

PRINCIPI REGULISANJA SAOBRAĆAJA NA PRUZI BEOGRAD - NOVI SAD

PRINCIPLES OF TRAFFIC REGULATION ON THE BELGRADE - NOVI SAD RAILWAY LINE

UDK: 656.2+654.9/654

REZIME:

U ovom radu prikazana je pruga Beograd - Novi Sad nakon modernizacije i izgradnje drugog koloseka. Predstavljena je tehnologija i način regulisanja saobraćaja pre i posle modernizacije. Izvršena je analiza nove tehnologije i prikazane njene prednosti u odnosu na prethodnu tehnologiju i način organizacije regulisanja saobraćaja. Korišćenjem SWOT analize prikazane su karakteristike novog sistema (ETCS nivo 2) za upravljanje saobraćajem vozova.

Ključne reči: modernizacija pruge, regulisanje saobraćaja vozova, tehnologija saobraćaja, ETCS nivo 2, upravljanje saobraćajem vozova

SUMMARY:

In this paper will be shown railway line Belgrade - Novi Sad after modernization, as well as new traffic organization and technology before and after modernization of railway line. New technology was analyzed and its advantages and disadvantages compared to the existing one were analyzed. Using the SWOT analysis, the characteristics of the train traffic management system (ETCS level 2) are presented.

Key words: railway modernization, regulation of train traffic, traffic technology, ETCS level 2, train traffic management

* Vladan Banduka, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, bandukavladan@gmail.com

1. UVOD

Pruga Beograd Centar - Stara Pazova - Novi Sad - Subotica - državna granica sa Mađarskom, je magistralna železnička pruga u Srbiji. Prema uredbi o kategorizaciji železničkih pruga obuhvata magistralne pruge 101 (na deonici Beograd Centar - Stara Pazova) i 105 (na deonici Stara Pazova - državna granica sa Mađarskom). Dužine je 181,6km i povezuje Beograd sa severom zemlje, Mađarskom i ostatkom Evrope.

Deonica pruge Beograd Centar - Stara Pazova bila je dvokolosečna i elektrificirana. Na toj deonici postojalo je sedam stanica i jedno stajalište. Ova deonica bila je opremljena uređajima automatskog pružnog bloka (APB), pri čemu je deo pruge od stanice Beograd Centar do stanice Zemun bio opremljen uređajima APB-a za obostrani saobraćaj, a deo pruge od stanice Nova Pazova do stanice Stara Pazova uređajima telekomande (TK) sa APB-om za obostrani saobraćaj. Stanice na ovoj deonici su bile osigurane elektrolejnim SS uređajima sistema SIMENS-EI i uključene u sistem automatskog pružnog bloka (APB). Stanica Beograd Centar opremljena je signalno-sigurnosnim uređajima sistema „ESA 11-SB”, Batajnica, Nova Pazova i Stara Pazova su bile opremljene i MMI uređajima. Deonica pruge od Stare Pazove do Novog Sada bila je jednokolosečna sa APB uređajima. Maksimalna brzina na pruzi Beograd - Novi Sad bila je 120km/h. Kontrola slobodnosti koloseka u svim osiguranim stanicama i međustaničnim rastojanjima vršila se putem šinskih strujnih kola.

Sve stanice na predmetnoj deonici pruge su stalno bile posednute otpravnicima vozova, koji su upravljali saobraćajem vozova u tim stanicama i prema susednim stanicama posredstvom elektrolejnih staničnih signalno-sigurnosnih uređaja [1].

Sistem automatske kontrole voza - pod ovim nazivom se podrazumevaju uređaji koji direktno bez posredovanja mašinovođe utiču na funkcionisanje voza putem delovanja na kočioni sistem voza ili motor vučnog vozila. Postojeći bezbednosni sistem voza, na svim magistralnim prugama, pa i na ovoj, je autostop sistem tip I 60 (induzi) [2]. To je punktualni sistem kontrole vozova. Sastoji se od lokomotivskog dela i pružnog dela. Pružni deo sistema čine kombinovane pružne balize 1000/2000Hz i relejne jedinice na glavnim signalima i predsignalima, kojima su opremljeni svi ulazni, prostorni i izlazni signali po glavnom prolaznom koloseku. Vozovi koji su saobraćali na

ovoj pruzi morali su biti opremljeni lokomotivskim autostop sistemom ovog tipa. Uloga ovog sistema je da uvede momentalno prisilno kočenje voza ukoliko dođe do prolaska voza pored signala koji zabranjuju dalju vožnju, odnosno da vrši proveru da li je voz nakon propisanog vremena smanjio brzinu na očekivanu vrednost u slučaju kada je prošao pored signala koji pokazuje signalni znak za ograničenje brzine. Po svojoj prirodi kontrola voza, odnosno upravljanje vozom putem ovog sistema, nije kontinualno već tačkasto, a sigurnost počiva na redovnim proverama ispravnosti pružnih baliza ljudi iz službe održavanja, odnosno zavisi od ljudskog faktora.

2. POSTOJEĆE STANJE PRUGE I ORGANIZACIJA SAOBRAĆAJA

Modernizacija deonice pruge Beograd Centar - Novi Sad pripada projektu modernizacije Koridora X i predstavlja zajedničku deonicu pruge Beograd - Šid - drž.granica prema Hrvatskoj i pruge Beograd - Subotica - Drž. granica prema Mađarskoj. Modernizacija predmetne deonice sprovodi se u okviru projekta modernizacije i izgradnje drugog koloseka pruge od Beograda do Budimpešte, na teritoriji Srbije deonica od Beograd - Subotica i na teritoriji Mađarske deonica Budimpešta - Kelebija.

Opšti cilj projekta bio je poboljšanje železničke infrastrukture i promena vidovne raspodele obima prevoza u korist železničkog u odnosu na drumski saobraćaj, na osnovu smanjenja vremena putovanja, povećanja nivoa bezbednosti i modernizacije sistema signalizacije, telekomunikacija i elektrifikacije, uz proširenje kapaciteta i savremeno opremanje stanica. Projektom modernizacije postojeća pruga se u potpunosti usklađuje sa međunarodnim standardima i sporazumima (AGC, AGTC, kao i SEECF sporazuma o performansama pruga jugoistočne Evrope).

Projekat modernizacije deonice Beograd Centar - Stara Pazova obuhvatio je:

- obnovu dva postojeća koloseka (gornji i donji stroj),
- izgradnju dva nova koloseka na poddeonici Batajnica - Stara Pazova,
- rekonstrukciju kolosečnih kapaciteta i objekata u stanicama Novi Beograd, Zemun, Zemunsko Polje, Batajnica, Nova Pazova i Stara Pazova,
- izmeštanje stajališta Tošin Bunar na novu lokaciju kako bi se otklonili nedostaci postojeće lokacije stajališta u pogledu bezbednosti putnika,
- izgradnju dva nova stajališta Altina (između stanica Zemun i Zemunsko Polje) i Kamendin (između stanica Zemunsko Polje i Batajnica),

- denivelaciju ukrštavanja pruge sa drumskim saobraćajnicama,
- izgradnju elektrotehničke infrastrukture (postrojenja i uređaji električne vuče, signalno-sigurnosni i telekomunikacioni uređaji), koja omogućava bezbedno odvijanje saobraćaja projektovanim brzinama, uvođenje Evropskog sistema upravljanja železničkim saobraćajem (ERTMS nivo 2) i primenu evropskih standarda interoperabilnosti (TSI).

Dužina deonice Beograd Centar - Stara Pazova iznosi [3]:

- po desnom koloseku za Novi Sad 33,358km,
- po levom koloseku za Novi Sad 33,569km.

Osnovne karakteristike projektovanog rešenja deonice pruge Beograd Centar - Stara Pazova su sledeće:

- funkcija pruge
 - na delu Beograd Centar - Zemun pruga je namenjena za putnički saobraćaj,
 - na delu Zemun - Batajnica za putnički i lokalni teretni saobraćaj,
 - na delu Batajnica - Stara Pazova za mešoviti saobraćaj,
- broj koloseka otvorene pruge
 - na delu Beograd Centar - Batajnica pruga je dvokolosečna,
 - na delu Batajnica - Stara Pazova pruga je četvorokolosečna,
- namena koloseka otvorene pruge definisana je u skladu sa pravilima odvijanja desnostranog saobraćaja
 - na delu Beograd Centar - Batajnica, u uslovima redovnog odvijanja saobraćaja, desni kolosek namenjen je za saobraćaj vozova u smeru od Beograda ka Staroj Pazovi, levi kolosek za saobraćaj vozova u smeru od Stare Pazove ka Beogradu, a omogućena je i organizacija obostranog saobraćaja,
 - na delu Batajnica - Nova Pazova razdvojeni su koloseci za putnički i teretni saobraćaj, kao i po smerovima, dva koloseka su namenjena za putnički saobraćaj, a dva koloseka za teretni saobraćaj (po jedan kolosek za svaki smer),
 - na delu Nova Pazova - Stara Pazova na svim kolosecima se može odvijati mešoviti saobraćaj, pri čemu je saobraćaj vozova najvećim brzinama omogućen na dva centralna koloseka,
- maksimalne brzine vozova
 - od stanice Beograd Centar do stanice Novi Beograd (preko mosta na Savi), brzina je 100 km/h,

- od stanice Novi Beograd do stanice Batajnica (kroz tunel Bežanijska kosa), brzina je 120km/h,
- od stanice Batajnica do stanice Nova Pazova brzina je 200km/h na kolosecima namenjenim za putnički saobraćaj i 120km/h na kolosecima namenjenim za saobraćaj teretnih vozova,
- na deonici Nova Pazova - Stara Pazova brzina je 200km/h na centralnim kolosecima i 160km/h na spoljnim kolosecima.
- projekat modernizacije deonice Stara Pazova - Novi Sad obuhvata
 - izgradnju projektovane dvokolosečne pruge za maksimalnu brzinu 200km/h,
 - rekonstrukciju kolosečnih kapaciteta i objekata u svim stanicama na ovoj relaciji,
 - izgradnju elektrotehničke infrastrukture (postrojenja i uređaji električne vuče, signalno-sigurnosni i telekomunikacioni uređaji), koja omogućava bezbedno odvijanje saobraćaja projektovanim brzinama, uvođenje Evropskog sistema upravljanja železničkim saobraćajem (ERTMS) i primenu evropskih standarda interoperabilnosti (TSI).

Deonica Stara Pazova - Novi Sad je dužine 40,4km a rekonstruisana je i izgrađena nova dvokolosečna pruga. Obnova ili rekonstrukcija postojećih i izgradnja novih perona i sadržaja u vezi sa peronima podrazumeva:

- u svim stanicama i stajalištima uz koloseke namenjene za prijem i otpremu vozova za prevoz putnika, projektovani su peroni sa denivelisanim pristupom-pothodnicima,
- u svim stanicama i stajalištima peroni su visine 0,55m, dok su dužine novih perona u stanicama 220m, a u stajalištima 110m,
- na peronima je predviđena izgradnja tipskih nadstrešnica.

U svim stanicama i stajalištima duž cele deonice pruge predviđena je ugradnja opreme za informisanje putnika (informacione table i razglas), video - nadzor i signalizacije za usmeravanje kretanja korisnika u železničkom području.

2.1. Priključne pruge

Na magistralnu dvokolosečnu prugu Beograd Centar - Novi Sad priključuju se sledeće pruge:

- U stanici Zemun - završetkom druge faze izgradnje Tehničko-putničke stanice Zemun, kao alternativni prevozni put, planirana je izgradnja pružnog koloseka do stanice Zemun Polje priključkom na skretnicu br. 3 u km12+103 desnog koloseka

magistralne pruge Beograd Centar - Stara Pazova - Šid - državna granica - (Tovarnik);

- U stanicu Batajnica - iz smera stanice Surčin ulazi pružni kolosek jednokolosečne magistralne pruge Beograd Ranžirna „A” - Ostružnica - Batajnica, od koga se skretnicom br. 2T kroz 9. desni nepravilni i skretnicom br. 1T kroz levi nepravilni glavni prolazni kolosek nastavljaju desni i levi šidski koloseci koji izlaze iz stanice Batajnica u smeru ka stanici Nova Pazova. Na ovaj način konstruktivno je izvedeno da iz stanice Batajnica ka stanici Nova Pazova izlaze četiri koloseka, kao dve nezavisne dvokolosečne pruge („šidska“ i „novosadska“). Na području bloka 2. stanice Batajnica ne postoji kolosečna veza između šidskih i novosadskih koloseka, što znači da se voz iz smera stanice Zemun Polje može otpremiti ka stanici Nova Pazova samo po levom ili po desnom novosadskom koloseku, dok se voz iz smera stanice Surčin može otpremiti ka stanici Nova Pazova samo po levom ili po desnom šidskom koloseku;
- U stanicu Stara Pazova - iz smera stanice Golubinci ulaze desni i levi šidski kolosek magistralne pruge Beograd Centar - Stara Pazova - Šid - državna granica - (Tovarnik);
- U stanicu Inđija - iz smera stanice Golubinci ulazi desni šidski kolosek magistralne pruge Inđija - Golubinci koji se završava na 1. staničnom koloseku. Od prve ulazne skretnice br. 1A u km1+950 desnog šidskog koloseka skretnicom br. 1B u km2+102 odvaja se deo budućeg levog šidskog koloseka čija trasa na bloku 1. prolazi ispod desnog i levog novosadskog koloseka i završava se na 4. staničnom koloseku. Na području bloka 1. levi šidski kolosek se u sadašnjim uslovima završava grudobranom u km2+194. Na ovaj način konstruktivno je izvedeno da iz stanice Inđija ka stanicama Stara Pazova i Beška izlaze dva novosadska koloseka, a ka stanici Golubinci izlaze dva šidska koloseka, s tim što se od skretnice br. 1A u km1+950 ka stanici Golubinci nastavlja samo jedan postojeći (desni šidski) kolosek.
- Na području rasputnice Karlovački Vinogradi - od strane STO Karlovački Vinogradi skretnicom br. 4R ugrađenoj u km 2+050 na levi kolosek pruge (Beograd Centar) - Stara Pazova - Novi Sad - Subotica - državna granica - (Kelebia) priključuje se jednokolosečna pruga od STO Karlovački Vinogradi.

TK dispečeri upravljaju i vozovima koji se primaju i otpremaju sa ovih priključnih pruga [3].

Projektom je predviđeno da se GSM-R sistemom pokrije trasa pruge od Beograd Centra do granice

sa Mađarskom (Kelebija) u smislu obezbeđivanja funkcionisanja ETCS-a nivoa 2, za brzine vozova do 200 km/h, kao i bezbedne platforme za govornu komunikaciju i prenos podataka između železničkog osoblja (dispečeri, otpravnici, ekipe za manevrisanje, mašinovođe i sl.) i vozova. Takođe se predviđa i sistem za prenos za potrebe GSM-Ra i signalizacije (ETCS2). Sistem treba da bude interoperabilan i da se integriše u evropski sistem upravljanja železničkim saobraćajem [3].

2.2. Planirana organizacija putničkog saobraćaja

Na ovoj deonici saobraćaju međunarodni, regionalni i gradsko-prigradski vozovi za prevoz putnika, na sledećim pravcima:

- međunarodni na pravcima Beograd - Subotica - državna granica sa Mađarskom i Beograd - Šid - državna granica sa Hrvatskom,
- regionalni na pravcima Beograd - Novi Sad - Subotica i Beograd - Šid,
- gradsko-prigradski na delu od stanice Beograd Centar do stanice Batajnica.

2.3. Status službenih mesta na pruzi

Službena mesta na pruzi prikazana su u tabeli 1. Sva službena mesta od stanice Beograd Centar do stanice Petrovaradin uključena su u centralni sistem kontrole i upravljanja saobraćajem, tj. u sistem telekomande. Po završetku radova i stanica Novi Sad biće uključena u telekomandu. Sistem telekomande ugrađen na delu pruge Beograd Centar - Novi Sad omogućava automatsko i/ili ručno formiranje puta vožnje voza putem ugrađene opreme centralizovane kontrole saobraćaja. Formiranje puta vožnje putem staničnih postavnica praktikuje se samo u slučaju pojave kvara na opremi ili tokom izvođenja radova na održavanju pruge.

Tabela 1. Službena mesta na pruzi Beograd Centar - Novi Sad

Služb. mesto	Status	Služb. mesto	Status
Beograd Centar	Stanica	Nova Pazova	Stanica
Novi Beograd	Stanica	Stara Pazova	Stanica
Tošin Bunar	Stajalište	Inđija	Stanica
Zemun	Stanica	Beška	Stanica
Altina	Stajalište	Karl. vinogradi	Rasputnica
Zemunsko Polje	Stanica	Srem. Karlovci	Stanica
Kamendin	Stajalište	Petrovaradin	Stanica
Batajnica	Stanica	Novi Sad	Stanica

Shodno navedenom, da bi se omogućilo automatsko formiranje puta vožnje regulisanje i upravljanje saobraćajem mora se vršiti iz TK centra, te su statusi službenih sledeći [3]:

- granične odvojne stanice na pruzi su stanice Beograd Centar i Novi Sad (po završetku radova) jer se, uzimajući u obzir njihov položaj na mreži pruga, od ovih stanica odvajaju pruge koje nisu uključene u sistem telekomande,
- posednute TK stanice su stanice: Novi Beograd, Zemun, Batajnica, Stara Pazova, Indija i Petrovaradin (do završetka radova u stanici Novi Sad),
- neposednute TK stanice su: Zemun Polje, Nova Pazova, Beška i Sremski Karlovci.

Vozovi na relaciji Beograd Centar - Novi Sad - Beograd Centar se ne zaustavljaju na stajalištima Altina i Kamendin, na ovim stajalištima se zaustavljaju samo vozovi iz sistema gradske železnice BG voz, koji saobraćaju na ovoj deonici do stanice Batajnica.

2.4. Tarifske kategorije putničkih vozova [4]

IC - Inter City vozovi, za prevoz putnika između velikih gradova u unutrašnjem i međunarodnom saobraćaju.

REx - Regio Express vozovi, za brzi prevoz putnika u unutrašnjem saobraćaju unutar regiona sa zadržavanjem u većim službenim mestima.

Re - Regio vozovi, za prevoz putnika u unutrašnjem saobraćaju unutar regiona sa zadržavanjem u većem broju usputnih službenih mesta.

IC voz zaustavljanja: Beograd Centar - Novi Beograd - Novi Sad. Putuje 36 minuta.

REx voz zaustavljanja: Beograd Centar - Novi Beograd - Batajnica - Nova Pazova - Stara Pazova - Indija - Beška - Sremski Karlovci - Petrovaradin - Novi Sad. Putuje 49 minuta.

Re voz zaustavljanja: Beograd Centar - Novi Beograd - Tošin Bunar - Zemun - Zemunsko Polje - Batajnica - Nova Pazova - Stara Pazova - Indija - Beška - Karlovački Vinogradi - Sremski Karlovci - Petrovaradin - Novi Sad. Putuje 57 minuta.

3. SISTEMI OPREMA I UREĐAJI ZA REGULISANJE SAOBRAĆAJA VOZOVA

U sklopu izvršene modernizacije opreme i uređaja u svim stanicama na delu pruge Beograd Centar - Novi

Sad ugrađeni su novi elektronski signalno-sigurnosni uređaji tipa „DS6-60“ sa sistemom za upravljanje i nadzor tipa „MMI“ proizvođača „CRSC Research & Design Institute Group Co. Ltd.“ iz Republike Kine [3].

Kao nadgradnja pružnih i staničnih elektronskih signalno-sigurnosnih uređaja, sva službena mesta na delu pruge Beograd Centar - Novi Sad uključena su u centralni sistem kontrole i upravljanja saobraćajem - telekomandu. Novougrađeni uređaji telekomande su tipa „FZt-CTC“ proizvođača „CRSC Research & Design Institute Group Co. Ltd.“ iz Republike Kine. U stanici Beograd Centar izgrađen je prvi centar telekomande ovog tipa, odakle se daljinski reguliše saobraćaj vozova na pruzi Beograd Centar - Novi Sad. Po završetku radova na deonici Novi Sad - Subotica, drugi centar telekomande biće izgrađen u stanici Novi Sad, odakle će se daljinski regulisati saobraćaj vozova na pruzi Novi Sad - Subotica.

3.1. Sistem telekomande saobraćaja CTC

Sistem za slanje saobraćajnih komandi koristi centralizovanu telekomandu saobraćaja (CTC - centralized traffic control) i projektuje se u skladu sa ciljanom brzinom i potrebama mešovitog saobraćaja putničkih i teretnih vozova. Sistem telekomande vrši centralizovano komandovanje i kontrolu kretanja vozova i ostvaruje funkcije planiranja i operativnog rukovođenja. U svakoj stanici je ugrađen satelit - stanični deo uređaja telekomande [3].

Opšti tehnički zahtevi za sistem telekomande:

- Funkcije sistema se prilagođavaju karakteristikama saobraćaja vozova velikih brzina i velike gustine, a tako se prilagođava i način operativnog rukovođenja;
- Sistem može automatski postavljati puteve vožnje u skladu sa redom vožnje, a takođe je moguće i ručno postavljanje puteva vožnji;
- Sistem je povezan sa sistemom za kontrolu vozova (ETCS) u cilju uvođenja i opoziva komande za ograničenja brzine voza;
- Oprema u jezgru sistema TK je redundantna i, kao kanal prenosa podataka, u sistemu se usvajaju glavni i rezervni namenski digitalni kanali.

Rukovođenje planiranjem kretanja vozova

Sistem telekomande saobraćaja omogućava funkcije ispitivanja, prikaza i objavljivanja osnovnog grafikona kretanja voza (reda vožnje). Osnovni grafikon kretanja voza je glavna tačka za izračunavanje vremena žurenja ili kašnjenja vozova. Centralni dispečer stalno prilagođava radni plan realnoj situaciji i periodično šalje

korigovane radne planove svakoj stanici. Stanica prikazuje situaciju o sopstvenom korigovanom radnom planu, kao i o planovima u dve susedne stanice.

Sistem telekomande saobraćaja automatski opisuje stvarnu liniju kretanja voza da bi generisao stvarni dijagram prema informacijama dobijenim sa tačaka za javljanje i da bi izračunao vreme žurenja ili kašnjenja voza u odnosu na osnovni grafikon. Sistem čuva stvarni dijagram kretanja na mestu definisanom za čuvanje. Saobraćajni dispečer može da izvrši uvid u prethodne stvarne dijagrame kretanja određenog voza.

Rukovođenje dispečerskim komandama

Dispečerska komanda je važan način i sredstvo za ostvarenje komandne uloge dispečera u kretanju voza. Dispečer može da izda pisanu dispečersku komandu svakoj stanici, na deonici koju kontroliše, žičanim putem. Format dispečerske komande je u skladu sa relevantnom specifikacijom i isporučuje se u formi elektronskog teksta. Lice kome je komanda namenjena može da dobije i savete i da potvrdi vreme prijema komande.

Upravljački modovi (režimi upravljanja)

Sistem omogućava dva načina (moda) upravljanja - dispečersko centralno upravljanje i vanredno stanično upravljanje. Prelazak između staničnog i dispečerskog centralnog upravljanja se može izvršiti kada su zadovoljeni za to potrebni uslovi.

Osnovni način upravljanja je **dispečersko centralno upravljanje**. Kada je u tom modu, sistem telekomande saobraćaja može da upravlja putevima vožnje automatski, u skladu sa redom vožnje. Sistem telekomande saobraćaja, u režimu (modu) dispečerskog centralnog upravljanja ima tri načina rada:

- Centralni režim rada: CTC (TK) terminal u TK centru ima potpunu kontrolu nad signalnom opremom, TK dispečer ima pravo da upravlja voznim putevima vožnje i manevarskim putevima vožnje, dok otpravnik vozova u stanici nema;
- Režim rada sa ranžiranjem iz stanice: TK dispečer ima pravo da upravlja voznim putevima vožnje, ali ne i manevarskim putevima vožnje, dok otpravnik vozova u stanici nema pravo upravljanja voznim putevima vožnje, ali može da upravlja manevarskim putevima vožnje. Za deblokadu blokiranih puteva vožnje važi princip „ko blokira taj razrešava“ (deblokira);
- Stanični režim rada: Stanični terminal ima potpunu kontrolu nad signalnom opremom, otpravnik vozova u stanici ima pravo da upravlja i voznim

i manevarskim putevima vožnje, dok TK dispečer nema to pravo.

Stanično (vanredno) upravljanje (preko MMI terminala) se koristi vanredno; to je vid rezervnog načina upravljanja. To znači da je stanično upravljanje izdvojeno iz centralizovanog dispečerskog rukovanja i predato na ručno komandovanje putem komandnog pulta staničnog ESSU uređaja kada je oprema u centru telekomande u kvaru ili kada se desi neka situacija koja ugrožava sigurno kretanje vozova ili je potrebno održavanje opreme većeg obima ili se vrši dogradnja nove opreme.

U režimu staničnog (vanrednog) upravljanja, TK sistem više ne izdaje upravljačke naredbe ESSU-u. Svi vozni i manevarski putevi vožnje se ručno postavljaju preko MMI terminala povezanog na staničnu signalno-sigurnosnu računarsku opremu. TK sistem se koristi samo za primanje komandi u vezi sa planiranim radovima i stanjima i prikazivanjima informacija koje se razmenjuju između stanica.

Kretanje vozova

Centar telekomande šalje prilagođen red vožnje satelitu u stanici. Satelit u stanici pretvara red vožnje u komandu za put vožnje i izdaje ga ESSU koji postavlja put vožnje u skladu sa realnom situacijom u stanici, u susednoj stanici, na međustaničnom rastojanju i relevantnim propisima. U isto vreme, sistem obezbeđuje i funkciju ručnog postavljanja puteva vožnji.

Praćenje kretanja vozova

Sistem automatski prati kretanje vozova na osnovu promena u stanjima signalne opreme. Za slučaj potrebe obezbeđena su i sredstva za intervenciju ručnim unosom.

Napajanje pruge i upravljanje stanjem blokiranosti koloseka

Sistem ima funkciju podešavanja stanja staničnih koloseka (da li su pod naponom ili nisu) i može da spreči postavljanje put vožnje za električnu lokomotivu da ne bi ušla u područje bez napajanja. TK sistem omogućava funkciju blokade odseka i opoziva, a ima i mogućnost kontrole blokiranog dela pruge. Ne dopušta se izlazak nijednog voza na blokirane koloseke.

Tačke automatskog uzrokovanja

Pod tačkama uzrokovanja voza se misli da sistem automatski utvrđuje tačne trenutke odlaska i dolaska

voza, što je suština za pokretanje systemske funkcije ulaska i odlaska voza automatski i takođe je važan izvor podataka za beleženje ostvarenog reda vožnje zbog generisanja dijagrama kretanja voza automatski od strane sistema.

Prikaz i rukovanje signalnim uređajima

Stanje signalnih uređaja i informacija o kretanju voza mogu biti prikazani na ekranu svake radne stanice. Moguće je zadavanje ručnih komandi signalnim uređajima.

Sveobuhvatno rukovođenje održavanjem

Oprema radnog mesta sveobuhvatnog održavanja i dispečer sveobuhvatnog održavanja su predviđeni u centru za telekomandu za svaku deonicu telekomande. Pod rukovodstvom saobraćajnog dispečera, dispečer održavanja je odgovoran za izdavanje naredbi za radove na terenu na održavanju celokupne opreme za kretanje vozova.

Održavanje sistema

Kod održavanja sistem obezbeđuje upravljanje mrežom, nadzor nad radom, javljanje alarma, prikupljanje i čuvanje radnih zapisa itd.

Na slici 1. prikazan je izgled TK-panela na kome su prikazane sve stanice sa svim signalima, uređajima i postrojenjima od Beograd Centra do Novog Sada, osim stanice Novi Sad. TK-dispečeri na ovom panelu prate saobraćaj vozova.

Rukovanje uređajem telekomande

Pre svakog rukovanja uređajem u cilju ručnog formiranja puta vožnje treba proveriti da li su ispunjeni preduslovi za njegovo uspešno ostvarivanje. Da bi se data komanda za ručno formiranje puta vožnje ostvarila, prethodno treba proveriti [3]:

- da je TK dispečer pod svojim imenom prijavljen za rad na centralnom kontrolnom monitoru,
- pokazivače stanja signala u svim stanicama na TK pruzi,
- pokazivače stanja odseka u pogledu zauzeća na celoj pruzi,
- pokazivače skretnica i iskliznica u pogledu zauzeća i kontrole ispravnog položaja u svim službenim mestima na pruzi.

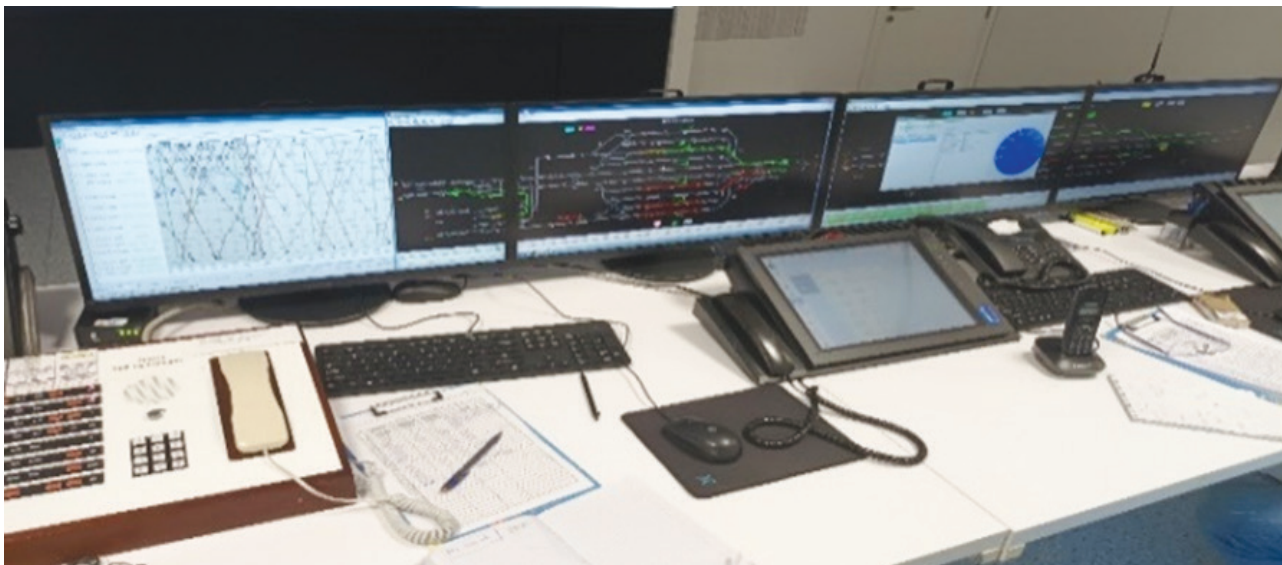
Na slici 2. prikazani su komandni uređaji TK-dispečera. Kada TK-dispečer ručno reguliše saobraćaj na ovoj deonici, potrebno je da na svom računaru uđe u svaku stanicu posebno i da formira put vožnje tj. upravlja signalima.

3.2. Formiranje puta vožnje u službenim mestima

U graničnoj TK stanici put vožnje za voz formira otparnik vozova putem stanične postavnice na način koji je propisan odredbama uputstva za rukovanje signalno-sigurnosnim uređajem u toj stanici. U TK stanicama put vožnje za voz automatski ili ručno formira TK dispečer putem centralnog sistema kontrole saobraćaja. Centralni sistem kontrole saobraćaja omogućava TK dispečeru automatsko trasiranje, praćenje i



Slika 1. TK-panel [3]



Slika 2. Komandni uređaji TK-dispečera [3]

kontrolisanje puta vožnje voza, što ga ne oslobađa odgovornosti da mora da prati kretanje voza i kontroliše blagovremeno formiranje i izvršenje puta vožnje. Pored navedenog, TK dispečer ima mogućnost da u stanicama upotrebom odgovarajućih komandi uključi i prolazni režim saobraćaja vozova. U slučaju potrebe za ručnim formiranjem puteva vožnji, moraju biti obezbeđeni tako blagovremeno da ne dolazi do nepotrebnog smanjenja brzine vozova ili njihovog eventualnog zaustavljanja pred ulaznim ili izlaznim signalima.

U slučajevima kada je vozu obezbeđen odgovarajući ulazni/izlazni put vožnje, a voz se nepredviđeno zaustavio na staničnom koloseku, skretničkom području ili staničnom pružnom koloseku, a odgovarajući signal ne počinje automatski da pokazuje signalni znak zabranjene vožnje postupa se prema sledećem:

TK dispečer, odnosno otpravnik vozova, ne sme obezbeđeni put vožnje odmah razrešiti dok se pouzdano ne uveri da je voz, za koji je obezbeđen put vožnje, izuzetno stao na staničnom koloseku, skretničkom području ili staničnom pružnom koloseku i da ga neće ponovo pokrenuti mašinovođa. Obezbeđeni put vožnje ne sme biti razrešen sve dok se pouzdano ne preduzmu mere da se osoblje vučnog vozila obavesti da ne sme pokretati voz i da će put vožnje biti razrešen, a da dalja vožnja tog voza nije dozvoljena.

Za obezbeđenje drugih puteva vožnji u ovakvom slučaju mora se proveriti slobodnost granice izolovanih odseka, a prema potrebama mora se narediti pomeranje voza koji je izuzetno stao i to tako da se izvrši njegovo uvlačenje na stanični kolosek i smeštanje unutar granice izolovanog odseka.

3.3. Služba TK dispečera

U TK centru Beograd Centar služba TK dispečera obavlja se neprekidno, u smenama od po 12 sati, po modelu radnog vremena 12/24/12/48. Službu TK dispečera redovno obavljaju dva izvršioca i to tako da jedan radnik neposredno rukuje uređajima telekomande, odnosno obavlja poslove TK dispečera, dok drugi radnik za to vreme obavlja poslove operatora, odnosno pomoćnika TK dispečera. U toku smene dva TK dispečera sporazumno dogovaraju ko će od njih početi da radi kao TK-dispečer, a ko kao operator. Na polovini smene, odnosno po isteku vremena od 6 sati, TK dispečer i operator međusobno menjaju poslove tako da TK dispečer obavlja poslove operatora, a operator poslove TK dispečera [3].

TK dispečer obavlja sledeće poslove:

- crtanje i prilagođavanje tročasovnog i četvoročasovnog etapnog plana saobraćaja vozova,
- vrši izmenu i prilagođavanje plana saobraćaja vozova u skladu sa realnim uslovima saobraćaja,
- izrađuje plan saobraćaja vozova čiji red vožnje nije objavljen u redu vožnje,
- stara se da se u skladu sa realnim uslovima vrši automatsko trasiranje puteva vožnji,
- u slučaju potrebe vrši ručno trasiranje puteva vožnji,
- uređuje, odobrava i ukida dispečersku komadnu,
- izdaje odobrenje za promenu režima rada,
- tokom regulisanja saobraćaja vrši sporazumevanje sa otpravnicima graničnih stanica i ovlašćenim staničnim radnicima po pitanju: davanja/trazjenja dopuštenja i odjave u propisanim slučajevima, izdavanja naređenja i obaveštenja staničnom osoblju,

- izdaje potrebna naređenja i obaveštenja voznom osoblju u cilju obezbeđenja bezbednog i urednog saobraćaja,
- reguliše saobraćaj u uslovima smetnji i kvarova, te zahteva posadanje službenih mesta i preduzimanje drugih mera radi obezbeđenja saobraćaja,
- stara se o osvetljenosti skretnica i signala,
- izdaje odobrenje za početak planiranih radova na pruzi i kolosecima prema datim odobrenjima za zatvor pruge/koloseka, a u slučaju potrebe i u uslovima iznenada nastalih potreba,
- organizuje saobraćaj pomoćnih i radnih vozova,
- u slučaju da operator ne može da nastavi rad preuzima i njegove poslove,
- obavlja i druge poslove koji su od značaja za uredno funkcionisanje službe TK dispečera.

Operator (pomoćnik TK dispečera) obavlja sledeće poslove:

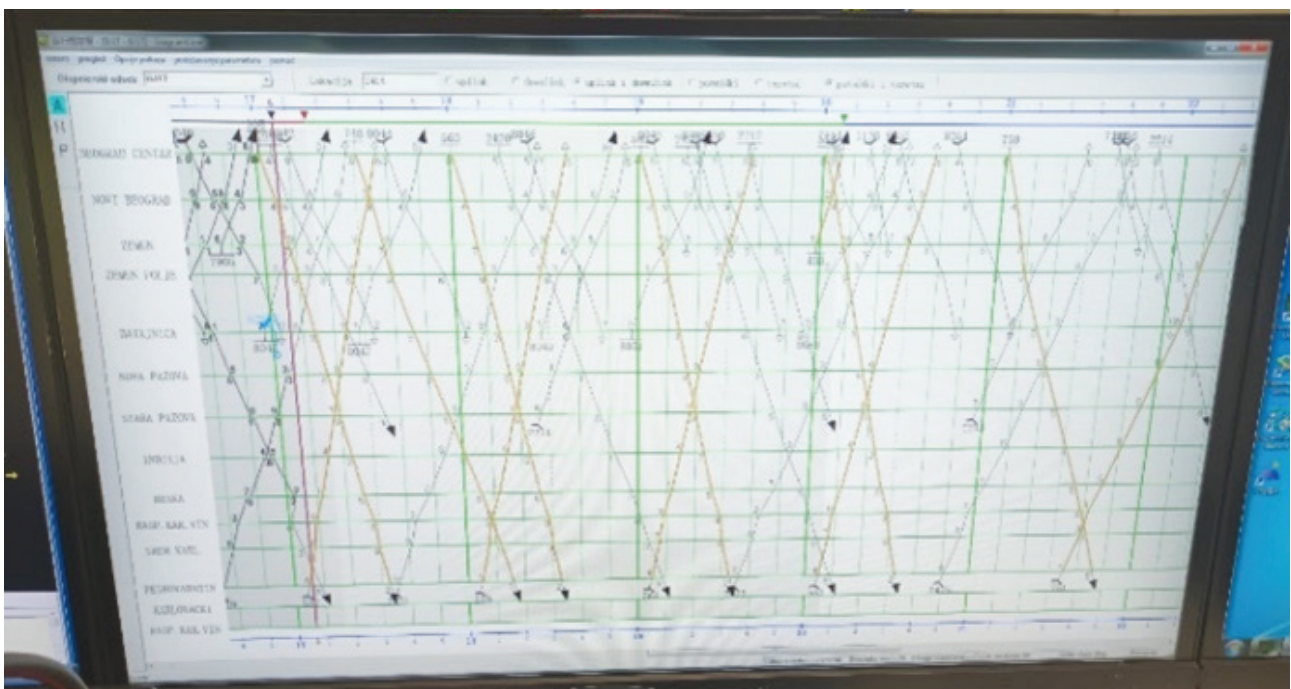
- uređuje i ukida TSR komandu, o čemu obaveštava TK dispečera,
- po potrebi uređuje, odobrava i ukida dispečersku komandu,
- sa svog terminala prati i kontroliše realizaciju saobraćaja vozova,
- prima izveštaje koji se odnose na saobraćaj vozova i promene u saobraćaju,
- prima analize vozova, vodi evidenciju bruta za otpremu sa svog područja i brine se za njegovu otpremu,
- vodi evidenciju zatvora koloseka i pruge,

- vodi evidenciju smetnji na uređajima za sporazumevanje i na SS uređajima,
- prikuplja podatke o stanju vremenskih prilika, uključuje i isključuje uređaje za grejanje skretnica u službenim mestima,
- u slučaju da TK dispečer ne može da nastavi rad, preuzima i njegove poslove,
- obavlja i druge poslove koje od njega zatraži TK dispečer, a koji su od značaja za uredno funkcionisanje službe TK dispečera.

Na slici 3. prikazan je stvarni grafikon kretanja vozova koji sistem automatski iscrtava.

3.4. ETCS (European Train Control System) - evropski sistem za kontrolu vozova

ETCS - evropski sistem kontrole vozova je komponenta za signalizaciju i kontrolu Evropskog sistema upravljanja železničkim saobraćajem ERTMS (European Rail Traffic Management System) [5]. To je zamena za zastarele sisteme zaštite vozova i dizajnirana je da zameni mnoge nekompatibilne bezbednosne sisteme koje trenutno koriste evropske železnice. Standard je takođe usvojen van Evrope i opcija je za primenu širom sveta. U tehničkom smislu to je vrsta pozitivne kontrole vozova. ETCS se sprovodi sa standardnom opremom za praćenje i objedinjenom kontrolnom opremom u okviru pokretne stanice. U svom naprednom obliku, sve informacije prosleđuju se bežično, uklanjajući potrebu za signalima pored

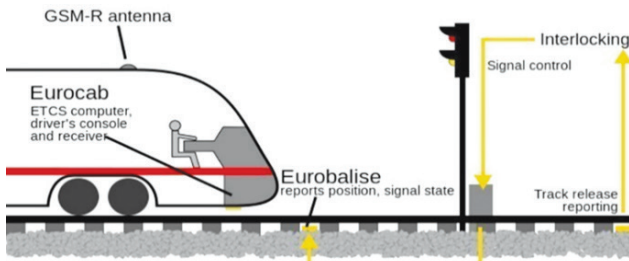


Slika 3. Stvarni grafikon saobraćaja vozova [5]

pruge koje posmatra mašinovođa. Ovo je temelj za definisanje automatskog rada vozova. Oprema za praćenje ima za cilj razmenu informacija sa vozilom radi bezbednog nadzora nad cirkulacijom vozova. Informacije koje se razmenjuju između pruge i vozova mogu biti neprekidne ili povremene u skladu sa ETCS nivoom primene i prirodom samih informacija.

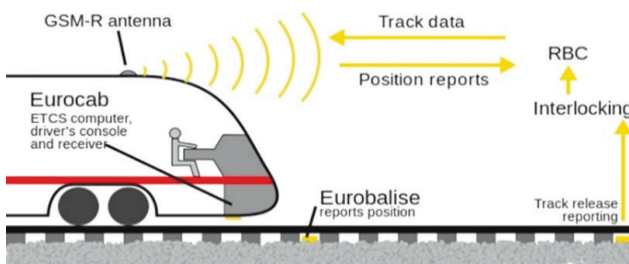
U primeni su 3 nivoa ETCS sistema.

Nivo 1 - je sistem signalizacije koji se koristi na postojećem sistemu signalizacije. Eurobalize koje su postavljene duž pruge služe da prenesu informacije računaru koji se nalazi u vozilu (lokomotivi), koji te informacije obrađuje i daje mašinovođi na uvid (slika 4).



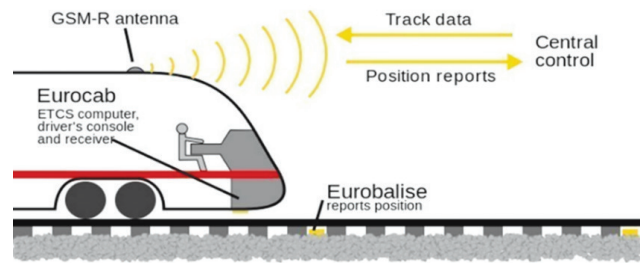
Slika 4. ETCS 1 [5]

Nivo 2 - je sistem koji koristi GSM-R (Global Mobile System - Railways) globalni mobilni sistem za razmenu informacija sa lokomotivskim računarem i RBC-om (radio - blok centar). Eurobalize ovde služe za pasivno označavanje pozicije. Ovaj sistem ne zahteva postavljanje signala pored pruge (slika 5).



Slika 5. ETCS 2 [5]

Nivo 3 - ovaj sistem takođe ne zahteva postavljanje signala pored pruge, signalizacija se obavlja putem kabinske signalizacije i GSM-r, položaj vozila određuje se uz pomoć eurobaliza, u upotrebi je i „pokretni blok“ (Moving block). Pokretni blokovi predstavljaju sistem gde vozila uz pomoć računara određuju lokaciju ostalih vozova i na osnovu toga vrše proračun optimalne brzine kretanja, zbog sleđenja uzastopnih vozova (slika 6).



Slika 6. ETCS 3 [5]

3.5. ETCS 2

Deo pruge Beograd Centar - Novi Sad opremljen je jedinstvenim evropskim sistemom za kontrolu saobraćaja vozova (ETCS) nivoa 2, koji predstavlja nadgradnju na konvencionalni signalno - sigurnosni sistem, jer kontrolu položaja voza i kontrolu celovitosti voza vrši pružni uređaj konvencionalnog signalno - sigurnosnog sistema (sistem brojača osovina), koji nije deo ETCS sistema.

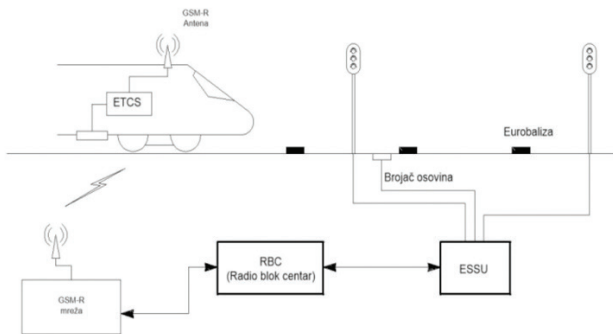
U Republici Srbiji, ETCS nivoa 2 se koristi istovremeno sa svetlosnim signalima signalno-sigurnosnog sistema. Nivo 2 sistema ETCS znači da se ovaj sistem bazira na korišćenju GSM mreže kako bi se vozilu kontinuirano prenosili podaci o dozvoljenoj brzini i o trasi, eurobalize se koriste kao pasivni markeri lokacije voza, pri čemu računar obrađuje informacije koje se prenose. Prvenstveni zadatak sistema ETCS nivoa 2 je kontrola kretanja voza i u slučaju potrebe zaštita od prekoračenja brzine voza. ETCS sistem nivoa 2 sastoji se od dva osnovna dela: pružnog i lokomotivskog.

Pružna oprema ETCS sistema nivoa 2 sastoji se od:

- eurobalize - pružni transponder za prenos informacija između koloseka i vozila, kao i za prenošenje informacija o stacionaži izolovanih preklopa KM i RBC preklopima;
- GSM-R (Global Mobile System-Railways) mreža - globalni mobilni sistem koji obavlja funkciju razmene informacija između RBC i opreme na vozilu;
- radio- blok centar (RBC - Radio Block Centre) - koji na osnovu svih potrebnih statičkih i dinamičkih podataka generiše dozvolu za vožnju (MA - Movement Authority);
- centar za upravljanje ključevima (KMC - Key Management Centre) - pružna komponenta koja je zadužena za upravljanje kriptografskim ključevima na pruzi, kako bi se omogućio bezbedan radio- prenos ETCS podataka.

Dvosmerna razmena podataka između lokomotive i pruge postiže se putem bežične GSM-R mreže.

RBC generiše dozvolu za vožnju, brojači osovina kontrolišu zauzetost staničnih i prostornih odseka, a eurobalize utvrđuju lokaciju voza (slika 7).



Slika 7. Šema ETCS-a 2 [5]

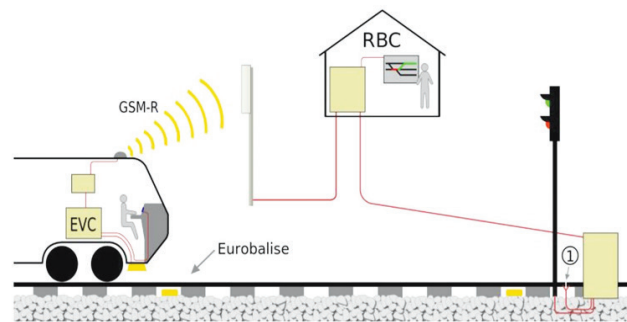
U RBC su u obliku mapa sadržani putevi vožnji, svi statički podaci deonice pruge (dopuštene brzine, nagibi, stanje koloseka, položaj eurobaliza). Putem direktne veze između RBC i staničnih signalno - sigurnosnih uređaja (CBI), RBC raspolaže sa svim promenljivim informacijama (položaji skretnica, pokazivanje signala i dr.), pomoću kojih proračunava dozvolu za vožnju za svaki voz koji se kontroliše putem ETCS-a, a može i da opozove prethodno izdatu dozvolu za vožnju.

Kada voz prođe preko eurobalize, RBC-u se šalje nova pozicija i brzina voza, on obrađuje dobijene podatke i vraća povratnu informaciju kojom dozvoljava ili zabranjuje ulaz voza u naredni blok odsek, kao i podatak o najvećoj dopuštenoj brzini voza. Iz navedenih razloga, za voz koji saobraća u sistemu ETCS-a signalni znaci svetlosnih signala ugrađenih pored koloseka postaju suvišni.

Ovde je neophodno naglasiti da voz koji saobraća brzinama do 160km/h može i ne mora saobraćati u sistemu ETCS. Voz koji saobraća brzinama preko 160km/h mora saobraćati u sistemu ETCS.

Za ulazak u sistem ETCS voz se zaustavlja na području eurobalize (slika 8), mašinođa se mora prvo prijaviti tj. u svoj računar u upravljačnici uneti sledeće podatke:

1. lozinku - ključ za pristup sistemu RBC, takozvani identifikacioni broj (ID),
2. podatke o vozu:
 - tačan broj voza (mora biti broj koji je već unet u red vožnje),
 - dužinu voza,
 - maksimalnu brzinu kojom saobraća,
 - bira mod (ATP režim - ATP uređaj je deo opreme ETCS na lokomotivi) u kojem će saobraćati.



Slika 8. Prijava na ETCS [5]

Režimi u kojima voz može saobraćati su:

- Full Supervision (FS) - pun nadzor,
- On Sight (OS) - prema preglednosti pruge,
- Staff Responsible (SR) - na odgovornost osoblja,
- Shunting (SH) - za manevrisanje,
- Unfitted (UN) - vožnja u području koje nije opremljeno ETCS,
- Sleeping (SL) - vožnja na pomoćnom vozilu,
- Stand By (SB) - vožnja u pripravnosti,
- Trip (TR) - vožnja u preletanju,
- Post Trip (PT) - vožnja posle preletanja,
- System Failure (SF) - vožnja pri otkazu sistema,
- Isolation (IS) - razdvajanje,
- No Power (NP) - bez napona,
- Non Leading (NL) - nije vodeća lokomotiva u nizu,
- National System (SN) - vožnja po nacionalnom sistemu,
- Reversing (RV) - promena smera kretanja.

Mašinođa može pri prijavljivanju izabrati bilo koji od ovih režima, osim prva dva FS i OS, jer njih daje samo RBC, ali se uglavnom startuje iz SR moda. Po unošenju ovih podataka čeka se da ga „sistem“ prihvati, odnosno da preko balizne grupe na kojoj se voz nalazi, ove podatke GSM-R mreža prenese do RBC-a koji će po izvršenoj proveru podataka „voditi“ voz tj. dati dozvolu za vožnju (MA).

Kad sistem prihvati prijavu voza, RBC mašinođi na njegovom ekranu dopunjuje podatke o:

- statusu položaja voza - validan,
- smeru kretanja - pozitivan/negativan (negativan je kad saobraća po susednom koloseku),
- položaju voza - Batajnica EoGB,
- kraju dozvole za vožnju,
- statusu prinudnog zaustavljanja (na pr. nepoznat).

TK dispečer nema nikakve dodatne obaveze prema vozu koji saobraća u ETCS sistemu u odnosu na ostale vozove, on formira put vožnje ovog voza (kao i svakog drugog),-a prijavljivanje u sistem teče bez uticaja TK dispečera.

Da se voz prijavio da vozi u ETCS sistemu prepoznaje se po tome što se put vožnje voza obeležava svetlo- zelenom linijom oivičenom sivom trakom, što se prikazuje automatski, kao što je prikazano na slici 8.

TK dispečer ima mogućnost da, u slučaju potrebe, prinudno zaustavi voz davanjem komande za prinudno zaustavljanje (Funkcija → Prinudno zaustavljanje voza). Ovu poruku TK dispečer šalje RBC-u, a RBC šalje ATP uređaju na lokomotivi nakon čega se voz prinudno zaustavlja bez uticaja mašinovođe. Ovo je u suštini osnovna funkcija ETCS sistema - da u svakom trenutku kontroliše kretanje voza i ako je potrebno da ga prinudno zaustavi.

Da bi se vozovi koji saobraćaju u ETCS sistemu razlikovali od ostalih vozova, osim drugačijeg prikazivanja puta vožnje, ovi vozovi se po prijavi obeležavaju kurzivnim (iskošenim) brojevima.

3.6. Opšti sigurnosni zahtevi

Zahtevani ERTMS/ETCS s l e nivoa 2 mora posedovati odnosno podržavati sledeća svojstva [5]:

- Vozilo uključeno u nadzor putem ETCS s l et ne sme prekoračiti dozvolu za vožnju (MA);
- Vozilo uključeno u nadzor putem ETCS sistema ne sme prekoračiti nijednu dopuštenu brzinu na pruzi (SSP);
- Sa stajališta saobraćajnog osoblja se na vožnje signalisane signalima i na vožnje putem ETCS sistema primenjuju isti saobraćajni propisi, osim za vožnje u OS režimu, za čiju primenu se mora obezbediti pokazivanje posebnog signalnog znaka kojim se dozvoljava dalja vožnja putem ETCS sistema, iako nisu ispunjeni bezbednosni uslovi za postavljanje signalnog znaka za dozvoljenu vožnju ("pozivni signal"). Ako ovaj signalni znak ne može biti postavljen, mora se koristiti vožnja u SR modu;
- Pružni ETCS sistem nivoa 2 ne sme dovesti do ograničenja u upravljanju saobraćajem ili do degradacije performansi saobraćaja (npr. propusna moć pruge) u odnosu na stanje pre implementacije istog;
- Interfejsi između ETCS komponenti i spoljašnjih elemenata signalno-sigurnosnih uređaja moraju biti signalno-tehnički bezbedni;
- Za vožnju voza preko signala koji pokazuje signalni znak „Stoj“ se način „pod odgovornošću osoblja“ (SR) aktivira pisanim nalogom otpravnika vozova (ukoliko je stanica posednuta), odnosno TK dispečera (ukoliko stanica nije posednuta).

Nakon pritiska na taster „Nalog“ (za prelazak preko) (Override) za vreme mirovanja lokomotive (NV) uređaj na vozilu se prebacuje u način „pod odgovornošću osoblja“ (SR);

- Za privremene lagane vožnje (TSR - Temporary Speed Restriction) se koriste s l et iz RBC.

Uređaj ETCS na vozilu mora za kontrolu brzine voza raspolagati minimalno sledećim podacima:

- podaci o vozu (Train data) kao što su najveća brzina, kočione karakteristike, dužina voza, masa voza i sl,
- podaci o pruzi (Track data) kao što su statički profil brzine (odnosno najveće dopuštene brzine), s l ete, dužina pruge s l.

Podaci o vozu (koje unosi mašinovođa) se smeštaju u uređaju na vozilu i šalju RBC-u prilikom iniciranja sesije komunikacije.

Aktiviranje kočenja u slučaju opasnosti kod prolaska voza pored signalnog znaka „Stoj“ vrši se putem evrobalize.

U okviru signalizacije u upravljačnici vozovima se daju odobrenja za vožnju. Ta se odobrenja prikazuju na DMI (Driver Machine Interface - interfejs mašinovođa-mašina) ugrađenom u upravljačnici. Mašinovođa je dužan da postupa u skladu s informacijama na DMI i odgovori u skladu s operativnim pravilima.

3.7. Opšti zahtevi za funkcionalnost ETCS sistema

Podrazumeva se saobraćaj kako vozova opremljenih sistemom ETCS tako i vozova koji nisu opremljeni sistemom ETCS [5].

U slučajevima kada se voz već kreće u FS ili OS režimu, a ne može se očitati jedna ili više baliza iz jedne BG (balizna grupa), pri čemu su očitane sve balize iz prethodne i sledeće BG, ne sme doći do ograničavanja kretanja datog voza. U slučaju nemogućnosti očitavanja dve uzastopno povezane BG, mora se inicirati radno kočenje.

Mora biti moguće zadavanje MA u modu FS u sledećim slučajevima:

- a) za sve vozove koji dolaze/odlaze sa koloseka opremljenih sistemom ETCS, uključujući sve moguće varijante puteva vožnji koje omogućava nadležni ESSU (Electronic interlocking device - elektronska postavnica),

- b) za sve vozove koji odlaze na koloseke prema kojima je moguća tranzicija bez zaustavljanja (nivoi 0, 1 i NTC - nacionalni sistem), uključujući sve moguće varijante puteva vožnji koje omogućava nadležni ESSU,
- c) za sve vožnje vozova u stanicama koje su povezane sa vožnjama opisanim pod slučajevima a) i b),
- d) za sve vožnje vozova na otvorenoj pruzi opremljenoj sistemom APB nacionalnog auto-stop sistema.

ESSU mora da omogući sve neophodne podatke za RBS tako da se može zadati MA u FS režimu, a isto tako i da se može opozvati MA ili primeniti prinudno kočenje u slučaju da dođe do promene sigurnosnih uslova u toku vožnje voza za koje je već izdata MA (npr. u slučaju gubitka detekcije položaja određene skretnice u toku već zabravljenog puta vožnje ili zauzeća određenog odseka).

ESSU mora da ima mogućnost slanja ka RBC podataka o vožnjama na pozivni signal, tako da voz opremljen ETCS sistemom može saobraćati u OS režimu na delovima takvog puta vožnje gde postoji zauzetost pojedinih odseka, a u FS režimu na svim preostalim delovima takvog puta vožnje gde nisu zauzeti odgovarajući odseci.

Ukoliko su na određenom delu pruge takvi uslovi da se mogu istovremeno postaviti ili ulazni put vožnje ili odgovarajući put vožnje na pozivni signal, od izbora puta vožnje otpravnika vozova zavisi da li će se izdati MA u FS ili OS režimu.

Za zadavanje vožnje voza u OS režimu, sve skretnice u putu vožnje/putu pretrčavanja i skretnice u bočnoj zaštiti puta vožnje/puta pretrčavanja moraju biti zabravljeni u odgovarajućim položajima, bilo automatski zadavanjem takvog puta vožnje, bilo ručno od strane otpravnika vozova nadležne stanice.

U slučaju kvara na nekoj od signalnih svetiljki, ESSU mora da omogući pokazivanje sledećeg restriktivnijeg signalnog znaka, i da pošalje odgovarajuću informaciju RBC-u.

U slučaju lažnog zauzeća nekog od odseka, nakon izvršenja propisane procedure reseta otpravnika vozova, ESSU mora da pošalje odgovarajuću informaciju RBC-u. U slučaju da su ispunjeni ostali sigurnosni uslovi za planirani put vožnje preko navedenih odseka, RBC može izdati MA u FS režimu.

U slučaju opoziva zabravljenog puta vožnje za vožnju koja nije započeta, ESSU mora da pošalje odgovarajuću informaciju RBC-u kako bi se opozvala odgovarajuća izdata MA u FS režimu. Ukoliko je u toku vožnje izdata MA u OS režimu, a sigurnosni uslovi na pruzi dozvoljavaju izdavanje nove MA u FS režimu kod koje se EOA (End of Authority - kraj dozvole za vožnju) nalazi iza tekućeg EoA u smeru vožnje, RBC mora primeniti TAF (Track Ahead Free - odsek ispred slobodan) proceduru za promenu MA OS u MA FS.

RBC generiše MA za vozove kojima upravlja tako što obrađuje dinamičke podatke (stanične puteve vožnje, zauzetost odseka, poziciju voza, lagane vožnje) i statičke podatke (najveća dopuštena brzina na pruzi, nagib pruge i sl.). Dozvola za vožnju se vozu šalje preko bežičnog GSM-R.

3.8. Lokomotivska oprema sistema za kontrolu voza (ETCS ON BOARD EQUIPMENT)

Na osnovu podataka iz RBC i podataka sa šina kao i parametara voza, lokomotivska oprema ETCS nivoa 2 izračunava kontinualnu krivu za kontrolu brzine za rastojanje do cilja u realnom vremenu i ima funkciju automatske zaštite voza u skladu sa tom krivom. Osnovne funkcije opreme na vozu su: samotestiranje, bežična komunikacija, merenje brzine, provera pozicije voza, izračunavanje najrestriktivnije krive brzine, izračunavanje dinamičke krive, nadzor brzine, korekcija greške pozicioniranja usled proklizavanja pri kotrljanju, samozaštita od pogoršavanja rada, komunikacija mašinovođe i voza, čuvanje dijagnostike, prolazak preko neutralne sekcije, obrada podataka dobijenih sa euro balize, prelazak između različitih ETCS nivoa itd [5].

Oprema na vozu za ETCS nivo 2 se sastoji od glavnog računara i periferala. Glavni računar sadrži: glavnu upravljačku jedinicu, jedinicu za merenje brzine i rastojanja, jedinicu za bežičnu komunikaciju (MT), jedinicu za prijem telegrama sa euro baliza (BTM), jedinicu za snimanje pravnosnažnih podataka (crna kutija), ulazno/izlaznu jedinicu (jedinicu za interfejs ka vozu). Periferali uključuju pult kabinske signalizacije (DMI), radar i senzore brzine, antenu za prijem sa euro baliza i GSM-R antenu.

Oprema na vozu ima dva modaliteta kočenja - automatsko kočenje (uređaji imaju prioritet upravljanja) i kočenje mašinovođe (prioritet ima delovanje čoveka).

3.9. Vozovi koji imaju lokomotivsku opremu ETCS

Vozovi koji saobraćaju na pruzi Beograd - Novi Sad u sistemu ETCS su elektro - motorni vozovi švajcarskog proizvođača Stadler. EMG vozovi serije 410/418 Stadler Kiss imaju opremu za saobraćaj u sistemu ETCS 2. Srbija Voz a.d. kupila je tri voza ove serije maksimalne brzine 200 km/h za brzu prugu Beograd - Budimpešta.



Slika 9. Voz koji poseduje ETCS

3.10. Pružni auto-stop uređaji (Induzi I-60)

Kod svih glavnih signala u stanicama i otvorenoj pruzi i kod posebnih predsignala ugrađeni su pružni auto-stop uređaji (kombinovane pružne balize 1000/2000Hz) sistema I-60, a kod pojedinih glavnih signala i balize 500Hz. Balize 1000/2000 Hz se ugrađuju neposredno pored signala, a balize od 500 Hz ugrađuju se na minimum 150m ili više ispred signala, ali tako da budu minimum 450m ispred tačke koju štite. Povezivanje pružne balize 500Hz ili 1000/2000Hz se omogućava ugradnjom spoljašnjeg uređaja, koji predstavlja interfejs signala i pružnih baliza. Interfejs se ugrađuje u kućište signalnog ormara [2].

Svetlosni signalni znaci na glavnim signalima i posebnim predsignalima praćeni su određenom vrednošću frekvencije oscilatornog kola koje, kad je u rezonanciji sa odgovarajućim oscilatornim kolom na lokomotivi, utiče na logički deo auto-stop sistema i prema utvrđenim pravilima utiče na dalji tok vožnje lokomotive, odnosno voza. Frekvencije tih oscilatornih kola su 500Hz, 1000Hz i 2000Hz, a prilikom uticaja odgovarajućeg oscilatornog kola odvija se sledeće:

- 500Hz - trenutna provera brzine voza,
- 1000Hz - provera da je mašinovođa primetio signalni znak koji predsignalizuje zaustavljanje, ili ograničenje brzine ili ograničava brzinu te najavljuje proveru brzine nakon određenog vremenskog intervala definisanog režimom vožnje voza;
- 2000Hz - prolazak pored signala koji pokazuje signalni znak zabranjene vožnje.

4. SAOBRAĆAJ VOZOVA NA PRUZI BEOGRAD - NOVI SAD

4.1. Funkcionisanje saobraćaja vozova

Stanica Beograd Centar je granična stanica na TK pruzi, što znači da je to prva i poslednja stanica na deonici TK pruge koja nije uključena u telekomandu, otprema vozove na deonicu TK pruge i prima vozove sa deonice TK pruge, u kojoj saobraćaj reguliše i puteve vožnje obezbeđuje otpravnik vozova. Stanica Novi Sad je granična stanica koja nema direktan kontakt sa TK dispečerima i preko stanice Petrovaradin stupa u kontakt sa TK dispečerima.

Otpravnik vozova stanice Beograd Centar prateći red vožnje nudi voz tj. traži dopuštenje za otpremu voza TK dispečeru, koji daje dopuštenje i unosi u sistem broj voza da bi ga sistem registrovao i formirao put vožnje. Kada je stanje redovno svi vozovi koji su uneti u elektronski grafikon reda vožnje saobraćaju na osnovu unetih podataka, sistem im obezbeđuje put vožnje i pali određene signale. U ovakvom slučaju TK dispečer nakon datog dopuštenja vrši samo nadzor nad kretanjem voza duž deonice, sve do stanice Petrovaradin, preko koje stupa u kontakt sa stanicom Novi Sad i nudi joj voz. Za vozove koji nisu uneti u elektronski grafikon reda vožnje, tj. nema ih u sistemu, TK dispečer takvim vozovima obezbeđuje put vožnje i pali signale duž cele deonice. Teretni vozovi koji saobraćaju na ovoj deonici od Novog Sada do Batajnice saobraćaju noću u vremenu od 23h do 05h, njihov saobraćaj regulišu TK dispečeri jer nisu uključeni u sistem automatskog regulisanja saobraćaja zato što nemaju stalan red vožnje.

TK dispečeri moraju da vrše stalan nadzor nad kretanjem vozova, zbog čestih poremećaja u kretanju vozova prouzrokovanih određenim smetnjama na uređajima i kašnjenjem vozova [6]. Praćenjem kretanja saobraćaja vozova određuju preticanja u određenim stanicama i tada oni komanduju signalnim uređajima. TK dispečeri formiraju i rukuju manevarske puteve vožnje. Posednuta službena mesta na ovoj deonici su posednuta ovlašćenim staničnim radnikom čiji je zadatak da nadgleda saobraćaj u svojoj stanici i da avizira vozove narednoj stanici, oni imaju i mogućnost preuzimanja lokalnog rada tj. da oni upravljaju saobraćajem vozova u svojoj stanici, po odobrenju TK dispečera ili u izuzetnim situacijama da bi se izbegli neželjeni događaji.

Formirani put vožnje za vozove koji nisu uključeni u ETCS sistem prikazuje se zelenom linijom, kao na

slici 10. A za vozove koji su uključeni u ETCS sistem zelenom linijom sa sivim okvirima, kao na slici 11.

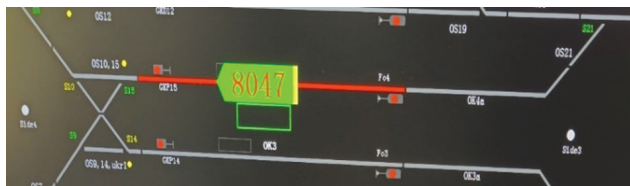


Slika 10. Formirani put vožnje bez ETCS-a [3]



Slika 11. Formirani put vožnje u ETCS-u [3]

Zauzetost koloseka se prikazuje crvenom linijom, kao na slici 12. Voz se prikazuje simbolom pravougaonik sa strelicom usmerenom u pravcu kretanja i u pravougaoniku ispisan broj voza. Za elektro- vozove zeleni pravougaonik, a za dizel- vozove beli pravougaonik. Kada voz stoji pojavljuje se žuta boja na kraju pravougaonika (slika 12).



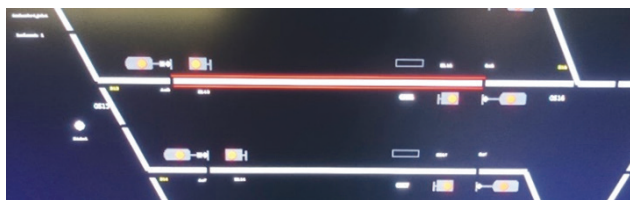
Slika 12. Prikaz zauzetog koloseka [3]

Manevarski put vožnje prikazuje se plavom linijom, kao na slici 13.



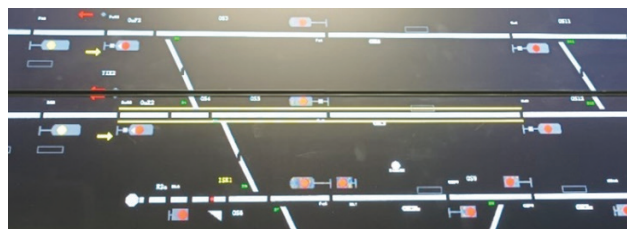
Slika 13. Prikaz manevarskog puta vožnje [3]

Kolosek na kojem je isključen napon prikazuje se crvenim linijama-okvirom, kao na slici 14.



Slika 14. Prikaz koloseka sa isključenim naponom [3]

Lagana vožnja prikazuje se žutim linijama-okvirom, kao na slici 15.



Slika 15. Prikaz lagane vožnje [3]

4.2. Razlika u kretanju vozova sa ETCS sistemom i bez ETCS sistema

Vozovi da bi saobraćali brzinom većom od 160km/h moraju da budu uključeni u ETCS sistem. Kod vozova koji saobraćaju u ETCS sistemu izlazni signal pokazuje signalni znak za dozvoljenu vožnju 3 minuta pre polaska voza, formiran put vožnje je duži nego inače i u ovom slučaju iznosi 2 međustanična rastojanja. Kada voz saobraća u ETCS sistemu TK dispečer ima uvid u tačnu lokaciju voza, njegovu trenutnu brzinu, signalni znak na narednom signalu i sl. Sam sistem ne dozvoljava mašinovođi da prekorači maksimalnu brzinu, sistem prepoznaje lagane vožnje koje uključi TK dispečer i obaveštava mašinovođu u vidu poruka na ekranu, ako mašinovođa ne reaguje na vreme sistem sam koči voz. Vozovi koji ne saobraćaju u ETCS sistemu mogu biti uključeni u sistem automatskog regulisanja saobraćaja ako imaju stalan red vožnje koji je unet u sistem.

Na slici 16. su prikazani podaci koje TK-dispečer može da vidi za voz koji saobraća u ETCS sistemu.



Slika 16. Podaci o vozu u ETCS-u [5]

5. SWOT ANALIZA

Primena SWOT analize za prikaz ERTMS-a (Evropskog sistema za upravljanje železničkim saobraćajem) prikazana je u tabeli 2 [7].

Tabela 2. SWOT model ERTMS-a

SWOT MODEL ERTMS-a	
Snage	Slabosti
<ul style="list-style-type: none"> • Automatizovanost sistema • Velika propusna moć pruge • Visok nivo bezbednosti saobraćaja • Visok nivo preglednosti saobraćaja • Visok stepen interoperabilnosti • Pogodnost sistema za vozove velikih brzina • Relativno jednostavan način upotrebe sistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Visoka cena opreme i uređaja • Konstantan nadzor ljudskog faktora nadsistemom • Kod nastanka smetnje sistem ne pronalazi sam rešenje • Visoka cena održavanja uređaja • Mala iskorišćenost kapaciteta zbog potrebne opreme na vozovima koji je ne poseduju
Mogućnosti	Pretnje
<ul style="list-style-type: none"> • Povećanje primenljivosti sistema u Srbiji • Unapređenje GSM-R sistema • Relativno jednostavan prelazak na viši novo upravljanja saobraćajem (ETCS nivo 3) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zahtevi za ETCS nivo 3 • Potencijalni bezbednosni rizici zbog velikog broja uređaja međusobno povezanih u sistem • Kvalitet opreme i uređaja • Usklađivanje sa različitim sistemom telekomande

6. ZAKLJUČAK

Analizom i obradom prikupljenih podataka u ovom radu zaključujemo da se značajno povećao kvalitet železničkog saobraćaja na pruzi Beograd - Novi Sad nakon modernizacije pruge i uvođenja nove tehnologije koja direktno utiče na poboljšanje organizacije saobraćaja. Uvođenje ETCS-a 2 dovelo je do toga da vozovi na ovoj deonici saobraćaju maksimalnom brzinom koja iznosi 200km/h, što je prvi slučaj u Srbiji da se vozovi kreću brzinom 200km/h. Primenjena tehnologija telekomandnog regulisanja saobraćaja omogućava bolju, kvalitetniju i efikasniju preglednost praćenja i regulisanja saobraćaja što je dovelo do poboljšanja samog kvaliteta organizacije saobraćaja.

LITERATURA

- [1] Stojić G, Vesković S, Tanackov I, Milinković S: Model for Railway Infrastructure Management Organization, *Promet - Traffic&Transportation*, 24 (2), 99-107. <https://doi.org/10.7307/ptt.v24i2.281>, 2012.
- [2] Vujović D, Pavlović N: Analitičke metode za proračun dužine zaustavnog puta vozova kod uređaja Siemens I60, *Železnice* 2017(4), 228-241. преузето од <https://www.casopis-zeleznice.rs/index.php/zeleznice/article/view/39>.
- [3] Infrastruktura železnice Srbije: Uputstvo o organizovanju saobraćaja, vršenju saobraćajne službe i rukovanju uređajima telekomande tipa „Fzt-CTC” na delu pruge Beograd Centar - Novi Sad, Beograd, 2022.
- [4] Čičak M, Vesković S: Organizacija železničkog saobraćaja II, Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, Beograd, 2005.
- [5] https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/ertms/what-ertms-and-how-does-it-work/etcs-levels-and-modes_en
- [6] Vesković S, Čičak M, Milinković S: Tehnologija železničkog saobraćaja, Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, Beograd, 2022.
- [7] <http://www.kelm.ftn.uns.ac.rs/literatura/uuz/2018/SWOT-UUZ12.decembar2018.pdf>