

UNIVERZALNI SISTEM ZA UPRAVLJANJE VOZA „ELEKTRONSKI POMOĆNIK MAŠINOVOĐE“ UNIVERSAL TRAIN CONTROL SYSTEM “ELECTRONIC ASSISTANT DRIVER”

UDK: 656.2+654.9

REZIME:

Opremljenost pruge tehničkim sistemima za zaštitu i upravljanje saobraćajem po pravilu zavisi od važnosti pruge, pa uobičajeno postoje velike razlike u opremljenosti glavnih i sporednih pruga. Ovaj tehnički jaz na prugama ŽS preta da se produbi, jer se tekuća modernizacija na ŽS provodi isključivo na glavnim pravicima. Zbog „nedovoljne opremljenosti“, sporedni pravci su izostavljeni i iz Jedinistvenog dispečerskog centra JDC, a obavezni dvoposed vučnog sredstva se samo delimično provodi. U radu se predlaže metod za prevazilaženje ovog stanja korišćenjem jedinstvenog sistema za zaštitu voza, upotrebom kojeg bi se sporedne pruge dovele na nivo glavnih na najjednostavniji, najbrži i najjeftiniji način, takoreći „preko noći“. Tajna je u tome da se uređaj instalira isključivo na voznom sredstvu (nema pružni deo) pri čemu ostvaruje sve poznate upravljačko-zaštitne funkcije i omogućava nadzor saobraćaja iz centra. Pri ugradnji i održavanju uređaja, nema radova na pruzi i nema opstrukcije saobraćaja.

Ključne reči: upravljanje voza, zaštita voza, pomoćnik mašinovođe, moving block, dispečerski centar

SUMMARY:

The equipment of the railway line with technical systems for traffic protection and management usually depends on the importance of the railway line, so there are usually large differences in the equipment of the main and secondary lines. This technical gap on the railway lines threatens to deepen, because the current modernization of the railway is carried out exclusively on the main routes. Due to “insufficient equipment”, the secondary routes were left out of the Unified Dispatch Center JDC, and the obligatory two-seat towing vehicle is only partially implemented. The paper proposes a method for overcoming this situation by using a unique system for train control, using which the secondary tracks would be brought to the level of the main ones in the simplest, fastest and cheapest way, so to speak “overnight”. The secret is that the device is installed exclusively on the vehicle (there is no rail part) while performing all known control and protection functions and enables traffic monitoring from the center. When installing and maintaining the device, there is no work on the railway line and there is no traffic obstruction.

Key words: train control, train protection, assistant driver, moving block, dispatch center

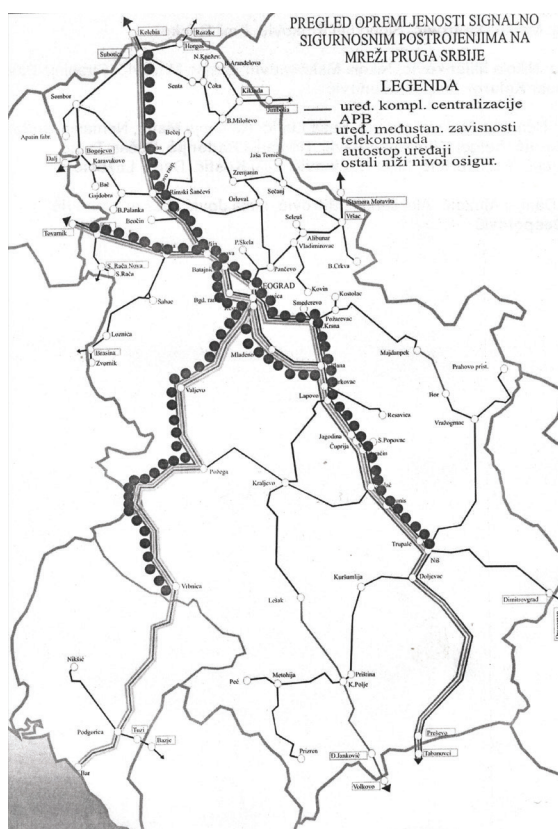
* Milovan Babić, Beograd, Nedeljka Gvozdenovića 10, mishaba49@gmail.com

1. TEHNIČKI SISTEMI NA MREŽI PRUGA SRBIJE, POSTOJEĆE STANJE

Savremene železničke pruge teško da mogu da se zamisle bez tehničkih sistema za upravljanje i zaštitu saobraćaja. Prema stepenu opremljenosti pruga ovim sistemima, mreža pruga Srbije se može podeliti na dva dela:

- deo mreže, na glavnim pravcima, koji je dobro opremljen,
- deo mreže, na sporednim pravcima, lošije do slabo opremljen.

Ilustracija stanja je data na slici 1.



Slika 1. Sigurnosno-operativni centar

Podebljani deo mreže označava pruge koje su opremljene signalnim uređajima potpune centralizacije, APB i MZ uređajima, auto-stop uređajima, pri čemu je veći deo ovih pruga i u sistemu telekomande.

Na ostalom delu mreže, prema legendi sa date slike, niži su nivoi osiguranja, što će reći da su samo službena mesta opremljena nekim od više tipova signalnih uređaja starije izvedbe.

Danas se obimniji radovi na prugama izvode četrdesetak godina nakon prethodne modernizacije, koja je završena osamdesetih godina dvadesetog veka,

i opet su sredstva usmerena na glavne pruge. Ovaj proces se zakonomerno ponavlja jer su zahvati na prugama toliko skupi da, po pravilu, nema dovoljno sredstava za celu mrežu, pa se ona usmeravaju na glavne pravce. To samo znači da će veliki jaz u opremljenosti pruga postati još veći, kvalitet usluge na sporednim prugama će svakako biti nedovoljan, te će se neminovno postaviti pitanje opravdanosti njihovog postojanja, što se događalo i u prethodnom periodu.

Ovaj trend “zapostavljanja”, iako prinudan, uz druge faktore, već dovodi do zabrinjavajućih tendencija na sporednim prugama. Naime, na prugama koje nisu opremljene auto-stop uređajima vozna sredstva bi obavezno morala biti dvoposednuta, mašinovođom i pomoćnikom mašinovođe. Ova obaveza se sada samo delimično izvršava jer je doneta voluntaristička odluka da se vozna sredstva koja omogućavaju „dobru preglednost“ posedaju samo mašinovođom. Pitanje je, kako se procenjuje vozilo sa „dobrom preglednošću“ i o kakvoj preglednosti se može govoriti u uslovima guste magle, vejavice po noći. Kakvu situacionu svest može da ima mašinovođa, bez pomoći, prepušten samo svojim čulima u ekstremnim uslovima vožnje. Rizik od neželjenih događaja, materijalne štete i još težih posledica sa žrtvama se očigledno prenebrežava. Činjenica je da se vozno osoblje sve teže popunjava i da košta, ali je ovaj način rešavanja problema potencijalno vrlo opasan.

Drugi važan momenat povezan je sa aktivnostima na projektovanju i izgradnji Jedinственог dispečerskog centra, JDC, koji ne obuhvata sporedne pruge, što se pravda njihovom „nedovoljnom opremljenošću“. Ovakvo „krnje“ rešenje se nikako ne može zvati JDC i donekle obesmišljava njegovu primarnu namenu da se na jednom mestu nadzire i reguliše sav saobraćaj na mreži. S obzirom na to da je veći deo glavnih pruga već u sistemu telekomande, JDC će samo donekle unaprediti postojeće stanje na glavnim prugama, što u suštini dovodi u pitanje svrshodnost izgradnje. Ako se ostane pri sadašnjem „rešenju“, koje pretpostavlja „odgovarajuću tehničku opremljenost“, onda to faktički znači da će sporedne pruge u JDC „ući tko zna kad“. Sada se postavlja pitanje, ima li načina da se prevaziđe ovo ograničenje i da se reše gore navedeni ozbiljni problemi u realnom roku, po ceni koja je dostižna i prihvatljiva.

Odgovor na postavljeno pitanje se daje u tekstu koji sledi, koji opisuje inovativno i trajno rešenje, jedinstveno za oba problema. Donosi ga Univerzalni

sistem za upravljanje vozom, u daljnjem tekstu Elektronski pomoćnik mašinovođe EPM, koji suštinski menja osnovni princip funkcionisanja postojećih uređaja za upravljanje vozom.

2. PREDLOG REŠENJA

Da bi se rešio napred postavljen zadatak, uređaj za upravljanje mora da poseduje:

- izraženu „poziciju svest“ koja mu u svim uslovima omogućava da precizno odredi lokaciju voza/vozila na pruzi,
- da podatak o lokaciji efikasno i nedvosmisleno prenese mašinovođi,
- da podatak o lokaciji voza može podeliti sa centrom za nadzor i upravljanje,
- da za funkcionisanje uređaja nije potrebna nikakva intervencija na pružnim instalacijama.

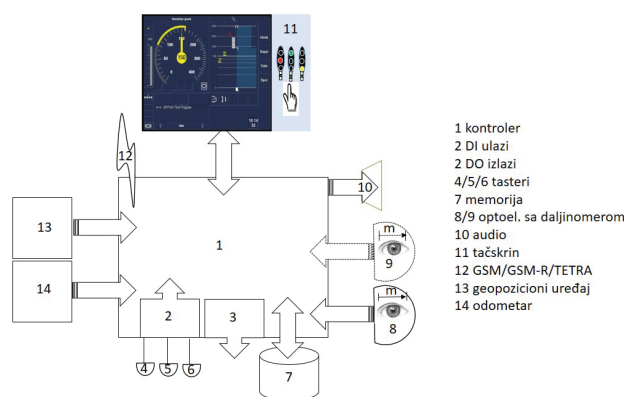
Ukratko, treba da se realizuje sistem na lokomotivi koji omogućava da mašinovođa bezbedno upravlja vozom do maksimalne brzine od 160 km, po bilo kojoj pruzi u zatečenom stanju (bez potrebe za doradama i radovima na pruzi), u bilo kojim uslovima vožnje. Ovaj zadatak se može razrešiti samo sa sistemom za upravljanje voza na lokomotivi, koji funkcioniše samostalno, bez pružnog dela sistema (balize, petlje...), koji su inače karakteristični za sve postojeće TCS (Train Control System) / TPS (Train Protection System) sisteme: ETCS (European Train Control System), LZB(Linienförmige Zugbeeinflussung), Indusi / PZB (Induktive Zugsicherung / Punktförmige Zugbeeinflussung)... Drugim rečima, treba da se osmisli potpuno nov metod akvizicije signalnog pojma, sa signalu ispred voza, u sistem za upravljanje vozom.

3. UNIVERZALNI UREĐAJ ELEKTRONSKI POMOĆNIK MAŠINOVOĐE

Svi ovi zahtevi se mogu realizovati Univerzalnim sistemom sa sl. 2. koji je baziran na rasprostranjenim komercijalnim uređajima i tehnologijama, koji sami za sebe nisu novi, ali u kombinaciji sa softverom koji realizuje inovativne načine za izvršenje neophodnih funkcija, uz primenu interaktivnih sigurnosnih procedura za upravljanje vozom, omogućavaju interoperabilnost voza sa prugama u zatečenom stanju, bez obzira na signalizaciju koja je primenjena na pruzi.

Sistem je koncipiran kao kombinacija interaktivne sigurnosne procedure posluživanja uređaja, koji ima preciznu poziciju svest o pruzi i provodi se na

predefinisanim karakterističnim tačkama, signalima, signalnim oznakama, kroz dijalog **mašina – čovek: najava/pitanje – odgovor – reakcija – potvrda**. Na ovaj način se usaglašava ono što sistem „zna“ o pruzi sa onim što mašinovođa vidi, i vozu je dopuštena vožnja samo ako su sistem i mašinovođa saglasni, a signalizacija na pruzi ne zabranjuje daljnju vožnju. U slučaju da procedura nije ispoštovana ili je mašinovođa propustio da postupa po signalizaciji, sistem generiše upozorenje i zavodi prinudno kočenje, kada je to neophodno. Ako je sistem opremljen optoelektronskim uređajem dan/noć sa softverom za prepoznavanje objekata, tzv. „kompjuterskim vidom“, procedura se može do kraja uprostiti i svesti samo na potvrdu signalnog pojma mašinovođe.



Slika 2

Sistem je u stalnoj interakciji sa mašinovođom na principu zatvorene povratne sprege, „sistem kontroliše mašinovođu, mašinovođa kontroliše sistem“, te se može reći da sistem ima inherentno „fail safe“ svojstvo. Drugim rečima, sve dok sistem najavljuje elemente infrastrukture, koje vozač vidi i potvrđuje, glavne funkcije sistema rade ispravno: sistem je izvršio tačno pozicioniranje, optoelektronski uređaj tačno prepoznaje element infrastrukture ispred voza, transakcija nad bazom je ispravno izvršena, a baza je konzistentna. Ukoliko bilo koji postupak u ovom lancu unakrsnih provera izostane, to ukazuje na potencijalno opasan problem, i sistem će upozoriti vozača, a ako očekivana reakcija izostane neće dozvoliti dalju vožnju. Da bi sistem bio potpuno siguran u slučaju kvara, još je potrebno izvršiti dvokanalno izračunavanje preporuka brzine u odnosu na lokaciju voza, a preporuka se pokazuje vozaču samo ako je rezultat obrade u oba kanala isti.

Treba reći da ovaj interaktivni metod komunikacije „čovek/sistem“, koji se oslanja na ljudski vid, uvodi ograničenje u primeni sistema na železnici, za brzine do 160 km/h.

Uobičajeni TCS/TPS sistemi u upotrebi, nužno, za ovu namenu moraju biti “fail safe”. Budući da ne koriste gore opisanu kontrolnu metodu, koja ima inherentna “fail safe” svojstva, moraju primeniti redundantne hardverske i/ili softverske metode, što onda komplikuje uređaj i značajno povećava troškove proizvodnje i održavanja. Inovativni kontrolni metod pruža vozu potpunu zaštitu u bilo kom okruženju, bez upotrebe kolosečnog dela uređaja (baliza, petlje, radio – veza ...). Ova karakteristika sistema ima toliko pozitivnih efekata da se, bez preterivanja, može okarakterisati kao „dar sa neba“, kako za vlasnika železničke infrastrukture tako i za prevoznike.

Svi događaji u sistemu, bilo da su automatski ili su akcija mašinovođe / odgovor sistema na akciju, beleže se u trajnu memoriju. Na ovaj način, snimanjem događaja, sistem integriše funkciju registratora („crna kutija“) i funkciju praćenja budnosti, pri čemu kontrola budnosti stiče novu dodatnu karakteristiku, pored budnosti, proverava se i „svesnost“ (pažnja vozača / fokus na zadatak).

Sistem suštinski menja princip funkcionisanja, paradigmu postojećih TCS/TPS sistema, komunikacioni metod identifikacije signalnog pojma promenljivog signala, zamenjuje optičkim načinom. Ova novina u kombinaciji sa interaktivnom procedurom posluživanja, sistemu daje totalnu funkcionalnost nepoznatu ostalim sistemima, koji su u upotrebi:

- univerzalno primenjiv za brzine do 160 km/h, na svim prugama u zatečenom stanju,
- nivo zaštite voza uporediv sa onom koji pruža ETCS nivo 1,
- način upotrebe:
 - samostalno,
 - u kooperaciji sa nacionalnim TCS/TPS sistemima,
 - kao drugi / rezervni sistem za npr. ETCS,
- podržava bezbedno kretanje voza u bilo kojem tehničkom okruženju, sa mehaničkim relejnim elektronskim signalnim sistemima, mehaničkom ili svetlosnom signalizacijom,
- objedinjuje funkcije budnika, registratora, zaštitnog uređaja, pomoćnika mašinovođe, ophodara pruge,
- omogućava vožnju uzastopnih vozova u međustaničnom razmaku bez APB uređaja na principu „promenljivog - pokretnog blok odseka“ (“moving block”), bez da je potrebna posebna kontrola celosti voza,
- ima jedinstvenu sposobnost da uoči ugrožavajuće prepreke na pruži ispred voza, bilo da su nastale

kao posledica nemara čoveka ili delovanjem „više sile“;

- omogućava da se uoče devastirajuće tendencije u pružnom pojasu,
- neuporediva pogodnost u izgradnji i održavanju.

Uređaj je univerzalan po više kriterijuma: zamenjuje sve postojeće uređaje na voznom sredstvu (auto-stop, brzinomer, registrator, taster budnosti), obavlja funkciju pomoćnika mašinovođe, a univerzalno je primenjiv na svim prugama u zatečenom stanju, bez obzira na primenjeni sistem signalizacije, mehanički ili svetlosni. Na kraju, možda i najvažnije, uređaj pruža zaštitu vozu na nivou najmodernijeg sistema ETCS nivo 1, što je neuporedivo više od zaštite koju pruža auto-stop uređaj INDUZI u konfiguraciji koja se koristi na glavnim prugama ŽS.

4. OSNOVNI NAČINI FUNKCIONISANJA I REALIZACIJE UREĐAJA

Osnovni način funkcionisanja uređaja se oslanja na poznati princip rada pomoćnika mašinovođe. Smisao je da se informacija o pružnoj signalizaciji, na koju, tokom vožnje nailazi posada lokomotive, potvrdi iz dva izvora, mašinovođa i pomoćnik mašinovođe. Klasično se to radi govornom razmenom informacija između mašinovođe i pomoćnika. Danas je stanje tehnike takvo da se ovaj audio postupak može u potpunosti ponoviti i sa sistemom kao pomoćnikom, primenom tehnologija za prepoznavanje glasa. Autor se opredelio za primenu kombinovanog audio - grafičkog metoda, imajući na umu da “slika govori više od hiljadu reči”. Valja primetiti da sistem, koji skladišti sve podatke o trasi voza na osnovu preciznog poznavanja položaja voza na pruži, inicira dijalog mašinovođa / sistem, najavom signala / signalne oznake ili nekog važnog elementa infrastrukture npr. tunela / mosta. Mašinovođa, na osnovu onog što vizuelno uočava, jednostavnom manipulacijom, dodiranjem grafičkog prikaza najavljenog elementa na tač skrin ekranu, potvrđuje najavljeni element infrastrukture. Ukoliko predviđena procedura nije ispoštovana, sistem upozorava mašinovođu ili inicira prinudno kočenje, zavisno od stepena ugrožavanja voza. Posebno je važno naglasiti da sistem osnovnu funkcionalnost može uspešno da realizuje sa bazičnom konfiguracijom sistema, bez optoelektronskog uređaja sa daljinomerom. Pod osnovnom funkcionalnošću se podrazumeva, kontinuirana kontrola brzine na svakom delu trase u skladu sa signalizacijom na trasi i voznim karakteristikama trase i voza. Angažman mašinovođe se svodi na potvrđivanje sistemom

najavljene signalne oznake jednim dodiranjem tač skrin ekrana. Pri unošenju signalnog pojma na signalu, manipulacija se satoji od dva uzastopna dodira ekrana, pri čemu se prvim dodiranjem bira signalni pojam iz skupa mogućih pokazivanja najavljenog signala, a drugim dodiranjem se potvrđuje da je izabrani pojam baš onaj koji mašinovođa vidi na signalu. Na ovaj način je zadovoljen osnovni princip sigurnosnog funkcionisanja.

Dodatno opterećenje mašinovođe, ako ga uopšte ima, minimalno je. Naime, mašinovođa će manipulacijama na tač skrinu saopštavati sistemu da je budan, a sistem će proveravati da li je mašinovođa priseban odnosno skoncentrisan na zadatak, tj. da li mašinovođa postupa po predviđenoj proceduri. Time će posluživanje taster budnosti biti izlišno ili će se obavljati samo izuzetno, na poziv sistema, a funkcija budnosti će dobiti novi kvalitet.

Trenutna brzina voza i maksimalno dopuštena brzina za datu poziciju voza će se prikazivati na ekranu, a preporučena brzina će da se računa u odnosu na poziciju voza, aktuelnu signalizaciju (dužinu osiguranog puta), karakteristike trase i krive kočenja voza. Pored toga će biti prikazivani i ostali elementi trase za sigurnu vožnju. Predloženi izgled ekrana je prikazan na sl. 2/11, koji suštinski podržava ETCS MMI, kojem je pridodat deo za real time manipulacije mašinovođe u interaktivnom dijalogu sa sistemom tokom vožnje.

Predloženi inovativni sistem bazne izvedbe, ima sve karakteristike ETCS nivo 1, što je mnogo više od svega što je aktuelno u upotrebi bilo gde na ŽS. Naravno, sistem je primenjiv na bilo kojoj pruži u zatečenom stanju, za brzine do 160 km/h, a na sporednim pravcima, gde ne postoji nikakav sistem zaštite voza, sistem je takoreći jedino realno i isplativo rešenje.

Realizacija osnovnog sistema (bez optoelektronike sa daljinomerom) svodi se na adaptaciju opštepoznatih sistema za navigaciju, koji su danas prisutni u svakom modernijem telefonu. Adaptacija podrazumeva uvođenje interaktivne procedure u realnom vremenu u komunikaciji čovek - mašina, prema datom opisu. Dodatno treba da se realizuje funkcija za kontrolu brzine i delovanje na kočioni sistem voza prema navedenom principu.

Bazni hardver za realizaciju osnovnog sistema je kontroler na PC platformi prema EN 50129 standardu koji je danas široko rasprostranjen

komercijalni proizvod standardizovan prema uslovima upotrebe na železnici. EPM je TCS koji pripada comand control sistemima CCS, ali ne potpada pod TSI evropske regulative, te pripada u nadležnost nacionalnog zakonodavstva. Kako EPM, zahvaljujući interaktivnoj proceduri komunikacije čovek/sistem, poseduje inherentna „fail safe“ svojstva, koja se odnose na akviziciju, konzistentnost baze i transakcije sa istom to preostaje da se proračuni za kontrolu brzine realizuju po nekom odgovarajućem SIL/EN standardu. Mislim da se, radi plasmana sistema, EPM treba usaglasiti sa rečenim SIL/EN standardima, pa i tamo gde to i nije neophodno, što je predmet specifikacije i razrade. Što se tiče određivanja pozicije voza na pruži, koja ulazi u proračun za kontrolu brzine, tačnost i pouzdanost se postižu multisistemskim uređajem za satelitsko pozicioniranje koji koristi raspoložive sisteme GPS – GLONNAS – GALILEO – BEIDOU, koji su uveliko u komercijalnoj upotrebi. Na mestima gde su satelitski sistemi nedostupni, npr. tuneli, za određivanje pozicije koristi se odoimetarsko očitavanje pređenog puta od poslednje pozicije voza, koja je prethodno utvrđena pomoću uređaja za geopozicioniranje.

Iz rečenog je očigledno da EPM/B (bazni), uređaj u baznoj izvedbi, ne bi trebao da predstavlja razvojni problem jer se u celosti oslanja na komercijalne, poznate i raspoložive tehnologije, koje treba adaptirati za datu namenu, te razvoj, u klasičnom smislu, nije ni potreban.

Dodatna funkcionalnost, nepoznata ostalim TCS sistemima u operativnoj upotrebi, može se ostvariti integracijom opoelektronskog uređaja sa daljinomerom u EPM/B-O (optoelektronski) sistem. Na ovaj način EPM dobija „tehnički vid“, čije mogućnosti prevazilaze osobine prirodnog ljudskog vida, pre svega u daljini vidljivosti (udaljenost sa koje se predmet može uočiti) koja, kod kvalitetnih uređaja, prevazilazi daljine od 5 km. Uređaji moraju raditi danju i noću, što se postiže dvokanalnim sistemima sa televizijskim i termovizijskim kanalom. Kvalitetnim optoelektronskim uređajima, za razliku od prirodnog ljudskog vida, ne smetaju sneg, magla, kiša, što je još jedna od važnih karakteristika, koja značajno unapređuje sigurnost vožnje.

Naravno, ova dogradnja na nivo EPM/B-O (optoelektronski) unapređuje i funkcionisanje bazičnog EPM/B sistema. Pojednostavljenom procedurom uz povećanu sigurnost, realizujemo akviziciju signalnog

pojma na signalu / signalnoj oznaci ispred voza, prema sledećoj proceduri:

- sistem, na osnovu pozicije voza, najavljuje signal / signalnu oznaku,
- optoelektronski uređaj uočava i prepoznaje signal i signalni pojam / signalnu oznaku, prikazuje ih na tač skrin ekranu i traži potvrdu od mašinovođe,
- mašinovođa dodirrom likovnog prikaza signala / signalne oznake na ekranu potvrđuje sistemu da je proces akvizicije ispravno odrađen i da je on spreman da postupa u skladu sa zahtevima signalizacije prema “Signalnom pravilniku”.

U ovakvom scenariju, uloga čoveka je svedena na kontrolnu funkciju koja, i nadalje, uobičajeno pripada čoveku pri upravljanju procesima, koje čovek realizuje uz pomoć manje ili više sofisticiranih informatičkih sistema.

Optoelektronski sistemi su danas u širokoj upotrebi za razne namene. Opšte poznata je njihova namena za nadzor prostora i prepoznavanje traženih lica, gde se lice uočava i prepoznaje u masi drugih, sa velikih distanci. Retko ko od nas se nije sreo sa ovim sistemima, makar tako što je platio saobraćajni prekršaj, koji je zabeležen optoelektronskim sistemom, koji su danas rasprostranjeni toliko, da postoji opravdana bojazan, da se njihovom masovnom primenom ugrožava privatnost pojedinca. I naravno, da se optoelektronski sistemi masovno primenjuju u vojne svrhe. Danas, gotovo da nema ozbiljnijeg vojnog sredstva koje ne koristi “tehnički vid”, ostvaren uz pomoć optoelektronskog uređaja sa daljinomerom, za otkrivanje i prepoznavanje ciljeva u svim uslovima borbe pri upotrebi sredstava za maskiranje. Pitanje je dana kada će automatizovani vojni sistemi, borbeni roboti, preuzeti potpunu odgovornost za borbene akcije. Za sada, izviđački i borbeni dronovi, helikopteri, avioni, borbena vozila pešadije, tenkovi koriste “tehnički vid” da na “nepoznatom” terenu pronađu neprijateljske mete, koje se onda eliminišu nakon što operator da komndu za izvršenje. Sve je ovo već ispitano i potvrđeno u realnim ratnim uslovima u Siriji, Jermeniji... Postoje i sistemi u naznačenoj konfiguraciji kompaktne izvedbe za ručnu upotrebu, koji se koriste za izviđanje i navođenje vatre.

U odnosu na gore iznete primere vojne upotrebe, optoelektronski uređaj EPM-a ima neuporedivo jednostavniji osnovni zadatak: da očekivani objekat (signal, signalna oznaka itd.) uoči na očekivanom mestu (poznata stacionaža traženog objekta). Sada se postavlja pitanje: da li se može realizovati EPM sa “tehničkim vidom” koji odgovara traženoj nameni

na železnici? Dakle, ponovo se radi o adaptaciji postojećeg na jednostavniji zadatak, te je pitanje, imajući u vidu postojeće stanje tehnike, samo retoričko.

Očigledno je da se objektiv optoelektronskog uređaja treba postaviti u poziciju koja odgovara poziciji očiju mašinovođe u kabini ili na frontu voznog sredstva. Do optimalne pozicije objektiva, i karakteristika uređaja (rezolucija, fokalni opseg i sl.) treba da se dođe ispitivanjem u realnim uslovima. Očigledno je, takođe, da se sistem zbog svoje optičke prirode i karakteristika može koristiti na bilo kojoj pruzi koja je u voznom stanju, gde se vozi na vidljivost, pogotovo na prugama na kojima nema sistema zaštite voza.

Zahvaljujući optoelektronskom uređaju sa daljinomerom, EPM/B-O je pravi “rudnik mogućnosti” koje ne nudi niti jedan TCS sistem u operativnoj upotrebi:

- Određivanje pozicije voza optoelektronskim uređajem sa daljinomerom, tako što se meri udaljenost voza od stacionarnog objekta na pruzi, koji ima poznatu lokaciju unetu u EPM. Na ovaj način je izbegnuta mogućnost da se EPM “izgubi” na pruzi bilo da su sistemi za navigaciju, iz bilo kojeg razloga, nedostupni ili maliciozno ometani. Kontrolni marker položaja može biti npr. signal, signalna oznaka, početak tunela, stubić koji označava km položaj na pruzi i sl;
- EPM/B-O poseduje tehničku sposobnost da se izbori sa zadatkom da sistem, a time i mašinovođa, na vreme uoči prepreku na pruzi, bilo da je ona nastala prirodno, npr. odronom ili je posledica namernog / slučajnog delovanja čoveka, npr. prelazak putnog prelaza na nemaran ili na nedozvoljen način. Pri uočavanju prepreke dolazi do odgovarajućeg dejstva “Pomoćnika”. Ako je tajming dešavanja takav da se prepreka može uočiti na vreme, tj. na dovoljnoj udaljenosti od voza, onda će EPM/B-O, dejstvom na kočioni sistem voza, sprečiti posledice. Ako je situacija takva da se incident ne može izbeći, prinudno kočenje voza će svakako ublažiti posledice neželjenog događaja. Pri svakoj redovnoj vožnji voza vrši se snimak cele trase koji se memoriše. Naknadnom analizom snimka pomoću softvera, koji pronalazi razlike u odnosu na referentni snimak trase, mogu se uočiti devastirajuće tendencije na trasi i na vreme intervenirati kako bi se izbegla moguća opasnost. Na ovaj način ugašena služba ophodnje se vraća na prugu u modernom i efikasnom obliku;

- Na kraju „slag na tortu“. Poznato je da je ETCS nivo 3 predvideo kretanje uzastopnih vozova u takozvanom pokretnom bloku. Očigledno da se ETCS nivo 3 „zaglibio“ u dugotrajnim ispitivanjima koja nikako da se privedu kraju. Na kraju, ništa nije čudno. Metod koji je osmišljen za realizaciju pokretnog bloka je toliko tehnički zahtevan da je pitanje kada će se razrešiti sve nedoumice u vezi sa, pre svega, pouzdanošću rada. Naime, vozovi u ETCS nivo 3 režimu dobijaju elemente za vožnju iz nadležnog RBC centra. Kako na ovom nivou ne postoje namenski tehnički sistemi za kontrolu koloseka, svaki voz u nadležnosti RBC-a učestalo, putem GSM-R mreže, šalje svoju poziciju i informaciju o celosti voza u RBC. RBC obračunava sve parametre vožnje za voz i šalje naloge za vožnju svakom vozu u oblasti RBC. Očigledno je da je učestalost komunikacije između vozova i RBC-a ogromna i tim je veća što je veća brzina vožnje. Svaki kvar/greška u ovako intenzivnoj komunikaciji verovatno rezultuje obustavljanjem saobraćaja. Dodatno je problem što se komunikacija obavlja mobilnom GSM-R mrežom koja je izuzetno osetljiva na maliciozne upade. Zbog toga, naravno da je GSM-R mreža zaštićena kriptovanjem, što posledično povećava opterećenje mreže. Ovaj problem će se verovatno znatno umanjiti uvođenjem 5G mreže, ali ona bi morala biti standardizovana za primenu na železnici, što je poprilično dug proces.

Za razliku od opisanog slučaja, voz opremljen EPM/B-O sistemom može slediti prethodni voz bez ikakvih dodatnih uslova. Brzina vožnje uzastopnog voza određena je dužinom slobodnog puta ispred uzastopnog voza, koji “sagledava tehnički vid” realizovan pomoću optoelektronskog uređaja sa daljinomerom. Ako pri kretanju dolazi do sustizanja, pa prethodni voz uđe u “vidno polje” uzastopnog voza, onda EPM uzastopnog voza vrši učestala merenja udaljenosti između vozova. Na osnovu merenja udaljenosti EPM proračunava relativnu brzinu kretanja vozova i kontroliše razmak, tako da uvek može da se zaustavi iza prethodnog voza. Valja napomenuti da vozovi ne moraju biti opremljeni posebnim sistemom za kontrolu celosti jer će uzastopni voz uočiti raskinute vagone i opisanim načinom zaustaviti voz pre nego što dođe do naletanja. Naravno da za primenu funkcije “pokretnog bloka” EPM/B-O treba, zbog sigurnosti, da bude opremljen udvojenim optoelektronskim uređajem sa daljinometrom. U tom slučaju se gore opisana procedura provodi u oba kanala čiji rezultat se poredi, a prihvata se ukoliko su rezultati u oba kanala isti ili je odstupanje rezultata u prihvatljivoj margini.

Sadržaj ovog poglavlja upućuje na optimalni način za realizaciju EPM Sistema. Sistem se treba realizovati u više koraka što minimalizuje rizik i optimizuje angažman sredstava za razvoj:

1. realizovati EPM/B (osnovne funkcije),
2. dograditi optoelektronski uređaj (osnovne doradene funkcije, prepreke, ophodar),
3. dogradnja drugog opto uređaja (promenjivi blok).

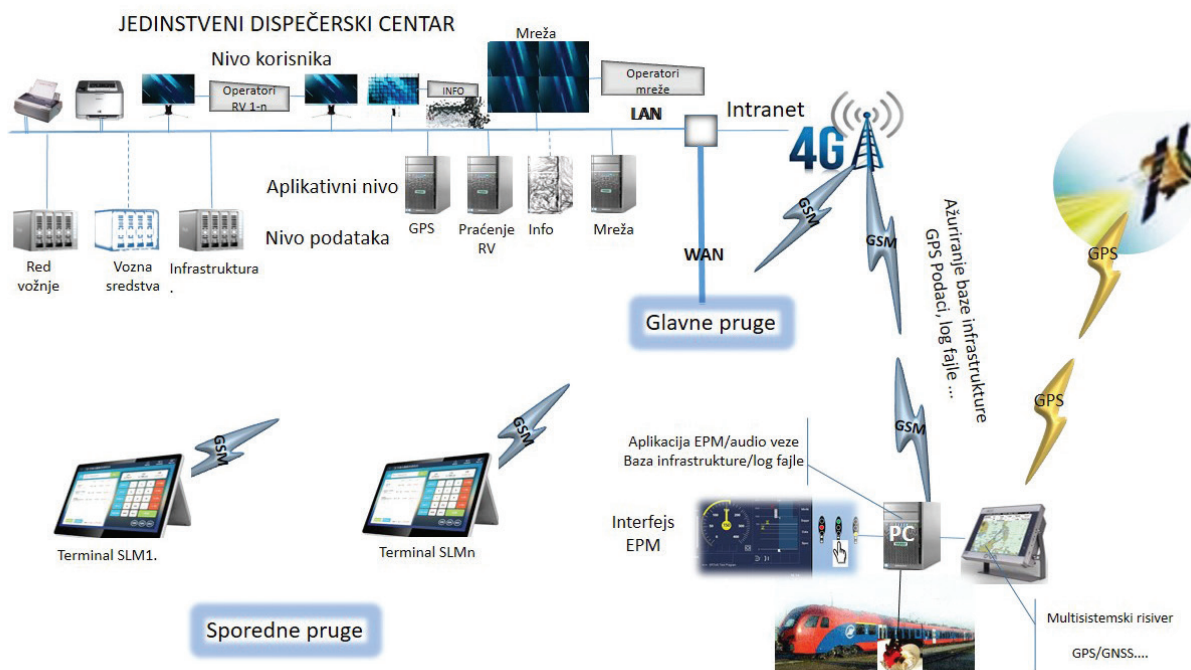
5. JEDINSTVENI DISPEČERSKI CENTAR

Jedinstveni dispečerski centar je mesto koje bi trebalo da omogući nadzor i regulaciju saobraćaja na celoj mreži pruga Srbije. Prikupljanje podataka o realizaciji reda vožnje je temelj na kojem počiva postupak regulacije saobraćaja i ono se može vršiti na dva osnovna načina: automatizovano tehničkim sistemima ili operator ručno unosi podatke sa terminala. Savremena tehnička sredstva omogućavaju automatizovano praćenje saobraćaja na celoj mreži, te nema razloga da se delovi mreže izostavljaju iz sistema JDC. Autor nema saznanja kako će se prikupljati podaci o saobraćaju na glavnim prugama. Razumno je pretpostaviti da će se podaci prikupljati automatizovano iz signalnih sistema, što pretpostavlja dobru tehničku opremljenost pruga savremenim signalnim i telekomunikacionim sistemima. Automatizovano praćenje saobraćaja jednako je, ako ne i efikasnije, moguće danas realizovati rasprostranjenim satelitskim sistemima za navigaciju. Očigledno je da Elektronski pomoćnik mašinovođe, EPM, omogućava da se saobraćaj vozova na sporednim prugama nadzire i reguliše iz JDC, te poseduje kapacitet da se zaštita na sporednim prugama dovede u rang ETCS nivo 1.

Načelna šema sistema za nadzor i regulaciju saobraćaja iz Jedinstvenog dispečerskog centra je prikazana na sl. 3. i predstavlja ilustraciju moguće arhitekture sistema. Svrha šeme je da se ilustruje metod integracije sporednih pruga u JDC i princip upotrebe EPM za tu namenu.

Sistem je baziran na klijent server troslojnoj arhitekturi koja omogućava povezivanja velikog broja klijenata i nezavisan razvoj aplikacija i korisničkog interfejsa. Arhitektura je pogodna za heterogene hardversko - softverske sredine, prilagodljiva poslovnim i tehnološkim promenama. Radna mesta operatora se mogu uspostaviti bilo gde u sistemu pod pretpostavkom da imaju dobru komunikacionu povezanost sa serverima aplikacija, te se poslovno okruženje operatora, bilo da je trajno ili privremeno, brzo i lako uspostavlja. Glavna aplikacija sistema je praćenje

Univerzalni sistem za upravljanje voza „elektronski pomoćnik mašinovođe“



Slika 3.

izvršenja reda vožnje, sa svim alatima koji omogućavaju regulaciju saobraćaja: pronalaženje i rešenje konflikata, otkazivanje, pretrasiranje, skraćivanje / produženje trase.... Rezultati regulacije, izvršni red vožnje se dostavlja na realizaciju operativnoj službi saobraćaja po službenim mestima i voznom osoblju na vozu. Na glavnim prugama, sa telekomandom saobraćaja, izvršni red vožnje može automatski da generiše komandu za formiranje puta vožnje u signalni sistem. Na sporedim prugama sistem inicira poruke na terminal u službenom mestu sa novim elementima regulisanog reda vožnje, a otpravnik postupa u skladu sa sadržajem poruke. Vozno osoblje u pogonskoj jedinici na ekranu EPM takođe dobija sve elemente potrebne za vožnju u skladu sa regulisanim redom vožnje i signalizacijom na pruzi. Korisnički interfejs operatora u JDC omogućava da se saobraćaj prati putem grafikona reda vožnje i na mreži pruga i pruža mogućnost da operativno osoblje u centru ima uvid u sve operativne podatke, kako o redu vožnje tako i o stanju na mreži. Svi podaci o saobraćaju se trajno beleže u sistemu i mogu se po potrebi dobiti u štampanom obliku.

Organski deo saobraćaja su svakako vozovi kao finalni produkt čitavog procesa od planiranja do izvršenja reda vožnje. Da bi se ostvarila dobra i efikasna usluga potrebno je da se u svakom trenutku znaju podaci o vozu, voznim sredstvima i voznom osoblju. Ovde se susrećemo sa organizaciono - imovinskim

pitanjima jer je voz sredstvo prevoznika kojem je infrastruktura iznajmljena za unapred planiranu vožnju u skladu sa redom vožnje. Ovi podaci su, po logici, pre predmet interesovanja prevoznika nego vlasnika infrastrukture, ali se ne mogu delegirati u samo jedan sistem jer je čitav proces prevoza interakcija između prevoznika i vlasnika infrastrukture. Najbolji primer povezanosti je proces informisanja putnika: Proces informisanja bi trebao da je obaveza prevoznika jer je on taj koji ima ugovor sa putnikom, što bi onda značilo, ako bi se striktno pridržavali podele, da bi imali različite sisteme verovatno i postupke za informisanje putnika, koliko prevoznika toliko sistema. Zamislimo tu situaciju, to bi onda bio sistem dezorijentisanja, a ne sistem informisanja putnika. Zato je logično da je sistem informisanja u sistemu infrastrukture, a ostvaruje se tako što se podaci iz regulisanog reda vožnje automatski distribuiraju u sistem za informisanje putnika, pri čemu se usluga informisanja prevozniku uračunava u cenu trase.

Za ostale podatke o vozovima i voznim sredstvima, voznom osoblju, svaki od prevoznika bi mogao imati sopstvene serverske sisteme. Upravljanje resursima pretpostavlja podatke u realnom vremenu, te bi prevoznički sistemi morali biti povezani na sistem za nadzor i upravljanje saobraćaja vlasnika infrastrukture. Sada se otvara pitanje postupaka i sredstava za praćenje promena na vozu (teretnica, vožno

osoblje...) u realnom vremenu. Odgovor na pitanje je gotovo očigledan: Sve promene na vozu (uključenje/isključenje vagona, zamena lokomotive, promena voznog osoblja...), planirane ili neplanirane, mogu da se evidentiraju pomoću Elektronskog pomoćnika mašinovođe. Pošto se promene dešavaju kada voz stoji, to bi postupak doneo minimalno opterećenje za mašinovođu i ni na koji način ne bi ometao glavne funkcije EPM.

Sada dolazimo do još jednog važnog pitanja: radio - dispečer, audio - veza mašinovođe sa dispečerskim centrom. Očigledno je da se ona može ostvariti putem EPM jer on poseduje sve neophodne resurse za ostvarivanje rečene veze. Bez da se ulazi u detalje, valja napomenuti da svaki ozbiljniji auto-prevoznik danas ima dispečeraj na bazi gore opisanog rešenja. Tim pre je neprihvatljivo da je mašinovođa odsečen od ostalog sveta, kao da je vreme sa početka korišćenja železnice.

6. ZAKLJUČAK

Umesto zaključka, učinimo pojednostavljenu analizu. Pretpostavimo da bi neko „s razlogom uplašen“, železničar „starog kova“, opozvao onu odluku, spomenutu na početku teksta, o jednoposedu na prugama bez sistema zaštite voza. To bi značilo da svaki voz na sporednim prugama mora angažovati još jednog mašinovođu. Optimistička procena mesečnih bruto troškova takvog angažmana, plata, dnevnice i ostalo, na nivou je 1.000 EURA bruto, tj. 12.000 EURA na godišnjem nivou. Troškovi za nabavku EPM se procenjuju na nivou 40.000 EURA po jedinici, u serijskoj proizvodnji. Cena razvoja, sa neophodnim ispitivanjima, obično je 4-5 puta veća od nabavne cene uređaja. Cena razvoja se uobičajeno uračuna u nabavnu cenu jedinice. Troškovi su u ovom trenutku samo procena na osnovu razgovora sa stručnjacima odgovarajućeg profila, mogu da budu nešto manji ili pak nešto veći, što je predmet analize nakon specifikacije uređaja. Cena opremanja svih lokomotiva na sporednim prugama čiji broj ne prelazi 400 jedinica bi bila na nivou 20 miliona evra, sa dobrom rezervom u odnosu na procenjenu cenu. Ova cena su troškovi izgradnje samo 2 km pruga na glavnim pravcima koji se upravo modernizuje, a u cenu nisu uračunati troškovi opremanja lokomotiva ETCS nivo 2 sistemima. Smatram da bi se svaki pravi

domaćin, samo na osnovu finansijskog pokazatelja, opredelio za investiciju u EPM, koja bi mu se isplatila za manje od četiri godine. Sve ostalo što korisnik dobija je gratis: zaštita voza uporediva sa ETCS nivo 1, objedinjavanje budnika, registratora, brzinoмера i zaštitnog uređaja, vožnja u režimu „pokretnog bloka“, uočavanje ugrožavajućih prepreka i devastirajućih tendencija na i uz prugu, neuporediva pogodnost pri ugradnji i održavanju. Može li više? Univerzalni uređaj EPM može jer mu optoelektronski uređaj daje jedinstvenu sposobnost da „vidi“ dovoljno daleko ispred sebe u svim uslovima vožnje, što omogućava **da se reši još jedan gorući problem, problem udesa na putnim prelazima, sa najčešće tragičnim posledicama**. Sa EMP na voznom sredstvu, udesi na putnim prelazima, osiguranim ili neosiguranim, svejedno, mogu da se svedu na najmanju moguću meru; desiće se samo ono što se nije moglo izbeći. Da se ne zaboravi i sam povod ovog teksta: EMP omogućava integraciju „nedovoljno opremljenih“ sporednih pruga u sistem upravljanja saobraćajem na najbrži, najjednostavniji i najjeftiniji način.

LITERATURA:

- [1] Glasnik intelektualne svojine 2020/11 Intellectual Property Gazette 2020/11; P-2019/0601 - 16.05.2019.; POSTUPAK I UNIVERZALNI UREĐAJ ZA BEZBEDNO UPRAVLJANJE ŽELEZNIČKIM VOZILIMA/VOZOVIMA NASTAO KORIŠĆENJEM OPTOELEKTRONSKOG UREĐAJA DAN/NOĆ ZA PREPOZNAVANJE OBJEKATA SA DALJINOMEROM I UREĐAJA ZA GEOGRAFSKO POZICIONIRANJE OBJEKATA NA ZEMLJI; BABIĆ, Milovan, Nedeljka Gvozdenovića 10, 11070 Beograd, RS
- [2] <http://pub.zis.gov.rs/rs-pubserver/pdf-document?PN=RS20190601%20RS%2020190601&iDocId=99438&iepatch=.pdf>
- [3] <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf;jsessionid=8FAA0CA5EAE-378B21A17354FB7AEA310.wapp2nB?docId=WO2020231285&tab=PCTBIBLIO>
- [4] LinkClick.aspx (irse.org) Fundamental Requirements for Train Control Systems, IRSE