavljanje signalnih i telekomunikacijskih uređaja), a tvrtke *Remont i održavanje pruga* d.o.o. (također u sastavu HŽ-Infrastruktura) i *Akro objekt* d.o.o. iz Zaprešića podizvođači su glavnog izvođača.

Tijekom 2011. radovi su se uglavnom obavljali na drugoj poddionici Lepavina – Koprivnica koja je sada u visokom stupnju gotovosti i osposobljena za brzine od 100 km/h iako još nisu završe-

ni svi elektrotehnički radovi. Radovi su se u početku, sve do 10. srpnja 2011., obavljali u 36-satnim prekidima, nakon kojih bi slijedilo 36 sati odmora, a putnici su se na relaciji Križevci – Koprivnica prevozili autobusima, osim međunarodnog vlaka 440/441 (na liniji Venecija – Budimpešta) koji je za radnog ciklusa remonta vozio pomoćnim pravcem Križevci – Bjelovar – Kloštar – Koprivnice i obrnuto. Potom se nakon ljetnog prekida radilo s manjim dnevnim prekidima, od 7 do 13,30 svakog dana osim nedjelje, kako se radilo i za našeg posjeta, a putnici se također prevoze autobusima. Takav će režim rada vrijediti do 13. srpnja kada će vjerojatno radovi biti prekinuti. Inače ovogodišnji je ciklus zatvaranja pruge započeo 12. ožujka 2012., a na gradilištu je stalno stotinjak radnika.

**Kvalitetne i brzo obavljene radove treba ponajprije zahvaliti dobroj organizaciji posla, ali i izvrsnim izvođačima**

Radove nadzire poseban šesteročlani projektni tim iz Razvoja i građenja u sastavu HŽ-Infrastruktura koji vodi Ivan Jakić, ing. građ., glavni nadzorni inženjer. U projektnom su timu uz građevinare i geodete i stručnjaci za signalno-sigurnosne i telekomunikacijske sustave. Ing. Jakić je vrlo zadovoljan i kvalitetom obavljenih radova (kvalitetu redovito prati tvrtka za ispitivanje materijala i konstrukcija *CSS* d.o.o. iz Zagreba), ali i rokovima i dobrom organizacijom jer svatko radi predviđeni posao. Svakog se dana s prometnim koordinatorima dogovaraju poslovi za sljedeći dan, a sve se mora međusobno koordinirati sa Sekcijom za održavanje pruga, signalno-sigurnosnim stručnjacima i stručnjacima za kontaktnu mrežu. Stoga i ne čudi da u radu sudjeluje toliko tvrtki iz HŽ *Holdinga*, uostalom oni su jedini ovlašteni za otvaranje i zatvaranje pruge i uključivanje i isključivanje odgovarajućih uređaja. Razgovarali smo i s Davorom Ivankom, ing. građ., glavnim inženjerom gradili-





Prikaz ugradnje skretnice u kolodvoru Lepavina



Pogled na gradilište u kolodvoru Lepavina

šta iz *Swietelsky* B.m.b.H. – podružnica Zagreb. Dakako da je i on zadovoljan kvalitetom dosad obavljenih radova, a posebno je ponosan na postrojenje PM 200 2R, dugo gotovo 200 m i prilagođeno da obavlja iskop do dubine od 120 cm od gornjeg ruba tračnice bez demontaže postojeće kolosiječne rešetke. Istodobno iskopani materijal pretovaruje u vagona i odvozi na odlagalište. Stroj ima i posebne vagona za recikliranje tučenca

pa smanjuje potrebnu količinu tampona i do 40 posto. Učinak je ugradnje i zbijanja tamponskog sloja od 40 do 80 m na sat, a u zatvaranju prometa tijekom 36 sati bio je u stanju obaviti posao na dužini od jednog kilometra. Radovi su sada koncentrirani na brdski dio pruge između Križevaca i Lepavine. Za našeg su posjeta upravo bili u tijeku radovi rešetanja kolosijeka u kolodvoru Lepavina i vezivanje novih skretnica na

montažnim stolovima čija je ugradnja predviđena tijekom lipnja. Ujedno se intenzivno radilo na sustavu odvodnje, posebno iskopu zemljanih kanala i polaganju armiranobetonskih kanalisa i stepenastom proširenju nasipa. Tijekom ovog proljeća zamijenjena je građa na dva čelična mosta i sanirano nekoliko propusta. Počeli su radovi na gradnji perona u stajalištu Majurec, a pripremao se početak radova na stajalištima Carevdar i Vojakovački Kloštar.

Sada se radi na brdskom dijelu pruge između Križevaca i Lepavine, vezuju se nove skretnice u kolodvoru Lepavina, gdje je nedavno obavljeno rešetanja kolosijeka

Osobito je zahtijevan rad na infrastrukturnim elektroenergetskim i signalno-sigurnosnim podsustavima, posebno za radnike *Posita* koji svakodnevno demontiraju i montiraju elemente osiguranja zbog izmjene tračnica i podbijanja kolosijeka. Prije otvaranja prometa grubo se regulira i prilagođava kontaktni vod i poduzimaju zaštitne mjere prespajanja, uzemljenja i osiguranja neprekidnosti povratnog voda. Zapravo osim svakodnevnog usklađivanja signalno-sigurnosnih i telekomunikacijskih uređaja te kontaktne mreže, radi se i na proširivanju pružnog trupa, ugradnji tucanika, strojnom reguliranju kolosijeka i odvoženju otpadnog materijala na odlagališta.

Radnici su smješteni u posebnom vagonском naselju, neki i svakodnevno putuju, a *Posit* za svoje radnike ima posebno organiziran smještaj u Virju. Nakon obavljenih razgovora u društvu smo voditelja projekta i glavnog nadzornog inženjera obišli cijelu trasu i razgledali dosad završene radove na drugoj poddionici. Bili smo i na periferiji Koprivnice gdje se uz prugu demontiraju drveni pragovi i tračnice. Usput smo doznali da se gotovo sav materijal iz remonta ponovno iskorištava za pruge nižeg ranga, a neupotrebljivo se gradivo



Postrojenje PM 200 2R u radu



Privremeno odlagalište tračnica i pragova



Uređeni peroni na kolodvoru Mučna Reka

prodaje. Ponovno se iskorištavaju stari pragovi, a otpadni se materijal iz iskopa najviše rabi za nasipavanje nerazvrstanih cesta. U razgovoru smo usput doznali da je dosad iz pružnog trupa iskopano više od 100 tisuća prostornih metara zemljanoga i kamenog materijala. Nakon završenog remonta dionica željezničke pruge Križevci – Koprivnica bit će osposobljena za opterećenja od 22,5 tona po osovini, odnosno 8 t/m i za često spominjanu brzinu od 140 km/h. Kapitalni se remont obavlja iz zajma za koji je jamčila Vlada Republike Hrvatske, a ukupna je cijena radova približno 230 milijuna kuna (bez PDV-a).

Fotografije i crteži i iz arhiva investitora i izvođača te B. N.

## OVERHAUL OF THE KRIŽEVCI – KOPRIVNICA RAILWAY SECTION

A general overhaul of the Križevci – Koprivnica railway section is currently under way. The last overhaul of this section was carried out more than 35 years ago despite the fact that this is Croatia's most trafficked railway, according to its cargo and passenger transport figures. An average speed on the part of the single track railway from Zagreb to Hungarian border amounts to no more than 50 km/h and, after the overhaul, it will be raised to as many as 140 km/h. The total of 28.5 km of the line is being renovated. One part of the line runs through hilly areas with clayey subsoil, where landslides are

not uncommon. The complete permanent way, and a major part of the trackbed, will be rehabilitated in the course of this overhaul. The works are highly complex and so the state-of-the-art machinery is used for most construction activities. Traffic is being interrupted for shorter or longer intervals during the works. The overhaul project is due for completion by the end of 2012. This railway section is a part of the international transport corridor linking Budapest with Rijeka, and there are also plans for building a second track and boosting the traffic volume, with an additional increase of traffic speeds.