

# Jedinica za snimanje podataka u ispitivanju vanrednih železničkih događaja

Sanja Jevtić, Marija Vukšić Popović, Nada Ratković Kovačević, Sonja Ketin

**Apstrakt**—JRU (Juridical Recording Unit – jedinica za snimanje *pravnih* podataka) je kao sistem za snimanje na vozilu odgovoran za sakupljanje podataka, a ujedno je obavezni element opreme na savremenom vozilu. Standardni principi i procedure u ispitivanju sleda događaja u situacijama koje se na železnici nazivaju vanrednim događajima će sa ovim uređajem dobiti drugu perspektivu.

**Ključne reči**—Juridical recording unit; vanredni događaj, sistem jedinstvenog vremena

## I. UVOD

Vanrednim događajima na železnici se smatraju udesi u kojima je jedno ili više lica poginulo ili teže povređeno, u kome je nastala znatna materijalna šteta i u kome je nastao veći prekid u železničkom saobraćaju, ili nezgoda u kojoj je jedno ili više lica lakše povređeno, nastala manja materijalna šteta, kraći prekid železničkog saobraćaja, nastalo ugrožavanje, ili otežano odvijanje železničkog saobraćaja. [1,2]. Izraz vanredni događaj se odomatio na železnici iako su više puta menjani važeći pravilnici koji se bave ovom tematikom [3,4]. Ovi događaji se evidentiraju i statistički prate i objavljuju po vrstama, uzrocima, mestu nastanka i posledicama.

Rekonstrukcije pruga i čitavih sistema nameću skok u tehnološkim rešenjima. Digitalizacijom svih procesa železničkog saobraćaja postižu se znatno veće brzine, što zahteva i dodatne prateće sisteme, koji će brinuti ne samo o bezbednosti i sigurnosti, već i o arhiviranju ključnih podataka u slučaju spornih situacija.

## II. ETCS SISTEM I UREĐAJ ZA SNIMANJE NA VOZILU

ETCS (European Train Control System – Evropski sistem kontrole vozova) sistem podrazumeva da se na samom vozilu sve akcije koje preduzima oprema i mašinovođa dešavaju u

Sanja Jevtić – Akademija tehničko-umetničkih strukovnih studija, Beograd ATUSS, Odsek Visoka železnička Zdravka Čelara 14, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: [sanja.jevtic@vzs.edu.rs](mailto:sanja.jevtic@vzs.edu.rs), [jevtic.sanja@gmail.com](mailto:jevtic.sanja@gmail.com)).

Marija Vukšić Popović – Akademija tehničko-umetničkih strukovnih studija Beograd, ATUSS, Odsek Visoka železnička Zdravka Čelara 14, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: [marija.vuksic.popovic@vzs.edu.rs](mailto:marija.vuksic.popovic@vzs.edu.rs)).

Nada Ratković Kovačević – Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, ATSSB, Odsek Kompjutersko-mašinsko inženjerstvo, Bul. Zorana Dinkića 152a, 11070 Novi Beograd, (e-mail: [nadaratkovickovacevic@gmail.com](mailto:nadaratkovickovacevic@gmail.com)).

Sonja Ketin – Visoka broderska škola akademskih studija Beograd, VBŠ, Srbija, Bul. Vojvode Putnika 7, 11000 Beograd, (e-mail: [ketin.sonja@gmail.com](mailto:ketin.sonja@gmail.com)).

okvirima trenutnog nivoa rada kao i režima rada. Nivo rada podrazumeva nivo opreme duž pruge i na vozilu, čime se postavljaju okviri za funkcionisanje sistema. Režim rada podrazumeva dinamičnu podelu odgovornosti za rad između opreme i mašinovođe i vezan je za fleksibilno prilagođavanje potrebama saobraćaja, npr. režimi FS (Full Supervision – Puna odgovornost), LS (Limited Supervision – Ograničena odgovornost), SH (Shunting – Manevrisanje), UN (Unfitted – Neopremljenost), OS (On Sight – Vožnja po viđenju), TR (Trip – Put kočenja, bezbednosno kočenje)[5].

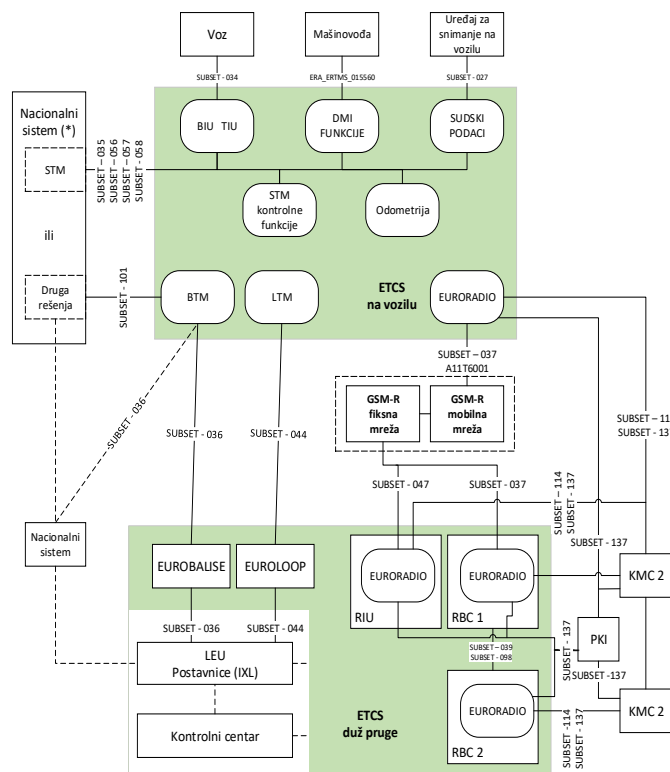
Kao što se može pretpostaviti iz navedenih režima rada mašinovođa u neke od režima može ući samo pod određenim uslovima i uz jasne potvrde sa pruge, čime se jasno zna i usaglašava podela odgovornosti za određene akcije u režimu rada između mašinovođe i opreme.

Velike brzine, mnoštvo akcija i oštri uslovi rada na železnici, zahtevaju uređaj koji će nedvosmisleno obezbeđivati podatke o toku događaja i kauzalnosti u spornim situacijama.

Principi rada JRU definisani su dokumentima tipa FIS (Functional Interface Specification – funkcionalne specifikacije interfejsa), u okviru TSI (Technical Specification of Interoperability – Tehničke specifikacije interoperabilnosti). ETCS oprema je deo većeg Sistema ERTMS/ETCS (European Railway Train Management System – Evropski sistem upravljanja železničkim saobraćajem) oprema na vozilu će detektovati pojavu specifičnih događaja čime će se poslati odgovarajuća poruka uređaju za snimanje na vozilu. Ono što će se tom prilikom zabeležiti podrazumeva: datum i vreme pojave događaja, koristeći UTC (Universal Time Co-ordinated – univerzalni vremenski standard – u kom se svaka vremenska zona definiše svojim pomerajem od ovog vremena) zapis, pozicija voza i brzina prilikom pojave događaja, kao i verziju operativnog sistema, nivo rada i režim rada opreme u trenutku pojave događaja [6]. Vreme i datum će učestvovati u formiranju takozvanog vremenskog pečata date poruke koja se šalje preko interfejsa JRU (za manje od 5s nakon događaja). Ukoliko se nekoliko događaja šalje u vezi sa istim okidačkim događajem, enkapsulirani podaci će biti konzistentni jedni sa drugima u vezi sa vremenskim pečatom. Spisak svih poruka koje se šalju JRU dat je u [7], kao i spisak svih okidačkih događaja (imaju istu strukturu sa zajedničkim zaglavljem i setom promenljivih u zavisnosti od poruke).

JRU snima sve informacije koje se prosleđuju ka/od EVC (European Vital Computer – Evropski vitalni računar ili kernel), kao i interakcije između mašinovođe i sistema preko DMI (Driver Machine Interface – Interfejs mašinovođa-

mašina). Ipak, sve što se prezentuje mašinovođi na DMI-u je u lokalnom vremenu. Sam JRU uređaj je obavezan ali nije deo ERTSM/ETCS opreme na vozilu [7] – Sl.1 prikazuje deo ETCS opreme na vozilu i drugu opremu.



Sl. 1. ETCS oprema na vozilu i duž pruge, uključujući i JRU, gde je JRU prikazan kao uređaj koji je obavezan, ali nije deo ETCS opreme (uređaj za snimanje na vozilu). Ka njemu je referentnim dokumentom (subset-027) definisan samo interfejs i podaci koji se njime prenose. Slika daje i presek svih subset dokumenata koja definišu slične interfejse [5,7]

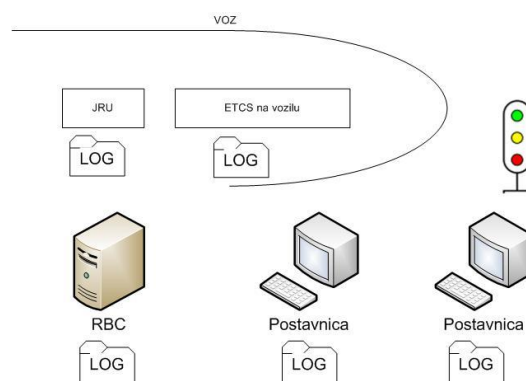
Sam JRU sadrži i interfejs za preuzimanje snimljenih materijala pomoću DT alatke (*downloading tool*). Informacije se prenose od EVC-a, bez promene. JRU snima svoje podatke na privremeni memorijski uređaj i to tako da je taj uređaj u stanju da snimi minimalno operacije u okviru 24 h. JRU mora biti u stanju da snimi redukovani skup podataka za najmanje poslednjih osam dana. Vreme za koje je JRU u mogućnosti da za drži podatke je najmanje sedam dana (misli se na vreme bez napajanja). Privremeni memorijski uređaj je moguće lako izvaditi iz sklopa, kako bi se omogućio prenos podataka nakon akcidenata [7-9].

### III. SIGNALNO-SIGURNOSNISISTEMI

Nesreće i nezgode [3] na železnici su u velikoj meri u korelaciji sa radom signalno-sigurnosnih uređaja i sistema (sudari, iskliznuća, nesreće na putnim prelazima, požari, izbegnuti sudari, pogrešno pokazivanje signalnih znakova, prolazak pored signalnog znaka koji zabranjuje dalju vožnju,..). Iz ovoga se vidi da nije samo JRU uređaj koji će beležiti određene situacije. Sl. 2 prikazuje neke od sistema od interesa za ovaj rad koji će imati svoje logove (evidenciju događaja/statusa/alarma i sl. sa vremenskim pečatima). ETCS

kao sistem se svrstava u ATP/ATC sisteme (Automatic train protection/Automatic train control – sistemi za automatsku zaštitu i kontrolu voza). IXL (interlocking) predstavlja sistem elektronskih postavnica, koji ne pripada ETCS-u, ali je sa njim spregnut. RBC (Radio Block Center – radio blok centar) je obavezni deo sistema ETCS nivoa 2, sa kojim je vozilo u pokretu u konstantnoj vezi, preko GSM-R (GSM for Railway – GSM sistem za železnice).

Svi sistemi na slici će imati i vezu sa intranet mrežom na železnici od koje će dobijati i signal tačnog vremena. Ovaj signal će se iz jedne ili nekoliko tačaka (rezervne lokacije) sa prijemnikom tačnog vremena (GPS – Global positioning system – sistem globalnog pozicioniranja, koji sadrži i tačno vreme) prosledivati svim računarskim sistemima na zemlji. Svi logovi svih sistema će imati isto vreme u svojim vremenskim pečatima.



Sl. 2. Prikaz zapisa različitih podsistema u ETCS-u nivoa 2 i van njega.

Ukratko – svi sistemi koji učestvuju u formiranju puta vožnje, njegovom osiguranju i praćenju ostaviće neki oblik traga u ovim logovima. Uz vremenske pečate i činjenicu da sve akcije signalno-sigurnosnih sistema ostavljaju trag u obliku logova će istraživanje vanrednih događaja učiniti lakšim.

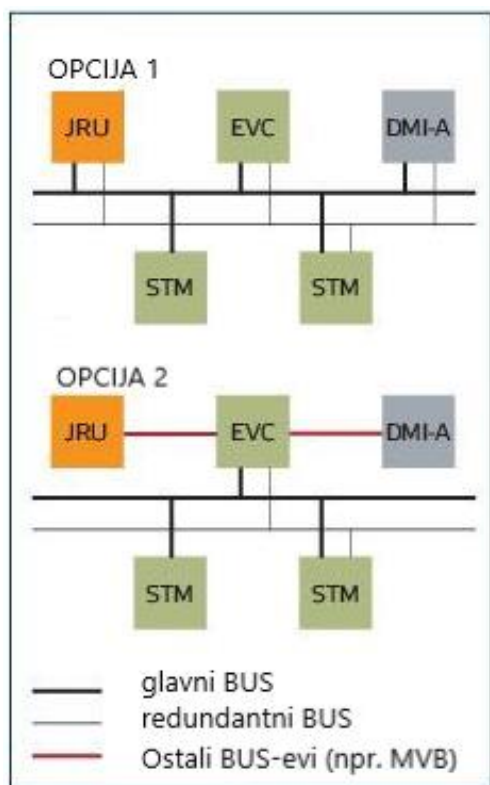
### IV. JRU KAO CRNA KUTIJA

JRU se u vozilu sa ostalim elementima povezuje nekom od standardnih bus konfiguracija, od kojih su najčešće: PROFIBUS (Process Field BUS), CAN (Controller Area Network) ili MVB (Multifunctional Vehicle Bus) bus konfiguracija (Sl.3), ali i Ethernet u nekim slučajevima. STM (Specific Transmission Module – element koji dozvoljava povezivanje sa nacionalnim sistemima klase B na vozilu), će takođe biti povezan u sistem (Sl.1).

Neki od relevantnih standarda čije se ispunjenje zahteva za ovu opremu su EN 50155, IEEE 1482.1. Prvi definiše mehaničke i aspekte okruženja, dok je drugi u vezi sa ojačanjem memorijskih modula u uslovima oštećenja, kao i bezbednosne aspekte.

Iz prethodnog se vidi da je još u postupku dizajna i razvoja setovan put ka tome da JRU ima ulogu black box-a (crne kutije) na železničkim vozilima (slični principi, uređaji i standardi se koriste kako u vodenom, vazdušnom, tako i u

drumskom saobraćaju).

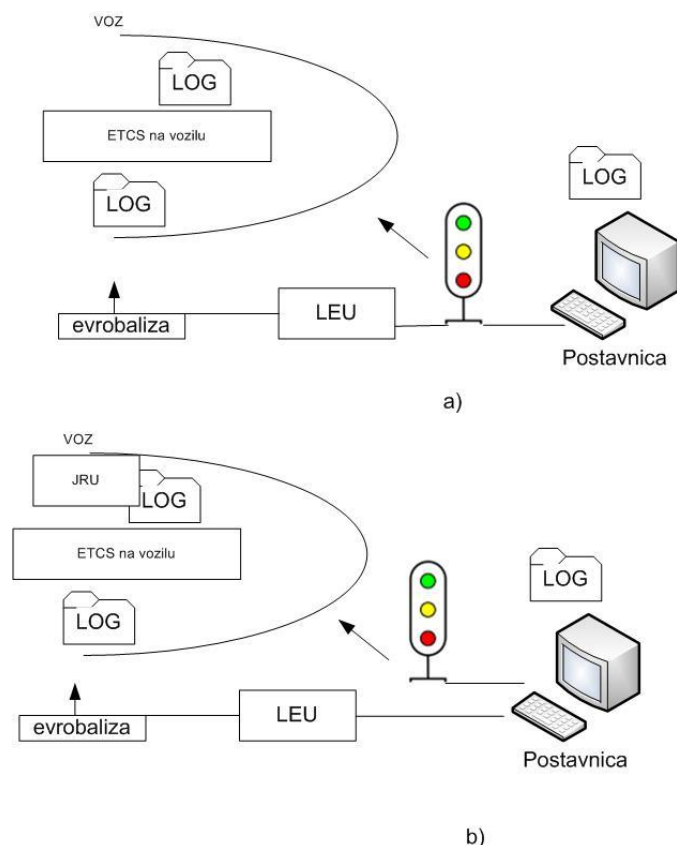


Sl. 3. Primeri bus konfiguracija na vozilu [8].

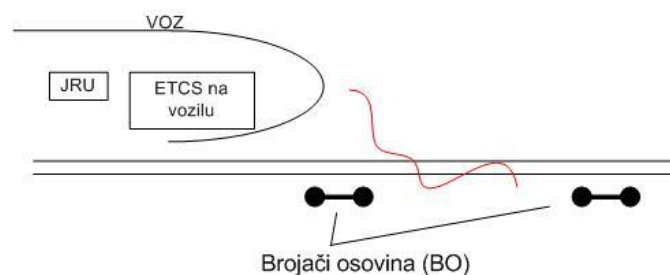
Kako je njegov rad i čuvanje podataka siguran proces, ostaje samo da se u svakodnevnom radu prepoznaju situacije u kojima je dvomislenost neizbežna. Jedan od primera je i rad na ETCS nivou 1 u kom se zahteva da mašinovođa prati i signalizaciju duž pruge, a ne samo kabinsku (Sl.4).

U ovom primeru pod a) je data situacija u kojoj se stanje sa signala replicira preko LEU (Lineside Electronic Unit – Pružna elektronska jedinica) ili b) kada postoje dve nezavisne linije (jedna do signala, a druga do LEU i evrobalize). Telegram koji formira LEU je isti signalni kriterijum sa pružnog signala, koji se zatim preko evrobalize prosleđuje vozilu u pokretu. Kabinska signalizacija može u ovim slučajevima dati kriterijume različite od onih duž pruge, a u slučaju da je propisano da mašinovođa prati i pružnu signalizaciju dvosmislenost je neizbežna.

Osim ovoga može se uočiti i primer u kom brojači osovina (BO) pokazuju da je prostorni odsek prazan, ali ne mogu da detektuju postojanje prepreke na pruži ili objekta koji zadire u slobodan profil pruge (Sl.5). U ovakvim slučajevima će se mašinovođa u skladu sa svojim ovlašćenjima i trenutnim režimom rada prebaciti u onaj režim koji zahteva situacija, imaće niz akcija koje će ostati zabeležene, a radi veće kontrole moraće da operiše u režimima koji mu daju veće mogućnosti, ali i odgovornost. Ovo se može shvatiti kao predupređivanje dvosmislenih situacija jer je ovakav slučaj već pokriven operativnim pravilima.



Sl. 4. Situacije u realizaciji signalizacije na ETCS nivou 1, koje potencijalno mogu dovesti do različitih zapisa u logovima uređaja.



Sl.5. Situacija u kojoj oprema duž pruge ne registruje opasnost, ali mašinovođa ima mogućnost da se prilagodi novonastaloj situaciji.

## V. ZAKLJUČAK

JRU će značajno uticati na proceduru isleđivanja i ispitivanja procesa koji su prethodili vanrednim događajima. Specijalno će uticati na razumevanje sleda akcija i interakcija mašinovođa-mašina u aktivnoj kabini. Sistem jedinstvenog vremena u intranet mreži će umnogome raslojiti otkaze uređaja kao i greške usled ljudskog faktora. Podela odgovornosti između mašinovođe i mašine u svakom od ETCS režima rada, operativna pravila, procedure i regulativa koja će tek biti formirana u narednom periodu, će sigurno naići i na određene prepreke.

Možda na prvi pogled izgleda da je sve u vezi sa JRU pozitivno, međutim sam uređaj i njegovo korišćenje će biti dotaknuto i takozvanim otvorenim pitanjima. Neka od njih su i tehnička i operativna ekspertiza, kao i važeća regulativa koja

se sporo menja.

Upavljanje resursima svakog preduzeća podrazumeva i konstantno ažuriranje tehnologija rada. Kao i kod svakog sistema i ovde će se u eksploataciji naći situacije koje se mogu smatrati dvosmislenim. Napredak u tehničkom smislu će uticati i na ustaljene procedure.

#### LITERATURA

- [1] Sl.list SRJ, 76/99, Pravilnik o načinu evidentiranja podataka o vanrednim događajima nastalim u železničkom saobraćaju i o drugim podacima od značaja za bezbednost železničkog saobraćaja.
- [2] Sl.glasnik RS 41/2018, Zakon o bezbednosti u železničkom saobraćaju,
- [3] SL.Glasnik RS 41/18, Direkcija za železnice, Pravilnik o prijavljivanju, istraživanju, evidentiranju, statističkom praćenju i objavljivanju podataka o nesrećama i nezgodama.
- [4] Sl.glasnik RS 66/2015, Zakon o istraživanju nesreća u vazdušnom, železničkom i vodnom saobraćaju.
- [5] ERA, Unisig, EEIG ERTMS Users Group, *System Requirements Specification Subset-026 (1-8)*, issue 3.4.0, 2014-05-12.
- [6] Recommendation ITU-R TF.460-6, Standard frequency and time-signal emissions, 02/2002
- [7] ERA, Unisig, EEIG ERTMS Users Group, *FIS Juridical Recording Subset-027*, issue 3.3.0, 2016-05-13.
- [8] EKE, Juridical Recording Unit, web: <https://www.eke-electronics.com/juridical-recording-unit-jru>, published 2017-03-02
- [9] Unisig, Safety Requirements for the Technical Interoperability of ETCS in Levels 1&2, Subset – 091, issue 3.4.0, 2015-12-01.

#### ABSTRACT

JRU (Juridical Recording Unit) is as a system for data recording on vehicle, responsible for collection of data, and at the same time it is a mandatory element of the contemporary on-board equipment. Standard principles and procedures in sequence of events investigation in railway known as extraordinary events will with this device gain a different perspective.

#### **Juridical Recording Unit in Railway Event Investigation**

Sanja Jevtić, Marija Vukšić Popović, Nada Ratković  
Kovačević, Sonja Ketin