

PREGLEDNI RAD

GORDAN STOJIĆ*, SANJIN MILINKOVIĆ, VLADAN NIKOLIĆ

INFORMACIONO - KOMUNIKACIONI SISTEMI U CILJU ELIMINISANJA ILI SMANJENJA UTICAJA USKIH GRILA NA ŽELEZNICI**INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEMS FOR ELIMINATION AND MITIGATING INFLUENCE RAILWAY BOTTLENECKS**

Datum prijema rada: 5.11.2024. god.

Datum prihvatanja rada: 15.12.2024. god.

UDK: 656.2+004|654.9

REZIME:

Pod uskim grlima u železničkim stanicama podrazumeva se prvenstveno nemogućnost blagovremene dopreme ili otpreme, dugo vreme zadržavanja vozova, stvaranje zagušenja, smanjena propusna moć, pouzdanost i efikasnost operacija u ovim stanicama. Blagovremena otprema vozova može biti onemogućena iz različitih razloga (prioritet putničkog saobraćaja, problemi na transportnim pravcima, neblagovremeno informisanje, nespremnost lokomotive, drugi organizacioni problemi prevoznika itd.). U radu su prezentovane savremene tehnike i tehnologije za razmenu informacija o vozovima, kolima, robe, obradu dokumentacije, obavljanje carinskih i drugih formalnosti i slično u cilju otklanjanja ili smanjenja uticaja uskih grla u prevozu putnika i robe u železničkom saobraćaju sa posebnim akcentom na pogranične stanice. Posebno je analizirana mogućnost primene u železničkoj stanici Subotica nakon završetka njene rekonstrukcije i modernizacije. Železnička stanica Subotica je najkritičnija tačka i usko grlo u železničkom saobraćaju između Srbije i Mađarske. Zbog činjenice da vozovi koji dolaze iz Srbije na granici s Mađarskom prelaze u Šengensku zonu vreme čekanja zabeleženo za prelazak granice je veoma dugo.

Ključne reči: digitalno automatsko kvačilo, struktura projekta, implementacija, analiza troškova i koristi

SUMMARY:

Bottlenecks in railway stations primarily refer to delays in train dispatch and arrival, extended waiting times, congestion, and reduced operational efficiency and reliability. Various factors can hinder the timely dispatch of trains, including the prioritization of passenger traffic, infrastructure issues, untimely communication, locomotive unpreparedness, and other organizational challenges faced by carriers. This paper explores modern techniques and technologies for optimizing information exchange related to trains, freight, and documentation processing, including customs and other formalities. The goal is to mitigate bottlenecks in passenger and freight transport, with a particular focus on border stations. Special attention is given to the Subotica railway station, analyzing the potential impact of its reconstruction and modernization on improving cross-border rail traffic. As the primary bottleneck between Serbia and Hungary, Subotica station experiences significant delays due to its role as the entry point into the Schengen Area, resulting in extended border crossing times.

Key words: railway transport, passengers, freight, border stations, bottlenecks, innovative solutions.

*Prof. dr Gordan Stojić, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Trg Dositėja Obradovića 6, gordan@uns.ac.rs

1. UVOD

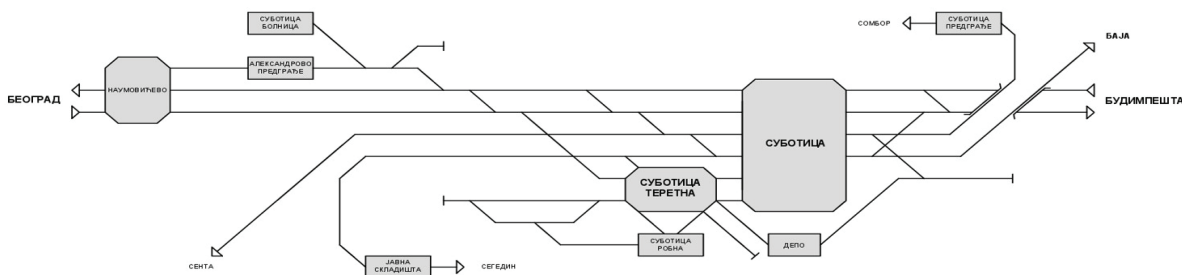
Savremeni trendovi: globalizacija i internacionalni procesi izraženi na evropskom tlu, za posledicu imaju pojavu liberalizacije i deregulacije tržišta i stvaranje harmonizovane i kompatibilne evropske privrede. Takvo privredno jedinstvo zahteva efikasan protok kapitala, ljudi, dobara, informacija i energije. Transportni sistem predstavlja vrlo važan faktor navedenih procesa. Međutim, nema efikasnog transportnog sistema bez transevropske mreže saobraćajnica svih vidova saobraćaja čiji su osnovni atributi definisani i zacrtani u svim dokumentima saobraćajne politike. Za efikasan transportni sistem veoma je važan efikasan odziv železničkog (pod)sistema.

Po osnovnoj definiciji usko grlo u saobraćaju predstavlja fazu u transportnom lancu koja se izvodi sporije od ostalih. Kako bi se ta faza poboljšala preduzimaju se odgovarajuće mere i uvode se odgovarajuća rešenja. Cilj mera i rešenja je da eliminišu uzroke sporijeg rada (protoka) ili smanje njihov uticaj. Eliminisanjem ili smanjenjem uticaja uskih grla transportni sistem postaje efektivniji i efikasnije odgovara zahtevima privrede a time utiče i na uspešniju realizaciju privrednih aktivnosti.

Prema podacima Zavoda za statistiku Republike Srbije međunarodni železnički prevoz robe (uvoz,

izvoz i tranzit) čini oko 70% od ukupnog prevoza železnicom. Preko železničke granične stanice Subotica realizuje se oko 17% uvoza, 42% izvoza i 41% tranzita. [1] Podaci govore o značaju železničke stanice Subotica železničkoj mreži Srbije. Pored toga, stanica se nalazi na mreži drumskih i železničkih saobraćajnica definisanih u okviru Orient/East-Med (OEM)¹ drumskih i železničkih koridora unutar regiona Zapadnog Balkana. Takođe, pruga 105 (Beograd) - Stara Pazova - Novi Sad - Subotica - drž. granica - (Kelebia) obuhvaćena je kao „The Core Network“ u okviru transportne politike šire transevropske transportne mreže se zasnivaju na Evropskoj regulativi 1315/2013.

Najzahtevnija a time i najskuplja rešenja za otklanjanje uskih grla na infrastrukturi su ona koja zahtevaju izvođenje građevinskih radova. U sklopu modernizacije, rekonstrukcije i izgradnje železničke pruge 105: Beograd – Subotica – državna granica (Kelebija), za očekivano je da će izgrađeni železnički kapaciteti u stanicama Subotica teretna i Subotica (putnička), odnosno železničkog čvora Subotica, uzimajući u obzir i savremene sisteme osiguranja, centralizacije i daljinsko upravljanje saobraćajem, biti dovoljni i neće doći do pojave uskih grla (Slika 1). To znači da će kapaciteti biti dovoljni i sa aspekta broja i sa aspekta dužine koloseka. Nova i moderna oprema i nova postrojenja obezbediće veliku pouzdanost u radu stanice.



Slika 1. Tehnološka šema železničkog čvora Subotica – novo rešenje [2]

2. PREGLED INOVATIVNIH REŠENJA IZ OBLASTI INFORMACIONO-KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA

Potrebe za unapređenjem kvaliteta usluga uvek su aktuelne na železnici. Posebno je potrebno obratiti pažnju na delove sistema koji se nalaze

na kritičnom putu i ograničavaju ukupne performanse a time i kompetitivnost železničkih usluga. Takve potrebe i zahtevi su usko povezani sa tehnološkim inovacijama, digitalizacijom, kao i tren-

¹Koridor obuhvata region Centralne Evrope: sever, Baltik, Crno more i Mediteran.

dovima i izazovima u vezi sa zahtevima transportne politike na železnici (dekarbonizacija, ciljevi Green Deal-a, modalna promena u teretnom saobraćaju, itd.).



Slika 2. Digitalna automatizovana rešenja za železnici (Izvor: © Pilz GmbH & Co. KG & ©voestalpine & ©Siemens)

U dokumentu „Roadmap for Digital Railways“ iz marta 2016. godine koji je nastao kroz saradnju između ključnih udruženja i organizacija CER (Community of European Railway and Infrastructure Companies), CIT (International Rail Transport Committee), EIM (European Rail Infrastructure Managers) i UIC (International Union of Railways), definisane su osnovne oblasti primene digitalnih tehnologija u železničkom transportu (Slika 2) [3]:

- povezivanje železnica kroz pouzdane komunikacije za bezbedne, efikasne i atraktivne sisteme,
- poboljšanje korisničkog iskustva, nudeći bolju i dodatnu vrednost za korisnike usluga železnice,

- veći kapaciteti kroz povećanje pouzdanosti, efikasnosti i performansi železnice,
- unapređenje ponude i jačanje konkurentnosti železnice tako što će se na najbolji način iskoristiti svi dostupni transportni podaci.

Studija STAFFER (<https://www.railstaffer.eu/>) iznosi predviđanje da će u narednom petogodišnjem periodu na nivou razvijenih uprava najvažniji uticaj na železnici imati posledice uvođenja ERTMS (European Rail Traffic Management System) i ETCS (European Train Control System) sistema. Takođe, očekuje se veliki uticaj ostalih novih tehnologija i digitalizacija procesa i njihovo uključivanje u alate za održavanje, BIM alate za projektovanje (Building Information Modelling), kao i u alate za operativno upravljanje u realnom vremenu, ali i platforme za povezivanje korisnika (npr. <https://www.maas-platform.com/>) i povećanu mobilnost, i digitalno upravljanje saobraćajem i povezivanje preko sistema IoT (Internet of Things). Jedan od zaključaka je i da će kratkoročno biti veoma važno da se radi na jačoj kooperaciji i razmeni info i železničkih operatera (eng. Railway Undertakings – Rus). Dugoročno, posle 2030. godine očekuje se pojava ATO (Automated Train Operation) sistema, značajno povećanje performansi korišćenjem i analizom podataka dobijenih pomoću BigData modela, ali i novi pogonski sistemi (hidrogen, baterije), kretanje povezanih vozova – plotuniranje, ili virtuelno i digitalno automatsko kuplovanje. [4]

Neka od dodatnih rešenja vezanih za informacione tehnologije (IT), a koja su pomenuta u studiji STAFFER, odnose se i na [4]:

- telekomunikacije i uvođenje 5G koncepata i arhitektura budućeg železničkog sistema mobilne komunikacije i konceptualni model podataka za železnici,
- inspekcija i kontrola kola zasnovana na tehnologiji dronova,
- aktivne suspenzije, novi materijali u izgradnji vozila,
- razvoj efikasnijih simulatora koji omogućavaju napredno učenje i dodatne obuke osoblja,
- prilagođavanje sistema (nova arhitektura sistema, novi formati) tako da se lakše implementiraju i primene nove IT i ostale tehnologije,

Upravljanje saobraćajem i asistiranje u donošenju operativnih dispčerskih odluka pomoću veštačke inteligencije (eng. Artificial Intelligence – AI), ili upotrebom naprednih algoritama.

Kao primeri dobre prakse koji su uspostavljeni u vazdušnom saobraćaju kroz projekat Single European Sky, a koji bi mogli da se delimično primene i u železničkom tržištu kroz European Rail Area.

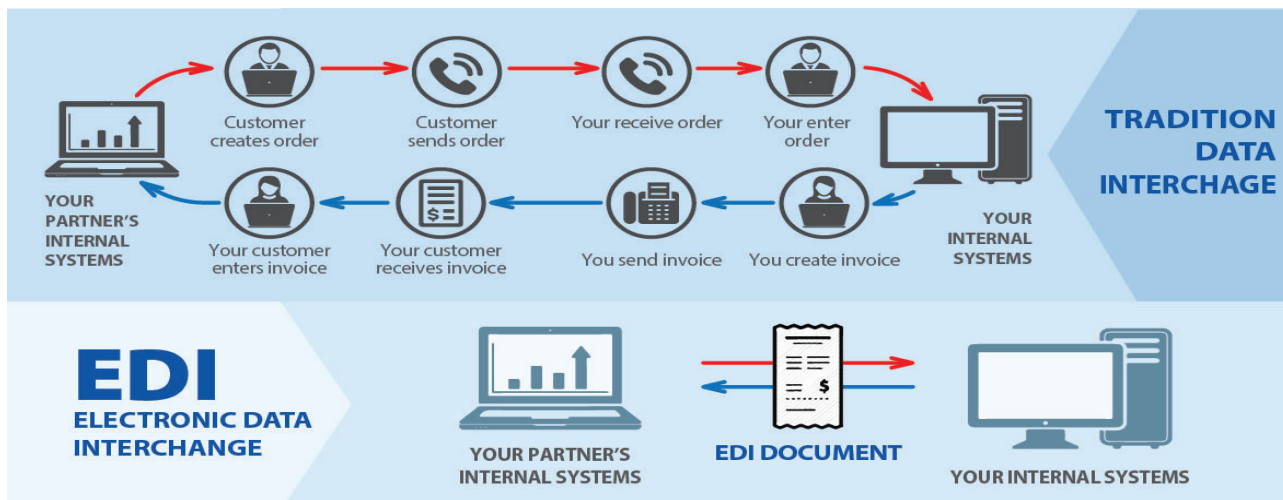
Takođe, projekat STAFFER identifikuje koje je mere potrebno preduzeti za povećanje efikasnosti na graničnim prelazima. Kao ključna mera za povećanje efikasnosti prekograničnih transporta železnicom navodi se podsticanje harmonizovanih bezbednosnih pravila širom Evrope i ubrzanje primene ERTMS-a. Obe ove mere direktno su povezane sa nedostacima koji su danas prisutni a spadaju u oblast informaciono – komunikacionih tehnologija. Takođe, eksperti su ukazali da će biti važno raditi na AI rešenjima za direktan prevod govora pri komunikaciji između menadžera infrastrukture (IM – IM) i u komunikaciji između menadžera infrastrukture i operatera (IM – RU). U tom smislu predlažu se dvojezični telefonski obrasci, ali i sistemi trenutnog prevođenja u verbalnoj komunikaciji radiotelefonijom. Uz to potrebno je raditi na potpunoj implementaciji digitalnog upravljanja kapacitetima, uz korišćenje digitalnih platformi. Da bi se radilo na modernizaciji i unapređenju sistema u sledećem periodu neophodno je uključiti stručnjake koji će imati znanje i obrazovanje iz savremenih informacionih tehnologija i komunikacije, a

koje uključuje: IT i fizička bezbednost, razvoj softverskih aplikacija, analitičar podataka (Big Data), upravljanje digitalnim projektima, upravljanje digitalne transformacije, E-learning - digital learning (učenje na daljinu), specijalisti za digitalno učenje (AI, Augmented Reality – AR, Virtual Reality – VR, itd.), programer virtuelnog učenja, specijalista za sajber bezbednost. [4]

Iako su definisani posebno, svim prethodno navedenim uzrocima uskih grla, može da se sistemski pristupi i radi na njihovom poboljšanju ili uklanjanju. U nastavku opisujemo neke od sistema čija implementacija može da reši probleme informaciono – komunikacione prirode. Osnovni principi rada, funkciju i nivoi Evropskog sistema upravljanja železničkim saobraćajem (ERTMS), Evropskog sistema kontrole vozova (ETCS) i globalnogi sistema za mobilne komunikacije za železnicu (GSM-R) detaljno su opisani u radu [5]. Ova tri sistema predstavljaju osnovne nosioce informaciono – komunikacionih sistema na železnici. Drugi sistemi koji koriste prikazani su dalje u tekstu.

2.1. Elektronska razmena podataka (EDI)

S obzirom na to da protok informacija ima presudan uticaj na efikasnost procesa na železničkim graničnim prelazima, elektronska razmena informacija između železnica mogla bi značajno da poveća efikasnost na železničkim graničnim prelazima. Kada se tražene informacije razmenjuju elektronskim putem, organizacija procesa na železničkim graničnim prelazima mogla bi se značajno pojednostaviti (slika 3).



Slika 3. Elektronska razmena podataka (Izvor: <https://noii.vn/en/what-is-edi.html/>)

Elektronska razmena podataka - EDI najbolje se opisuje kao digitalni oblik koji se koristi za elektronski prenos informacija koje su prethodno bile na papiru (Slika 3). Za industriju železničkog transporta robe, ovo uključuje stavke kao što su tovarni listovi, uputstva za železnički transport i dokumentacija za praćenje robe. Pošto EDI koristi standardne formate dokumenata, ili skupove transakcija, da definiše redosled informacija u bilo kom datom dokumentu, omogućava brzo i tačno deljenje podataka. Ovo je posebno važno za sektor železničkog teretnog transporta, koji se oslanja na prenos velikih količina oblika koji se često ponavljaju. [6]

Automatska razmena podataka ili elektronska razmena podataka (EDI) definiše se kao automatizovana razmena strukturiranih elektronskih poruka za upotrebu u drugom sistemu ili organizaciji. Korišćenjem definisanog protokola i pošiljalac i primalac mogu da verifikuju da je poruka formalno tačna i da može da se koristi za dalju obradu. EDI komunikacija se karakteriše kao razmena informacija između dve serverske aplikacije i obično između dve organizacije. Kod graničnih prelaza postoji više zainteresovanih strana koje bi koristile elektronske podatke [7]:

- IM: u pitanju su dva ili više upravljača infrastrukture, po jedan u svakoj zemlji.
- Železnički prevoznici: dva ili više prevoznika, po jedan u svakoj zemlji.
- Carina: ako je granica EU/non-EU onda su dve Carinske uprave uključene.
- Granična policija: ako je granica spoljna granica (nije u Šengen sporazumu), u pitanju su dve uprave granične policije.
- Drugi državni organi: drugi granični organi, kao što su fitosanitarni, sanitarni, organi radiologije.
- Špediter: špediter organizuje transport robe, sklapa ugovore sa prevoznicima.
- Trgovci (uvoznik, izvoznik ili vlasnik tranzitne robe): obično nisu prisutni na graničnom prelazu ali mogu biti glavni izvor informacija o robi ili da imaju zahtev o praćenju kretanja robe.

UN/EDIFACT (pravila Ujedinjenih nacija za elektronsku razmenu podataka za administraciju, trgovinu i transport) obuhvataju skup međunarodno dogovorenih standarda, imenika i smernica za elek-

tronsku razmenu strukturiranih podataka između nezavisnih kompjuterizovanih informacionih sistema. Pravila preporučena u okviru Ujedinjenih nacija, odobrava i objavljuje UNECE i održavaju se prema dogovorenim procedurama. [6]

2.2. TAP/TAF TSI

Evropska komisija usvojila je uredbu o standardima u oblasti telematskih aplikacija za železničke putničke usluge. Ovi standardi, poznati su u železničkom sektoru kao „tehničke specifikacije za interoperabilnost“ (TSI) odnose se na podsistem „telematske aplikacije za putnike“ (TAP) transevropskog železničkog sistema i definišu kako zainteresovane strane moraju da komuniciraju sa podacima vezanim za putovanja u oblast železničkog saobraćaja. Svrha TAP TSI-ja je da definiše procedure i interfejsu u celoj Evropi između svih tipova aktera železničke industrije (putnika, železničkih preduzeća, menadžera infrastrukture, menadžera stanica, organa javnog prevoza, prodavaca karata i turopertora). [8] To će doprineti interoperabilnom i ekonomičnom sistemu razmene informacija za Evropu koji omogućava pružanje visokokvalitetnih informacija o putovanju i izdavanje karata putnicima na isplativ način, čime se ispunjavaju i zahtevi Uredbe o pravima putnika. [9] Za implementaciju TAP TSI potrebni su sledeći koraci:

- formiranje računarskog sistema, upravljanje i master plan,
- razvoj računarskog sistema i
- njegovo podešavanje i puštanje u rad (treća faza).

Cilj razvoja Tehničkih specifikacija za interoperabilnost za telematske aplikacije za teretne usluge (TAF TSI) je da u sektoru teretnog transporta, železnica treba da poboljša usluge i efikasnost kako bi povećala prihode i tržišni udeo, i da bi igrala svoju ulogu kroz održivi transport. TAF TSI ima za cilj da definiše razmenu podataka između pojedinačnih menadžera infrastrukture (IM), kao i između IM i železničkih prevoznika. Pored razmene podataka, TAF TSI opisuje poslovne procese koji uključuju IM i železničke prevoznike. Iz tog razloga, TAF TSI duboko utiče na postojeće poslovne procese međunarodne železničke infrastrukture. TAF, ili barem IT interfejsi sa drugim partnerima,

moraju da budu implementirani na sličan način od strane svih TAF TSI partnera. Definirani su kritični atributi uspešne usluge transporta: sposobnost da se prate pošiljke, da se odredi kada će da se izvrše isporuke kupcima i da se maksimizira produktivnost transportnog lanca. Ovi primarni ciljevi mogu da se postignu ekonomično korišćenjem poslovnih procesa i pratećih informacionih sistema, za transportne lance u poslovnim modelima otvorenog pristupa ili mrežne saradnje železničkih kompanija.

Očekivane koristi za železnice koje implementiraju i koriste TAF TSI su:

- jedinstveni komunikacioni sistem za sve poslovne slučajeve koje operater može da pronađe,
- poboljšana komunikacija i koordinacija procesa između železničkih operatera i menadžera infrastrukture (u smislu kvaliteta i brzine),
- jedinstveni standardizovani način rada, obezbeđujući uštede kroz bolji sistem upravljanja kvalitetom; uspostavljanje homogenih procedura; smanjenje troškova održavanja sistema,
- standardizovani i interoperabilni komunikacioni interfejsi,
- učesnici imaju snažnu i posvećenu zajednicu korisnika.

Trenutno je TAF TSI u naprednoj fazi implementacije unutar Evropske unije. To vodi ka harmonizaciji elektronske razmene informacija u Evropi ali nastanak velike i posvećene zajednice korisnika (železničke kompanije, kontrolne organe, menadžere infrastrukture, tehničko osoblje i klijente) koja pokriva 85% tržišta železničkog tereta u EU. Implementacija TAF TSI je takođe pokrenula pozitivan efekat na harmonizaciju procesa rada železnice.

Dokumenti koji se razmenjuju sa TAF TSI [8]:

- **Tovarni list.** Tovarni list u skladu sa CIM-om mora da bude poslat (elektronski ili na drugi način) od strane glavnog železničkog operatera, koji kreira elektronsku poruku naloga za pošiljku. Mora da prikazuje sve informacije potrebne za prenošenje pošiljke od pošiljaoca do primaoca prema „Jedinstvenim pravilima u vezi sa ugovorom o međunarodnom železničkom prevozu robe (CIM)“, „Jedinstven-

im pravilima o ugovorima o korišćenju vozila u međunarodnom železničkom saobraćaju (CUV)“ i važećim nacionalnim pravilima.

- **Zahtev za trasu.** Trasa definiše tražene, prihvaćene i stvarne podatke koji se čuvaju u vezi sa trasom i karakteristikama voza za svaki segment te trase. Trase se koriste za sastavljanje ukupnog transportnog pravca. Operater i menadžer infrastrukture razmenjuju skup poruka zahteva za trasom kako bi se dogovorili o prevoznom putu između dve tačke na kojima voz (sa datom dužinom, masom itd.) može da vozi po infrastrukturi sa datim karakteristikama (gabariti, osovinsko opterećenje itd.). .).
- **Vožnja voza.** Poruka prognoze kretanja voza se koristi za pružanje informacija o procenjenom vremenu na ugovorno dogovorenim tačkama. Ova poruka biće poslata od menadžera infrastrukture operateru i susednim menadžerima infrastrukture koji su uključeni u transport.
- **Kretanje kola/vagona.** Svrha ove poruke je da pošalje procenjeno vreme razmene (ETI) ili ažurirani ETI vagona od jednog operatera do sledećeg u transportnom lancu. Poslednji operater u transportnom lancu vagona šalje glavnom operateru procenjeno vreme dolaska ili ažuriranu.
- **Procena nakon putovanja radi poboljšanja kvaliteta.** Proces analize je suštinski proces nakon putovanja koji podržava poboljšanja kvaliteta. Pored merenja kvaliteta usluge koja se isporučuje korisniku, vodeći operater, operateri i menadžeri infrastrukture moraju da mere kvalitet komponenti usluge koje ukupno čine proizvod koji se isporučuje korisniku.
- **Referentni podaci.** Obavezno je da svi operateri, menadžeri infrastrukture i vlasnici vagona imaju standardizovane referentne kodove (kao što su kodovi preduzeća ili lokacije) kako bi mogli da se pridruže zajednici korisnika TAF-a i razmenjuju elektronske poruke. Bez postojanja takvih referentnih kodova nije moguća razmena bilo koje elektronske poruke u okviru TAF TSI.

Implementacija i funkcionisanje TAF TSI funkcija u obliku IT alata pomenutih u ovom odeljku su uspešni jer su razvijeni na dobrovoljnoj i komer-

cijalno orijentisanoj osnovi od strane evropskog železničkog sektora tokom godina i (su)finansirani su od strane Evropske unije u obliku poziva za povezivanje Evrope (CEF).

Alati (IT alati) koji se koriste u Evropi za implementaciju i rad TAF TSI su:

- Sistem zajedničkih komponenti (CCS);
- Otvoreni korisnički EDI sistem za železnički teretni transport ORFEUS,
- Sistem koordinacija trasa (PCS) i HEROES,
- Informacioni sistem vozova (TIS) i poboljšana pouzdanost usluge (ISR).

2.2.1. Sistem zajedničkih komponenti (CCS)

Sistem zajedničkih komponenti sastoji se od tri elementa koji obezbeđuju interoperabilnost evropskog železničkog saobraćaja:

- Zajednički interfejs (CI): tehnički alat koji podržava interoperabilnu razmenu poruka.
- Centralna referentna baza podataka (CRD): centralizovana baza podataka koja čuva šifre lokacija i šifre kompanije koje se zahtevaju prema TAF TSI uredbi.
- Autoritet za sertifikaciju (CA): telo koje obezbeđuje bezbednu komunikaciju između zainteresovanih strana koristeći zajednički interfejs.

Usluge CCS-a (eng. Common Components System) mogu da koriste više zainteresovanih strana unutar industrije. CI obezbeđuje platformu za standardizovanu razmenu podataka. Kodovi zemlje i lokacije dostupni su u CRD-u. Štaviše, referentne baze podataka o voznim parkovima (RSRD) su takođe dostupne preko CI. To znači da CCS može da stvori korisničku vrednost za IM, železničke prevoznike i tehničke kolske službe. [10]

2.2.2. ORFEUS

ORFEUS (eng. Open Railway Freight EDI User System) je informacioni sistem razvijen i kojim upravlja Raildata, a služi za razvoj i proizvodnju centralnih sistema za razmenu informacija i podataka za evropski železnički teretni transport. ORFEUS sistem obezbeđuje razmenu podataka CIM tovar-

nih listova i CUV kolskih lista između železničkih operatera koristeći Centralni sistem podataka (CDS). ORFEUS komponente su [10]:

- centralni deo CDS (Centralni sistem za upravljanje podacima) koji deluje kao posrednik poruka za prikupljanje i distribuciju informacija, uključujući specifičnu logiku i verifikacije.
- nacionalni informacioni sistemi (NIS) povezanih železničkih operatera.

ORFEUS tehnologiju koriste železničke kompanije u Češkoj, Luksemburgu, Švedskoj, Hrvatskoj, Austriji, Nemačkoj, Danskoj, Holandiji, Španiji, Švajcarskoj, Belgiji, Francuskoj, Italiji. Železnička preduzeća šalju podatke o sadržaju tovarnih/kolskih listova ORFEUS-u, koji te podatke distribuira drugim prevoznicima uključenim u transport. CIM/ CUV beleške u papirnoj formi postoje i još uvek prate vagone.

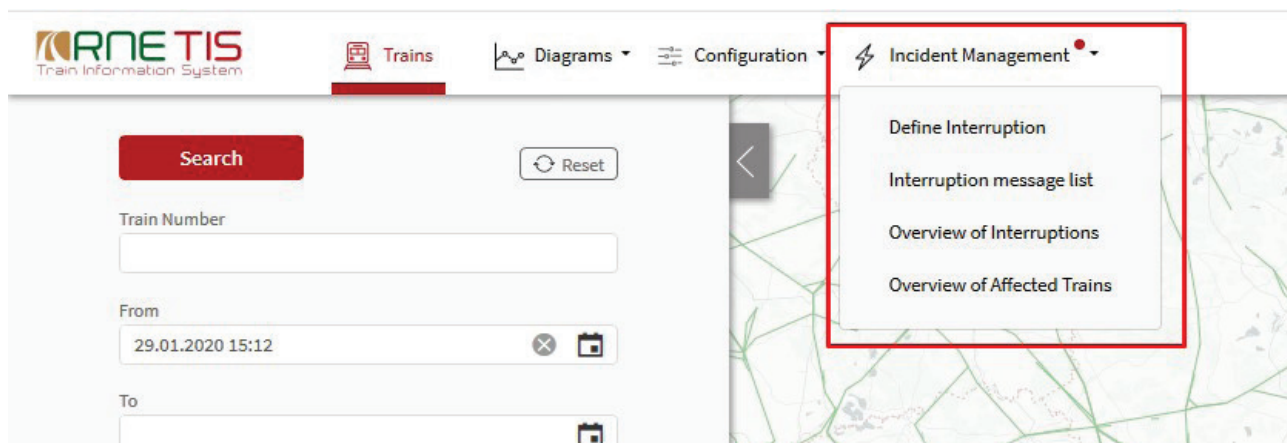
Razmena podataka se vrši kao što je gore navedeno, ali podaci ispunjavaju ulogu elektronskog tovarnog lista (ECN). Više se ne izdaje niti predaje papirni oblik formulara.

2.2.3. Sistem koordinacije trasa (PCS)

PCS (eng. Path Coordination System) je alat za objavljivanje obavezujuće ponude unapred dogovorenih trasa i rezervnog kapaciteta i za upravljanje međunarodnim zahtevima za trase na koridoru. Prednost ovog rešenja je što se prikazani podaci, za unapred dogovorene trase, i rezervni kapacitet mogu da koriste za kreiranje zahteva za trasu – bez ikakvog ručnog kopiranja. Ovaj metod pojednostavljuje prezentaciju i upravljanje trasama, koje ostaju u katalogu za dodelu kao adhoc trase tokom perioda voznog reda. [10]

2.3. Informacioni sistem vozova (TIS)

TIS (eng. Train Information System) je veb aplikacija koja podržava međunarodno upravljanje vozovima kroz pristup podacima o vozovima u realnom vremenu koji se odnose na međunarodne vozove. Relevantni podaci se dobijaju direktno iz IM sistema (Slika 4).



Slika 4. TIS – osnovne funkcije aplikacije TIS 2020 (Izvor: <https://rne.eu/>)

IM-ovi šalju podatke u TIS, gde se sve informacije iz različitih IM-ova kombinuju u jednu vožnju voza od polaska do konačnog odredišta. Na ovaj način voz može da se prati od početka do kraja preko granica. TIS takođe pruža podršku upravljanju performansama vozova na koridoru pružanjem informacija o tačnosti, kašnjenju i analizi kvaliteta. Železnički prevoznici i operateri takođe mogu dobiti pristup TIS-u. Sistem je već u potpunosti usaglašen sa TAF/TAP TSI i bio je, pored toga, predvodnik u smislu implementacije ovog okvira. Sistem podržava uglavnom međunarodno aktivna železnička preduzeća u upravljanju njihovim logističkim lancima i pruža podršku železničkim teretnim koridorima pružanjem odgovarajućih izveštaja za upravljanje performansama vozova. Trenutno TIS prati više od 4,7 miliona pojedinačnih vozova godišnje.

2.4. Softver za planiranje reda vožnje

Red vožnje je formalni dokument Infrastrukture železnice Srbije (IŽS) i definiše red vožnje putničkih i teretnih vozova, kao i vozova koji saobraćaju za sopstvene potrebe na javnoj železničkoj infrastrukturi. Njegov sastavni deo su stalne odrednice, koje su definisane Pravilnikom o izradi reda vožnje. IŽS trenutno izrađuje 17 redova vožnje (od kojih su dve podeljene na periode od 00.00 do 12.00 časova i od 12.00 do 24.00 časa) i 18 knjižica voznog reda. Postoje dve vrste zahteva za trase voza:

1. godišnji zahtev za dodelu trasa, ili kapaciteta železničke infrastrukture za ceo period važe-

nja Reda vožnje;

2. vanredni zahtev za dodelu kapaciteta železničke infrastrukture na kraći period za vreme važenja Reda vožnje, koji može da bude pojedinačan (ad hoc) zahtev za jednokratnu dodelu trasa za vreme važenja reda vožnje.

Postoji i nacionalni zahtev za dodelu kapaciteta železničke infrastrukture samo u Republici Srbiji i međunarodni zahtev za dodelu kapaciteta železničke infrastrukture koji istovremeno zahteva dodelu kapaciteta železničke infrastrukture u Republici Srbiji i u drugoj državi. Kriterijumi za dodelu kapaciteta propisani Zakonom o železnici striktno se i dosledno primenjuju. Ukoliko je broj zahteva za dodelu istog infrastrukturnog kapaciteta veći od dozvoljenog kapaciteta određene železničke pruge i ako se na toj pruzi, odnosno delu te pruge, proglašena infrastruktura, IŽS će, u nastojanju da dodeli trase vozova, primeniti pravila prioriteta.

Prilikom izrade reda vožnje, IŽS uzima u obzir sve primljene zahteve za dodelu kapaciteta železničke infrastrukture, uključujući sva ograničenja predviđena planovima razvoja i održavanja infrastrukture. Nacrt raspodele kapaciteta železničke infrastrukture za međunarodni saobraćaj priprema se najkasnije 11 meseci pre stupanja na snagu novog reda vožnje i usaglašava se sa stranim upravljačima železničke infrastrukture.

Nacrt raspodele kapaciteta železničke infrastrukture u vezi sa domaćim saobraćajem priprema se

Informaciono - komunikacioni sistemi u cilju eliminisanja ili smanjenja uticaja uskih grla na železnici

najkasnije šest meseci pre stupanja na snagu novog reda vožnje. Nacrt raspodele kapaciteta železničke infrastrukture objavljuje se kao Nacrt reda vožnje koji je predmet javnog uvida i otvoren je za primedbe, sugestije, predloge i mišljenja u roku od 30 dana. Svi izloženi problemi i pitanja u vezi sa predloženim redom vožnje rešavaju se u okviru koordinacije i usaglašavanja, rešavanja sporova i zagušenja železničke infrastrukture, što se mora završiti najkasnije 120 dana pre stupanja na snagu reda vožnje.

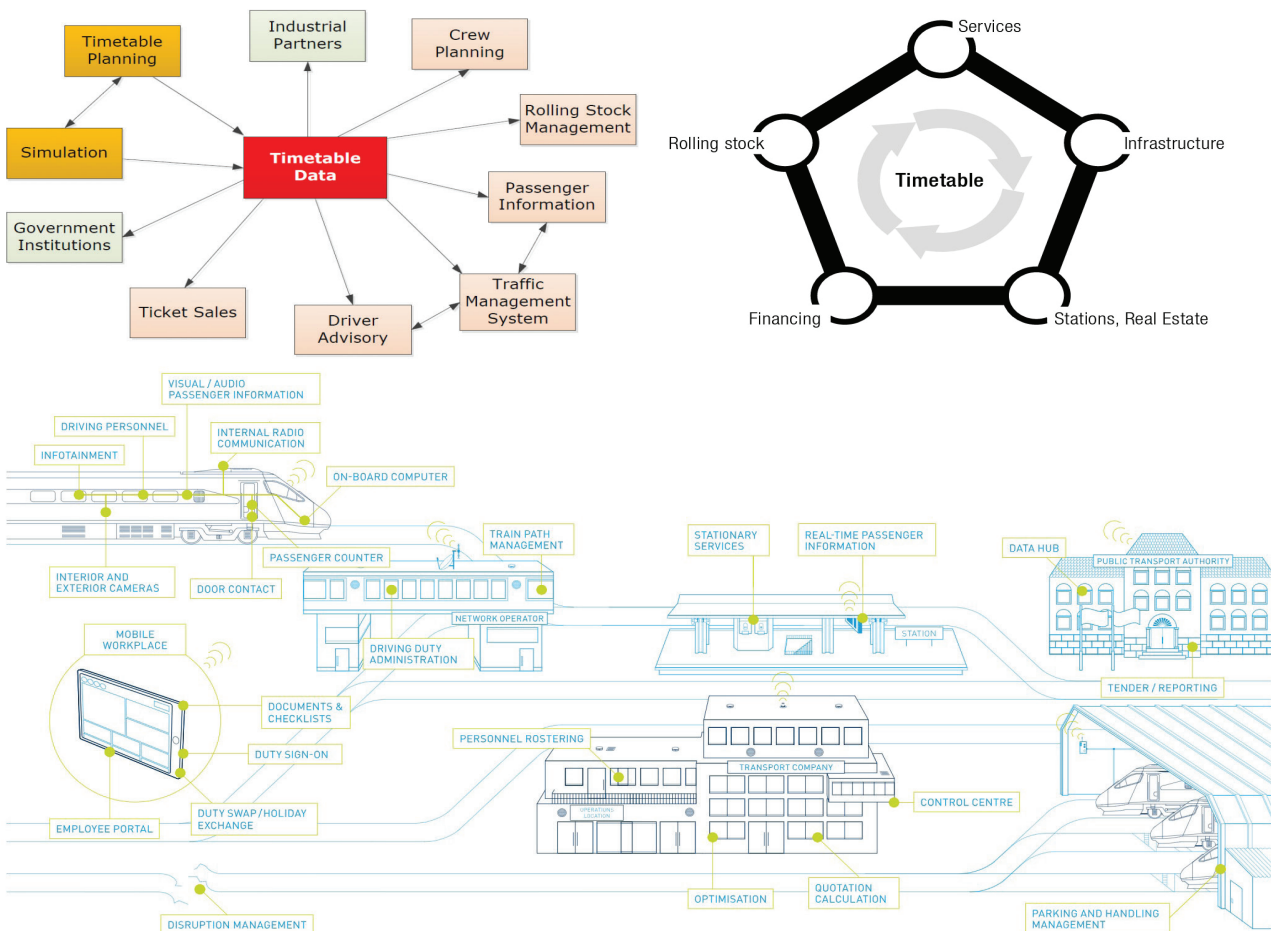
Red vožnje ima presudan uticaj na kvalitet, efikasnost i isplativost pružene železničke usluge krajnjim korisnicima. Od toga u velikoj meri zavisi i plan saobraćaja vozova i iskorišćenost infrastrukturnih kapaciteta, kao i troškovi voznog saobraćaja.

Iako su softverski paketi i modeli za optimizaciju korišćenja železničke infrastrukture i izgradnju reda vožnje dosta napredovali u poslednjih nekoliko de-

cenija, proces konstrukcije reda vožnje na železnici u mnogim zemljama Evrope još je orijentisan na ručno crtanje trase, a takva je trenutno situacija na IŽS.

Softverski paketi za planiranje reda vožnje omogućavaju vizualizaciju podataka, ubrzanje i pojednostavljenje procesa izrade reda vožnje i alokacije voznih trasa, kao i razvoj i simulaciju varijanti reda vožnje, kao i izbor najboljeg iz urađene simulacije.

Optimizacijom ovako komplikovanih procedura izgradnja redova vožnje i uvođenje odgovarajućeg softvera za planiranje, razvoj i modifikaciju redova vožnje i upravljanje infrastrukturom omogućilo bi dalje povećanje produktivnosti poslovne efikasnosti u planiranju reda vožnje (Slika 5). Softver sadrži i podržava korisničke tipove na više nivoa, što omogućava korisnicima da koriste različite funkcionalnosti na osnovu njihovih specifičnih uloga, kako bi se obezbedio najefikasniji tok posla i najveća bezbednost sistema.



Slika 5. Delovi sistema koji se mogu optimizovati specijalizovanim softverima (Izvor: sbb.ch i www.ivu.com)

Specifikacije vezane za ove sisteme obično se odnose na karakteristike/performanse hardvera (serveri, radne stanice...), komunikacione mreže, sistema i drugog softvera koji nisu sastavni deo ponuđene aplikacije, ali su od suštinskog značaja za punu funkcionalnost softvera u slučaju kako bi sistem mogao da funkcioniše u datim uslovima.

Softver može biti klijent-server ili veb-bazirano rešenje sa modernom n-slojnom arhitekturom. Sistem za planiranje reda vožnje treba da obuhvati skup alata, modula i funkcionalnosti koji će omogućiti sveukupne radove na izgradnji reda vožnje i druge operativne aktivnosti (praćenje ograničenja brzine, planiranje turnusa, proračun kapaciteta itd.). Takođe, treba da omogući uvoz, čuvanje, prikazivanje i izvoz neophodnih podataka u postojeće baze podataka preko sopstvenih alata ili dodatnih programskih rešenja i njihovu sveobuhvatnu vizuelizaciju kroz softverski korisnički interfejs. Uz to, softver treba da bude u stanju da proizvodi i generiše Izveštaje i plansku dokumentaciju u skladu sa važećim propisima Republike Srbije.

Softver treba da bude u stanju da prikaže i analizira sledeće podatke o kapacitetu železničke infrastrukture: maksimalne dozvoljene, ograničene i privremeno ograničene brzine vozova na otvorenoj pruzi i u stanicama/stajalištima, krivinama, nagibima, otpor kretanja, procenti kočenja, način rada i regulacije voza, intervali, dužina zaustavnog puta, korisna dužina koloseka, dužina perona, vreme rada stanica. Podaci o infrastrukturi treba da budu prikazani u tabelama, kao i putem geoprostornog mrežnog prikaza. Softver treba da ima mogućnost formiranja baze podataka sa potrebnim tehničkim karakteristikama svih železničkih vozni sredstava koja saobraćaju u Srbiji, kao i mogućnost njene izmene po potrebi. Softver treba da omogući proračun kapaciteta železničke pruge u skladu sa metodama definisanim u fišama UIC405 i/ili UIC406.

Softver treba da bude u stanju da izračuna vreme vožnje voza uzimajući u obzir tehničke karakteristike železničke infrastrukture, njeno stanje (privremena ograničenja brzine, itd.) i karakteristike železničkog voznog parka. Softver treba da omogući izradu reda vožnje sa automatskim

proračunom svih potrebnih parametara (dolazak i polazak, vreme zadržavanja, kretanje itd.) na osnovu unetog zahteva za dodelu voznih trasa. Takođe, trebalo bi da postoji mogućnost otkrivanja konflikta između analiziranih zahteva i identifikacije uskih grla. Softver treba da omogući prikaz radova na izradi reda vožnje u tabelarnom i interaktivnom grafičkom obliku po parametrima voza i rasporedu vožnje vozova. Softver bi trebalo da bude u mogućnosti da menja Red vožnje tokom njegovog važenja kao izmene njegovih elemenata usled vanrednih zahteva. Softver treba da ima mogućnost da simulira bilo koji konstruisani red vožnje, kako pod determinističkim uslovima, tako i korišćenjem stvarnih kašnjenja i vremena zadržavanja kao ulaznih podataka za proveru kvaliteta reda vožnje.

Softver treba da bude u stanju da generiše i štampa dokumentaciju o redu vožnje u skladu sa važećim propisima Republike Srbije (tabele redova vožnje, knjižica redova vožnje, izvodi o redu vožnje...) u sledećim formatima .doc; xls; .pdf i potrebni izveštaji - statistika u skladu sa važećim aktom za odgovarajuću oblast (voz km, bruto tona-km, dani rada itd.). Svi izlazni dokumenti moraju da omoguće prikaz po segmentima mreže, tipovima vozova i železničkim preduzećima.

3. PLANOWI RAZVOJA I PRIMENE INFORMACIONO-KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA U ŽELEZNIČKOM SEKTORU U SRBIJI U NAREDNOM PERIODU

Na osnovnom nivou efikasni sistemi informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT) pomažu da se smanji opterećenje zaposlenih za upravljanje granicom, čime se olakšavaju njihove svakodnevne dužnosti. Unapređena informaciono-komunikaciona tehnologija carinsko upravljanje takođe čini efikasnijim. Efikasnim korišćenjem sistema IKT i automatizacijom određenih funkcija, carinska uprava može da smanji stvarni obim posla. Operacije na graničnim prelazima su sada raznovrsnije nego ikad pre. Upravljanje ovakvim složenim sistemom zahteva moderne uređaje. Upravljanje velikom količinom podataka koji se danas dostavljaju može da bude teško čak i za organizacije sa najboljim rukovođenjem. Bez IKT, ovaj izazov neizbežno

postaje prevelik i nepremostiv. Čak i ako nema ozbiljnijih nedostataka u trenutnom IKT sistemu ili graničnom politikom i postupcima zemlje, sve ukupna slika možda se promenila od momenta kada je sistem instaliran. Mnogi faktori mogu dovesti do projekta potrebnog poboljšanja IKT: popunjenost radnih mesta, povećan obim posla, zakonski uslovi, povećanje složenosti ili napuštanje starog "nasleđenog sistema", su samo neki od tih faktora.

U okviru The Western Balkan Trade and Transport Facilitation Project (WBTTTF) raspisan je postupak za nabavku i instaliranje EDI sistema za železničke granične prelaze (Consultancy for Design and Supervision of Provision, Installation and Commission of Electronic Data Interchange (EDI) Systems at Rail Border Crossing Points (RBCPS) In Serbia). Naime, Propisi EU koji su trenutno na snazi zahtevaju EDI između RU-ova, menadžera infrastrukture (IM), carinskih organa kao i sa drugim vladinim agencijama. Od 2006. godine na snazi su Telematske aplikacije za teret – tehničke specifikacije za interoperabilnost (TAF TSI), Uredba EC 62/2006 koja se bavi definicijama interoperabilne razmene podataka između menadžera infrastrukture (IM) i RU-ova; propis je zakon za sve zemlje članice EU. Uredba je izmenjena Uredbom Komisije (EU) br. 328/2012 od 17. aprila 2012. godine, objavljenom u Službenom listu Evropske unije 18. aprila 2012. TAF TSI sadrži tehničke specifikacije za informacione usluge na graničnim prelazima unutar EU i EU koje se graniče sa državama koje nisu članice EU ako država koja nije članica EU prihvati uredbu. Kao zemlja kandidat za članstvo u EU, Srbija treba da osmisli rešenja za poboljšanje performansi železničkog graničnog prelaza koja su u skladu sa pravnim tekovinama EU. Napredni najsavremeniji železnički EDI zahteva visok nivo spremnosti da se nacionalno zakonodavstvo i regulatorni okviri usklade sa EU. Međunarodna integracija je glavni cilj za železnički koridor, sa punom integracijom na nivou koridora razvijenom između centara podataka uključenih aktera i ne može da se postigne na jednom graničnom prelazu. Međutim, mogući su međukoraci, posebno u oblasti elektronske razmene podataka koji omogućavaju smanjenje vremena obrade na granici, čak i bez zakonskih i regulatornih promena. Njegova primena povećala bi konkurentnost železnice u regionu Za-

padnog Balkana. Procene su da ako bi operativni ambijent u regionu dostigao prosečan nivo kao u EU, red veličine mogućih ušteda je oko 1 procenat regionalnog BDP-a ili oko 1,1 milijardu američkih dolara godišnje. [11]

Glavni potencijal uvođenja EDI na železničkim graničnim prelazima u Srbiji je u smanjenju vremena otpreme. Ovo bi omogućilo da se poruke pre odobrenja u elektronskom formatu automatski generišu kada je voz na ruti. To bi se odnosilo na zahteve za lokomotive i primopredaju vozova, kao i elektronski prenos svih potrebnih komercijalnih i vozničkih dokumenata. To bi svelo na minimum papirologiju koju bi trebalo fizički nositi i čiji gubici često dovode do kašnjenja. Projekat implementacije EDI u Srbiji počinje u 2023. godini a završetak je predviđen za 2025. godinu.

Softver za planiranje reda vožnje: U toku 2023. godine sprovodi se postupak nabavke „Procurement of Software for Timetable Construction“ za potrebe Infrastrukture železnice Srbije. Nabavka ima za cilj uvođenje softvera za izradu reda vožnje i omogućavanje automatizacije i digitalizacije ovog procesa u okviru IŽS. Planirana je nabavka, instalacija, testiranje i puštanje u rad savremenog softvera za izradu rasporeda i relevantnih operativnih procedura. Cilj je nabavka: trideset (30) radnih stanica za personalne računare, dva (2) servera i trideset (30) licenci za softver za izradu reda vožnje sa dvogodišnjom pretplatom. Sa rokom od 1 godine očekuje se da će ovaj sistem početi da se koristi od 2025. godine.

4. PRIMENA INOVATIVNIH INFORMATIVNO KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA U SRBIJI U NAREDNOM PERIODU

U toku je izgradnje pruge za velike brzine od Beograda do Budimpešte za koji je predviđeno opremanje sistemom ETCS Level 2. Projektom je predviđeno uvođenje sistema ETCS i GSM-R komunikacije. Taj koncept se već primenjuje na izgrađenoj deonici Beograd – Novi Sad. Možemo da očekujemo da završetkom izgradnje pruge za velike brzine ka Budimpešti granični prelazi budu uključeni u GSM-R što će omogućiti olakšanu komunikaciju svih aktera.

Tokom 2023. godine EBRD je u odobrio zajma do 5 miliona evra Republici Severnoj Makedoniji (projekat „Rail Joint Border Crossing – Tabanovce“, <https://www.ebrd.com/work-with-us/projects/psd/54676.html#>) za finansiranje zajedničke železničke granične stanice u Tabanovcima, na granici između Severne Makedonije i Srbije, na železničkom Koridoru X, koji je deo proširenja TEN-T mreža na zapadni Balkan. Sredstva su finansirala nadogradnju postojećih zgrada železničkih stanica i izgradnju dodatnih novih zgrada uključujući pristupni put od oko 500m. Ključni cilj Projekta je smanjenje kašnjenja na granicama i skraćivanje procedura prelaska granice olakšavanjem prolaska granice na jednom mestu ('one stop'). Deljenje novih objekata između osoblja dve zemlje doprineće optimizaciji procedura granične i carinske kontrole, što će neminovno da dovede do efikasnijeg, olakšanog i bržeg rada između različitih zainteresovanih strana uključenih u transportni proces u zajedničkoj stanici.

Kroz implementaciju savremenih IT i komunikacionih rešenja koja se očekuju ili su već toku (postupak nabavki softvera za izradu reda vožnje, EDI sistema, ETCS GSM-R sistema), čime se stiče mogućnost za direktno uključivanje u razmenu podataka sa svim akterima na tržištu EU, značajno će da se modernizuje železnički sistem ali i da se skрати vreme potrebno za komunikaciju i razmenu podataka u okviru prekograničnih procedura kod železničkog robnog transporta. Može da se očekuje da će ovi navedeni koraci i postupci imati značajan uticaj na eliminisanje i smanjenje uticaja sledećih uska grla koja su povezana sa IT i komunikacionim sistemima:

- tehnološka zastarelost sistema za komunikaciju između učesnika,
- nedostatak adekvatnih informacionih sistema koji omogućavaju praćenje zauzetosti resursa i kapaciteta graničnih i usputnih tehničkih i međustanica,
- nedostatak adekvatnog informacionog sistema za generisanje redova vožnje,
- neintegrisanost u evropske, regionalne informacione platforme za železnički saobraćaj,
- nemogućnost dela prevoznika i korisnika da u realnom vremenu prate lokaciju lokomotive/voza.

5. ZAKLJUČAK

Eliminisanjem ili smanjenjem uticaja uskih grla, preduzimanjem odgovarajućih mera i uvođenjem odgovarajućih rešenja, transportni sistem postaje efektivniji i efikasnije odgovara zahtevima privrede a time utiče i na uspešniju realizaciju privrednih aktivnosti.

Najzahtevnija, a time i najskuplja, rešenja za otklanjanje uskih grla su ona koja zahtevaju izvođenje građevinskih radova (projektovanje, eksproprijacija, građenje itd.). Zavisno od vrste uskog grla manje zahtevnije su investicije u opremu (ne uvek!). Značajno manje zahtevnija, a time obično i dosta jeftinije, su mere i rešenja organizacione prirode. Međutim, što je veći sistem, naročito kada su institucionalni sistemi u pitanju, preduzimanje organizacionih mera i rešenja za otklanjanje uskih grla može da bude veoma spor proces. Činjenica je da je Evropska unija donela i sprovela značajne mere i rešenja u otklonjanju uskih grla u transportnom lancu unutar svojih granica. Republika Srbija kao kandidat za članstvo u EU sprovodi značajan deo tih rešenja, uglavnom u pravnom segmentu. Svakako, da u prethodnom periodu nije bilo moguće sprovesti sve te mera i sva ta rešenja u saobraćajnom sistemu Republike Srbije u celosti. Shodno sve zahtevnijim potrebama privrede u odnosu na efikasnost transportnog procesa kao i aktuelnim događanjima u EU i okruženju, pritisci za prilagođavanje saobraćajnog sistema Republike Srbije sistemu EU biće sve veći.

Ovaj rad identifikuje moguća rešenja informaciono-komunikacionih sistema koji bi mogli da utiču na eliminisanje ili smanjenje uticaja uskih grla u transportnom procesu. Svakako da njihovu implementaciju moraju da prate i odgovarajuće mere normativne i organizacione prirode a njihovo definisanje predstavljaće sledeći izazov autora.

ZAHVALNICA

Istraživanja u ovom radu realizovana su uz finansijsku podršku projekta „Razvoj i implementacija održivih saobraćajno – transportnih i logističkih tehnologija u nastavi i praksi“ koji se realizuje na Departmanu za saobraćaj Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

LITERATURA

- [1] Republički zavod za statistiku: Bilten – Saobraćaj i telekomunikacije u Republici Srbiji 2023, 711, Beograd 2024 .
- [2] Projekat za modernizaciju, rekonstrukciju i izgradnju železničke pruge Beograd-Subotica-državna granica (Kelebija), deonica Novi Sad - Subotica - državna granica (Kelebija), projekat za građevinsku dozvolu, Saobraćajni institut CIP, d.o.o. Beograd, maj 2021. godine: Sveska 8/1.4. Projekat tehnologije i organizacije saobraćaja Čvor Subotica, br. 2020-250-ETS-8/14
- [3] A Roadmap for Digital Railways, https://uic.org/com/IMG/pdf/a_roadmap_for_digital_railways.pdf
- [4] Project STAFFER: Skills Training Alliance for the Future of European Rail, <https://www.railstaffer.eu/>
- [5] Banduka, V.: Principi regulisanja saobraćaja na pruzi Beograd - Novi Sad, Železnice, Vol. 68, br. 2, str. 78–93, Beograd, Decembar 2023.
- [6] Transport Division ESCAP: Electronic Information Exchange Systems in Rail Freight Transport, Study, Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, United Nations, 2018.
- [7] Rail electronic data interchange in a border crossing point in South East Europe - an assessment of options, The World Bank, <https://documents1.worldbank.org/curated/ru/747241468147294236/pdf/P147737-AAA-Final-Output.pdf>
- [8] <https://rne.eu/it/taf-tap-tsi/>
- [9] Regulation (EC) No 1371/2007 of the European Parliament and of the Council: on rail passengers' rights and obligations, 23 October 2007.
- [10] Alpine-Western Balkan Rail Freight Corridor 10 (AWB RFC): Capacity Improvement and Operational Bottleneck Study, Prometni institut Ljubljana d. o. o, https://www.rfcawb.eu/wp-content/uploads/2019/02/AWB-RFC-Bottleneck-study_final.pdf
- [11] INPUTTRANS: Studija o inovativnim rešenjima za otklanjanje ili smanjenje uticaja uskih grla u prevozu putnika i robe železničkim saobraćajem između Republike Srbije i Republike Mađarske, HUSRB/1903/22/0121, 2023.