

# ŽELJEZNICE 21

Stručni časopis Hrvatskog društva željezničkih inženjera

3/2010



## HDŽI aktivnosti

- Promjene statuta
- Predsjedništvo UEEIV-a
- "Željeznica - najpovoljniji oblik kopnenog prijevoza"
- Stručni skupovi
- Zbornik radova »CETRA 2010«

## Razgovor s povodom

Zlatko Rogožar,  
predsjednik uprave HŽ Carga

**Novosti iz Hrvatskih željeznica  
Iz povijesti Hrvatskih željeznica**  
150 godina željeznice u Hrvatskoj

## Stručne teme

- Potražnja za željezničkim teretnim prijevozom
- Investicije u željezničku infrastrukturu...
- Mjerenje vremena rada agregata
- Parametri važni za sigurnost
- Dizelski motor za primjenu na željeznicama



- Osilirajući sustav vozilo - valovite tračnice
- Informatičko vođenje utovara i istovara vagona
- Suvremena ITC rješenja u kolodvorima



ISSN 1333-7971, UDK 625. 1;629.4;656.2  
GODINA 9, BROJ 3, ZAGREB, RUJAN 2010



# 150

Obljetnica **PRVE PRUGE**  
**U HRVATSKOJ** **1860-2010**

**Nakladnik**

Hrvatske željeznice, Holding d.o.o.

Odlukom Uprave HŽ Holdinga d.o.o. o izdavanju stručnog željezničkog časopisa Željeznice 21, broj Uh-40-9/08 od 30. svibnja 2008.godine, Uredivački savjet i Uredništvo imenuje Predsjedništvo Društva inženjera i tehničara Hrvatskih željeznica

**Uredivački savjet**

**Ivan Bahun**, Končar Električna vozila, **Drago Ban**, Fakultet elektrotehnike i računarstva Zagreb, **Danijela Barić**, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, **Ivan Dadić**, Fakultet prometnih znanosti u Zagrebu, **Darko Deriš**, TŽV Gredelj, **Bartol Jerković**, Đuro Đaković, Specijalna vozila, Slavonski Brod, **Branimir Jerneić**, HŽ Infrastruktura, **Marijan Klarić**, HŽ Putnički prijevoz, **Stjepan Kralj**, Institut građevinarstva Hrvatske, **Oliver Krilić**, HŽ Vuča vlakova, **Stjepan Lakušić**, Građevinski fakultet u Zagrebu, **Mirko Martinko**, HŽ Holding, **Zoran Popovac**, HŽ Holding, **Tomislav Prpić**, HDŽI, predsjednik Uredivačkog savjeta, **Zlatko Rogožar**, HŽ Cargo, **Vladimir Siladi**, HDŽI.

**Glavni i odgovorni urednik**

Marko Odak

**Tehnički urednik**

Zdenko Francetić

**Lektorica**

Nataša Bunjevac

**Design**

Matilda Müller

**Grafička priprema**

Lidija Torma

Lidija Hajdarović

**Uredništvo časopisa i internet stranica**

Goran Arbanas, Špilo Dmitrović, Marija Horvat, Branko Korbar, Marko Odak (glavni i odgovorni urednik), Vlatka Škorić

**Adresa uredništva**

10000 Zagreb, Petrinjska 89,  
telefon: (01) 378 28 58, telefax (01) 45 777 09,  
e-mail: [hdzi@hznet.hr](mailto:hdzi@hznet.hr)  
[www.hdzi.hr](http://www.hdzi.hr)

**Tisk**

Željeznička tiskara d.o.o.  
10000 Zagreb, Petrinjska ulica 87

Časopis izlazi tromjesečno. Rukopisi, fotografije i crteži se ne vraćaju. Mišljenja iznesena u objavljenim člancima i stručna stajališta su osobni stav autora i ne izražavaju uvijek i stajališta Uredništva. Uredništvo ne odgovara za točnost podataka objavljenih u časopisu. Cijena oglasa može se dobiti na upit u Uredništvu. Odlukom nakladnika, Uprave HŽ, broj Uh-40-9/08, časopis Željeznice 21 se distribuirala besplatno članovima HDŽI, svim službama u HŽ Holdingu, svim ovisnim HŽ-ovim društvima, znanstvenim i visokoškolskim ustanovama, strukovnim europskim asocijacijama, te tvrtkama partnerima HŽ-a kao i zaslužnim pojedincima i suradnicima časopisa. Adresa Hrvatskog društva željezničkih inženjera: 10000 Zagreb, Petrinjska 89. Poslovni račun kod Privredne banke Zagreb, broj 2340009-1100051481; devizni račun kod Privredne banke Zagreb broj 70310-380-296897.

**Naslovna stranica**

Novi dizel električni vlak HŽ Putničkog prijevoza  
Fotografija: Dragutin Staničić

**UVODNO**

(Zlatko Rogožar) NOVI TRENDJOVI IZ HŽ CARGA ..... 5

**STRUČNI I ZNANSTVENI RADOVI**

PROCJENA POTRAŽNJE ZA ŽELJEZNIČKIM TERETNIM PRIJEVOZOM U HRVATSKOJ (dr.sc. Drago Pupavac, dipl.oec)..... 7

**PRIPREMA I PROVEDBA INVESTICIJA U ŽELJEZNIČKU INFRASTRUKTURU S CILJEM OPTIMALNE ORGANIZACIJE PROMETA - ULOGA I VAŽNOST STRUČNJAKA TEHNOLOGIJE PROMETA (mr.sc. Franc Zemljic, dipl.ing.)..... 11**

SUSTAV ZA MJERENJE VREMENA RADA AGREGATA (Joško Žunić, ing., Tomislav Pušec, dipl. ing.) ..... 16

DIZELSKI MOTOR VOITH V8 TIP V2868 RAIL ZA PRIMJENU NA ŽELJEZNICI (Stephan Bartosch, dipl.ing., Pavao Ožbolt, dipl.ing.) 20

**ISTRAŽIVANJE OSILIRAJUĆEG SUSTAVA VOZILO – VALOVITE TRAĆNICE NA SIMULACIJSKOM MODELU (dr.sc. Simo Janjanin, dipl. ing., mr. sc. Tomislav Župić , dipl. ing.) ..... 23**

TEHNOLOŠKA PODLOGA ZA INFORMATIČKO VOĐENJE DNEVNOG UTOVARA I ISTOVARA VAGONA ZA KOLODVOR, PODRUČNU OPERATIVU I OPERATIVU HŽ (Nenad Klarić, dipl.ing..) 30

**IMPLEMENTACIJA SUVREMENIH ICT-RJEŠENJA U KOLODVORE NA ŽELJEZNIČKOME KORIDORU V.B1 (LIČKA PRUGA) TE NA PRUGAMA PERKOVIĆ - ŠIBENIK I KNIN - ZADAR (Damir Bukvić, dipl.ing., Krunoslav Cazin, dipl.ing., Joško Žunić, ing.) ..... 38****NOVOSTI IZ HRVATSKIH ŽELJEZNICA**

NOVA TVRTKA, NOVI VLAK, OBNAVLJANJE MOSTOVA... (Vlatka Škorić) ..... 42

**IZ POVIJESTI HRVATSKIH ŽELJEZNICA**

150 godina željeznice u Hrvatskoj SUSTAV KONTINUIRANIH VRIJEDNOSTI ..... 44

**HDŽI AKTIVNOSTI**PROMJENE STATUTA HDŽI-a ..... 1  
SJEDNICA PREDSJEDNIŠTVA UEEIV-a ..... 1

Stručni skup u povodu 150 godina prve pruge u Hrvatskoj ŽELJEZNICA - NAJPOVOLJNIJI OBLIK KOPNENOG PRIJEVOZA ..... 1

Najave stručnih skupova  
InnoTrans 2010 ..... 2  
DANI PROMETNICA 2010 ..... 2  
»KOREMA 2010 - AUTOMATIZACIJA U PROMETU« ..... 3  
MEĐUNARODNI KONGRES »SIGNAL+DRAHT« ..... 3  
ŠESTI OPĆI SABOR HDGK-a i DANI BETONA 2010 . ..... 4

Zbornik radova s konferencije »CETRA 2010«  
»CESTOVNA I ŽELJEZNIČKA INFRASTRUKTURA« ..... 4



umjetnost proizvodnje the art of production



**projektiranje i proizvodnja**  
*designing and production*  
**remont i održavanje**  
*overhaul and maintenance*  
**usluge**  
*services*



Zlatko Rogožar, predsjednik uprave HŽ Carga

## NOVI TRENDÖVI IZ HŽ CARGA

*U povodu nagovještaja novih poslovnih inicijativa i projekata iz HZ Carga sa Zlatkom Rogožarom, predsjednikom Uprave HŽ Carga, razgovarao je Marko Odak, glavni urednik »Željeznica 21«.*

### - Mnogi mediji raspisali su se o željeznicima Hrvata, Srba i Slovenaca. O čemu je zapravo riječ?

- Posebno mi je zadovoljstvo što upravo čitateljima »Željeznica 21« ekskluzivno mogu potvrditi da su 9. rujna 2010. u Beogradu predstavnici željeznica Slovenije, Srbije i Hrvatske usuglasili elemente suradnje i potvrdili akt o osnivanju zajedničke tvrtke. Dogovoren je da će tvrtkom upravljati sve tri željeznice, a sjedište će se nalaziti u Sloveniji, koja je članica Europske unije, točnije u Ljubljani. Čelništvo će biti sastavljeno od predstavnika svih triju zemalja, dok će njegova osnovna djelatnost biti organizacija teretnog prijevoza. Svrha jest osigurati zajednički nastup na tržištu, odnosno na X. koridoru. Zajedničkom suradnjom postići ćemo konkurentnost u odnosu na druge oblike prijevoza, razvijati prijevoz željeznicom, ostvariti zadovoljstvo korisnika te utjecati na razvoj gospodarstva u regiji. Provodimo komercijalne i operativne pripremne radnje radnih skupina željeznica sudionika koje će utjecati na povećavanje kvalitete prijevoza i vagonskih kapaciteta, na optimalizaciju proizvodnih aktivnosti, na uvođenje novih zajedničkih proizvoda te na razvoj infrastrukture. Sve navedeno doprinijet će i pozicioniranju HŽ Carga u uvjetima liberaliziranoga tržišta teretnog prijevoza.

### - Deseti koridor jedan je od glavnih prometnih pravaca koji povezuje zapadnu Europu s istokom. Kakva je trenutačna situacija u željezničkome prometu na tome koridoru?

- Desetim koridorom na relaciji Ljubljana - Zagreb - Beograd - Dimitrovgrad - Istanbul vozi oko 700 vlakova, dok IV. koridorom, koji je duži i prolazi kroz Madarsku, vozi sedam tisuća vlakova. Cilj je privući dio tih vlakova na X. koridor kvalitetom usluge, a to možemo postići tako da vrijeme putovanja na X. koridoru skratimo sa sadašnjih 60 na 35 do 40 sati. Važna ta povezanost i dobra koordiniranost svih triju željeznica.

### - Gospodarska kriza sigurno se odrazila i na djelatnost HŽ Carga. Kako se nosite u ovim vremenima?

- Gospodarska kriza utjecala je na većinu gospodarskih djelatnosti kako u Hrvatskoj tako i u svijetu te se negativno odrazila na cijelokupnu prometnu branšu i izravno je utjecala na smanjenje prevezenih količina roba u željezničkome teretnom prijevozu. Upravo je u takvim uvjetima do izražaja došla ovisnost željezničkoga teretnog prijevoza o proizvodnim granama. Iako situaciju

i dalje u određenoj mjeri promatramo kroz prizmu globalne gospodarske krize, aktivno radimo na pripremama novih projekata koji će obilježiti poslijerecesko razdoblje.

### - Novih projekata? Zaista hrabro. Možete li nam reći nekoliko riječi o tome?

- Želimo spremni dočekati oporavak gospodarstva i pripremiti tvrtku za nova vremena. Potpisali smo Ugovor o suradnji s lučkom upravom Slavonski Brod. Također suradnjom HŽ Cargo prvi put prelazi okvire željezničkog vozara i svoje poslovanje razvija u smjeru logističara. Pripremamo se za obavljanje lučke djelatnosti i za pružanje prijevozne usluge. Dobili smo pravo korištenja prostora sa svrhom izgradnje i obavljanja gospodarske djelatnosti u lučkome području Slavonski Brod.

Na tome zemljištu namjeravamo sagraditi kontejnerski terminal i tako sve više utjecati na razvoj intermodalnog prijevoza u Hrvatskoj. U fazi su pripreme za izgradnju industrijskoga kolosijeka i industrijske ceste te za razvoj cijelokupne logistike potrebne za obavljanje lučke prijevozne usluge.

Istraživanja su pokazala da je područje Slavonskoga Broda vrlo potencijalno tržište, ponajprije za izvoz nafte iz Bosne i Hercegovine, tako da planiramo prevoziti oko 2000.000 tona nafte na godinu, a očekujemo i da ćemo prevoziti 1000.000 tona drugih vrsta roba na godinu, npr. žitarice, šećer i biogoriva, proizvode metalne industrije, kontejnere te teret koji stiže iz luke Ploče preko Bosne i Hercegovine, a koji se prevozi dalje prema Madarskoj.

### - Koje još projekte razvijate?

- Iniciramo i provedbu projekta Cargo Centar Zagreb koji bi bio »suh« nastavak terminala Luke Rijeka. U fazi je osnivanje tvrtke s drugim strateškim partnerima. Moram spomenuti i Cargo Centar Graz koji nam pruža veliku podršku i *know-how*, Luku Rijeku i nekoliko tvrtki koje se bave logističkom djelatnošću. To je projekt od nacionalne pa i regionalne važnosti tako da podršku očekujemo i od Vlade RH te se nadamo da bi uskoro krenuli u konkretnu provedbu.

Namjeravamo otvoriti logistički centar u luci Ploče radi strateških poslovnih interesa u Bosni i Hercegovini zajedno s Lukom Ploče i Željeznicama FBlH te u blizini luke Rijeka, točnije u industrijskoj zoni Kukuljanovo zajedno s našom tvrtkom kćeri Agit, d.o.o.

### - Pokrenuli ste i promijene unutar tvrtke.

- Da, od 10. siječnja 2010. provodimo prvu fazu restrukturiranja kojom utvrđujemo mjere i aktivnosti kako bi s jedne strane postigli zadovoljstvo konačnog korisnika - kupca, a s druge strane svih zaposlenika. Ostvarivanje tih ciljeva u konačnici rezultira stvaranjem konkurentne prednosti tvrtke na tržištu. U izradi je i nova organizacija radnih mjeseta, a u postupku su i pregovori o uvjetima za novi Kolektivni ugovor. U HŽ Cargu ima puno sposobnih zaposlenika koji znaju i žele biti sudionici svih tih pozitivnih promjena jer su shvatili da su došla vremena kada se može živjeti samo od rezultata rada. Ako se sve planirano i ostvari, osim zaposlenika pozitivne učinke osjetit će i gospodar hrvatskih pruga - Republika Hrvatska.



## **supra**CONTROL

Sustav za kontrolu pristupa i nadzor uvjeta rada  
u telekomunikacijskim i poslužiteljskim ormarima



- integrirano vlastito besprekidno napajanje
- alarmiranje događaja putem e-maila i sms poruka
- pregled i filtriranje sistemskih događaja sustava
- LCD zaslon za očitavanje vrijednosti senzora
- kreiranje rasporeda pristupa za svakog pojedinačnog korisnika
- premošćivanje glavnim ključem
- centralizirano upravljanje putem WEB preglednika

prof.dr.sc. Drago Pupavac

## PROCJENA POTRAŽNJE ZA ŽELJEZNIČKIM TERETNIM PRIJEVOZOM U HRVATSKOJ

### 1. Uvod

Prva projekcija veličine prijevoza po pojedinim prometnim granama u Hrvatskoj zasnovana na ekonometrijskim modelima izrađena je 1979. godine na metodološkim osnovama koje je izradio njemački Ifo-institut. Analizirane su veze između veličine teretnog prijevoza i BDP-a te je izvedena projekcija prijevoznog učinka po pojedinim prometnim granama za razdoblje od 1980. do 1990. godine (Padjen et al., 1979). Slično istraživanje provedeno 2003. godine za razdoblje od 1990. do 1998. nije potvrdilo postojanje jake veze između željezničkog teretnog prijevoza i rasta BDP-a (Čavrak, 2003). Tim istraživanjem procjene službenih planera željezničkoga teretnog prijevoza u Republici Hrvatskoj (Grupa autora, 1999) ocijenjene su preoptimističnima i nerealnima. Isti zaključak vrijedi i za prognozu prijevoznog učinka željezničkoga teretnog prijevoza, sačinjenu u sklopu Strategije razvoja željezničkog prometnog sustava iz 1997. godine (Grupa autora, 1997). Na preoptimističnost i nerealnost tih prognoza utjecala je svakako i recesija svjetskoga gospodarstva. Globalna ekomska kriza i pad međunarodne robne razmjene teško su pogodile prijevozni i logistički sektor, kao temeljne industrije globalizacije. U sklopu prijevozne industrije najteže je pogoden željeznički promet. Željeznički promet u Hrvatskoj zadesila je ista sudsina kao i većinu europskih željeznica te je pad opsega željezničkoga teretnog prijevoza u 2009. u odnosu na 2008. iznosio 18,5 posto mjereno u neto tonskim kilometrima ili čak 20 posto mjereno u tonama prevezene robe.

Cilj ovog istraživanja jest istražiti međuovisnost željezničkoga teretnog prijevoza i BDP-a u suvremenoj Hrvatskoj za

razdoblje od 1990. do 2009. godine da bi se dobila što realnija podloga za prognozu prijevozne potražnje u željezničkome teretnom prijevozu do 2020. godine. Da bi se cilj istraživanja i ostvario, primijenjena je metoda regresijske analize, a samo numeričko računanje obavljeno je uz pomoć računalnoga programa *Excel*, odnosno njegova dodatnoga modula *Analysis ToolPaka*.

### 2. Odabir modela za projekciju željezničkog teretnog prijevoza u Republici Hrvatskoj

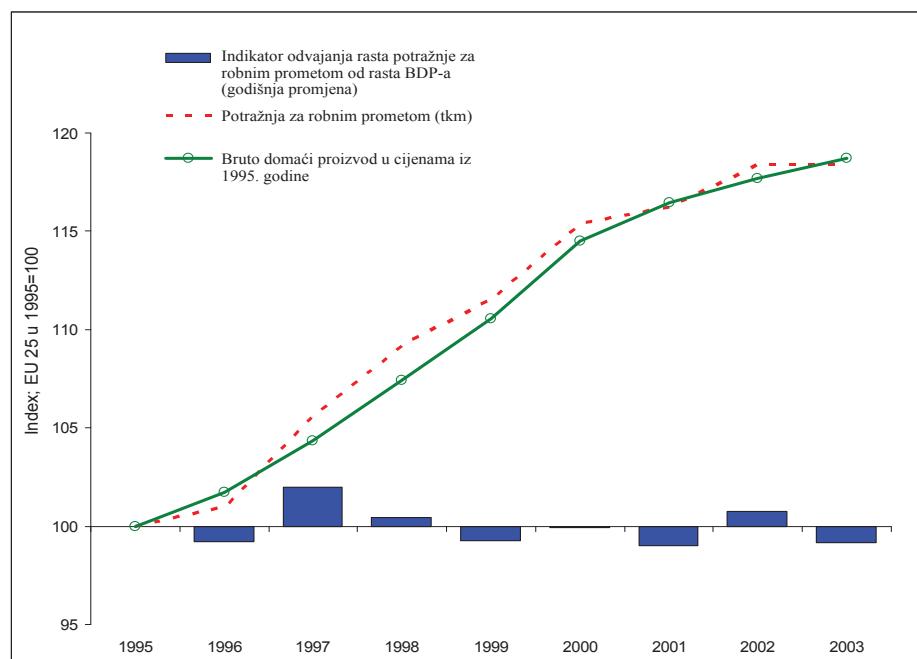
Za izbor modela koji će najvjernije izraziti vezu između željezničkoga teretnog prijevoza i bruto domaćeg proizvoda (BDP) moguće je koristiti neku od ekonometrijskih metoda. Jedna od najpouzdanijih metoda jest regresijska analiza. Ta metoda omogućuje ocjenu intenziteta i stabilnosti odnosa između promjena u prijevoznoj potražnji i promjena vrijednosti ekonomskih varijabli (BDP, proizvodnja, potrošnja i slično) koje utječu na te promjene. Regresijska analiza omogućuje da se ocijeni utjecaj relevantnih varijabli na opseg prijevozne potražnje u proteklom razdoblju i utjecaj tih varijabli na veli-

činu prijevozne potražnje u budućnosti. Praktična primjena regresijske analize podrazumijeva tri koraka, i to izbor oblika funkcije, ocjenu parametara funkcije i testiranje stabilnosti i pouzdanosti ocijenjenih parametara.

Posebice važna zadaća u primjeni regresijske analize jest utvrditi najodgovarajući oblik funkcije i uključiti sve varijable koje ako utječu na promatranoj pojavi, u ovom slučaju prijevoznu potražnju u željezničkome teretnom prijevozu. Dosadašnja istraživanja u državama Europske unije upućuju na postojanje čvrste veze između varijacija BDP-a i potražnje za teretnim prijevozom (Pupavac, 2009). Tako je, primjerice, u razdoblju od 1970. do 1993. prosječna stopa rasta BDP-a država zapadne Europe iznosila 2,5 posto, dok je broj ostvarenih TKM-ova rastao po godišnjoj stopi od 2,2 posto (Voigt, 1995). Novija istraživanja također potvrđuju postojanje čvrste veze između varijacija BDP-a i potražnje za teretnim prijevozom (vidi grafikon 1).

Na temelju grafikona 1 jasno je da povećanje gospodarske djelatnosti, u pravilu, slijedi i povećanje opsega teretnog prijevoza. Vrijedi i obratno. Razlog tomu leži u činjenici da je osnova bruto domaćeg proizvoda industrijska proizvodnja. Od 2000. ona se u Republici Hrvatskoj svake

**Grafikon 1: Varijacijske BDP-a i potražnje za teretnim prijevozom u državama EU-a od 1995. do 2003. godine**



Izvor: dostupno na: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/trend-in-freight-transport-demand-and-gdp>

godine u prosjeku povećavao oko pet posto, da bi njezina stopa rasta u 2008. iznosila samo 1,6 posto. Posebnu pozornost zahtijeva podatak o padu opsega industrijske proizvodnje u 2009. od 9,2 posto te predviđanja da do 2011. neće biti većeg oporavka industrijske proizvodnje.

Za izradu agregatnog modela koji će odražavati promjene prijevozne potražnje u odnosu na relevantne varijable teorijski bi se moglo primijeniti nekoliko načina: 1) uz pomoć BDP-a, 2) uz pomoć značajnijih skupina teretnog prijevoza (skupina roba) i 3) uz pomoć proizvodnje i uvoza najvažnijih vrsta robe (Padjen, 1986). Najjednostavniji način jest prihvatihi hipozezu o signifikantnim vezama između varijacija BDP-a i opsega željezničkoga teretnog prijevoza.

Da bi se dobila što preciznija ocjena o kretanju željezničkoga teretnog prijevoza u Republici Hrvatskoj do 2020. godine, ispitani su model jednostavne linearne regresije  $Y = a + bx + \epsilon$  i nelinearne dvo-dimenzionalne regresijske model oblika  $y_i = ax_i^b\epsilon_i$ , pri čemu su  $a$  i  $b$  parametri koje treba ocijeniti,  $X$  veličina BDP-a,  $\epsilon$  vektor teorijskih vrijednosti stohastičkih članova.

### 3. Ispitivanje varijacija BDP-a i opsega željezničkoga teretnog prijevoza u Republici Hrvatskoj

Ispitivanje varijacija BDP-a i opsega željezničkoga teretnog prijevoza u Republici Hrvatskoj temelji se na podacima za razdoblje od 1990. do 2009. godine. Podatci su preuzeti iz statističkih ljetopisa Republike Hrvatske - različita godišta. (vidi tablicu 1).

Regresijska analiza veze između prijevoza robâ željeznicom, broja tonskih kilometara u željezničkome prometu i BDP-a daje sljedeće modele:

#### a) za prijevoz robe

linearni model  $Y = 6107,54 + 29,88 X$  ( $r = 0,25$ ), (1)

nelinearni model u nelogaritamskom obliku  $737,19 X^{0,519472}$  ( $r = 0,32$ ), (2)

pri čemu je  $X$  indeks rasta BDP-a Hrvatske (1990. = 100), a  $Y$  indeks rasta tonskih kilometara u željezničkome prometu, može protumačiti dobivenom regresijskom jednadžbom.

**Tablica 1: Kretanja BDP-a, prevezene robe i neto tonskih kilometara u željezničkom prometu od 1990. do 2009. u Republici Hrvatskoj**

Godina	BDP mil.kuna u stalnim cijenama iz 1990.	Prevezena roba u željezničkom prometu (u 000 t)	Tonski kilometri u mil.
1990.	280,5	35796	6535
1991.	221,4	21479	3617
1992.	195,5	9585	1770
1993.	179,8	11685	1592
1994.	190,3	11279	1563
1995.	203,3	13318	1974
1996.	215,5	11061	1717
1997.	229,5	11035	1715
1998.	235,2	11505	1831
1999.	233,1	10349	1685
2000.	239,9	10059	1788
2001.	250,4	10807	2074
2002.	263,5	10654	2206
2003.	274,8	11723	2487
2004.	285,2	12234	2493
2005.	297,5	14333	2835
2006.	311,8	15395	3305
2007.	329,8	15764	3574
2008.	344,1	14851	3312
2009.	324,1	11793	2698

Izvor: Statistički ljetopisi Republike Hrvatske, različita godišta i vlastiti izračuni

b) za tonske kilometre od 1990. godine

linearni model  $Y = -703,91 + 12,7 X$  ( $r = 0,52$ ), (3)

nelinearni model u nelogaritamskom obliku  $1,901 X^{1.289347}$  ( $r = 0,67$ ), (4)

pri čemu je  $X$  indeks rasta BDP-a Hrvatske (1990. = 100), a  $Y$  indeks rasta tonskih kilometara u željezničkome prometu. No, budući da su od 1997. iz željezničkoga teretnog prijevoza isključeni prazni privatni vagoni, to je izrađen model za razdoblje od 1997. do 2009. godine.

c) za prijevoz robe od 1997. godine

linearni model  $Y = 807,048 + 41,45 X$  ( $r = 0,82$ ), (5)

nelinearni model u nelogaritamskom obliku  $Y = 1,8638 + X^{0,9106}$  ( $r = 0,82$ ), (6)

d) za tonske kilometre od 1997. godine

linearni model  $Y = -1829,30 + 15,41 X$  ( $r = 0,95$ ), (7)

nelinearni model u nelogaritamskom obliku  $Y = 0,113703 X^{1.770759}$  ( $r = 0,96$ ), (8)

Relativno niski koeficijenti korelacije za modele pod a), b) i c) upućuju na zaključak o njihovoj statističkoj i ekonometrijskoj neprihvatljivosti. No, zato modeli pod d) potvrđuju slične tendencije u kretanju BDP-a i broja tonskih kilometara u željezničkom teretnom prijevozu. Nešto više vrijednosti koeficijenta korelacije  $R=0,96$ , koeficijenta determinacije  $R^2 = 0,93$ , F-statistike ( $F = 143,1$ ) i t-omjera ( $t = 11,96$ ) ukazuju na veći stupanj praktične upotrebljivosti nelinearnog modela u nelogaritamskom obliku u odnosu na linearni model.

### 4. Procjena prijevozne potražnje u željezničkom prometu

Provedeno statističko testiranje funkcije (8) pokazuje da je ta funkcija pouzdana u dostatnoj mjeri te se može ustvrditi da ta funkcija odgovarajuće odražava povezanost kretanja BDP-a i opsega prijevozne potražnje za željezničkim teretnim prijevozom u razdoblju od 1997. do 2009. godine. Koeficijent determinacije  $R^2 = 0,93$  pokazuje da se 93 posto varijacija ovisne varijable, u ovome slučaju broja neto tonskih kilometara u željezničkom prometu, može protumačiti dobivenom regresijskom jednadžbom.

Čini se primjerenim za pretpostaviti da će u sljedećem razdoblju BDP u Republici Hrvatskoj pokazivati tendenciju rasta. Ako se pođe od pretpostavke da će taj rast u 2010. iznositi 0,5 posto, a u 2011. dva posto, a nakon toga da će BDP u Republici

Hrvatskoj rasti po godišnjoj stopi od tri posto, tada se broj neto tonskih kilometara u željezničkom prometu do 2020. može sagledati iz tablice 2.

Na temelju podataka iz tablice 2 jasno je da će se potražnja za željezničkim teretnim prijevozom mjerena brojem tonskih kilometara do 2020. gotovo udvostručiti. Unatoč tomu, procijenjena potražnja za 2020. bit će još uvijek nešto ispod razine službeno predviđene potražnje za 2010. godinu, odnosno na razini od 70 posto predviđene potražnje koja je sadržana u Prijedlogu Strategije prometnog razvijatka Republike Hrvatske iz 1999. godine. To znači da će Hrvatske željeznice i u sljedećem razdoblju nastaviti poslovati ispod razine postojećih kapaciteta.

Strategija razvoja željezničkog prometnog sustava Republike Hrvatske, koju je 1997. izradio Institut prometa i veza, bila je još optimističnija od prognoze sadržane u Prijedlogu Strategije prometnog razvijatka Republike Hrvatske iz 1999. godine. Tom strategijom prognoziran je prijevozni učinak u željezničkome teretnom prijevozu u dvije varijante. Prema prvoj varijanti, prijevozni učinak u željezničkome teretnom prijevozu za 2020. procijenjen je na 11.304,4 milijuna neto tonskih kilometara, što je dvostruko više od procijenjenoga prijevoznog učinka sadržanog u tablici 2. Prema drugoj varijanti, prijevozni učinak u željezničkome teretnom prijevozu za 2020. procijenjen je na 8773,9 milijuna tonskih kilometara

ili 65,18 posto više od procijenjenog prijevoznog učinka sadržanog u tablici 2. Na žalost, čini se da su obje procjene bile i ostale preoptimistične.

Preoptimističnosti tih prognoza sva-kako je pridonijela i najnovija recesija svjetskoga gospodarstva koja je vrlo teško pogodila sektor prometa, a u okviru prometnog sektora posebice željeznički promet. U ovome trenutku pred Hrvatskim željeznicama nalaze se tri moguće strateške opcije: 1) »ne činiti ništa« - daljnji pad udjela željezničkog prometa na prometnome tržištu, 2) »ostati u igri« - ulagati u imovinu i suprastrukturne sadržaje s ciljem održanja tržišnog udjela, 3) »forsirati razvoj« - ulagati u modernizaciju i proširenje postojećih infrastrukturnih i suprastrukturnih kapaciteta, u pružanje novih i unapređenje postojećih usluga, a sve s ciljem povećanja željezničkog prometnog tržišta.

Poznata je činjenica da novi suvremeni prometni kapaciteti, kakva bi mogla biti, primjerice, nova riječka pruga, mogu utjecati na pridobivanje novih količina prijevoza i promjenu postojećih robnih tokova. Izgradnjom nove suvremene infrastrukture, koja prelazi granice nacionalne mreže i uklapa se u transeurropske prometne koridore, stvaraju se uvjeti za povećanje međunarodne robne razmjene i poboljšanje regionalne povezanosti i međudržavne suradnje (Amanović, et al., 2009). Dva temeljna čimbenika koja potiču rast opsega teretnog prijevoza unutar

EU-a jesu integracija europskog tržišta i liberalizacija prijevoznog tržišta (još uvjek ne i željezničkog prometnog tržišta). Pozitivni učinci obaju čimbenika na rast opsega željezničkoga teretnog prijevoza u Republici Hrvatskoj tek se očekuju.

## 5. Zaključak

Regresijska analiza makroekonomskog modela za procjenu potražnje za željezničkim teretnim prijevozom potvrdila je da je uspostavljena međuvisnost između potražnje za željezničkim teretnim prijevozom kao ovisne varijable i BDP-a kao neovisne varijable u Republici Hrvatskoj. Najpovoljniji teorijski, statistički i ekonometrijski rezultati dobivaju se primjenom nelinearnoga dvodimenzionalnog modela oblika  $y_i = ax^b$ , gdje ovisna varijabla (Y) predstavlja broj neto tonskih kilometara, a neovisna varijabla (X) bruto domaći proizvod.

Procjena potražnje za željezničkim teretnim prijevozom ukazuje na udvostručenje potražnje do 2020. godine. Unatoč tomu, potražnja će se kretati tek na razini od 70 posto potražnje koju su predvidjeli službeni planeri, što znači da će Hrvatske željeznice i dalje poslovati ispod razine postojećih kapaciteta. U skladu s time, kao najizglednija strateška opcija pred Hrvatskim željeznicama u ovome trenutku jest »orsirani razvoj«. Željeznički operator, infrastrukturna tvrtka i vlada stalno trebaju ulagati u modernizaciju i proširenje postojeće željezničke infrastrukture i suprastrukture – čak i u uvjetima krize. To je jedini način da se dugoročno promatrano željeznički promet uspješno odupre konkurentnosti cestovnoga prometa.

Glavni nedostatak predloženog modela leži u činjenici da ne uvažava geoprometni položaj Republike Hrvatske. Naime, provozni prijevoz preko pruga Hrvatskih željeznica iznosio je, primjerice, u 2006. čak 43 posto od ukupnog broja ostvarenih neto tonskih kilometara. To znači da prijevozni učinak na prugama Hrvatskih željeznica izravno i bitno ovisi o kretanju BDP-a država iz užega i širega gravitacijskog područja, posebice Mađarske, Slovačke, Češke, Austrije, Slovenije, Bosne i Hercegovine i Srbije. Zbog toga u budućim istraživanjima treba istražiti međuvisnost provoznog prijevoza na prugama Hrvatskih željeznica i kretanja BDP-a u navedenim državama.

**Tablica 2: Planirana potražnja za željezničkim teretnim prijevozom do 2020.  
izražena u NTKM-ovima**

Godina	BDP u mil. HRK	Procijenjeni broj tkm (u mil.)	Index promjene (2009=basna godina)
2010.	325,7205	3201,953	118,6788
2011.	332,2349	3316,224	122,9141
2012.	342,202	3494,423	129,519
2013.	352,468	3682,198	136,4788
2014.	363,0421	3880,062	143,8125
2015.	373,9333	4088,56	151,5404
2016.	385,1513	4308,261	159,6835
2017.	396,7059	4539,767	168,2642
2018.	408,607	4783,714	177,3059
2019.	420,8652	5040,77	186,8336
2020.	433,4912	5311,638	196,8732

## Literatura

1. S. Amanović, et. al.: *Znanstveni pristup istraživanju prometne ponude i potražnje na primjeru nove riječke pruge*, Suvremeni promet, Hrvatsko znanstveno društvo za promet, god. 29, br. 5, Zagreb, 2009.
2. V. Čavrk: *Makroekonomski management ponude i potražnje prometnog sektora*, Politička kultura, ISBN, Zagreb, 2003.
3. V. Gligorov et. al.: Where Have All the Shooting Stars Gone?“, Current Analyses and Forecasts, Economic Prospects for Central, East and Southeast Europe, br. 4, Beč, WIIW, 2009.
4. Grupa autora: *Strategija razvoja željezničkog prometnog sustava*, Institut prometa i veza, Zagreb, 1997.
5. Grupa autora: *Prijedlog strategije prometnog razvijanja Republike Hrvatske*, Vlada Republike Hrvatske, Zagreb, 1999.
6. J. Padjen: *Osnove prometnog planiranja*, Informator, Zagreb, 1986.
7. J. Padjen, et.al.: *Sektorsko planiranje cestovnog prometa*, Ekonomski institut, Zagreb, 1979.
8. D. Pupavac: *Načela ekonomike prometa*, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2009.
9. U. Voigt: *Transport in Europe: Despite reduced growth, road transport continues to rise*, Economic Bulletin, Springer Berlin/Heidelberg, Vol. 32, No 10, p. 19-24. ISSN: 0343-754X1995

**UDK: 656.21**

Adresa autora

Prof.dr.sc. Drago Pupavac, dipl.oec.  
Vukovarska 58, 51 000 Rijeka-HR  
e-mail: [drago.pupavac@veleri.hr](mailto:drago.pupavac@veleri.hr)

Recenzent:

dr.sc. Ivan Miloš, dipl.oec.  
Veleučilište u Rijeci  
Vukovarska 58, 51 000 Rijeka-HR

### SAŽETAK

*U ovoj znanstvenoj raspravi provedena je ekonometrijska analiza te je izneseno predviđanje potražnje za željezničkim teretnim prijevozom u Republici Hrvatskoj do 2020. godine. Za istraživanje zakonitosti i pravilnosti koje vladaju u odnosima između BDP-a kao neovisne varijable i željezničkoga teretnog prijevoza kao ovisne varijable korištena je metoda regresijske analize. Dobivene spoznaje pridonose znanstveno utemeljenoj prognozi potražnje za željezničkim teretnim prijevozom i sagledavanju mogućnosti za povećanje opsega teretnog prijevoza na prugama Hrvatskih željeznica. Najpovoljniji teorijski, statistički i ekonometrijski rezultati dobivaju se primjenom nelinearnog modela koji u konkretnome slučaju ima oblik  $Y = 0,113703 x^{1,770759}$ .*

**Ključne riječi:** željeznički teretni prijevoz, potražnja, bruto domaći proizvod

### SUMMARY

#### EVALUATION OF DEMAND FOR RAILWAY FREIGHT TRANSPORTATION IN CROATIA

*This work gives an econometric analysis and prognosis for the demand for railway freight transportation in Croatia up to 2020. Regression analysis*

*is the method used for researching the patterns and regularities which govern the relations between the GDP as an independent variable and railway freight transportation as a dependent variable. The obtained observations contribute to the scientifically based prognosis of the demand for railway freight transportation and consideration of the possibilities of increasing freight traffic on Croatian Railways lines. The most favourable theoretic, statistic and econometric results are obtained by applying a non-linear model which in this concrete case has the following form  $Y = 0,113703 x^{1,770759}$ .*

**Key words:** railway freight transpartation, demand, GDP

### ZUSAMMENFASSUNG

#### NACHFRAGESCHÄTZUNG FÜR SCHIENENGÜTERVERKEHR IN KROATIEN

*Im Rahmen der vorliegenden wissenschaftlichen Arbeit werden ökonometrische Bewertung sowie Prognosen über die Nachfrage nach Schienengüterverkehr in Kroatien bis 2020 gemacht. Für die Untersuchung der in den Beziehungen zwischen der unabhängigen Variable Bruttoinlandprodukt und der abhängigen Variable Schienengüterverkehr herrschenden Gesetzmäßigkeit und Regelmäßigkeit wurde die Regressionsanalyse angewandt. Die sich daraus ergebenden Erkenntnisse tragen der wissenschaftlich begründeten Prognose über die Nachfrage nach Schienengüterverkehr sowie der Erfassung der Möglichkeiten für die Steigerung des Güterverkehrsvolumens auf dem Netz der Kroatischen Eisenbahnen bei. Die günstigsten theoretischen, statistischen und ökonometrischen Ergebnisse werden anhand eines nichtlinearen Modells ermittelt, das im konkreten Fall folgende Form hat:  $Y = 0,113703 x^{1,770759}$ .*

**Schlüsselworte:** Schienengüterverkehr, Nachfrage, Bruttoinlandsprodukt

## TVRTKE ČLANICE HDŽI

**KONČAR**

  
**Belišće d.d.**  
TVORNICA ELEKTRO OPREME



**RE-CON**  
CENTAR-INŽENJERING  
DONJA ZELINA

**ERICSSON**   
TAKING YOU FORWARD

  
**ELEKTROKEM**

  
**STORM**  
GRUPA

TVRTKA PARTNER

  
**Hertz**

mr. Franc Zemljčić, dipl.ing.

# PRIPREMA I PROVEDBA INVESTICIJA U ŽELJEZNIČKU INFRASTRUKTURU S CILJEM OPTIMALNE ORGANIZACIJE PROMETA - ULOGA I VAŽNOST STRUČNJAKA TEHNOLOGIJE PROMETA

## 1. Uvod

U prošlosti investicije su se izvodile samo zbog odvijanja prometa u skladu s predviđenim voznim redom te zbog znatno manjeg opsega prometa vlakova. U obzir se nisu uzimale izvanredne situacije među koje se ubrajuju:

- radovi održavanja i obnove,
- radovi održavanja u javnu korist,
- investicijski radovi,
- izvanredni događaji i
- povećan opseg prometa vlakova.

Takvu tendenciju uvjetovala su i financijska ograničenja, koja su bila prihvatljiva, pa

je prometom između zatvora pruga, prema zahtijevanim odredbama podzakonskih akata, bilo moguće upravljati s tada zaposlenim osobljem. Odgovarajućeg osoblja nedostaje i u današnjim razmjerima. To se odnosi i na većinu primjera urednog obavljanja poslova povezanih s tijekom prometa vlakova. Dodatno osoblje moguće je nadomjestiti ugradbom nove tehnike i djelomičnom promjenom podzakonskih akata.

No, s obzirom na to da je potreba za uvođenjem suvremenih tehnologija činjenica, to željezničku infrastrukturu treba osposobiti tako da uvijek lako konkurentno nastupa na tržištu i da osigurava javni interes na području željezničkog prometa.

Da bi se postiglo povećanje konkurentnosti željezničkog prijevoza, prednost imaju one investicije u željezničku infrastrukturu koje povećavaju prijevozne kapacitete željezničke infrastrukture i smanjuju prijevozne troškove, što također povećava troškove održavanja infrastrukture i vođenja prometa, ali i povećava sigurnost željezničkog prometa, koja je danas još u puno primjera ovisno isključivo o ljudskome čimbeniku.

Prigodom izrade projektne dokumentacije investicijskih ulaganja te održavanja dijelova koji imaju veći utjecaj na organizaciju prometa vlakova u obzir treba uzimati prijedloge:

- za povećanje sigurnosti prometa - postupno potpuno isključivanje utjecaja ljudskog čimbenika na sigurnost prometa,
- za povećanje pokazatelja poslovanja poduzeća, opsega obavljenog prometa vlakova, prihoda...

- za nadoknadu troškova rada ugradbom nove tehnike,
- za ekonomski opravdane, odnosno finansijski prihvatljive investicije,
- za slijedenje suvremenih trendova tehnike i
- za smanjenje troškova poslovanja.

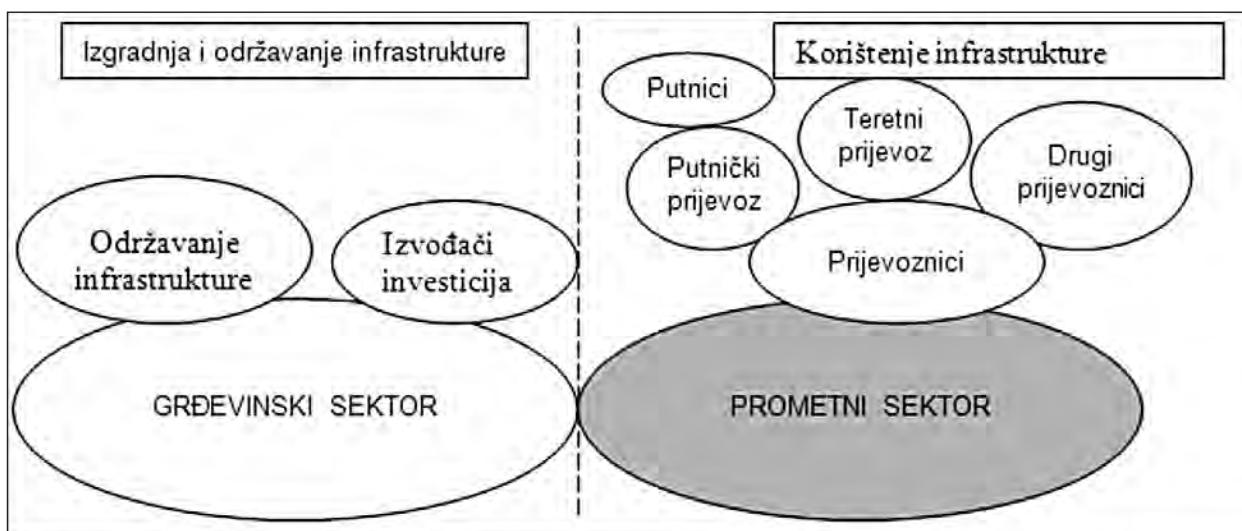
Ključni interes jest da su radovi na željezničkoj infrastrukturi izvedeni optimalno s obzirom na postavljenu strategiju razvoja i na raspoložive prijevozne kapacitete. U suprotnome, pravodobno se moraju planirati veći resursi jer ograničenja infrastrukturnih kapaciteta uzrokuju dodatne troškove.

## 2. Zakonske podloge

U budućnosti, kada se očekuje veći investicijski ciklus na javnoj željezničkoj infrastrukturi (JŽI), trebat će prihvatiti zakonodavstvo koje će omogućiti provedbu raspisivanja javnog natječaja, izradbu projekata, reviziju projekata i raspisa, provedbu projekata i drugo u sklopu predviđene i smjesta novelirane dugoročne i kratkoročne strategije razvoja željezničke infrastrukture te za nju predviđena i potvrđena finansijska sredstva u proračunu vlasnika, odnosno naručitelja investicije.

U pripremi grade za:

- prijedlog nacrta održavanja postojeće željezničke infrastrukture,
- prijedlog nacrta investicija u željezničku infrastrukturu, te ,
- za strukovne osnove za nove razvojne projekte željezničke infrastrukture trebat će uzimati u obzir:



Slika 1: Način povezivanja sa željezničkom infrastrukturom

- da način održavanja i investicija u željezničku infrastrukturu mora biti prilagođen prometu vlakova,
- da će, s obzirom na stanje infrastrukture, trebati odrediti prioritete u izvedbi održavanja postojeće željezničke infrastrukture i investicija u željezničku infrastrukturu te
- da će trebati uzeti u obzir prijedloge za nove razvojne projekte (projekte koji povećavaju sigurnost prometa i isključuju utjecaj ljudskog čimbenika, projekti u kojima su uzeti u obzir tehnički uvjeti elemenata za funkcionalnije korištenje - povećanje opsega prometa, smanjenje troškova i drugo).

## 2.1. Nacrt investicija i redovitog održavanja za plan zatvora kolosijeka i pruga

Na postojećoj željezničkoj infrastrukturi opseg prometa raste do te mjere da zbog zatvora kolosijeka/pruga, iako su oni organizirani u razdoblju manjeg opsega prometa vlakova, dolazi do većih odstupanja u ispunjavanju voznoga reda.

Za tijeka prometa vlakova između zatvora pruga korisnici prijevoza Đ prijevoznici imaju sljedeće teškoće:

- potreba za dodatnim osobljem,
- potreba za dodatnim lokomotivama,
- kašnjenja vlakova,
- potreba za zamjenskim prijevozima,
- manji obrtaj vagona zbog kašnjenja vlakova,
- ograničavanje vožnje izravnih teretnih vlakova i druge.

Sve to skupa zahtijeva finansijske troškove koji utječu na ispunjavanje godišnjega plana i na ukupni učinak željezničkog sustava.

Ispunjavanje voznoga reda i traženje relacija, što je osnovni tehnološki proces rada na željeznići, bitno se popravlja na temelju odgovarajućih pristupa planiranju i provedbi zatvora.

U pripremama za zatvore pruga pojavljuju se finansijska ograničenja u planiranju načina rada, a pored toga i dvojbe o potrebama, odnosno o opravdanosti određenih, dodatnih novih infrastrukturnih elemenata (signala, automatskih odjavnika, banalizacije prometa, perona odgovarajuće dužine, odgovarajućih kolosiječnih i skretničkih poveznica...)

Činjenica jest da se zbog zatvora kolosijeka, koji bi se u načelu morali izvoditi samo u trenutku smanjenog opsega prometa vlakova, vozni red mreže ne ispunjava. Zbog toga se istodobno moraju izvoditi i nužno potrebni redoviti radovi održavanja, koji uostalom i ometaju tijek prometa. Vozni red može se puno bolje provoditi na temelju odgovarajućih pristupa pripremi i izvedbi radova.

U skladu s Direktivom 2001/14/EU o dodjeljivanju željezničkih infrastrukturnih djelatnosti zahtjevi za dodjeljivanje infrastrukturnih djelatnosti održavanja i investicijskih radova moraju biti predložen već u sklopu postupka planiranja voznoga reda.

Način i trenutak održavanja bit će potrebno postepeno prilagoditi osnovnoj djelatnosti željeznicice - prijevozu putnika i roba. To znači da će radove održavanja trebati svesti na najmanju moguću mjeru, što znači da prigodom investicija treba ugraditi kvalitetnu opremu te da potrebne zahvate održavanja treba organizirati u vrijeme kada, s gledišta upravljanja prometom, radovi uzrokuju manje smetnje. Svi radovi održavanja i investicija morat će biti planirani unaprijed kako bi prijevozniku bilo omogućeno korištenje svih dodijeljenih putova.

## 2.2. Siguran i pouzdan rad uređaja željezničke infrastrukture

U prošlosti se razvoj europskoga željezničkog sustava temeljio prije svega na nacionalnim interesima pojedinih europskih država. Usporedno s europskim integracijskim procesima pokazala se potreba za usklajivanjem nacionalnih projekata na europskoj razini u svim smjerovima, tehničkim parametrima i brzini razrade. Kao rezultat toga usklajivanja nastali su sljedeći važni dokumenti:

- Perspektivni plan razvoja europske željezničke mreže (Međunarodna željeznička unija - UIC, Pariz, 1974 i 2003),
- Europski sporazum o najvažnijim međunarodnim željezničkim prugama - Sporazum AGC (UN ECE, Ženeva, 1989),
- Europski sporazum o najvažnijim prugama međunarodnoga kombiniranog prometa i pripadajućih uređaja - Sporazum

- zum AGTC (UN ECE, Ženeva, 1994),
- Transeuropska i paneuropska mreža pruga (Essen - 1995, Helsinki - 1997), koji obrađuju razvoj europske željezničke mreže budućnosti.

Interoperabilnost paneuropskoga željezničkog sustava postiže se udruživanjem postojećih i budućih sustava nacionalnih i susjednih željezničkih sustava, s time da se u obzir uzimaju Tehničke specifikacije interoperabilnosti (TSI) Direktive 2001/16/EU o interoperabilnosti paneuropskoga željezničkog sustava za konvencionalne brzine, i to podsustavi:

- nadzor, vođenje i signalizacija te
- vođenje i upravljanje željezničkim prometom.

Za ugradbu novih uređaja i elemenata prigodom utvrđivanja sklada i izdavanja dozvola za ugradbu elemenata, uređaja i sustava u željezničku infrastrukturu bit će potrebno uzimati u obzir da oni budu udruženi s postojećim i budućim sustavima nacionalnih i susjednih željezničkih sustava te potom prihvati i izdati podzakonske akte.

## 3. Dovoljna, odgovarajuća i funkcionalna željeznička infrastruktura

Prethodno navedeni sporazumi određuju minimalne tehničke parametre (broj kolosijeka, tovarni profil, međukolosiječni razmak, minimalna brzina, osno opterećenje, nagib pruga, dužina perona, dužina kolosijeka i drugo), koji ostvaruju uvjete za siguran i pouzdan rad uređaja željezničke infrastrukture. S obzirom na zatećeno stanje infrastrukture te s obzirom na parametre koje predviđaju i zahtijevaju međunarodni sporazumi, to prigodom prelaska s postojeće opreme-sustava na novu prometne potrebe treba uskladiti i prilagoditi i s gledišta funkcionalne uporabe.

Ugradba novih uređaja i elemenata, osim što mora uđovoljiti tehničko-sigurnosnih kriterijima, mora omogućiti i funkcionalno korištenje. Funkcionalnije korištenje uređaja i elemenata vrlo je važno za tehnologiju izvođenja (kvantiteta, kvaliteta, troškovi i drugo). S time se postiže željeni učinak.

Mjera dodatne ugradbe SS-uređaja prigodom izvođenja investicijskih radova

koristi se za uredan tijek prometa vlakova. Pritom treba naglasiti to da je budućnost infrastrukture u interoperabilnoj infrastrukturi. To će biti moguće stvoriti na temelju poštivanja direktiva i tehničkih specifikacija interoperabilnosti.

## 4. Zadaće stručnjaka tehnologije prometa

U posljednje vrijeme, prigodom izvedbe projekata dogodilo da su projekti bili preuzeti kao tehnički manjkavi (nisu bile nabavljene ambulantne brave) ili su bili samo djelomice preuzeti s ograničenjima brzine (ILTIS zbog neprikladne dozvole), iako su u projektima sudjelovali predstavnici građevnih služba kao dogovorenii izvođači radova i nadzora, pa čak i predsjednici internih tehničkih i konačnih tehničkih komisija. Uključivanjem stručnjaka prometne tehnologije u pripremu i provedbu projekta, koji bi lako utjecali na tijek radova i, naravno, na isporuku korisniku infrastrukture, primjenjivi projekti bi u skladu s tehničko-tehnološkim napretkom dosegli potpunu funkcionalnost.

Stručnjaci prometne tehnologije izradili bi idejne prometne osnove na temelju kojih bi se izradili projektni nalozi, u čijem bi izradivanju također sudjelovali, kao i u provođenju svih sljedećih aktivnosti (pri revizijama projekata te internim i konačnim tehničkim pregledima).

Na temelju zaključaka analize tehnoloških procesa u prometnoj djelatnosti te predviđenih dodatnih troškova poslovanja koji nastaju zbog prilagodavanja tehnologije rada u obzir treba uzeti značenje prometnog sektora u pripremi i provedbi investicija u željezničku infrastrukturu.

Bilo bi primjereno i potrebno dati veću ulogu stručnjacima tehnologije prometa koji bi svojim znanjem i iskustvom utjecali na pripremu i provedbu projekata po mjeri korisnika. U skladu s time, stručnjaci tehnologije prometa bi vodili brigu o:

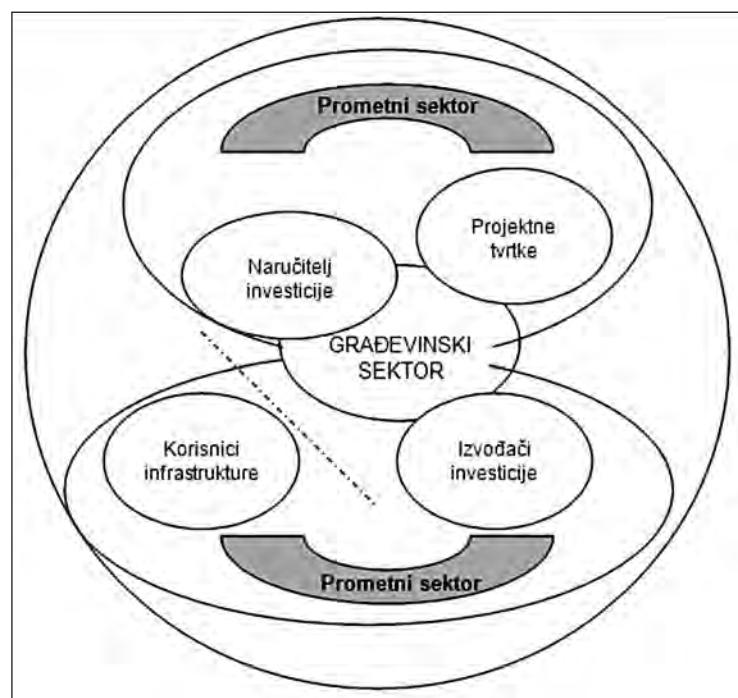
- uvođenju novih suvremenih uređaja i elemenata te o

- prometno-tehnološkim ispitivanjem za razvoj željezničke infrastrukture te za stvaranje podloga za pripremu i provedbu investicija u željezničke infrastrukture.

Pri uvođenju novih suvremenih uređaja i elemenata vodili bi brigu o:

- stvaranju stručnih temelja (stajališta) za nove razvojne projekte željezničke infrastrukture,
- uskladivanju stajališta svih korisnika infrastrukture jedinstveno na području uvođenja novih suvremenih uređaja i elemenata infrastrukture,
- uskladivanju poticaja korisnika željezničke infrastrukture na području njihovih potreba i uvođenja novih suvremenih uređaja i elemenata infrastrukture,
- revidiranju tehničkih normativa i specifikacija,
- sudjelovanju prigodom izdavanja dozvola za ugradbu novih uređaja i elemenata u željezničku infrastrukturu,
- suradnji s inozemnim institucijama na području razvoja željezničke infrastrukture te o
- koordinaciji s drugim organizacijskim jedinicama, državnim organima i drugim vanjskim institucijama u vezi s nalozima službe.

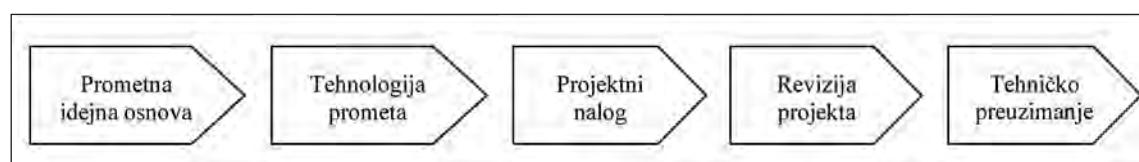
Prigodom prometno-tehnoloških ispitivanja za razvoj željezničke infrastrukture te za stvaranje podloga za pripremu i provedbu



Slika 3: Uloga prometnog sektora u investicijama

investicija u željezničke infrastrukture vodili bi brigu o:

- pregledu i praćenju stanja postojeće željezničke infrastrukture,
- praćenju i utvrđivanju raspoloživosti željezničke infrastrukture,
- pripremi prijedloga prometnih prioriteta za provedbu održavanja postojeće željezničke infrastrukture,
- pripremi prijedloga prometnih prioriteta za provedbu investicija u željezničku infrastrukturu,
- davanju suglasnosti na nacrt prijedloga plana održavanja postojeće željezničke infrastrukture,
- davanju suglasnosti na nacrt prijedloga plana investicija u željezničku infrastrukturu,
- pripremi provedbe održavanja i investicija u željezničku infrastrukturu s obzirom na moguću tehnologiju željezničkog prometa i
- organizirajući i uskladjavajući izradbe kratkoročnih i dugoročnih planova održavanja postojeće željezničke infrastrukture i investicija u željezničku infrastrukturu.



Slika 2: Tijek aktivnosti stručnjaka tehnologije prometa pri provedbi projekta

## 5. Prometne osnove za napredak u razvoju željezničke infrastrukture

Na temelju odgovarajućih pristupa, već prigodom pripreme i provedbe ulaganja, promet može lakše teći, a i vozni red može se lakše ispunjavati. To znači da projekt treba izraditi po mjeri korisnika, da treba izraditi planove gradevnih rada, omogućiti srednje osiguranje, osigurati funkcionalnu izvedbu signalno-sigurnosnih osiguranja i drugo. Sve to ne bi utjecalo na povećanje troškova projekta, već na smanjenje ukupnih troškova (ukupno investicija s troškovima korisnika željezničke infrastrukture). Na dulji rok odgovarajući pristupi doprinose uštedi, većoj sigurnosti te lakšoj i bržoj trajnoj organizaciji provođenja tehnologije prometa vlakova. Značenje razvojnih mogućnosti još će se povećati u trenutku izvođenja redovitih rada održavanja, izvanrednih događaja i razdoblja povećanog opsega prometa vlakova. Razmišljanja koja idu u tome smjeru dovode do poštivanja većega investicijskog ciklusa na željeznici koji se približava.

Među te prometne osnove za napredak u razvoju željezničke infrastrukture spadaju:

- osvremenjivanje SS-uredaja za veću propusnost dvokolosiječnih pruga prigodom zatvora pruga,
- potrebni tehnički uvjeti i elementi za funkcionalniju uporabu centra za vođenje prometa,
- postavljanje automatskoga pružnog bloka umjesto ručnih odjavnica,
- raspored kolosijeka u kolodvorima i razmještaj perona za postizanje veće funkcionalnosti i
- prilagođavanje dužine odsjeka automatskoga pružnog bloka s obzirom na predviđene veće vozne brzine.

Utjecaj radnika i trošak rada s obzirom na trošak osvremenjivanja

S obzirom na zakonske odredbe i administrativna ograničenja, to rješenja treba tražiti u pojednostavljinju, ujedinjenju, smanjenju troškova, smanjenju prepreka, povećanju sigurnosti prometa te u izdvajanju radnika iz osiguranja sigurnosti

prometa.

Prigodom odlučivanja za osvremenjivanje signalno-sigurnosnih uredaja troškovi osvremenjivanja moraju se usporediti s troškovima željezničkog prometa (kašnjenje vlakova, korištenje energije prigodom zaustavljanja i polaska, troškovi korištenja tračnica, troškovi dodatnih prometnih radnika i drugo). Kada i pored toga radnik utječe na sigurnost prometa, osvremenjivanje signalno-sigurnosnih rješenja ne smije biti pitanje odluke za osvremenjivanje.

## 6. Zaključak

Između izvođenja građevnih rada korisnicima infrastrukture treba omogućiti korištenje već dodijeljenih relacija, a nakon završenih rada infrastruktura mora biti sigurna, pouzdana, zadovoljavajuća, odgovarajuća i funkcionalna. Zato u planiranje i provedbu ulaganja u željezničku infrastrukturu velikoj mjeri treba uključiti stručnjake tehnologije prometa te im omogućiti da se bave poslom za koji su mjerodavni. Oni su ujedno najprimjereniiji za zasnovana prometna-tehnološka rješenja čiji je cilj povećana razina sigurnosti te za odgovarajuće tehnologije prometa.

Također, treba prihvati nacionalno zakonodavstvo (višegodišnje planove, višegodišnje proračune, godišnje utvrđivanje skladnosti, izdavanje dozvola za ugradbu elemenata i drugo), koje će biti temelj za uspješnu provedbu projekata u sklopu strategije razvoja željezničke infrastrukture.

## Izvori:

1. Direktiva 2001/14/EU Europskoga parlamenta i Vijeća o dodjeljivanju željezničkih infrastrukturnih kapaciteta, naloga za korištenje željezničke infrastrukture i o dodjeli sigurnosnih svjedodžaba, Službeni list Europske unije L 075, Bruxelles, 26. veljače 2001.
2. Direktiva 2001/16/EU Europskog parlamenta i Vijeća o interoperabilnosti paneuropskoga željezničkog sustava za konvencionalne brzine, Službeni list Europske unije L 110, Bruxelles, 19. ožujka 2001.
3. Direktiva 2001/16/EU Europskoga parlamenta i Vijeća o interoperabilnosti paneuropskoga željezničkog sustava za konvencionalne brzine, TSI - Tehničke

specifikacije interoperabilnosti, Podsustav: Vođenje i upravljanje željezničkog prometa, Službeni list Europske unije L 110, Bruxelles, 19. ožujka 2001.

4. Direktiva 2001/16/EU Europskoga parlamenta i Vijeća o interoperabilnosti paneuropskoga željezničkog sustava za konvencionalne brzine, TSI - Tehničke specifikacije interoperabilnosti, Podsustav: Nadzor, vođenje i signalizacija, Službeni list Europske unije L 110, Bruxelles, 19. ožujka 2001.
5. Europski sporazum o najvažnijim međunarodnim željezničkim prugama - Sporazum AGC, UN ECE, Ženeva, 1989.
6. Europski sporazum o glavnim prugama za međunarodni kombinirani prijevoz i o pratećim objektima - Sporazum AGTC, UN ECE, Ženeva, 1994.
7. Perspektivni nacrt razvoja europske željezničke mreže - Medunarodna željeznička unija (UIC), Pariz, 1974. i 2003.
8. Transeuropska i paneuropska pružna mreža, Essen, 1995; Helsinki, 1997.

## UDK: 656.21

Adresa autora:

mr. Franc Zemljic  
Slovenske željeznice d.o.o.  
Kolodvorska ulica 11, 1506 Ljubljana,  
Slovenija  
GSM: +386-41-233-357  
e-mail: franc.zemljic@slo-zeleznice.si

Recenzent:

dr. sc. Danijela Barić  
Fakultet prometnih znanosti  
Sveučilišta u Zagrebu  
Vukelićeva 4, 10 000 Zagreb  
e-mail: danijela.baric@fpz.hr

## SAŽETAK

*U budućnosti se očekuje veći investicijski ciklus na željezničkoj infrastrukturi, koji će se morati prilagoditi prometu vlakova, ponajprije s obzirom na stanje infrastrukture, te će se morati poštivati prijedlozi novih razvojnih projekata. Radovi će morati biti planirani pravodobno, i to tako da će prijevozniku biti omogućeno korištenje svih dodijeljenih relacija.*

*Konačni rezultat za korisnike željezničke infrastrukture jest zadovoljavajuća i odgovarajuća infrastruktura, koja pored potrebnih tehničkih elemenata za sigurno i pouzdano djelovanje uključuje i elemente za funkcionalniju uporabu. S obzirom na činjenicu da se trenutačno projekti izrađuju samo sa stajališta sigurnog rada uredaja željezničke infrastrukture te da se u obzir ne uzima funkcionalnija uporaba, to stručnjacima tehnologije prometa treba omogućiti da izrade idejne temelje te da sudjeluju u projektiranju i revidiranju.*

*Konačni cilj jest udruživanje postojećih nacionalnih i susjednih željezničkih sustava, što znači*

ujedinjenje sustava u Europskoj uniji i smislu integrabilnosti paneuropskoga željezničkog sustava.

**Ključne riječi:** stručnjaci tehnologije prometa, zadovoljavajuća i odgovarajuća infrastruktura, planiranje građevnih radova.

## SUMMARY

### PREPARATION AND IMPLEMENTATION OF INVESTMENTS IN RAILWAY INFRASTRUCTURE WITH THE OBJECTIVE OF OPTIMISING TRAFFIC ORGANISATION - ROLE AND IMPORTANCE OF EXPERTS IN THE FIELD OF TRAFFIC TECHNOLOGY

In the future we may expect a higher investment cycle on railway infrastructure which shall have to be adjusted to train traffic, primarily due to the state of the infrastructure, and the proposals of new developmental projects shall have to be respected. Works shall have to be planned in good time and in such a way as to enable the carrier to use all allocated routes.

The final result for the user of the railway infrastructure is a satisfactory and suitable infrastructure which, apart from the necessary technical

elements for safe and reliable operation, includes the elements for a more functional use. Due to the fact that currently projects are being drawn up only from the point of view of safe operation of railway infrastructure devices and are not taking into consideration functional use, this should enable traffic technology experts to come up with conceptual bases and to take part in designing and revising work.

The ultimate objective is the joining of existing national and neighbouring railway systems which means a united system in the European Union in the sense of interoperability of the pan-European railway system.

**Key words:** traffic technology experts, satisfactory and suitable infrastructure, planning construction works

## ZUSAMMENFASSUNG

### VORBEREITUNG UND DURCHFÜHRUNG VON INVESTITIONEN IN DIE SCHIENEN-INFRASTRUKTUR ZUR OPTIMIERUNG DER ORGANISATION DES BETRIEBS - ROLLE UND BEDEUTUNG DER VERKEHRSTECHNOLOGIE-EXPERTEN

Für die Zukunft wird ein stärkerer Investitionszyklus der Schieneninfrastruktur erwartet, der - vor

allem im Hinblick auf den Zustand der Infrastruktur - an den Zugverkehr angepasst werden soll bzw. Vorschläge für neue Entwicklungsprojekte zu berücksichtigen hat. Bauarbeiten sollen so rechtzeitig geplant werden dass ein EVU alle ihm zugewiesenen Trassen tatsächlich nutzen kann.

Im Ergebnis soll den Schieneninfrastrukturnutzern zufriedenstellende und geeignete Infrastruktur zur Verfügung stehen, die nicht nur mit den für sicheren und zuverlässigen Betrieb erforderlichen Bauteilen ausgestattet sondern auch mit Elementen für funktionsfähige Nutzung versehen sein sollte. Da bei der Projekterstellung zurzeit nur der sichere Betrieb der Schieneninfrastrukturanlagen berücksichtigt wird ohne ihrer funktionsfähigeren Nutzung Rechnung zu tragen, so gilt es den Verkehrstechnologie-Experten die Erstellung von Unterlagenentwürfen bzw. die Teilnahme an der Projekterstellung und Projektrevision zu ermöglichen.

Im Ergebnis heißt es Verbindung der vorhandenen nationalen und benachbarten Bahnsysteme bzw. Zusammenschluss der Systeme innerhalb der Europäischen Union im Sinne der Interoperabilität des paneuropäischen Systems Bahn.

**Schlüsselworte:** Verkehrstechnologie-Experte, zufriedenstellende und geeignete Infrastruktur, Planung von Bauarbeiten



Joško Žunić, ing.  
Tomislav Pušec, dipl. ing.

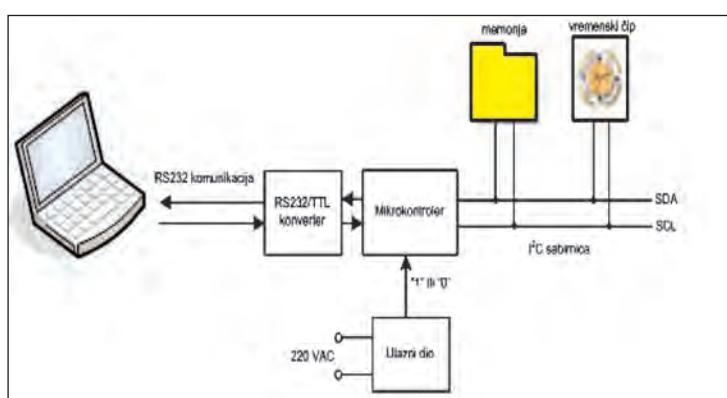
## SUSTAV ZA MJERENJE VREMENA RADA AGREGATA

### Uvod

Sustav za mjerjenje vremena rada aggregata radi tako da registrira vremenski trenutak u kojemu se na ulaznim stezaljkama uređaja pojavio izmjenični napon od 220 V i spremi taj podatak u permanentnu memoriju kao nekakvo vrijeme t1. Također, sustav registrira trenutak nestanka napona te zapisuje podatak u memoriju kao vrijeme t2. Dakle, vrijeme se registrira i podatci o vremenu spremaju se u elektroničkome djelu sustava, dok se operacija oduzimanja vremena t2 i t1, akumuliranje ukupnog vremena rada aggregata kao i prikaz podataka korisniku odvija u programu na PC-računalu. Jedini zahtjev za računalo jest da posjeduje serijski port RS232 i da radi na operativnom sustavu Windows.

### Sklopovlje

Elektronički dio sustava (slika 1) sastoji se od ulaznog dijela, mikrokontrolera, vremenskog čipa, memorije i komunikacijskog modula (konverter RS232/TTL).



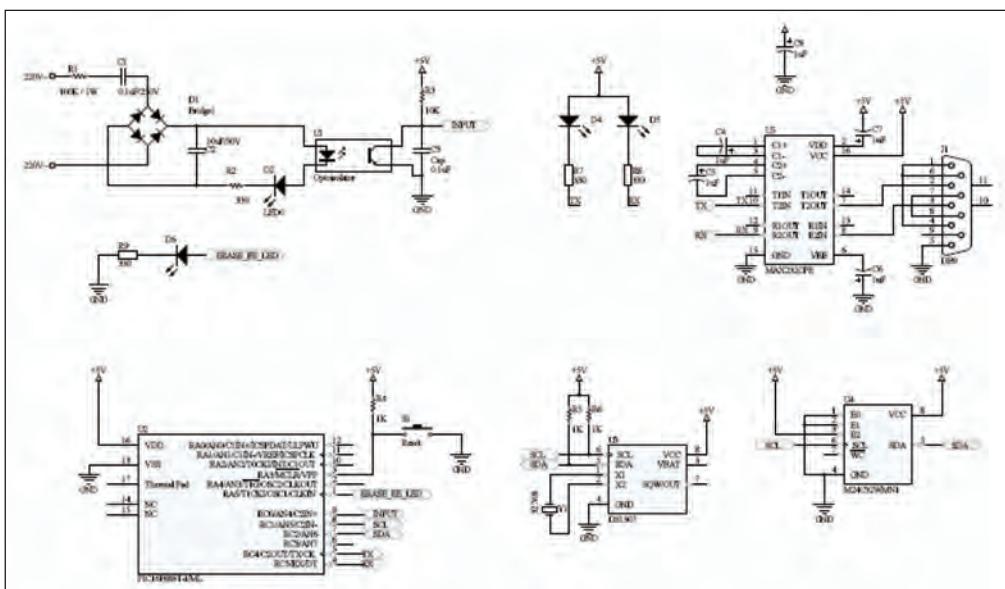
Slika 1: Blok-sHEMA sustava

Mozak sustava jest mikrokontroler koji putem sabirnice I<sup>2</sup>C komunicira s vremenskim čipom i memorijom te putem protokola RS232 s računalom. Cjelovita električna shema uređaja može se vidjeti na slici 2.

### Ulazni dio

Ulazni napon umanjuje se djelilom R1C1 i ispravlja mosnim ili graetzovim spojem D1. Otpornik R2 od 330 om-a ograničava struju koja teče kroz optički sprežnik U1 i LED-diodu D2 koja služi kao indikator prisutnosti mrežnog napona. Prisutnost napona od 220V na ulaznim stezaljkama aktivirat će optički sprežnik koji će provesti i logički nivo na ulazu u mikrokontroler bit će nizak. Kada na ulaznim stezaljkama nema napona, optički sprežnik neće voditi i logički nivo će biti visok zbog priteznog (pull-up) otpornika od 10K. Primjenom optičkoga sprežnog elementa postiglo se

vezivanje raznih digitalnih i upravlјivih analognih sustava. Komunikacija putem sabirnice I<sup>2</sup>C odvija se preko dvije linije, i to linije SDA (serial data), odnosno podatkovne linije, te linije SCL (serial clock), linije kojom se prenosi takt. Budući da su izlazni stupnjevi komponenata koji se spajaju na sabirnicu I<sup>2</sup>C u spoju otvorenog kolektora ili otvorenog odvoda, to su potrebni tzv. pritezni (pull-up) otpornici. Svaka komponenta koja je spojena na sabirnicu ima svoju adresu koja na toj sabirnici mora biti jedinstvena. Standard definira 7-bitne adrese, što omogućava spajanje najviše 112 komponenata na jednu sabirnicu. Preostalih 16 adresa rezervirano je za posebne namjene. Svaka komponenta na sabirnici po načinu svojega rada može biti tzv. master ili slave. Master je komponenta koja kontrolira liniju SCL, tj. generira signal takta i uvijek započinje komunikaciju. Komponenta slave nikada ne kontrolira liniju SCL i nikada ne



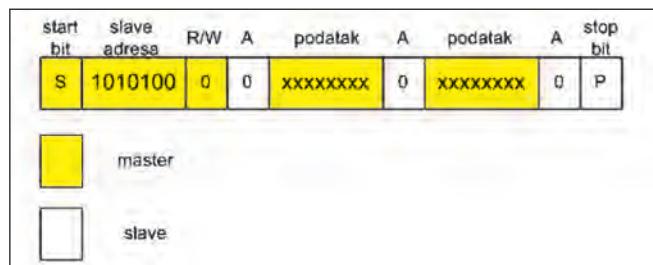
Slika 2: Električna shema uređaja

potpuno galvanosko odvajanje ulaznog dijela od ostalog sklopovlja.

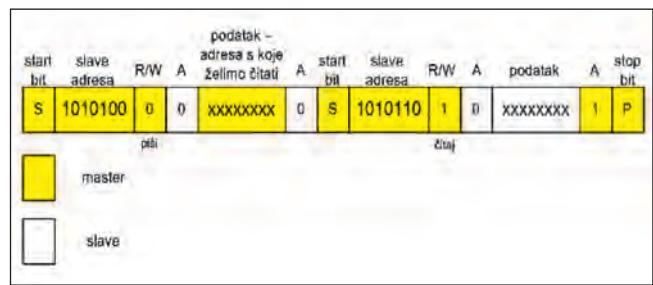
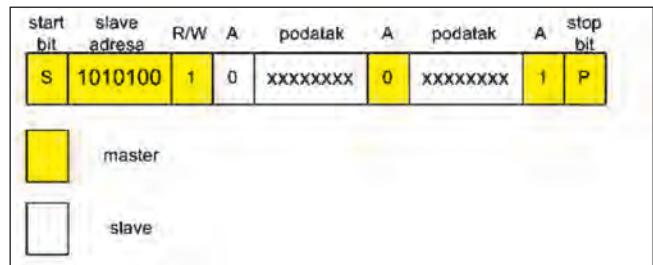
### Sabirnica I<sup>2</sup>C

I<sup>2</sup>C jest sinkrona serijska sabirnica namijenjena za međusobno po-

započinje komunikaciju. Ciklus prijenosa podataka na sabirnici počinje komponenta master generiranjem tzv. start bita. Start bit jest prijelaz signala na liniji SDA iz visoke u nisku razinu za vrijeme dok je linija SCL na visokoj razini. Obrnuti prijelaz, tj. prijelaz iz niske u visoku razinu signala na liniji SDA za vrijeme dok je linija SCL u visokoj razini predstavlja tzv. stop bit kojim se komunikacija završava. Jedino u ta dva slučaja signal na liniji SDA mijenja stanje dok je linija SCL u visokoj razini. U ostalim slučajevima promjena stanja signala na liniji SDA dozvoljena je samo



Slika 3: Upisivanje podataka u komponentu slave



Slika 5: Kombinirani protokol

kada je linija *SCL* u niskoj razini. Nakon *start bita*, *master*-uredaj šalje 7-bitnu adresu komponente s kojom želi komunicirati (proizvođači komponenata u svojim specifikacijama koriste termin kontrolni bajt (*control byte*) za adresu komponente *slave*), nakon čega slijedi bit koji govori da li će se podatak ili podatci čitati iz komponente *slave* ili će se u istu pisati podatak ili podatci. Nakon prijenosa tih devet bitova *master* oslobađa liniju *SDA* postavljanjem visoke logičke razine. Ako je *slave*, čija je adresa poslana, uspješno primio pozivku, odazvat će se tako da na liniju *SDA* postavi nisku logičku razinu i zadrži je čitav sljedeći period takta. Taj bit (na slikama bit *A*) naziva se potvrda (*acknowledge*). U slučaju da se nitko ne odazove, *master* treba generirati *stop bit* i prekinuti komunikaciju. Nakon uspješno poslane i primljene potvrde, šalje se 8-bitni podatak. Ukoliko je riječ o operaciji čitanja, podatak šalje komponenta *slave*, a ako je riječ o pisanju podatka, to čini *master*. Nakon podatka suprotna strana ponovno šalje potvrdu. Parova podatak - potvrda može biti nekoliko. Nakon toga *master*

mora generirati *stop bit* ili ponovno *start bit*, ako želi zadržati sabirnicu pod svojom kontrolom za novi ciklus prijenosa. Na slici 3 vidi se komunikacijski protokol prigodom upisa podataka u *slave*. Nakon *start bita* *master* šalje adresu te *bit nulu* koji označava operaciju pisanja, a *slave* odgovara potvrdom *A=0*.

Tada komponenta *master* šalje bajtove podataka. Nakon svakog bajta *slave* vraća potvrdu *A=0*. U suprotnome upis bi bio prekinut. Postupak završava *master-slanjem stop bita* (P).

Kod čitanja podatka (slika 4) *master* šalje *start bit*, adresu te bit 1 koji označava da je riječ o čitanju. *Slave* šalje potvrdu i nakon toga traženi podatak.

Pošto je primio podatak, *master* generira potvrdu *A=0*. *Slave* će prestati slati podatke kada *master* postavi potvrdu *A=1* (*no acknowledge*). Postupak završava kada *master* pošalje *stop bit*. Kada se čitaju podatci iz neke serijske memorije, kao u slučaju našega uređaja, najprije treba poslati adresu lokacije s koje se čita, a nakon toga pročitati jedan ili više podataka. U tome slučaju koristi se kombinirani protokol prikazan na slici 5.

Vremenski čip (*real time clock*) DS1307 daje cijelovitu informaciju o vremenu: sekunde, minute, sat, dan u tjednu, dan u mjesecu, mjesec i godinu. Dan u mjesecu automatski se korigira za mjesecu koji imaju manje od 31 dan. Korekcija za prijestupne godine do 2100. također je implementirana u čipu. Na slici 6 vide se registri u kojima se nalazi informacija o vremenu pohranjena u sedam registara (posljednji registar je kontrolni). Koristi se binarno kodiranje znamenaka, što znači da je svaka znamenka predstavljena svojim binarnim ekivalentom. Npr. 23 minute

u registru na adresi 1 bit će zapisane kao binarna vrijednost "00100011".

Za memoriju se koristi integrirani krug 24LC32A (tvrtke »icrochip«). Riječ je o I<sup>2</sup>C-serijskom EEPROM-u kapaciteta 32 Kbita odnosno 4096 bajta. Adresa memorije na sabirnici I<sup>2</sup>C (kontrolni bajt) sastoji se od četiri fiksna bita ("1010" - tzv. kontrolni kod) i tri konfigurabilna bita E0,E1,E2 (gdje je bit E0 najmanje težine) koji su izvedeni na pinove čipa. U ovome slučaju pinovi E0 i E1 spojeni su na masu, a pin E2 na plus napona napajanja tako da će 7-bitna adresa glasiti "1010100", pa će komponenta *master* - mikrokontroler za čitanje memorije koristiti adresu *slave* "10101001", a za pisanje adresu *slave* "10101000". Budući da je u ovome slučaju riječ o memoriji kapaciteta 4096 bajta, za čije je adresiranje potrebno dvanaest bita, za adresu s koje se čita podatak slat će se dva bajta - tzv. gornji i donji adresni bajt (*high address byte, low address byte*), a ne jedan bajt kao na slici 5. Donji bajt sadržavat će najmanje osam važnih bitova adrese, a gornji bajt preostala četiri adresna bita.

## Mikrokontroler

Mozak uređaja jest mikrokontroler PIC16F688, ali budući da uređaj koristi samo pet ulazno-izlaznih pinova, a od periferije mikrokontrolera koristi jedino *UART* (engl. *universal asynchronous receiver transmitter* - modul za serijsku komunikaciju), dok se protokol I<sup>2</sup>C emulira programski, mogao se upotrijebiti praktički bilo koji mikrokontroler. Program koji se odvija u mikrokontroleru (engl. *firmware*) pisan je u programskom jeziku C, a radi na sljedeći način. U glavnoj petlji koja se neprekidno ponavlja ispituje se stanje ulaznog pina. Promjena signala na ulaznom pinu iz visoke u nisku razinu signaliziraće mikrokontroleru da je napon od 220 V prisutan, tj. da je agregat pokrenut. U programu će se u tome trenutku pročitati vrijeme iz vremenskog čipa i pohraniti u memoriju. Obrnuta promjena, tj. promjena iz niske u visoku razinu, znači da je agregat zaustavljen, ponovo će se »odvrtiti« rutine za čitanje vremenskog čipa i pohranu podataka o vremenu u memoriju. Osim glavne petlje program ima i tzv. prekidnu rutinu (*interrupt*) uz pomoć koje mikrokontroler »osluškuje« računalo. Ako računalo u bilo

	BIT7							BIT0
00H	CH	10 SECONDS			SECONDS			00-59
	0	10 MINUTES			MINUTES			00-59
	0	12 24	10 HR A/P	10 HR	HOURS			01-12 00-23
	0	0	0	0	0	DAY		1-7
	0	0	10 DATE		DATE			01-28/29 01-30 01-31
	0	0	0	10 MONTH	MONTH			01-12
	10 YEAR				YEAR			00-99
07H	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0

Slika 6: Registri u vremenskom čipu DS1307

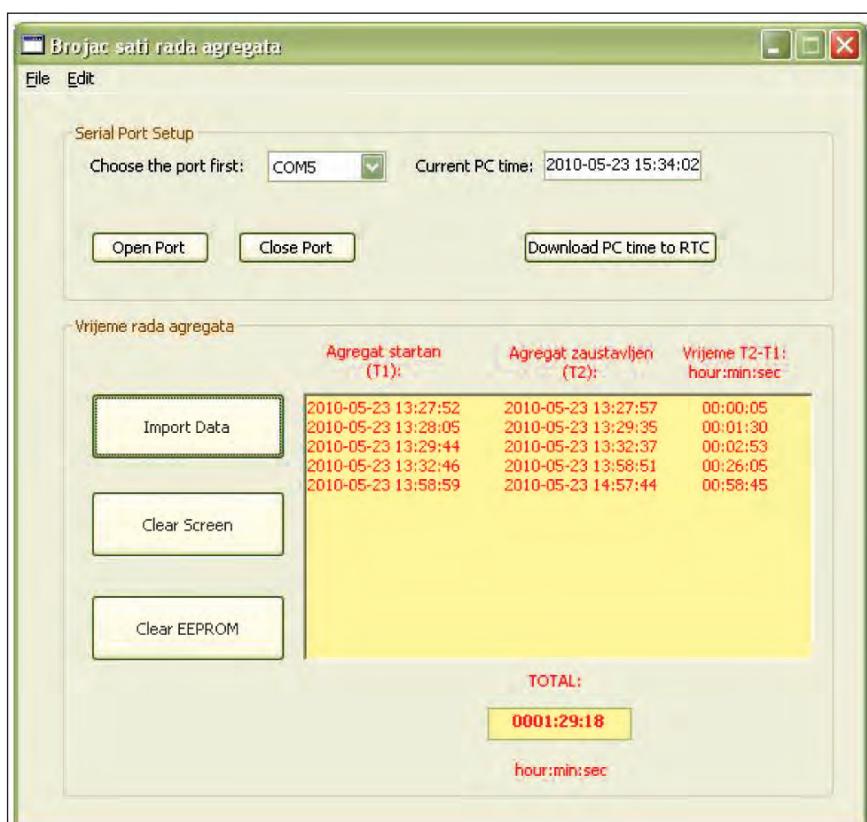
kojemu trenutku (osim u trenutku samog zapisa u memoriju EEPROM) pošalje, na primjer, komandu »Import data«, mikrokontroler će prepoznati komandu, pročitati cijelokupan sadržaj memorije i poslati ga u računalo. Isto tako, ako računalo pošalje komandu za sinkronizaciju sata nakon koje slijedi i sedam bajtova podataka o vremenu,

mikrokontroler će prepoznati komandu i podatke koji slijede zapisat će u vremenski čip. Treća komanda koju računalo može poslati jest komanda »Clear EEPROM« nakon koje će mikrokontroler obrisati cijelokupan sadržaj memorije. Proces brisanja sadržaja memorije traje nekoliko sekundi i signalizira ga upaljena LED-diода D6.

## Komunikacija s računalom

Komunikacija s računalom odvija se putem protokola RS232 brzinom od 9600 bita/sec. Budući da mikrokontroler radi s naponskim razinama 0V i 5V, to je potreban konverter naponskih razina - čip MAX232 s pripadajućim elementima. LED-diode D4 i D5 signaliziraju prijenos podataka između računala i mikrokontrolera. Komunikacija između mikrokontrolera i PC-računala sastoji se od prijenosa podataka iz EEPROM-a, komande za brisanje EEPROM-a i komande za sinkronizaciju sata. Program za pregledavanje podataka prikazan je na slici 7.

Vrijeme kada je generator pokrenut prikazuje se kao vrijeme T1 u prvome stupcu, vrijeme kada je agregat zaustavljen u drugome stupcu, a razlika vremena T2-T1 u trećem stupcu. U polju TOTAL prikazuje se ukupno akumulirano vrijeme rada agregata. Prigodom prvog puštanja u rad potrebno je podesiti vrijeme u vremenskom čipu. Pritiskom na tipku »Download PC time to RTC« sistemsko vrijeme PC-računala upisuje se u vremenski čip. Pritiskom na tipku »Import data« podatci koji su do tada bili zapisani u EEPROM-u prikazuju se na ekranu. Ako je memorija prazna, kratko će zasvjetliti LED-dioda D6. Pritiskom na tipku »Clear Screen« brišu se podatci prikazani na ekranu, a pritiskom na tipku »Erase EEPROM« brišu se svi podaci zapisani u memoriji.



Slika 7: Aplikacija za pregledavanje podataka



Slika 8: BEWATOR 4237 TCP/IP modul

## Integracija sustava u HŽ-ovu intranetsku mrežu

Umjesto zaključka na kraju ćemo pokazati kako je na jednostavan način moguće integrirati sustav u postojeću korporativnu ethernetsku HŽ-ovu mrežu čime smo dobili mogućnost kontrole rada agregata s nekog udaljenog umreženog računala, dakle bez potrebe dolaženja na lokaciju gdje su agregati i spajanja na uređaj uz pomoć prijenosnog računala. Za tu svrhu potreban nam je uređaj koji omogućuje povezivanje serijskih sučelja s danas uobičajenim i opće prihvaćenim *Ethernetom*. Koristeći takav uređaj (*serial to ethernet converter*) moguće je bilo koji uređaj koji ima serijsko sučelje RS232 spojiti na ethernetsku mrežu, dakle moguće je »daljinsko« upravljanje uređajima RS232 preko *ethernet-a*. Takvih uređaja na tržištu ima od raznih proizvođača i moguće je upotrijebiti gotovo bilo koji.

Autori ovog članka proveli su testiranje takve mogućnosti uz pomoć pločice BEWATOR 4237 TCP/IP (slika 8) na kojoj se nalazi modul *Xport* i nešto prateće elektronike. Testiranje je izvedeno u kućnoj mreži prema slici 9.

Isprobane su konfiguracije sa statičkom IP-adresom te s dinamičkom IP-adresom. Za konfiguraciju modula *Xport* potreban je softver *DeviceInstaller* koji je besplatan i moguće ga je skinuti s Lantronixove

internetske stranice (adresa 2). Također je potreban i Lantronixov program *Com Port Redirector* (*CPR manager*, adresa 3), koji preusmjerava podatke koje šalje aplikacija za pregledavanje podataka. Umjesto da idu na lokalni serijski port, podaci se preko ethernetske mreže šalju koristeći protokol TCP/IP. Modul *Xport* spojen na mrežu prima te podatke i šalje ih preko svojega serijskog porta prema mikrokontroleru. Također, podatci koje šalje mikrokontroler na serijski port modula *xport* šalju se ethernetskom mrežom u našu aplikaciju za pregledavanje podataka.

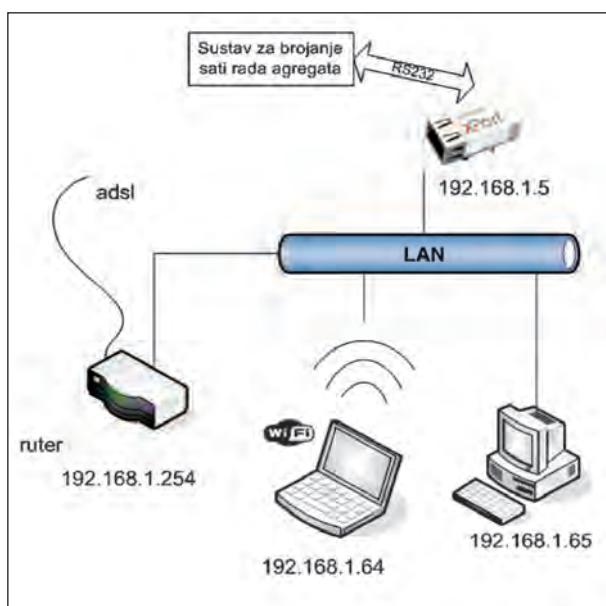
## SAŽETAK

*Mnogi uređaji koji su u funkciji u HŽ-u su u sustavu napajanja HEP-a te za siguran i neprekidan rad koriste dodatno, tj. rezervno napajanje (akumulator te UPS kada je riječ o manjim trošilima), dok veći sustavi koriste agregat kao rezervno napajanje. Neki od ugrađenih aggregata imaju automatiku kojom se vrši automatsko uključivanje nakon ispadu mreže, dok se mnogi još uvijek moraju ručno pokrenuti. Također, aggregati s automatikom imaju brojače vremena rada te se mogu pratiti sati rada, a samim time i utrošak dizelskog goriva, dok smo kod aggregata koji nemaju automatiku uskraćeni i za tu informaciju.*

*Ovaj sklop nastao je kao proizvod potreba praćenja vremena koliko je neki agregat bio uključen. To je samo jedna od mogućnosti ovoga sklopa vezana uz konkretni slučaj, ali sklop je programabilan te su njegove mogućnosti puno veće.*

## Literatura

1. <http://www.lantronix.com/device-networking/embedded-device-servers/xport.html>
2. [http://ltxfaq.custhelp.com/app/answers/detail/a\\_id/644](http://ltxfaq.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/644)
3. [http://ltxfaq.custhelp.com/app/answers/detail/a\\_id/928](http://ltxfaq.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/928)
4. <http://www.maxim-ic.com/datasheet/index.mvp/id/2688>
5. <http://www.maxim-ic.com/datasheet/index.mvp/id/1798>
6. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41203E.pdf>
7. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21713L.pdf>
8. <http://www.i2c-bus.org/>
9. [http://www.nxp.com/acrobat/usermanuals/UM10204\\_3.pdf](http://www.nxp.com/acrobat/usermanuals/UM10204_3.pdf)
10. <http://en.wikipedia.org/wiki/I%C2%BC2C>
11. <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/Sharp/mXrvuu.pdf>



Slika 9: Primjer kućne mreže LAN na kojoj je izvedeno testiranje

## SUMMARY

### SYSTEM FOR MEASURING GENERATOR OPERATION TIME

Many devices which are in use at Croatian Railways are in the supply system of HEP (Croatian electricity company) and for their safe and continuous operation use additional, that is, a reserve supply (storage batteries and UPS for smaller users while larger systems use generators for reserve supply). Some of the installed generators are automatically switched on if disconnected from the network while many still have to be turned on manually. Generators with this automatic mechanism have operation time counters and thus work hours and consumption of diesel fuel may be monitored while this information is not available for generators without this mechanism.

This assembly occurred as the product of the need for monitoring the time it takes for a certain generator to be switched on. This is just one of the possibilities of this assembly connected to a concrete case, but the assembly is programmable and its capabilities are much greater

## ZUSAMMENFASSUNG

### LAUFZEITMESSGERÄT FÜR ERSATZ-STROMAGGREGATE

Viele bei den HŽ eingesetzte Anlagen sind in das Stromversorgungssystem des kroatischen Elektrizitätsunternehmens HEP eingebunden. Für deren sicheren und durchgehenden Betrieb wird Reserveeinspeisung genutzt, und zwar bei kleineren Verbrauchern von Akkus oder USV-Anlagen bzw. bei größeren Systemen von Ersatzstromaggregaten. Einige der eingebauten Ersatzstromaggregate sind mit der Automatik für automatische Einschaltung nach dem Stromausfall versehen während zahlreiche Geräte immer noch manuell gestartet werden müssen. Die mit der Automatik versehenen Stromerzeuger sind darüber hinaus mit Laufzeitzählern versehen, mit denen die Laufzeit und somit auch der Dieseltreibstoffverbrauch ermittelt werden können, während bei Stromerzeugern ohne diese Automatik solche Angaben entfallen.

Dieser Satz ist entwickelt worden um die Ermittlung der Betriebszeit eines Stromerzeugers zu ermöglichen. Das ist aber nur eine der Möglichkeiten dieses Satzes, die aufgrund seiner Programmierbarkeit viel größer sind.

Stephan Bartosch, dipl. ing.  
Pavao Ožbolt, dipl. ing.

## DIZELSKI MOTORI NISKE EMISIJE ISPUHA ZA PRIMJENU NA ŽELJEZNICI

### 1. Uvod

Sve veća ekološka svijest društva i stalni rast cijena goriva dovode do porasta opsega javnoga lokalnog putničkog prijevoza. U skladu s time politika, znanost i industrija moraju mobilnost u putničkom, ali i u teretnom prijevozu trajno oblikovati na dobrobit društva.

Važan doprinos tomu jeste i uvođenje zakonskih propisa o održavanju čistoće zraka, o odnosu prema emisijama i buci. Njih industrija mora ugraditi u tehnologiju i ostvariti na vrijeme. Tako će od 1. siječnja 2012. za tračnička vozila na dizelski pogon vrijediti novi zakonski propisi o ispušnim plinovima.

Poštivanje tih i budući graničnih vrijednosti i rastući zahtjevi da pogon dizelskih motora na tračničkim vozilima bude ekonomičan iziskuje i sve više novih, za željeznicu specifičnih modela tih motora. Za klasične proizvođače motora to znači dodatne troškove i izdatke za kapacitete. Tako, na primjer, područje gdje će vozila biti korištena, profili opterećenja i iskorištenja te znanja iz područja operative željezničkog prometa moraju biti uzeti u obzir već prigodom konstruiranja i usklađivanja.

Nastojeći spriječiti moguć manjak radošljivih dizelskih motora za željeznička vozila koji će udovoljavati budućim nor-

mama u pogledu ispušnih plinova, »Voith Turbo« je u suradnji s proizvođačem gospodarskih vozila »MAN-Nutzfahrzeuge AG« pravodobno pristupio razvoju dizelskih motora za tračnička vozila.

### 2. Dizelski motor Voith V8 tip V2868 Rail

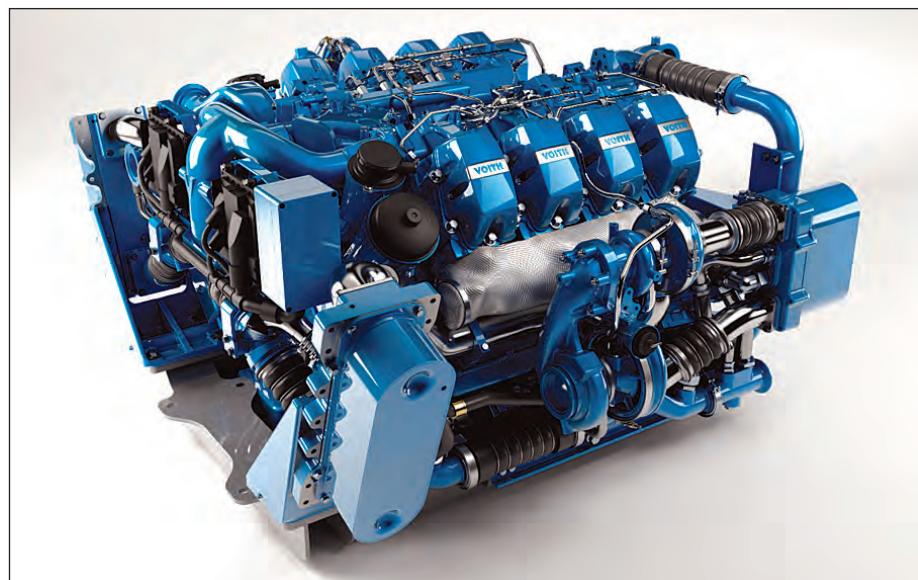
Uzevši kao osnovu novu seriju MAN-ovih motora, razvijen je prvi specijalizirani motor za željeznicu. Pritom je osnovni motor konstrukcijski, termodynamički i s obzirom na unutarnje izgaranje prilagođen robusnim uvjetima željezničkog prometa, od uporabe na laganim vozilima do ugradnje na teškim vozilima.

Kod motora V2868 riječ je o 8-cilindričnom V-motoru radnog obujma 16,2 l (provrt 128 mm, hod 157 mm) i snage 500 kW. Opremljen je sustavom za ubrizgavanje Common Rail, dvostupanjskim turbopunjачem s hladnjem stješnjenog zraka, recirkulacijom rashlađenih ispušnih plinova, kao i

III B propisane Direktivom EU-a 97/68/EZ za necestovna vozila/mehanizaciju, koja će stupiti na snagu 2012. godine.

Prednosti motora V2868 jesu niska potrošnja goriva, kao i njegova robusna i kompaktna ravna konstrukcija koja omogućuje ugradnju gotovo u sve vrste tračničkih motornih vozila. Već u osnovnome konceptu motora uzeti su u obzir specifični željeznički profili opterećenja i područja korištenja. Tako su specifikacija i raspored elemenata i osnovna konstrukcija motora izvedeni imajući u vidu dugotrajnost i pouzdanost. Vrlo tiki rad i nisku razinu buke motor V2868 postiže potpunim izjednačenjem masa i ravnomernim redoslijedom paljenja.

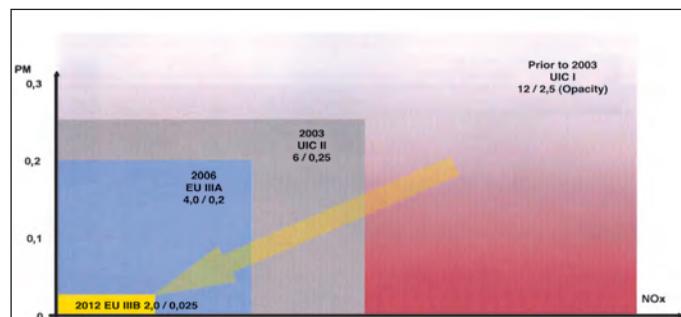
Osim što ima nisku potrošnju goriva, taj novi motor za željeznicu ima još prednost što se ciljne vrijednosti emisija ostvaruju bez medija koje treba dodatno ulijevati, a primijenjeni katalizator čestica nije potrebno održavati. Dug vijek trajanja i dobra pouzdanost, kao i dugi intervali za servisiranje također doprinose niskim troškovima vijeka trajanja.



Slika 2: Dizelski motor V2868 snage 500kW proizvođača »voith«

Novi »Voithov« motor prikladan je i za remotorizaciju. Po svojoj veličini i konstrukciji može se koristiti kao rješenje za dodatno opremanje u skladu sa stupnjem emisije IIIB tračničkih vozila koja su već u prometu.

Od ožujka 2010. »Voith Turbo« je po njemačkom Saveznom uredu za motorna vozila (Kraftfahrt-Bundesamt) ovlašteni proizvođač motora. Prije toga se gotovo godinu dana radilo na razvoju. U prosincu prošle godine obavljen je probni rad za certificiranje.



Slika 1: Standard za emisiju plinova za željeznička vozila

nazivna snaga	500 kW
nazivni broj okretaja	1900 min-1
okretni moment kod nazivnog broja okretaja	2513 Nm
maksimalni okretni moment	2750 Nm *
kod broja okretaja	1425 min-1
norma za ispušne plinove	razina IIIB (EU 97/68/EC - 2004/26/EC)
sustav ubrizgavanja	Common Rail (CR), Bosch EDC7
proces izgaranja	izravno ubrizgavanje s osam mlazova
način rada	4-takni dizelski motor s turbopunjачima NT i VT, dvostrukim hlađenjem stješnjenog zraka, recirkulacijom i hlađenjem ispušnih plinova
broj ventila po cilindru	4
konstrukcija glavâ cilindra	pojedinačno
broj cilindara/vrstâ	8/V-raspored 90°
redoslijed paljenja	1-5-7-2-6-3-4-8
provrt	128 mm
hod	157 mm
radni obujam	16,16 dm <sup>3</sup>
kompresija	17 : 1
težina suhe mase	1600 kg

\* moguće i 3000 Nm

Tablica 1: Tehnički podatci za dizelski motor V2868Rail

Nakon dalnjih isprobavanja i pokusa s dugotrajnim radom motora, serijska uporaba novoga dizelskog motora V8 planirana je za sredinu sljedeće godine.

Srednjoročno »Voith« će proširiti paletu svojih motora i u višim i u nižim razredima snage. Osim varijante s 12 cilindara snage 700 kW planirana je i varijanta sa šest cilindara. Pomoć kod prodaje i pomoć kupcima dizelskih motora pružit će već poznata i iskusna organizacija »Voitha«, dok će se servisna služba odvijati također uključivanjem u svjetsku mrežu servisa.

Ulaskom u tehniku motora »Voith Turbo« spriječit će mogući manjak raspoloživih motora za primjenu na željeznici za motorne vlakove i lokomotive koji udovoljavaju EU-ovom standardu za emisije (2012) razine IIIB bez sustava za naknadnu obradu plinova (SCR - Selective Catalytic Reduction/Rauch- und Abgasreinigungsverfahren – postupak čišćenja dima i ispušnih plinova). Selektivna katalitička redukcija koja omogućava postizanje graničnih vrijednosti emisije ispušnih plinova prikazana je na donjoj slici. Postupak se sastoji u provođenju ispušnih plinova kroz dva serijski spojena katalizatora, od kojih prvi oksidacijom obrađuje dušične okside, a drugi katalizator SCR dodavanjem ureje 2NH3 izaziva kemijsku reakciju te uklanja NOx te pretvara u 2N2 + 3H2O.

Način djelovanja te složenost i neekonomičnost sustava SCR uklonjena je primjenom nove tehnologije za postizanje niske emisije ispušnih plinova tvrtke »Voith«, koja ne koristi nikakve dodatne kemikalije.

Nova, »Voith«, tehnologija smanjenja emisije ispuha sastoji se od sljedećih procesa:

- dvostrukog prednabijanja zraka u turbokompresoru NT i VT za svaka četiri cilindra, ukupno 2 NT i 2 VT turbokompresora,
- dvostrukog hlađenja prednabijenog zraka nakon turbokompresora NT i VT,
- djelomičnog povrata prethodno ohlađenih ispušnih plinova u proces izgaranja
- smanjenja količine čestica čade uz pomoć katalizatora, i to ispod granične vrijednosti.

Primjenom te tehnologije dobivene su niske vrijednosti

emisije koje su ispod graničnih vrijednosti propisanih za stupanj emisije IIIB NOx = 2 g/kWh i PM 0,025 g/kWh (čestice čadi), važeći od 1. siječnja 2012. godine.

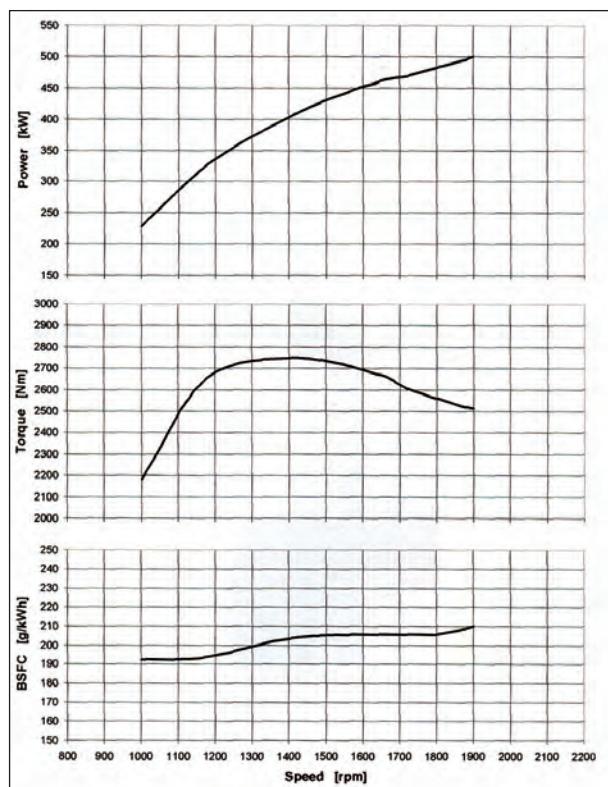
Prednost upotrebe katalizatora (slika 5) jest izdvajanje čestica čade do 60 posto mase bez upotrebe bilo kakvih kemijskih sredstava, bez potrebe održavanja i čišćenja te bez mogućnosti začepljenja.

Danas optimirani dizelski motor predstavlja odlučujući doprinos ekonomičnom i ekološkom prometu.

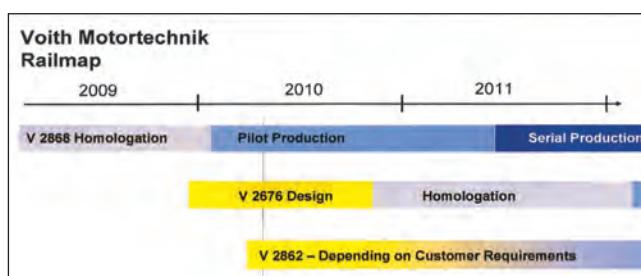
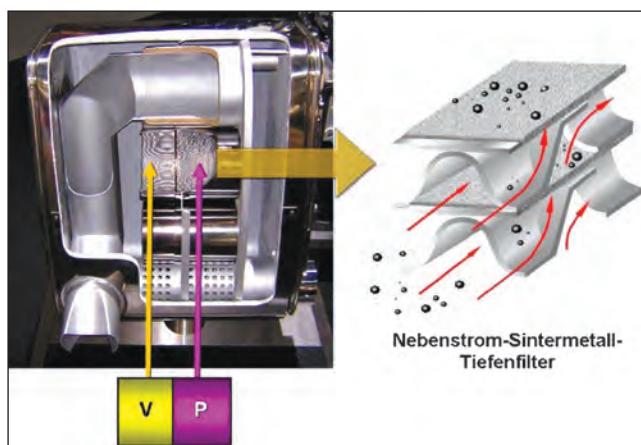
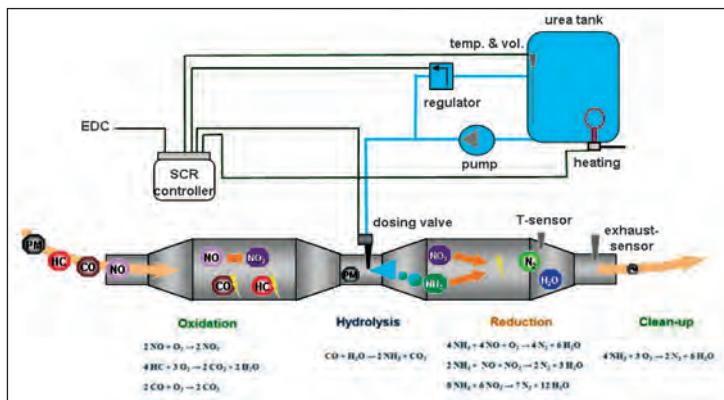
Budući su sada svi relevantni elementi pogonskog sustava na jednome mjestu, to se u opisanome pogonskom sustavu ukupna usklađenost, s obzirom na pouzdanost, ekološku svijest i ekonomičnost, može još bolje optimirati.

### 3. Primjena dizelskog motora VOITH V 2862 stupnja emisije IIIB na dizel-motornom vlaku za Hrvatske željeznice

TŽV »Gredelj« upravo gradi niskopodni dizel-električni vlak za koji je odabran 12-cilindrični dizelski motor tvrtke MAN tip 2842 LE 622 snage 588 kW kod 1800



Slika 3: Karakteristike dizelskog motora V2868



1/min, stupnja emisije IIIA. Iz dolje priloženog plana izgradnje dizelskih motora tvrtke »Voith« vidljivo je da će prema zahtjevima potencijalnih kupaca već sljedeće godine biti moguće nabaviti dizelski motor V 2862 stupnja emisije IIIB, snage do ~ 700 kW, razvijen na temelju sadašnjega motora MAN tip 2842 LE 622. Ta činjenica potvrđuje opravdanost izbora motora MAN koji osim ostalih prednosti omogućava eventualno potrebnii, relativno jednostavni prijelaz na zakonski propisane motore stupnja emisije IIIB nakon 1. siječnja 2012. godine.

## UDK: 625.285

Adrese autora:  
Stephan Bartosch, dipl. ing.  
Voith Turbo, Heidenheim, Alexander Strasse 2  
e-mail: Stephan.Bartosc@Voith.com

Pavao Ožbolt, dipl. ing.  
Certif. Eurailing.  
HR-10382 Donja Zelina  
e-mail: rcc@zg.t-com.hr

Recenzent:  
Vitko Giljević, dipl. ing.  
Zagreb, Varićakova 7  
vitko.giljević@zg.t-com.hr

Tvrta »Voith«, da bi pokrila kompletanu potrebnu paletu snage dizelskih motora za pogon dizel-motornih vlakova, planira proizvodnju još dvaju tipova motora, i to:

- motora V 2676, snage ~ 350 kW, kod 1900 1/min, u probnoj proizvodnji početkom 2012. godine te
- motora V2862, snage ~ 750 kW, kod 1900 1/min, u probnoj proizvodnji sredinom 2012. godine.

## Literatura:

- Tehnička dokumentacija tvrtke »Voith Tur-bo«, Heidenheim, Njemačka, 2009.
- Direktiva EU-a 97/68/EZ, 2006.
- [http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/deer\\_2005/session4/2005\\_deer\\_hesser.pdf](http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/deer_2005/session4/2005_deer_hesser.pdf), 2010.
- Tehnička dokumentacija TŽV-a »Gredelj« za prototip niskopodnoga regionalnog DMV-a, Zagreb, 2010.

## SAŽETAK

Za tračnička vozila na dizelski pogon od 1. siječnja 2012. vrijedit će novi zakonski propisi o ispušnim plinovima, na što moraju računati željeznički prijevoznici, a željeznička industrija mora ih ugraditi u tehnologiju.

Tvrta »Voith« razvija specijalizirani dizelski motor za željeznicu V8 tip V2868Rail koji također odgovara za ugradnju na novi dizel-motorni vlak HŽ Putničkog prijevoza.

Nova tehnologija sastoji se od dvostrukog prednabijanja zraka, dvostrukog hlađenja prednabijenog zraka te djelomičnog povrata prethodno ohlađenih ispušnih plinova u proces izgaranja.

Primjenom te tehnologije dobivene su niske vrijednosti emisije koje su ispod graničnih vrijednosti prema novim propisima za stupanj emisije IIIB: NOx = 2 g/kWh i PM 0,025 g/kWh (čestice čadi).

## SUMMARY

### DIESEL ENGINE VOITH V8 TYPE V2868RAIL FOR RAILWAY APPLICATION

As of 1<sup>st</sup> January 2012, new legal regulations on gas emissions of diesel run track vehicles will take effect, which is something railway operators shall have to bear in mind and the railway industry shall have to build into its technology.

The company Voith is developing a specialised diesel engine for the railway V8 type V2868Rail which is also suitable for installing onto the new diesel motor unit of HŽ Putnički prijevoz (Croatian Railways passenger company). The new technology consists of double precharged air; a double cooling of precharged air and a partial return of the previously cooled exhaust gases in the combustion process.

By applying this technology low emission's values are obtained which are under the border values according to the new regulations for the emission degree IIIB: NOx = 2 g/kWh and PM 0.025 g/kWh (soot particles).

## ZUSAMMENFASSUNG

### VOITH V8-DIESELMOTOR V2868RAIL FÜR BAHNANWENDUNGEN

Für dieselbetriebene Schienenfahrzeuge gelten ab dem 01. Januar 2012 neue gesetzliche Abgasvorschriften, die von den EVUs zu berücksichtigen bzw. seitens der Industrie technologisch umzusetzen sind.

Die Fa. Voith ist in die Entwicklung des V8-Dieselmotors V2868Rail für Bahnanwendungen eingestiegen, der ebenfalls für den neuen Dieseltriebzug von HŽ Putnički prijevoz geeignet ist.

Die neue Technologie besteht in der zweistufigen Abgasturboaufladung mit Ladeluftkühlung sowie in der Teilrückführung der gekühlten Abgase in den Verbrennungsprozess.

Beim Einsatz dieser Technologie entstehen geringe Schadstoffemissionen, die die Emissionsstufe EU III B der neuen EU-Nonroad-Richtlinie 97/68/EG unterschreitet (NOx = 2 g/kWh i PM 0,025).

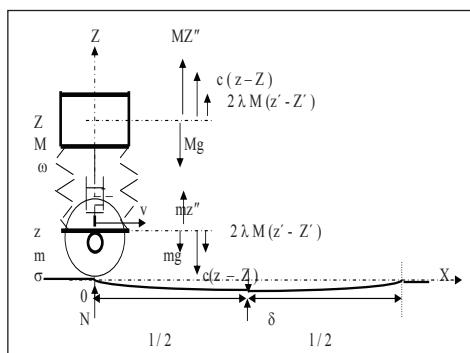
dr.sc. Simo Janjanin, dipl. ing.  
mr. sc. Tomislav Župić , dipl. ing.

# ISTRAŽIVANJE OSCILIRAJUĆEG SUSTAVA VOZILO - VALOVITE TRAČNICE NA SIMULACIJSKOME MODELУ

## 1 Uvod

U radu »Simulacijski model osilirajućeg sustava vozilo-valovite tračnice« [8] detaljno su opisani fizički model, matematički model i simulacijski model oscilirajućeg sustava vozilo-valovite tračnice u vertikalnom smjeru uz korištenje MATLAB-a kao moćnog simulacijskog alata. Brojnim primjerima izračunavanja veličina gibanja i dinamičih veličina te njihovih međusobnih odnosa ilustrirane su velike mogućnosti primjene simulacijskog modela za istraživanja oscilirajućih sustava. Postupak i simulacijski model nastojati će se verificirati i u ovome radu, kad god se to pokaže kao evidentno.

Simulacijski model razvijen u radu [8] ostaje nepromjenjen u dalnjim istraživanjima ponašanja oscilirajućeg sustava vozilo-valovite tračnice, a mijenjat će se samo nekoliko parametara, i to najčešće vozna brzina i geometrija valovitosti te neke druge manje promjene u naredbama za crtanje dijagrama. Sva istraživanja bi, pored boljeg i kvalitetnijeg poimanja ponašanja realnog sustava, mogla doprinijeti sigurnosti vožnje, manjem trošenju voznih površina ali i udobnosti putnika.



Slika 2.1 : Gibanje vozila po udubljenju

U ovome radu vidjet će se daljnje prednosti i mogućnosti simulacijskog modela osilirajućeg sustava vozilo-valovite tračnice tijekom istraživanja ponašanja realnog sustava, pa sve do istraživanja frekvencija veličina gibanja i dinamičkih veličina kao vektora.

Glavni cilj ovog rada jest dokazati funkcionalnost i vjerodostojnost razvijenoga simulacijskog modela u MATLAB-u iz rada [8] s graničnim primjerima parametara oscilirajućeg sustava vozilo-tračnice. Širi cilj jest pokazati funkcionalnost simulacijskog alata za kvalitativna i kvantitativna istraživanja ponašanja oscilirajućih sustava, kakva se ranije nisu mogla izvoditi.

## 2 Program istraživanja

I ovdje će rezultati istraživanja biti dani u obliku kvalitativnih i kvantitativnih dijagrama skoro za sve veličine sustava te dijagrama međusobnih odnosa svojstvenih veličina.

U radu [8] istražen je slučaj vožnje vozila preko valovitih tračnica zadane geometrije brzinom 108 kilometara na sat. Odabrani su najčešći profili i dimenzije valovitosti na temelju savjetovanja s gradevincima. U ovome radu bit će istraženo ponašanje oscilirajućeg sustava vozilo-valovite tračnice za dvije brzine, i to:

- za rezonantnu brzinu od 5.5476 km/h i
- za brzinu od 200 km/h.

te je time obuhvaćeno područje realnih brzina na Hrvatskim željeznicama.

Svi parametri, geometrijski odnosi te vrijednosti veličina realnog oscilirajućeg sustava koji se istražuje objavljeni su u radu »Simulacijski model osilirajućeg sustava vozilo-valovite tračnice«. Ovdje se ponavlja slika oscilirajućeg sustava (slika 2.1). To vrijedi i za polazne parametre te veličine gibanja i njihove dimenzije (prilog 1), kako bi bilo moguće praćenje dalnjih istraživanja.

Pisanje naredbi za prikaz rezultata simulacije isključivo je zadaća kreatora i autora simulacijskog modela. Na temelju tih naredbi grafički prikazi rezultata istraživanja dobivaju se automatski, prema redoslijedu naredbi drugog dijela upravljačke datoteke vozp.m. Za ilustraciju poslužit će samo dio datoteke.

```
voz
keyboard
plot(X,z),grid
axis([0 2 -0.0005 0])
```

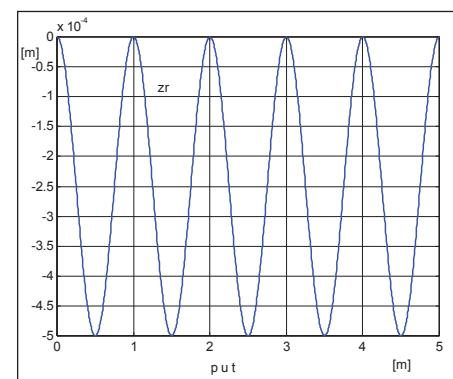
```
keyboard
plot(t,z),grid
keyboard
plot(X,z1),grid
axis([0 2 -0.05 0.05])
keyboard
plot(t,z1),grid
keyboard
.....
axis;
keyboard
plot(t,z,t,(ICZ+Z)),grid
keyboard
plot(t,10000*z,t,N- (M*g+m*g)/1000),grid
kraj
```

Nova vrijednost u ovim istraživanjima, prema istraživanjima iz literature [3], jest i više valova, odnosno pet valova kao odnos puta x i zr, koji su dobiveni u modelu matematičkim postupkom prije simulacije, što se može vidjeti na slici 2.2. U simulacijskom dijagramu mjenjat će se samo vrijeme integracije tstop, i to zato da bi se kao rezultati simulacije dobili pregledniji dijagrami. Korak integracije iznosi 0.0002 s.

Napominje se da su kao nastavak ovih istraživanja već završeni simulacijski modeli za istraživanje oscilirajućih sustava s neravnina u obilu ravnih kotača i loših varova, pa čak i za slučajeve gubljenja dodira kotača i tračnica kod velikih brzina.

## 3 Rezonantna frekvencija realnog sustava vozilo-valovite tračnice

Umjesno je postaviti pitanje postoji li ili ne rezonantna frekvencija oscilirajućeg sustava vozilo-valovite tračnice i kako to dokazati?



Slika 2.2: Ovisnost valovitosti zr o putu x

Na temelju probnih istraživanja može se tvrditi to da postoje rezonantne frekvencije realnog sustava vozilo-valovite tračnice i da ova istraživanja imaju samo teoretsko značenje za zadane parametre sustava, ali bi u nekome drugom sustavu i drugome odnosu parametara (cestovna vozila) mogla imati i veću važnost.

Istraživanja koja predstoji pokazat će postojanje kritične brzine  $v_k$ , koja odgovara zadanoj geometriji valovitosti i neovješenoj masi. U općem slučaju to su brzina, pri kojoj sustav dolazi u rezonanciju, i sve veličine gibanja. I sile između kotača i tračica mogu narasti preko svih granica. Kod te brzine dolazi do najvećih naprezanja sustava vozilo-pruga. U realnosti postoje povoljni čimbenici kao graničnici na vozilu, pa pomicanje ovješene mase ne prelazi određenu granicu. Osim toga dionice s valovitosti tračnice ograničene su dužine. Dokazat će se i to da ta kritična brzina u istraživanjima ovoga zadanog oscilirajućeg sustava nije zanimljiva, ali u nekim drugim sustavima bi to mogla biti.

U prvome dijelu datoteke vozp.m dane su relacije za izračunavanje kritične brzine  $v_k$ . Matematička osnova za izračunavanje kritične brzine [3] jest

$$\begin{aligned}\sigma &= \omega \\ 2 \cdot \pi \cdot v_k / l &= \omega \\ v_k &= \omega \cdot l / 2 \cdot \pi\end{aligned}$$

Kritična brzina ovisi o vlastitoj frekvenciji ovješene mase  $\omega$  i o dužini vala l. U našemu slučaju ona iznosi 1.5410 m/s, ( $1.5410 \cdot 3.6 = 5.5476$  km/h), dakle u području je malih brzina. Ta brzina može biti i veća, i to kod vozila veće vlastite frekvencije  $\omega$  i na dužim valovima na tračnicama. Zanimljivo bi bilo znati do koje se najveće vrijednosti može očekivati kritična brzina i postoje li neke praktične posljedice za vozilo i za prugu. Veće kritične brzine mogu se očekivati za prazne teretne vagone i za lagana pomoćna vozila za održavanje pruge.

### 3.1 Vožnja kritičnom rezonantnom brzinom

Program ispitivanja ponašanja simulacijskoga modela, a time i ponašanja realnoga oscilirajućeg sustava vozilo-valovite tračnice, u slučaju vožnje vozila kritičnom brzinom za zadanu dužinu vala na tračnici i druge zadane parame-

tre i podatke unesen je u upravljačku datoteku vozp.m, ali će ovdje i kasnije za druge brzine biti dati samo najkarakterističniji dijagrami veličina gibanja dobiveni simulacijom.

Izneseni su sustavno rezultati simulacije, i to vertikalni put z (slika 3.1.1), brzina z1 (slika 3.1.2) i ubrzanje z2 (slika 3.1.3) neovješene mase o putu kotača preko valovitosti od pet perioda.

Zanimljivi mogu biti iznosi i fazni odnosi veličina gibanja neovješene mase m, pa je rezultat prikazan na slici 3.1.4.

Ponašanje veličina gibanja puta, brzine i ubrzanja neovješene mase oscilirajućeg sustava u slučaju vožnje kritičnom brzinom, kada je frekvencija pobude od valovitosti tračica  $\sigma$  jednaka vlastitoj frekvenciji ovješene mase  $\omega$ , prema danim dijagramima, očekivano je i nije zanimljivo, osim što su vertikalna brzina i ubrzanje malih iznosa.

Nakon promatranja ponašanja veličina gibanja neovješene mase m slijedi istraživanje ponašanja veličina gibanja ovješene mase M.

Na dijagramu puta ovješene mase koji je prikazan na slici 3.1.5 vidi se puni učinak rezonancije sustava. Pomak ovješene mase oscilira vlastitom frekvencijom, povećavajući amplitudu dok postoji valovitost, a potom se oscilacije postupno smanjuju do stacionarnog stanja. Sustav je prešao iz stabilnog u oscilirajuće stanje i kada bi polje s valovitim tračnicama bilo duže, amplitude oscilacija rasle bi na cijeloj duljini valovitosti, pa bi prema slici 3.1.5 mogla narasti i na više od 1 mm.

Put Z ovješene mase ograničen je mehaničkim graničnicima, pa će moći rasti samo do određenoga iznosa. U ovome slučaju valovitosti pomaku Z ostaje još puno prostora do graničnika.

U ovome slučaju namjerno je izostavljen dijagram ovisnosti brzine ovješene mase jer nije zanimljiv.

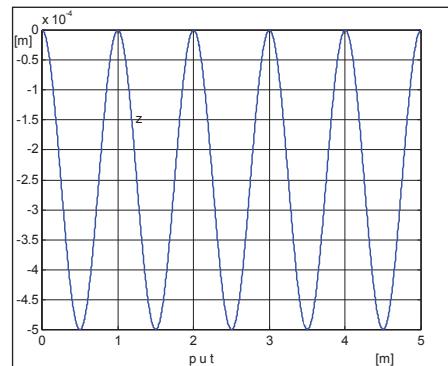
Na slici 3.1.6 odmah se daje dijagram ubrzanja za ovaj slučaj.

Udobnost vožnje određuje vertikalno ubrzanje ovješene mase, pa su na slici 3.1.6 prikazani njezin oblik i iznos. Maksimalni iznosi ubrzanja za to kratko polje valovitosti daleko su od nedozvoljenih.

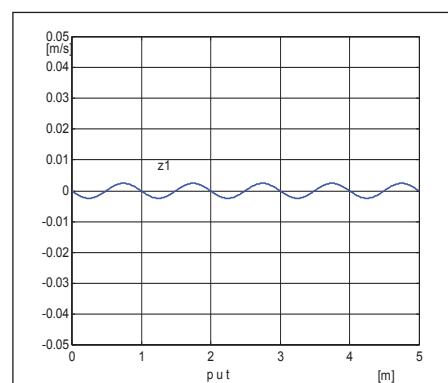
$$\max(Z2)$$

$$\text{ans} = 0.1312 \text{ m/s}^2$$

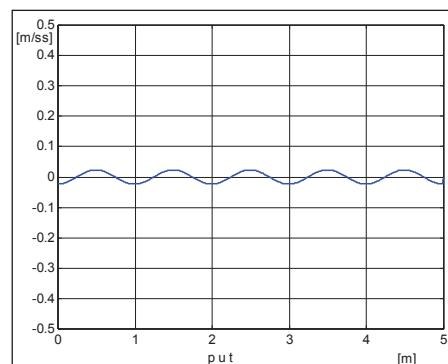
I za taj slučaj malih oscilacija sustava vozilo-valovite tračnice daju se karakteristične sile sustava, i to  $P_c$ ,  $P_d$  i  $N$ .



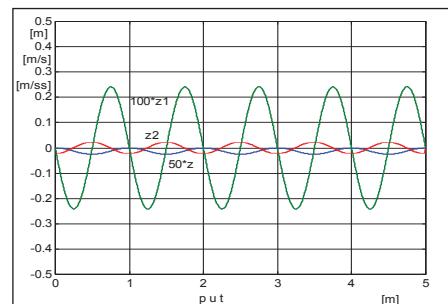
Slika 3.1.1.: Ovisnost puta y o putu X



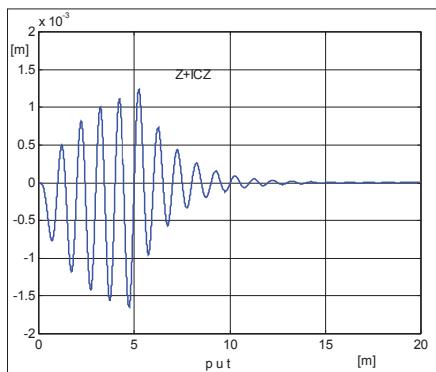
Slika 3.1.2.: Ovisnost brzine y1 o putu X



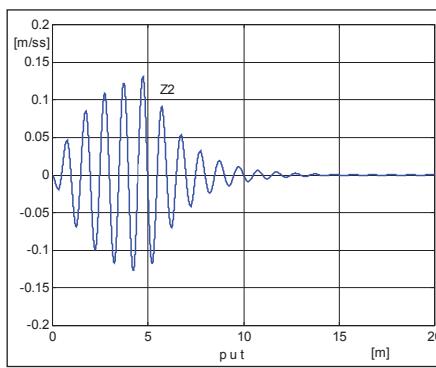
Slika 3.1.3.: Ovisnost ubrzanja y2 o putu X



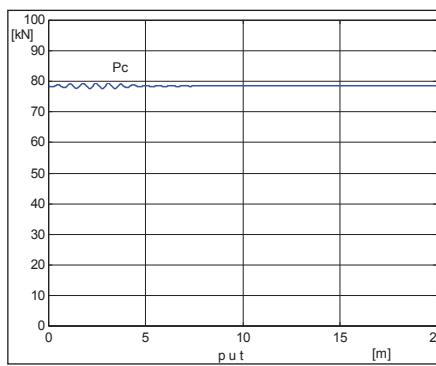
Slika 3.1.4.: Medusobni odnos puta z, brzine z1 i ubrzanja z2



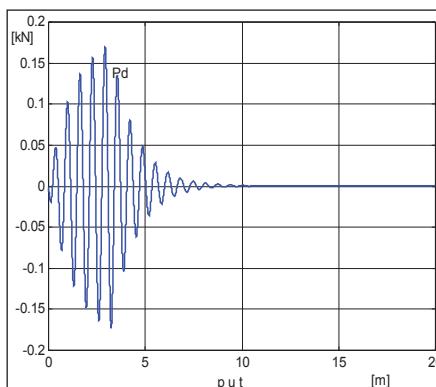
Slika 3.1.5: Ovisnost puta Z o putu X



Slika 3.1.6: Ovisnost ubrzanja Z2 o putu X



Slika 3.1.7: Ovisnost sile Pc o putu X



Slika 3.1.8: Ovisnost sile Pd o putu X

Male promjene iznosa oscilirajuće sile na opruzi  $P_c$  vide se na slici 3.1.7, a na slici 3.1.8 vidi se dijagram sile prigušenja  $P_d$ .

Iznos i tok sile između kotača i tračnice prikazani su na slici 3.1.9. I ta sila na početku malo oscilira, no kasnije se smiri.

### 3.2 Frekventna analiza veličina gibanja - vektora

Još jedna mogućnost MATLABA-a jest frekvantna analiza veličina gibanja kao vektora, što će se ovdje koristiti za dokaz jednakosti frekvencija vertikalnih oscilacija neovješene i ovješene mase. Te dvije frekvencije iste su po definiciji, jer je sustav u rezonantnome stanju. Korištenje Fourierove analize ima dva cilja, i to dokazati jednakosti frekvencija, ali i točnost dodatne datoteke frvz.m za automatsku analizu frekvencija.

Izbor vektora ili veličina čije se frekvencije analiziraju ovisi o izraženosti njihovih oscilacija, pa su u ovome slučaju to vertikalno ubrzanje neovješene mase  $z_2$  i ovješene mase  $Z_2$ .

Postupak je jednostavan. Redom se izdvajaju se vektori  $z_2$  i  $Z_2$  te im se dodjeljuje nov naziv  $y$ , a potom se poziva datoteka frvz.m koja je već uređena za svakog od njih.

$y=z2;$   
frvz

Rezultati su prikazani na slikama 3.2.1 i 3.2.2 u obliku dijagrama na osi frekvencija. Precizniji iznosi dobiju se dodatnim naredbama, što će sve biti pokazano.

Točan numerički iznos frekvencije vektora  $Z_2$  ovješene mase sa slike 3.2.2, kao vrh dijagrama, dobije se dodatnim naredbama

```
find(Pyy>1200)
ans = 21
64873
```

```
f(21)
ans = 1.5410 Hz
```

Rezonantne frekvencije izračunate su ranije u upravljačkoj datoteci i iznose

```
OMEGA = 9.6825
fome = 1.5410 Hz
SIGMA = 9.6824
fsig = 1.5410 Hz
```

Točnost slaganja potpuna je s iznosima rezonantnih frekvencija dobivenih na simulacijskom modelu, pa je time verifikacija uspješna.

## 4 Vožnja brzinom od 200 km/h

Kako je u predstavljanju programa ispitivanja oscilirajućeg sustava vozilovalovite tračnice navedeno, ispitat će se ponašanje realnog sustava i za veliku brzinu od 200 km/h. U upravljačkoj datoteci za brzinu u m/s unosi se

$v=200/3.6$

$v = 55.5556 \text{ m/s}$ ,

i to su glavne novosti u upravljačkoj datoteci simulacijskoga modela.

Naredbe u upravljačkoj datoteci vozpm slijede jedna za drugom uz korištenje naredbe »return« za dalje, koje se unose po želji uz pretpostavku da možda zatrebaju za slučajeve nekih promjena u programu. Kao rezulat naredbi u prvome dijelu upravljačke datoteke i prije izvođenja simulacije dobiju se dijagrami vertikalnog pomaka  $z_r$ , brzine  $der1$  i ubrzanja  $der2$  za ovješenu masu i za zadalu brzinu.

Dijagrami su prikazani redom, i to za vertikalni put  $z_r$  (slika 4.1), brzinu  $der1$  (slika 4.2) i ubrzanje  $der2$  (slika 4.3) neovješene mase o putu kotača preko valovitosti od pet perioda.

Dijagram putna na slici 4.1 isti je kao u prethodnom slučaju. To je valovitost tračnice na putu od pet metara.

Vrijednosti na dijagramu brzine  $der1$  veće su oko 10 puta od onih iz prethodnog slučaja vožnje malom brzinom uz rezonantu frekvenciju.

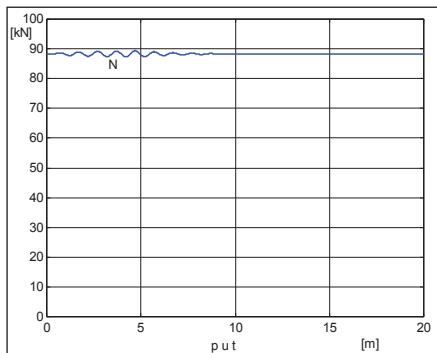
Usporedbom s prethodnim slučajem vidi se da je vertikalno ubrzanje neovješene mase jako naraslo, i to tisuću puta. Ta opasnost od valovitosti, što će se manifestirati i većim silama, mora se imati na umu prigodom održavanja pruga za velike brzine.

Da bi se vidjelo istitravanje veličina gibanja na dužemu putu, prije pokretanja simulacije na simulacijskom dijagramu datoteke voz.mdl produžuje se vrijeme integracije.

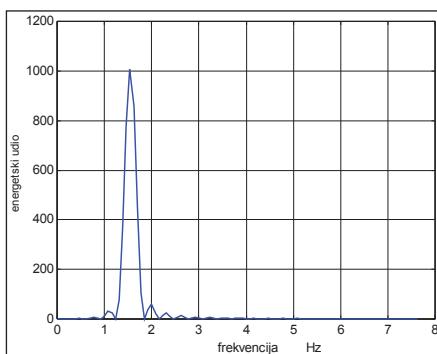
tstop bilo je  $4*xm/x$

a sada, u ovome ispitivanju, iznosi

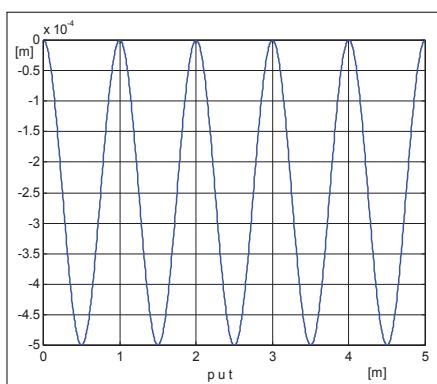
tstop =  $80*xm/v$



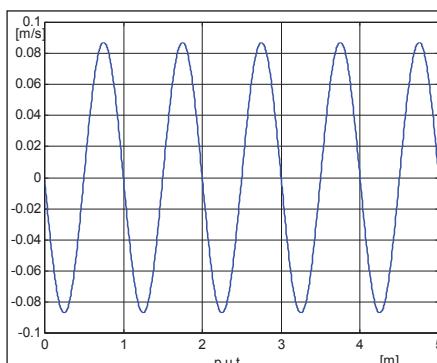
Slika 3.1.9: Ovisnost sile N o putu X



Slika 3.2.1: Frekvencija vertikalnog ubrzanja neovješene mase



Slika 4.1: Ovisnost puta zr o putu x



Slika 4.2: Ovisnost brzine der 1 o putu x

Simulacijom na simulacijskom dijagramu na raspolaganju su sve veličine gibanja u radnom prostoru računala. Njihovi dijagrami prikazani su u nastavku.

Dijagram puta z na slici 4.4 kao rezultat simulacije isti je kao u prethodnom slučaju. To je valovitost tračnice na putu od pet metara, ali dobivena na simulacijskom modelu.

Dijagram brzine z1 snimljen je samo na dužini puta od pet metara, jer ne bi bio pregledan na čitavoj dužini puta. To se postiže dodatnom naredbom

```
axis([0 5 -0.1 0.1])
```

Ubrzanje z2 neovješene mase dobiveno naredbom

```
plot(X,z2),grid
```

prikaza-no je na slici 4.6. Na dužini puta od pet metara je već poznato veliko ubrzanje

```
max(z2)
ans = 30.4442 m/s2
```

a dalje na putu je nula, što se provjerava s nekoliko naredbi

```
size(t)
ans = 36001    1
```

```
z2(20000)
ans = 0
```

Sve je prikazano na slici 4.6.

Nakon istraživanja ponašanja veličina gibanja neovješene mase m slijedi istraživanje ponašanja veličina gibanja Z, Z1 i Z2 ovješene mase M za brzinu od 200 km/h.

Sve veličine gibanja ovješene mase imat će karakterističan tijek. Na dionici tračnice s valovitosti imat će velike vrijednosti, sve dok je valovitost, a zatim prigušeno istitravanje prema nuli.

Rezultati u obliku kvalitativnih i kvantitativnih dijagrama u pravilu se daju u ovisnosti o putu X koji prelazi kotač, a mogu se prikazati i u ovisnosti o vremenu promatrana t, kako bi se dobila cjelovitija predodžba o nekoj veličini. To je napravljen samo za vertikalni pomak ovješene mase Z, što je prikazano na slici 4.7, gdje je pomak Z u ovisnosti o putu X, i na slici 4.8, gdje je Z u ovisnosti o vremenu t.

Negativni staticki pomak neovješene mase  $-ICZ$ , koji je postavljen kao poč-

etna vrijednost na integratoru simulacijskoga dijagrama, poništava se iznosom  $ICZ=0.1046$ , pa se na dijagramu vidi samo oscilirajuća komponenta Z u postepenome smirivanju.

Na dijagramu brzine ovješene mase Z1 (slika 4.9) vidi se da je brzina te mase mala, da slijedi poremećaj od valovitosti na dužini od pet metara te da potom slijedi pad na nulu.

Vertikalno ubrzanje ovješene mase Z2 (slika 4.10) neusporedivo je manje od vertikalnog ubrzanja neovješene mase z2, što je poželjno i konstruktivno riješeno ovješenjem.

Udobnost vožnje određuje vertikalno ubrzanje, pa su na slici 4.10 prikazani njegov oblik i iznos. Maksimalni iznosi ubrzanja za kratko polje valovitosti daleko su ispod nedozvoljenih. Ako bi polje valovitosti bilo dugačko, iznosi ubrzanja mogli bi biti i nedozvoljeni.

```
max(Z2)
ans = 0.1312 m/s2
```

Izneseni su još neki važniji numerički podatci:

- vrijeme trajanja simulacije
- $80 * xm / v$
- ans = 7.2000 s

- dužina valovitosti
- $xm = 5 \text{ m}$

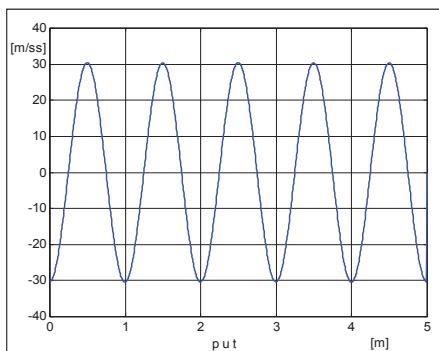
- dužina horizontalnog puta
- $\max(X)$
- ans = 400.0000 m

I za ovaj slučaj oscilacija sustava vozilo-valovite tračnice daju se karakteristične sile sustava, i to  $Pc$ ,  $Pd$  i  $N$ .

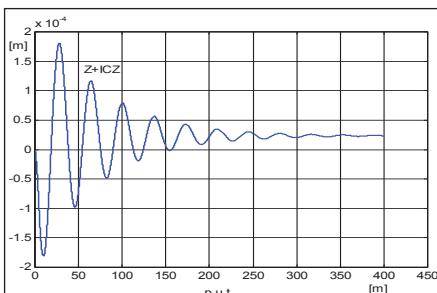
Promjene iznosa oscilirajuće sile na opruzi  $Pc$  vide se na slici 4.11, a na slici 4.12 vidi se dijagram sile prigušenja  $Pd$ .

Zanimljivo jest to da su oscilacije sile  $Pc$  i  $Pd$  gotovo podjednake, dok je vozilo na polju s valovitosti i nisu velike s amplitudom oko 1 kN.

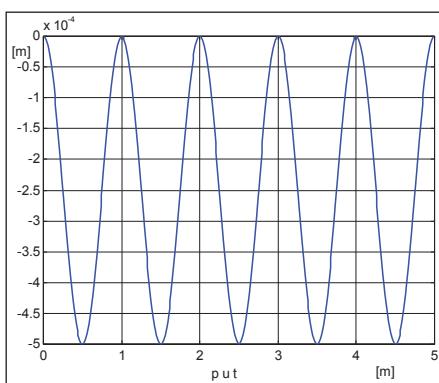
Karakteristični su dijagram sile N na dodiru kotača i tračnice prema slici 4.13 te numerički podatci na istoj slici. Sila N naraste od statičke vrijednosti 88.29 kN na dinamičku silu od 118.4784 kN, što se ne može tolerirati zbog opasnog utjecaja na vozilo i na prugu.



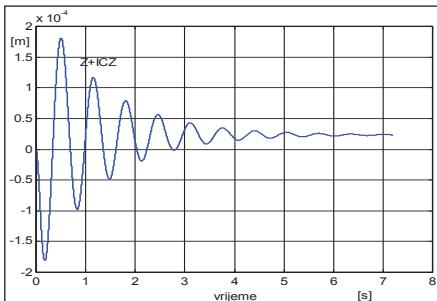
Slika 4.3: Ovisnost ubrzanja der 2 o putu x



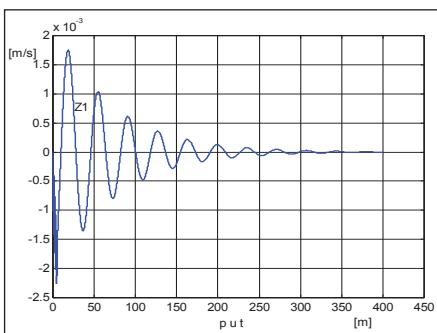
Slika 4.7: Ovisnost puta Z o putu X



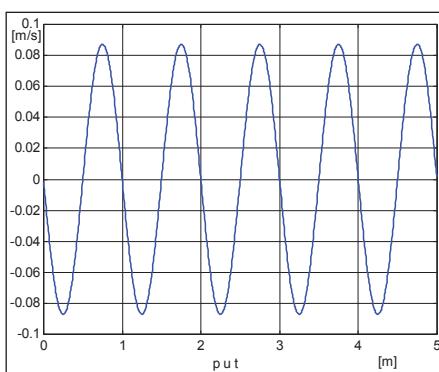
Slika 4.4: Ovisnost puta z o putu x



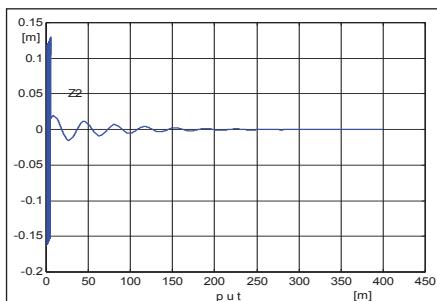
Slika 4.8: Ovisnost puta Z o vremenu t



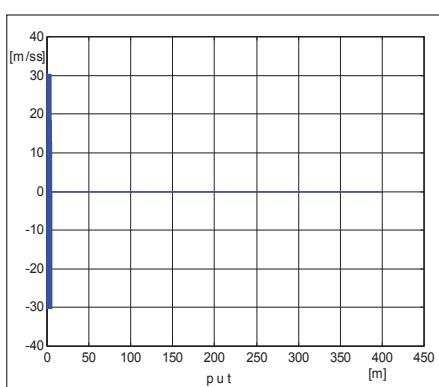
Slika 4.9: Ovisnost brzine Z1 o putu X



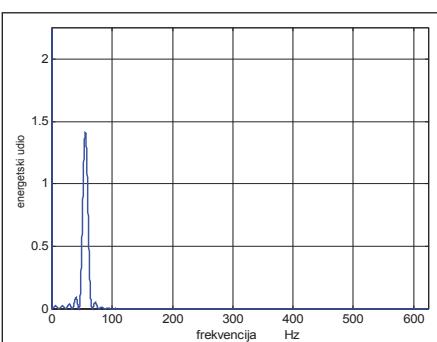
Slika 4.5: Ovisnost puta z1 o putu x



Slika 4.10: Ovisnost brzine Z2 o putu X



Slika 4.6: Ovisnost ubrzanja z2 o putu x



Slika 4.11: Ovisnost sile Pc o putu X

Mogu biti zanimljivi i zajednički dijagrami puta neovješene mase i puta ovješene mase. To se vidi na slici 4.14. Put kotača definiran je valovitošću i ne mijenja se. Put ovješene mase manje je maksimalne amplitude od puta neovješene mase i istitvara svojom frekvencijom.

#### 4.1. Frekventna analiza vektora

Izbor vektora ili veličina čije se frekvencije analiziraju u ovome slučaju jesu vertikalna brzina neovješene mase  $z_1$  i ovješene mase  $Z_1$ .

Postupak je sljedeći:

Ovim veličinama daje se novo ime

$$y = z_1$$

$$y = Z_1$$

i svakoj pojedinačno pridružuje se datoteka za Fourierovu analizu frvoz.m.

Rezultati su prikazani na slikama 4.1.1 i 4.1.2 u obliku dijagrama na osi frekvencija. Precizniji iznosi dobiju se dodatnim naredbama.

Točan numerički iznos frekvencije vertikalnih oscilacija neovješene mase  $m$  dobije se posebnim naredbama i prema slici 4.1.1.

$$\text{find}(Pyy > 1.4)$$

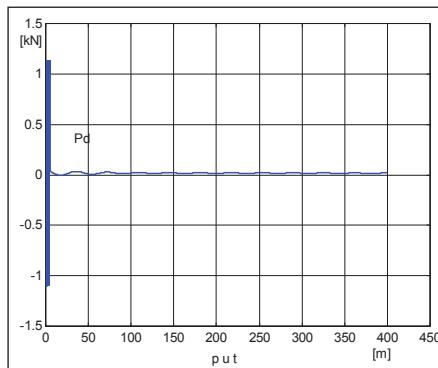
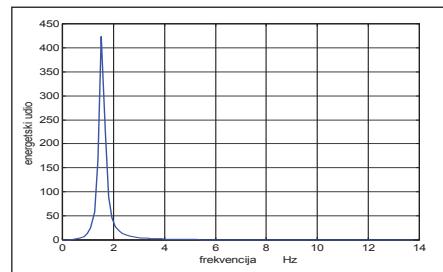
```
ans = 1
      395
      396
      397
      398
      399
      400
      401
      402
      35600
      35601
      35602
      35603
      35604
      35605
      35606
      35607
```

Korak 1 znači da postoji istosmjerna komponenta. U prvoj skupini koraka bira se srednji korak 400 i uzima se njegova frekvencija

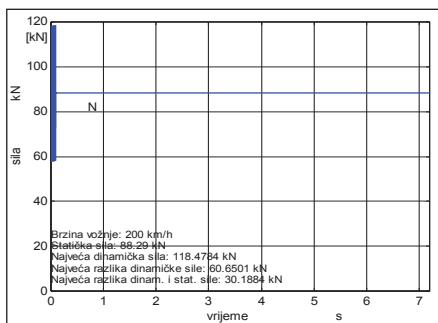
$$f(400)$$

$$\text{ans} = 55.4167 \text{ Hz}$$

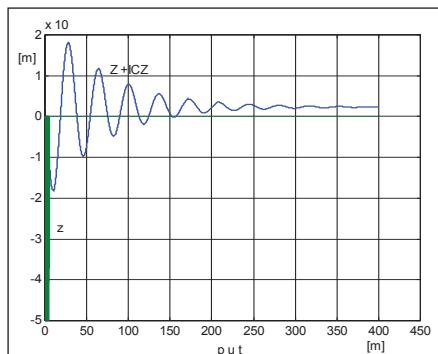
U upravljačkoj datoteci dobivan je iznos za frekvenciju neovješene mase

Slika 4.12: Ovisnost sile  $P_d$  o putu X

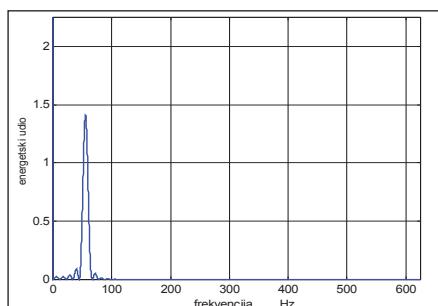
Slika 4.1.2: Frekvencija vertikalne brzine Z1 ovješene mase



Slika 4.13: Ovisnost sile N o vremenu t



Slika 4.14: Vertikalni pomak ovješene i neovješene mase



Slika 4.1.1: Frekvencija vertikalne brzine z1 neovješene mase

fsig = 55.5556 Hz

što je potpuno slaganje i verifikacija postupka i simulacijskog modela.

Točan numerički iznos frekvencije vektora Z1 ovješene mase, kao vrh dijagrama na slici 4.1.2, nađe se dodatnim naredbama

find(Pyy&gt;400)

ans = 12

35990

f(12)

ans = 1.5278 Hz

Ranije je izračunato

fome = 1.5410 Hz

I to je potpuno slaganje, što je još jedna verifikacija simulacijskog modela.

Idealni oblik dijagrama raspodjele frekvencija jest vertikalni stup, ali samo kod čistih sinusoidalnih vektora. U navedenim slučajevima analizirani vektori imaju prelazne pojave i druga izobličanja, pa njihovi dijagrami imaju lagano rasipanje.

## 5 Zaključci

Moderni softverski alat MATLAB omogućava na razvijenome i verificiranoj simulacijskom modelu istraživanje ponašanja u vertikalnom smjeru realnoga dinamičkog oscilirajućeg sustava vozilo-valovite tračnice.

Simulacijski model korišten je za istraživanje ponašanja oscilirajućeg sustava vozilo-valovite tračnice za karakteristične brzine, i to za rezonantnu brzinu od 5.5476 km/h i veliku brzinu od 200 km/h.

Pokazana je mogućnost jednostavnog mijenjanja parametara i zadanih veličina, kako bi se simulacijski model koristio za kvalitativna i kvantitativna istraživanja tijeka relevantnih veličina gibanja, sila i otpora realnog sustava kao i njihovih frekvencija.

Rezultati istraživanja daju uvid u dinamičko ponašanje realnih sustava vozila i tračnica, a praktična korist od istraživanja na modelu mogu biti povećanje sigurnosti i udobnosti vožnje te smanjenje trošenja materijala vozila i pruge.

Očekuje se nastavljanje modeliranja i proširenje ovog modela na oscilirajuće sustave upotpunjene prugom kao oscilirajućim sustavom s elementima tračnica-prag-zastor-planum.

Ključne riječi: oscilirajući sustav, simulacijski model sustava, simulacijski alat MATLAB, sigurnost i udobnost vožnje, trošenje materijala

## LITERATURA

- [1] D.Bazjanac: Zbirka zadataka iz mehanike, II b dio (Dinamika), Grafička škola u Zagrebu, Zagreb, 1951.
- [2] D. Bazjanec: Tehnička mehanika V, Izabrana poglavљa iz dinamike, drugo izdanje, Zagreb, 1962.
- [3] J. Stropnik: Kinematika, Strojarski fakultet Sveučilišta u Ljubljani, 1999.
- [4] S. Janjanin, P. Verlič, Lj. Žerak: Dinamička interakcija tračnice i kotača, Skup Modeliranje u znanosti, tehniči i društvo, Hrvatsko društvo za sustave Zagreb, Zagreb, 1998.
- [5] S. Janjanin: Promatranje ponašanja sila i ubrzanja između kotača i tračnica u vremenu uz zadanu valovitost tračnica, M&S metoda vozilo-tračnica, Prometni institut Ljubljana, Ljubljana, 1999.
- [6] Tehnička dokumentacija za okretno postolje, TŽV »Gredelj«, Zagreb, 1999.
- [7] Razni podaci o pruzi, Građevinski fakultet Zagreb, 1999.
- [8] T. Župić, S. Janjanin: Simulacijski model oscilirajućeg sustava vozilo-valovite tračnice, primljen je u uredništvo časopisa »Suvremeni promet« i uskoro će biti objavljen.

## UDK: 625.03

Adrese autora:

dr. sc. Simo Janjanin, dipl. ing.

Član emeritus Akademije tehničkih znanosti Hrvatske

mr. sc. Tomislav Župić, dipl. ing.

Hrvatsko znanstveno društvo za promet

Recenzent:

dr.sc. Josip Zavada, dipl.ing.

Fakultet prometnih znanosti Zagreb

## Prilog 1

**Polazni parametri, veličine gibanja i njove dimenzije promatranog sustava**

- brzina vozila $v$	30 m/s
- brzina vozila $V$	08 km/h
- put u horizontalnom smjeru $x$ ( $x$ ) ( $X=(x)$ )	m
- masa kotača $m$ (neovješena masa po kotaču)	1000 kg
- masa dijela vozila $M$ (ovješena masa po jednom kotaču)	8000 kg
- konstanta opruge $c$ (ukupna konstanta koja otpada na jedan kotač)	750 kN/m
- prigušenje prigušivača $\lambda$ (LAMDA) (dio koji otpada na jedan kotač)	0.8 1/s
- vlastita kružna frekvencija osciliranja ovješene mase $\omega$ (OMEGA)	1/s
- vlastita frekvencija osciliranja ovješene mase $f_{ome}$	Hz
- kružna frekvencija osciliranja neovješene mase $\sigma$ (SIGMA)	1/s
- frekvencija osciliranja neovješene mase $f_{sig}$	Hz
- veličina udubljenja $\delta$ (delta) (dubina dugog vala od 0.5 do 1 mm)	0.0005 m
- ubrzanje sile teže $g$	
- duljina udubljenja $l$	1 m
- broj perioda promatranja $P_e$	2
- sila na opruzi $P_c$	kN
- sila prigušenja $P_d$	kN
- sila inercije ovješene mase $P_i$	kN
- sila inercije neovješene mase $p_{mi}$	kN
- težina ovješene mase $M_g$	kN
- težina neovješene mase $pmg$	kN
- sila opruge i prigušivača na kotač $pcd$	kN
- sila između kotača i tračnice $N$	kN
- veličine gibanja težišta kotača u smjeru osi z	
- put ili pomak $z$ (z)	m
- brzina $z'$ (z1)	m/s
- ubrzanje $z\ddot{E}$ (z2)	m/s <sup>2</sup>
- veličine gibanja težišta vozila u smjeru osi Z	
- put ili pomak $Z$ (Z)	m
- brzina $Z'$ (Z1)	m/s
- ubrzanje $Z\ddot{E}$ (Z2)	m/s <sup>2</sup>
- razlika pomaka težišta kotača i težišta vozila ( $z - Z$ )	m
- razlika brzina težišta kotača i težišta vozila ( $z' - Z'$ (z1 - Z1))	m/s
- početni staticki pomak opruga vozila od težine ovješene mase $ICZ$	m

**SAŽETAK**

Ponašanje vozila i tračnice kao i njovo međusobno djelovanje na mjestu dodira u vertikalnom smjeru relevantno za sigurnost vožnje, trošenje materijala i udobnost vožnje putnika, istražuju se kao cijelina, kao oscilirajući sustav vozilo-valovite tračnice za dvije krajnje brzine vožnje, i to za vožnju brzinom od 5.5476 km/h (rezonantna frekvencija) i za vožnju velikom brzinom od 200 km/h.

Oscilirajući sustav je u dinamičkome stanju izazvanom udubljenjem na tračnici i izvodi složene vertikalne oscilacije, uz zadane parametre i početne vrijednosti dinamičkih veličina koje sudjeluju u gibanju. Dobiveni su tokovi i iznosi te međusobni odnosi

svih veličina gibanja, svih sila i otpora i na kraju reakcija podloge  $N$  kao tijek i veličina sile između kotača i tračnice na površini dodira, koja utječe na dinamičko ponašanje dijelova ovješene vozila, zatim tračnicu, gornjega i donjega pružnog ustroja, na daljnje trošenje površina dodira, na povećavanje valovitosti tračnica i oštećenja vijenaca kotača.

Uz mogućnost jednostavnog mijenjanja parametara, elemenata i sklopova moći će se kod korištenja tog simulacijskog modela ulaziti u istraživanje frekvencija relevantnih dinamičkih veličina, u konstrukcijske osobine vozila i pruge kao i u optimiranje standardiziranih i nestandardiziranih tehničkih konstrukcijskih rješenja. Otvaraju se mogućnosti primjene istraživačkih i konstrukcijskih metoda za 21. stoljeće.

**SUMMARY****RESEARCH OF THE VEHICLE & WAVY RAIL OSCILLATING SYSTEM ON A SIMULATION MODEL**

The behaviour of vehicles and rails, as well as their interaction at the place of contact in the vertical direction is relevant for safety, material wear and passenger comfort and is being researched as a whole, as a vehicle-wavy rail oscillating system for two extreme travelling speeds these being a travelling speed of 5.5476 km/h (resonant frequency) and a speed of 200 km/h.

The oscillating system is in a dynamic state caused by an indentation on the rail and carries out complex vertical oscillations with the given parameters and starting values of dynamic sizes which participate in the motion. The flows, values and reciprocal relations of all motion sizes, of all forces and resistances are obtained, as well as the reaction of the  $N$  base, as the flow and size of the force between the wheel and the rail at the place of contact, which influences the dynamic behaviour of the parts of the vehicle suspension, the rail, the super and sub structure of the track, further wear of the place of contact, on the increase of the waviness of the rail and the damage to the wheel rim.

With the possibility of a simple change of the parameter, elements and assemblies it will be possible with this simulation model to research frequencies of relevant dynamic sizes in the construction of vehicle characteristics and tracks, as well as optimising standardised and non-standardised technical construction solutions. Possibilities arise to apply research and construction methods for the 21<sup>st</sup> Century.

**ZUSAMMENFASSUNG****UNTERSUCHUNG DES SCHWINGENDEN RAD-SCHIENE-SYSTEMS AN EINEM SIMULIERUNGSMODELL**

Das für die Fahrsicherheit, den Materialverbrauch und den Fahrkomfort relevante Verhalten des Fahrzeugs und der Schiene sowie deren gegenseitige vertikale Beeinflussung auf dem Rad-Schiene-Kontaktpunkt werden einheitlich als schwingendes Rad-Schiene-System für zwei extreme Geschwindigkeiten untersucht, und zwar bei der Fahrgeschwindigkeit von 5.5476 km/h (Resonanzfrequenz) bzw. bei der Hochgeschwindigkeit von 200 km/h.

Das schwingende System befindet sich im dynamischen durch Schienenverriffelung verursachten Zustand und führt komplexe Vertikalschwingungen aus. Bei vorgegebenen Parametern und Startwerten der an der Bewegung beteiligten dynamischen Größen werden Abläufe, Größen und gegenseitige Beziehungen für alle Bewegungsgrößen, alle Kräfte und Widerstände ermittelt. Am Ende wird die Reaktion der Unterlage  $N$  als Kraftverlauf und Kraftgröße zwischen Rad und Schiene auf der Kontaktfläche ermittelt, die das dynamische Verhalten einiger Teile der Fahrzeugfederung, der Schiene, des Gleisober- und Gleisunterbaus sowie den Weiterverschleiß der Kontaktfläche, die Schienenwelligkeit und Spurkrankbeschädigung beeinflusst.

Aufgrund der einfachen Änderungsmöglichkeit für Parameter, Elemente und Sätze wird es bei der Anwendung dieses Simulierungsmodells möglich sein, Frequenzuntersuchungen relevanter dynamischer Größen sowie Optimierung standardisierter und nicht standardisierter technischen Lösungen für Fahrzeug- bzw. Gleisbau vorzunehmen bzw. Bauartmerkmale der Fahrzeuge und der Gleise zu untersuchen. Hiermit wird die Anwendung der Forschungs- und Konstruktionsmethoden für das Jahrtausend 21 ermöglicht.

Nenad Klarić, dipl. ing.

# TEHNOLOŠKA PODLOGA ZA INFORMATIČKO VOĐENJE DNEVNOG UTOVARA I ISTOVARA VAGONA ZA KOLODVOR, PODRUČNU OPERATIVU I OPERATIVU HŽ-a

## 1. Uvod

U sklopu postojeće aplikacije IST-a-[1](informatički sustav prijevoza u HŽ-u) postoji potreba informatičkog vodenja dnevног utovara i istovara vagona za kolodvor, područnu operativu i operativnu službu HŽ-a [2] (u nastavku teksta *Ve-43* [3] za kolodvor, *VE-43* za područnu operativu i operativnu službu i *VE-43* za HŽ). U današnjim uvjetima rada na HŽ-u vagonska služba opterećena je velikim brojem obrazaca koje treba ispunjavati, preispitivati i dojavljivati. Sve to moglo bi se reducirati i voditi informatičkim putem tako da jednostavnim pritiskom na tipkovnicu dobijemo konkretnе podatke za određeno razdoblje, određeno vrijeme i određeno mjesto. Velike količine obrazaca koje se tiskaju u tu svrhu, efektivni rad koji se troši za unošenje podataka u obrasce i spor prijenos informacija (isključivo telefonskim putem) za prikupljanje podataka dovode do zaključka da treba pristupiti učinkovitijem radu, tj. tomu da se obrasci vagonske službe obrađuju informatički.

## 2. Općenito o informatičkom sustavu prijevoza IST-a u HŽ-u

Informatizacija željezničkog prometa počela je krajem 1984. kada je ondašnji ŽTP Zagreb prihvatio projekt upravljačko-

informacijskog sustava teretnih vagona (UIS TK). U to vrijeme ŽTP Zagreb nije imao vlastitog računala za rad, nego se koristio računalom unajmljenim od Grad-evnoga kombinata Medimurje. Početkom 1986. počelo se raditi na informatičkoj obradi prometa vlakova i vagona na relaciji Rijeka - Zagreb - Koprivnica te u kolodvorima Vinkovci, Koprivnica i Osijek, i to uz pomoć mreže u koju je bilo povezano 20 terminala. Novi iskorak u informatizaciji dogodio se 1997. kada je u UIS-ovu središtu u Zagreb Ranžirnom kolodvoru u rad bilo pušteno novo multiprocesorsko računalo *Unisys 1100/73*, procesorske snage 2.8 MIPS-a, kapaciteta glavne memorije 12MB i kapaciteta diskova 6GB. Koristeći se vlastitom lokalnom ŽAT-mrežom, terminalska mreža u većem dijelu je u *multipointu* preko uređaja *T-mux* vezana na koncentracijska čvorišta ŽEPAK-mreže i preko nje na komunikacijsko računalo (DCP-40) središnjeg računala *Unisys 1100/73*. Drugi dio opreme preko vlastite lokalne ŽAT-mreže i CROPAK- mreže modemski je izravno vezan na komunikacijska čvorišta Žepak-mreže. Danas na 66 lokacija HŽ-ove mreže postoji 147 terminala i 130 pisača. U prvo vrijeme računalo je bilo kapacitirano za informatičku obradu teretnih vlakova i vagona te za vodenje pratećih vagonskih evidencija. Međutim, program je proširen na informatičko praćenje i reguliranje vožnje putničkih i teretnih vlakova, na tehnološki proces ranžirnoga kolodvora, na obračun učinaka prijevoznog rada, na obračun najamnine za teretne vagonе u razmjeni sa stranim željezničkim upravama te na druge programe za analizu provedbe voznog reda.

Unosom podataka na cijelokupnoj HŽ-ovoј mreži na terminalima informatičkoga sustava prijevoza (IST) dobivaju se osnovni ulazni podatci za rad u tome programu. Podatci se prikupljaju i iskorištavaju neprekidno 24 sata, a svi podatci potrebni za upravljanje prijevoznim procesom ažuriraju se u bazama podataka. Podatci prikupljeni na taj način neposrednim izvršiteljima u prijevoznom procesu služe za operativno odlučivanje i čine temelj za upravljanje tim procesom u stvarnom vremenu.

## 2.1. Temelj za organizaciju rada i korištenje podataka

Temelj za postavljanje organizacije rada i korištenje informatički obradenih podataka čine:

- a) izrađena programska rješenja,
- b) funkcionalna podjela kolodvora s obzirom na instaliranu opremu i
- c) ovlasti terminalskih mjesta.

a.1. Programi su logično povezani u skupine nazvane meni. Sadašnja aplikacija IST-a sadrži sljedeće izbornike:

**IZBORNIK ZA RAD KOLODVORA .....** RKO

**IZBORNIK ZA RAD PRIJELAZNOGA KOLODVORA .....** RPK

**IZBORNIK ZA RAD PROMETNOG DISPEČERA .....** RPD

**IZBORNIK ZA RAD VAGONSKOG DISPEČERA .....** RVD

**IZBORNIK ZA INFORMACIJE O POGREŠKAMA I KOREKCIJE ....** IGK

**IZBORNIK ZA POMOĆ I INFORMACIJE O RADU PROGRAMA ...** UPUTE

Izbornik za rad kolodvora - RKO sadrži sljedeće programe:

Rad s vlakovima u kolodvoru ..... RVK

Formiranje vlaka ..... FVL

Kretanje vlaka ..... KVL

Ispis teretnice i s-63a ..... IDV

Pregled kretanja vlaka ..... PKV

Rad s grupama vagona u kolodvoru ..... RGV

Popis grupe vagona ..... PGV

Izmjena podataka o vagonu u kolodvoru ..... IPV

Izmjena statusa grupe vagona u kolodvoru ..... ISV

Izmjena lokacije grupe vagona u kolodvoru ..... ILV

Pregled kretanja vagona ..... AVA

Pregled vlakova ..... PVL

Pregled vagona ..... -PVA

Pregled vlakova na području operative ..... PROP

Tehnološke upute kolodvora

Izbornik za rad prijelaznog kolodvora - RPK ima sljedeće programe:

Ulazak vlaka ..... ULAZ

Izlazak vlaka .....	IZLAZ
Preuzeti i predani vlakovi .....	P123
Ispis - pregled vag-65.....	CDO
Ispis vag-41(HŽ/SZ) .....	VAG41

Izbornik za rad prometnog dispečera	
sadrži sljedeće programe:	
Rad s vlakovima na području	
operative .....	RPO
Zaključak prometne situacije u	
00.00 i 12.00 sati .....	RPD
Pregled učinka rada vlakova .....	ERV
Pregled zaključenih S-28 i S-27..	D10
Pregled prometne situacije.....	APKV
Analiza kašnjenja vlakova .....	AKV
Izvanredni događaji .....	PID
Dispečerske promjene ovlasti ....	DPO
Pregled terminala s oduzetim	
ovlastima .....	LPO
Pregled kašnjenja unosa .....	D3
Raspuštanje vlaka .....	RVL
Pretrasiranje vlaka .....	PTV
Ručni upis učinka rada vlakova .	RPD
Prosječni izračun učinka rada	
vlakova .....	RPD
Promjena statusa vlaka .....	PST

Izbornik za rad vagonskog dispečera	
sadrži sljedeće programe:	
Stanje voznog materijala .....	SVM
Primljeni i predani vlakovi .....	P123
Ispis vag-65 .....	CDO
Ispis vag-41 .....	RVD
Pregled vagona.....	PV
Arhiva vagona.....	AVL
Pregled kretanja vlaka .....	PKV
Izmjena podataka o vagonima	
u vlaku .....	IPVV

Izbornik za informacije i korekcije	
sadrži sljedeće programe:	
Izmjena podataka .....	IPV
Izvod iz voznoga reda .....	IVR
Vozni red vlaka .....	VRV
Dolazni vlakovi .....	DOV
Informacije o kolodvorima i	
željezničkim korisnicima .....	IKO
Unos i promjena voznoga reda ..	VOR2
Promjena odredišnog kolodvora	
za vlak .....	PUK
Brisanje posljednjeg zapisa	
kretanja vlaka.....	BZA
Naknadna izrada (popis) VAG-65	NPK
Pregled rada terminala/kolodvora/	
vlaka .....	PR
Pregled terminala s oduzetim	
ovlastima .....	LPO

b.1. U procesu rada na informatičkoj obradi podataka kolodvori se funkcionalno dijele na:

- terminalski nadređene kolodvore i
- terminalski podredene kolodvore.

Terminalska nadređena kolodvor je kolodvor opremljen s jednim ili više terminala uključenih u HŽ-ov upravljačko-informatički sustav koji obavlja sve poslove vezane uz informatičku obradu podataka kako za svoj, tako i za terminalske podredene kolodvore.

Terminalska podređena kolodvor je kolodvor bez terminala koji podatke o tehničkim elementima koji se informatički obrađuju telefonom odašilje terminalska nadređenome kolodvoru.

Organizacija rada i korištenje informatički obrađenih podataka u prijevoznom procesu postavljeni su na temelju instaliranih programskih rješenja i terminala uključenih u HŽ-ov informatički sustav.

### 3. Postojeći način vođenja dnevnog utovara i istovara vagona za kolodvor, operativu, HŽ-ovu operativu (kratica VE-43)

Dnevni utovar i istovar vagona VE-43 služi za evidentiranje utovara i istovara vagona izvršenoga u tijeku radnog perioda. Obrazac VE-43 vode svi kolodvori, otpremništva i tovarišta, područne operative, HŽ-ova operativa [2]. Utovari se evidentiraju prema određenim vrstama robe. Unos podataka u VE-43 upisuje vagonski evidentičar u kolodvorima, a situaciju predaje područnoj operativi sljedeći dan do 8.00 sati. Operativa daje izvještaj dnevnog pregleda utovara i istovara vagona HŽ-ovoju operativi svaki dan do 8.30 sati. Područne operative Rijeka i Split primaju lučku situaciju dnevnog pregleda utovara i istovara dva puta na dan, i to u 6.00 i u 18.00 sati.

Veličina i sadržaj obrasca VAG-20 za kolodvor propisani su Uputama 90 i prilogom 1. Ti postojeći obrasci prikazani su u tablici 1 za kolodvor, u tablici 2 za područnu operativu i u tablici 3 za HŽ-ovu operativu.

### 4. Prijedlog informatičkog vođenja dnevnog utovara i istovara vagona za kolodvor, operativu (ZG, RI, ST, OS, VC, VŽ, PL, PU) i HŽ

Uvod: U skladu s HŽ-ovim internim pravilnicima, prije se dnevni utovar-istovar vagona zvao VAG-20, dok se danas zove VE-43. Za njega nije izrađeno programsko rješenje, koje će biti daljnji predmet istraživanja. Prema organizaciji rada, prijedlog informatičkog vođenja dnevnog utovara i istovara vagona, u nastavku teksta VE-43, trebao bi biti u izborniku RVD, koji sadrži sljedeće programe:

Stanje voznog materijala	
Dnevnik stanja realiziranoga vagonskog parka	
Primljeni i predani vlakovi	
Ispis VAG-65	
Ispis-41	
Pregled vagona	
Arhiva vagona	
Pregled kretanja vlaka	
Izmjena podataka o vagonima u vlaku	
Pregled vlakova s praznim vagonima	
VE-43	

#### 4.1. Prijedlog informatičkog vođenja VE-43 za kolodvor

Informatičko vođenje dnevnog pregleda utovara i istovara vagona moguće je ako su u bazi podataka pohranjeni podaci o formiranim vlakovima, o promjenama sastava vlaka u pojedinim kolodvorima i o vlakovima rasformiranim u realnome vremenu te ostali podaci koji će dovesti do toga da se na zaslonu računala pojave podaci u obliku tablice.

Ulagani podaci: za informatičko vođenje VE-43 za kolodvor treba imati sljedeće podatke:

- datum,
- broj vlaka,
- vrijeme odlaska,
- vrijeme dolaska,
- broj vagona,
- neto vagona i
- vrsta tereta (detaljni opis robe koja se prevozi).

Izvor ulaznih podataka: izvori ulaznih podataka za informatičko vođenje VE-43 jesu:

- vozni red vlaka,
  - stvarno vrijeme dolaska i odlaska vlaka,
  - ispis dokumenata vlaka (informatička teretnica),
  - promjena sastava vlakova u pojediniim kolodvorima,
  - formirani vlakovi,
  - rasformirani vlakovi,
  - izmjena podataka o vagonu u kolodvoru i
  - izmjena statusa grupe vagona u kolodvoru.

Unos podataka:

podatci koji su važni za informatičko vođenje VE-43 za kolodvor mogu se dobiti iz postojećeg izbornika RKO (rad kolodvora) IGK (informacije, pogreške i ispravci)

## Vlakovi u odlasku:

Na temelju programa FVL dobiju se podatci o broju vlaka, datumu, broju vagona, masi i broju lokomotive. Uvrštavanjem vagona u vlak te opisom tereta koji voze stvoreni su uvjeti za automatsko prebacivanje tovarenih vagona s opisom tereta u tablicu VE-43 za kolodvor. Npr. vlak 61302 formiran je u kolodvoru Split. Predgrađe. On vozi deset vagona E s metalurškim proizvodima. Za VE-43 postoji potreban podatak, a to je:

Utovareno →

broj vagona i količina (10 vagona utovareno u kol. 76661)  
serija vagona (E)  
vrsta tereta (metalurški proizvodi)  
tona

Vlakovi u dolasku:

Programom RVK mijenja se sastav vlaka u određenome kolodvoru, i to funkcijском tipkom F6. Dodavanjem tovarenih vagona stvoreni su uvjeti za njihovo automatsko prebacivanje u tablicu VE-43. Npr. vlak 61302 koji je formiran u

Split Predgrađu uzima deset vagona serije  $G$  u kojima se prevozi cement. Za  $VE-43$  za kolodvor Solin postoje potrebni podaci:

- broj vagona i količina (10 vagona utovareno u kol. 76510),
  - serija vagona (G),
  - vrsta tereta (cement) i
  - tona.

Prigodom dolaska vlaka u krajnji kolodvor na temelju programa iz izbornika RKO, RVK ili KVL vlak se rasformira. Vlakovoda obavlja komercijalni pregled vlaka. Pregledač vagona pregledava tehničku ispravnost vagona. Vagonski otpremnik putem programa IPV (izmjena podataka vagona u kolodvoru) mijenja prvo numeričko mjesto statusa vagona. Nakon manevre izvodi se grupiranje vagona za pojedine industrijske kolosijeke. Vagonski otpremnik upisuje te podatke u terminal IST-a uz pomoć programa ILV (izmjena lokacije vagona). Pošto je grupa vagona postavljena na industrijski kolosijek od korisnika usluge čeka se da se izvrši istovar. Kada je istovar izvršen, uz pomoć programa ISG (izmjena statusa grupe) status grupe mijenja se iz punog u prazno.

Kada se promjeni status vagona stvoreni su uvjeti za automatsku obradu informacičkog vođenja VE-43 u kolodvoru (»Istovareno«)

U ovome slučaju vlak 61302 vozi po deset vagona serijâ G i E. Kada se promjeni status iz punog u prazno, računalo automatski u tablicu VE-43 upisuje »Istovareno« 10 E-vagona i 10 G-vagona.

Poziva se izravno s *VE-43* ili preko izbornika »RVD«. Povizom programa *VE-43* na zaslonu treba biti prikazana tablica sljedećeg oblika:

DNEVNI UTOVAR I ISTOVAR VAGO-  
NA VE-43 datum ggmmdd

- \* Dnevni utovar i istovar vagona za kolodvor
  - \* Dnevni utovar i istovar vagona za područnu operativu
  - \* Dnevni utovar i istovar vagona za HŽ

Postavljanjem kursora kod prve točke »Dnevni utovar i istovar vagona za kolodvor« na displeju se treba prikazati tablica 4.

Od 1. siječnja 1994. dosadašnja nomenklatura robe, klasifikacija stvari, odnosno NCM u njezinu cjelokupnom izdanju zamjenjuje se s NHM-om, tj. s usklađenom nomenklaturom robe.

Novo označavanje robe temelji se na »Usklađenom sustavu za označavanje i kodiranje robe u međunarodnoj trgovini (HS)« koji se u svijetu primjenjuje od 1988. godine. Time se željeznice članice Međunarodne željezničke unije (UIC) uključuju u sistematizaciju robe nami-jenjene trgovini. Preuzimanje HS-a ima prednost za korisnike željezničkih usluga jer ubuduće za željeznički prijevoz mogu koristiti kod robe koju izvoze ili uvoze. Posebna prednost novoga sustava jest električka obrada podataka jer pošiljaljatelj podatke o prijevozu može prenijeti svima zainteresiranim.

Bilo bi iluzorno upisivati u ovome predmetu i u ovome trenutku sve pozicije roba prema NHM-u, ali bi to u svakome slučaju trebalo napraviti, odnosno unijeti ih u bazu podataka.

U tako dobivenu tablicu *VE-43* za kolodvor računalo automatski treba unijeti podatke na temelju otpremljenih i prispjelih vlakova, a to će mu omogućiti programi za:

- formiranje vlaka (FVL)
  - rad s vlakovima u kolodvoru (RVK, F6)
  - kretanje vlaka (KVL)
  - izmjenu statusa grupe (ISG) i
  - za vagone u zakupu (VUZ).

Pozivom programa *VE-43*, kada se pojavljuje osnovna slika (tablica 4), treba omogućiti potprograme na funkcijskim tipkama od F1 do F10, i to:

- F1 za listu vagona utovarenih,
  - F2 za listu vagona istovarenih,
  - F3 za ispis,
  - F4 za print,
  - F5 za povrat,
  - F6 za nepodmirene potrebe,
  - F7 za neutovareno,
  - F8 za upute,
  - F9 za korekciju i
  - F10 za komadne pošiljke.

Potprogrami od F1 do F10 su novi programi koji su potrebni za informatičko vođenje dnevnog utovara i istovara vagona (VE-43). Pritiskom na funkciju tipku F1, na zaslonu se treba pojaviti tablica sa sljedećim podatcima:

Pritiskom na funkciju tipku F2, na zaslonu se treba pojaviti tablica sa sljedećim podatcima:

Pritiskom na funkciju tipku F3 (ispis), na zaslonu se treba pojaviti tablica sa sljedećim podatcima:

VE-43 Ispis dnevnog utovara i istovara vagona

KOLODVOR .....

>PREGLED V-43

POČETNI DATUM GGMMDD  
KRAJNJI DATUM GGMMDD

Na početku treba unijeti datum situacije prethodnoga dana, s mogućnošću mijenjanja datuma unatrag 13 mjeseci. Pod situacijom podrazumijeva se dnevni utovar

BROJ UTOVA-RENIH VAGONA	SERIJA I PODSE-RIJA VAGONA	TONA	DATUM I SAT PROMJENE	OTPRE-MNI KOLO-DVOR	ODRE-DIŠNI KOLO-DVOR	OPIS TERETA
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Kada se unese određeni datum, na zaslonu se treba prikazati tablica 4 sa svim podatcima za traženi period. Pod traženim periodom podrazumijeva se dnevni utovar i istovar vagona do 18.00 sati. Nepodmirena potreba za vagonima prebacuje se za sljedeći dan. Izvanredna potreba za vagonima daje se na dispoziciju istoga dana, ako područna operativa raspolaže s traženim vagonima. Tim programom omogućeno je i praćenje prve, druge i treće dekade.

dostavljeni na utovar, kao i onih koji su kasno dostavljeni te prema roku utovara nisu mogli biti utovareni do kraja perioda (do 18.00 sati tekućeg dana). Pritiskom na tipku F6 javlja se tablica sljedećeg oblika u koju se unose potrebni podatci:

#### NEPODMIRENI VAGONI

KOLODVOR .....	RADNI PERIOD .....
NARUČENO .....	ggmmdd
PODMIRENO .....	
NEPODMIRENO .....	
NEPODMIRENO ZA .....	
PRETHODNI RAD. PE .....	
IZVANREDNE POTREBE .....	

BROJ VAGONA UTOVA-RENIH	SERIJA I PODSE-RIJA	TONA	DATUM I SAT PROMJENE	OTPRE-MNI KOLO-DVOR	ODRE-DIŠNI KOLO-DVOR	OPIS TERETA
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

i istovar vagona za kolodvore određene područne operative (ZG, ST, RI, VŽ, OS, VO, KO, PL).

Potprogram F6 (nedopremljeno) služi za upis podataka u VE-43 nepodmirenih vagona čija je narudžba na snazi, a nisu

U rubriku »Izvanredne potrebe« upisuju se vagoni za kojima postoji naknadna potreba (ima ih na raspolaganju), a nisu naručeni u propisanome vremenskom

UTOVAR PREMA VRSTI ROBE	ISTOVARENO		G	E	K	SPEC.	SVEGA	TONA
	NEDOPREMLJENO		G	E	K	SPEC.	SVEGA	TONA
UTOVARENO	UTOVARENO			NEPODMIRENO		NEUTOVARENO		
		VAGONA	TONA					
	UGLJEN							
	NAFTA I DERIVATI							
	RUDE I KONCENTRATI							
	NEMETALI							
	METALURŠKI PROIZV.							
	OBRA. U NEOBR. DRVO							
	OGRIJEVNO DRVO							
	CEMENT GIPS							
	GRAĐEVINSKI MAT.							
	ŽITO I ŽITNI PROIZV.							
	ŠEĆERNA REPA							
	GNOJIVO							
	OSTALO							
	KOMADNE POŠILJKE							
	DIREKTNI IZVOZ							

Tablica 4: Dnevni utovar i istovar vagona u kolodvoru (Ve-43)

razdoblju. Vagoni se naručuju od danas na sutra do 13.00 sati, kada se narudžba zaključuje i predstavlja redovitu potrebu. Izvan toga roka svaka narudžba koja stigne u tijeku dana predstavlja »Izvanrednu potrebu«.

Iz te tablice vidi se koliko je naručeno, odnosno kolika je redovita potreba. Upisom je to podatak za automatsko prebacivanje u tablicu 4 VE-43. Potprogram F7 (neutovareno) od osnovnog programa VE-43 ima tablicu sljedećeg oblika u koju se unose podaci:

#### NEUTOVARENO

KOLODVOR .....	.....
RADNI PERIOD	ggmmdd
DOPREMLJENO .....	
NEUTOVARENO .....	
OTKAZANO .....	

U tu tablicu upisuju se svi vagoni koji su dostavljeni na vrijeme i koji nisu utovareni do kraja radnog perioda (do 18.00 sati), kao i otkazani vagoni.

Primjer: Iz smjera kolodvora Solin (76510) na industrijski kolosijek »Dalmacijacementa« bilo dostavljeno je 15 vagona. Od toga je u propisanome utovarnom roku bilo utovareno sedam vagona serije G i četiri vagona serije E, a do 18.00 sati bio je utovaren još jedan vagon serije G. Prema tome do 18.00 sati nisu bila utovarena tri vagona serije G. U gornju tablicu u rubriku »Neutovareno« upisuju se tri vagona. Potprogram F9 »Korekcija« služi za ispravljanje i brisanje podataka unesenih u tablicu 4, a nju se dobiva pozivom osnovnog programa VE-43. Pošto se pritisne funkcionska tipka F9, dobiva se tablica 4 te se isprave podaci. Kada su podaci ispravljeni, potvrđuje ih se pritiskom na tipku ENTER. Na početnu tablicu vraće se funkcionskom tipkom F5 (povrat).

Potprogram F10 »Komadne pošiljke« služi za praćenje utovara i istovara komadnih pošiljki na jednome dijelu pruge. Pozivom osnovnog programa VE-43 pritiskom funkcionske tipke F10 dobiva se tablica sljedećeg oblika u koju se unose podatci:

Kolodvor .....

Broj vagona .....

Broj plombe .....

Vlakom br. ..... dana .....

Prigodom dolaska komadne pošiljke u odredišni kolodvor treba biti omogućena

promjena sastava komadne pošiljke, odnosno skidanje iz vagona funkcijском tipkom F1 (komadne pošiljke). U skladu s time, ako se u usputnome kolodvoru dodaju komadne pošiljke, koristi se funkcionska tipka F2 + komadne pošiljke. Osim toga, treba omogućiti praćenje komadne pošiljke funkcijском tipkom F3, odnosno praćenje komadne pošiljke u posljednjih mjesec dana.

Pritiskom funkcionske tipke F3 na zaslonu se treba pojaviti tablica sljedećeg oblika:

#### PREGLED KRETANJA KOMADNE POŠILJKE

Godina i mjesec .....	.....
Kolodvor .....	

fvl, kvl, rvk i isg, te predloženih novih programskih rješenja F6, F7 i F10, sustav IST-a treba dati informatički vođeni VE-43 u obliku tablice 4 za kolodvor.

#### **Informatičko vođenje VE-43 za područnu operativu**

Nakon ažurnog vođenja i popunjavanja tablice 4 (VE-43 za kolodvor) stvoreni su uvjeti za vođenje tablice 5 VE-43 za područnu operativu, koja je u stvari skup svih kolodvora na području operative (VC, OS, RI, VŽ, PL, ST, PU i ZG).

Postavljanjem cursora na drugu točku »Dnevni utovar i istovar vagona za po-

OTPREMNI KOLODVOR	ODREDIŠNI KOLODVOR	BROJ KOMADA	masa kg	NHM BROJ
.....	.....	.....	.....	.....

U gornjoj tablici inicijalno treba biti prikazan datum prethodnog dana s mogućnošću traženja podataka za posljednjih mjesec dana.

**Zaključak:** Glavnina podataka o dnevnome pregledu utovara i istovara vagona, prema važećim uputama 5 koje trebaju popunjavati kolodvori, unose se u sustav IST-a prigodom sljedećih akcija:

- formiranje vlaka,
- kretanje vlaka (dolazak, odlazak),
- rad s vlakovima u kolodvoru (promjena sastava)
- izmjena statusa vagona.

Preostali podatci koji su potrebni prigodom unošenja u informatički vođeni VE-43 jesu:

OTPREMNI KOLODVOR	ODREDIŠNI KOLODVOR	VLAK	VRSTA TERETA NHM BROJ	BROJ KOMADA	MASA U KG	DATUM I SAT PROMJENE
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

- nepodmirenji,
- neutovareno i
- komadne pošiljke.

Kod tog programa »Dnevni utovar i istovar vagona za područnu operativu« treba omogućiti potprograme, i to:

- F1 - neutovareno/neistovareno za područnu operativu,
- F2 - dnevni utovar vagona po vrstama stvari za područnu operativu,
- F4 - povrat,
- F5 - ispravak i

Tablica 5

## VE-43 ZA PODRUČNU OPERATIVU

DATUM: ggddmm

KOLODVR	UTOVARENO				ISTOVARENO				R	I	N
	S	P	U	N	S	P	U	N			
S. PREDGRADE									R	E	P
SOLIN									P	Z	P
K. SUČURAC									D	V	O
K. STARI									O	T	P
L. DALMATINSKI									T	A	O
P. DOLAC									R	V	O
PERKOVIC									N	R	P
UNESIC									R	D	O
SIVERIC									T	E	T
SIBENIK									A	R	E
ZADAR									I	E	M
KNIN									E	R	E
GRAČAC									B	G	M
GOSPIĆ									T	B	E
MALOVAN									A	E	B
L. LESCE									A	A	I
JOSIPDOL									R	D	B
SVEGA									A	A	R

Tablica 7

VE-43 DNEVNI UTOVAR VAGONA PO VRSTAMA  
STVARI ZA PODRUČNU OPERATIVU

P O D R U Č N A	VRSTA ROBE										VAGONA	TONA
	P	R	S	M	N	F	G	P	R	J		
PROIZV.	Š	E	P	M	J	F	G	P	R	J		
OPERATORA	Ž	R	H.	E	E	O.	N.	M.	Z.	I.	K.	O
TTIVA	B	I	N.	G	E	T	D	P.	R	D	M	T
KOLODVR	T	A	P	N	R	E	M	O	D	E	A	O
S. PREDGRADE	L	R	R	O	J	V	I	T	D	T	S	I
SOLIN	J	I	E	I	I	A	J	A	R	A	I	Z
K. SUČURAC	N	C	P	Z	V	T	A	L	V	V	L	V
K. STARI	O	E	A	V.	O	I	L	A	A	A	J.	O.
L. DALMATINSKI												
P. DOLAC												
PERKOVIC												
UNESIC												
SIVERIC												
SIBENIK												
ZADAR												
KNIN												
GRACAC												
GOSPIĆ												
MALOVAN												
L. LESCE												
JOSIPDOL												
SVEGA												

- F7 - ispis.

Pritiskom na funkciju tipku F1 na zaslonu se treba pojavit tablica sljedećeg oblika:

U tako dobivenoj tablici (tablica 7) trebamo omogućiti ispravak podataka, i to korištenjem funkcijskih tipki:

- F2 - ispravak,
- F1 - kraj,

Tablica 6

## VE-43 NEUTOVAREN/NEISTOVAREN

## VAGONI ZA P.O

O P E R A T I V A	NEUTOVAREN					NEISTOVAREN				
	S	T	R	U	N	S	T	R	U	N
S. PREDGRADE	H	Z	I	A	T	H	Z	I	A	T
SOLIN										
K. SUČURAC										
K. STARI										
L. DALMATINSKI										
P. DOLAC										
PERKOVIC										
UNESIC										
SIVERIC										
SIBENIK										
ZADAR										
KNIN										
GRACAC										
GOSPIĆ										
MALOVAN										
L. LESCE										
JOSIPDOL										
SVEGA										

Tablica 8 je u stvari tablica dnevног utovara i istovara vagona VE-43 ukupno za sve područne operative na području HŽ-a.

S obzirom na to da ta tablica nije potpuna, to ju treba dopuniti potprogramom F1 za dnevni utovar vagona po vrstama stvari za HŽ. Pritiskom na funkciju tipku F1 na zaslonu se treba pojavit sljedeća tablica (tablica 9).

Tablica 8

## VE-43 ZA HŽ

PODRUČNA OPERATIVA		ZAGREB	SL. BROD	VINKOVCI	VARAŽDIN	KOPRI.	OSIJEK	PULA	RIJEKA	SPLIT	PLOČE	SVE
U	HŽ											
T	STRANI											
O	PRIVAT.											
V	U ZAKUP											
A	NETO T.											
R	SVEGA											
I	HŽ											
S	STRANI											
T	PRIVAT.											
O	U ZAKUP											
V	NETO T.											
A	SVEGA											
N	HŽ											
E	STRANI											
I	PRIVAT.											
S	U ZAKUP											
T	NETO T.											
O	SVEGA											

Tablica 9

DNEVNI UTOVAR VAGONA PO VRSTAMA STVARI  
ZA HŽ

P O D R U C N A	VRSTA ROBE												UTOVARENO VAGONA	TONA
	P	Ž	Š	P	U	N	G	P	D	P	K	O	S	
R	I	E	R	M	A	R	R	R	R	R	O	S	D	V
O	T	Ć	E	J	F	A	O	V	I	M	T	S	E	
I	A	E	H.	E	T.	D.	I	O	J	A	A	T	G	
Z	R	R	R	T	A	M	Z.	I	E	D	L	O	A	
V.	I	N	P	N	I	A	O	V.	P.	O	G	A		
C	A	R	O	N.	T	D.	T	D.	P.	S	O	I		
B	E	O	D	E	M	E	E	O	R	S	S	Z		
I	R	I	G	E	R	E	R	E	O	R	S	V		
L	E	Z	N	R	I	T	D	E	I	E	I	O.		
J	P.	V.	J	V.	A	J	A	D	D	L	D	V.		
N	A	A	I	V.	A	L	A	R	S	J.	A	V.		
O			O	I										
ZAGREB														
SL. BROD														
VINKOVCI														
VARAŽDIN														
KOPRIVNICA														
OSIJEK														
PULA														
RIJEKA														
SPLIT														
PLOČE														
SVEGA														

## 5. Zaključak

Danas Hrvatske željeznice imaju informatički sustav transporta (IST) koji omogućava upravljanje radom putničkih i teretnih vlakova, lokomotiva i vagona s iskazivanjem učinka vlakova. Informacijski sustav transporta razvijao se u okružju bivših Jugoslavenskih željeznica, međutim danas taj sustav može zadovoljiti informatičke potrebe u ograničenome obliku.

Organizacija rada i korištenje informatički obrađenih podataka u prijevoznome procesu postavljeni su na temelju instaliranih programskih rješenja i terminala uključenih u HŽ-ov informatički sustav. Zbog toga aplikaciju IST-a stalno treba doradivati novim programskim rješenjima. Jedno od tih programskih rješenja u sklopu izbornika »RVD« jest informatičko vođenje dnevnog utovara i istovara vagona za kolodvor, područnu operativu i prometnu operativu HŽ-a (VE-43).

Rad se temelji na iscrpojnoj analizi informatičkog sustava transporta (IST) te postojećeg vođenja dnevnog utovara i istovara vagona za kolodvor, područnu operativu i prometnu operativu HŽ-a. Dat je i prijedlog informatičkog vođenja istoga, a koji se nadovezuje na postojeća programska rješenja u sklopu aplikacije IST-a.

Predloženim radom u sklopu aplikacije IST-a potrebno je postojeći izbornik »RVD« nadopuniti vagonskom evidencijom VE-43 dnevног utovara i istovara vagona za kolodvor, područnu operativu i prometnu operativu HŽ-a, koji bi se vodio informatički. Rad je dodatan dokaz u prilog prijedlogu uvođenja informacijskog vođenja VE-43, što bi znatno doprinijelo brzom i pouzdanom prijenosu informacija na relaciji kolodvor - područna operativa - prometna operativa HŽ-a.

U konačnici vodilo se računa o tomu da predloženo programsko rješenje nadograđuje postojeću aplikaciju IST-a te da zadovoljava potrebe za brzim prijenosom informacija. Rezultati dosadašnjih istraživanja ukazuju na neophodnost dalnjih istraživanja u pogledu primjene dobivenih rezultata. Daljnja istraživanja mogu biti usmjerena na nova programska rješenja u sklopu aplikacije IST-a.

## 6. Literatura

- [1] Službeni vjesnik Hrvatskih željeznica, br. 8, IST (Informatički sustav transporta)
- [2] Službeni vjesnik Hrvatskih željeznica, br. 6 od 23. kolovoza 2007. (Za obavljanje prikupljanja informacija i provođenje odluka donesenih na temelju njih, provedena je vertikalna i horizontalna organizacija upravljanja prometom teretnih vagona na mreži HŽ. Tok informacija kod upravljanja prometom teretnih vagona u HŽ teče od kolodvora preko područnih operativa do prometne operative HŽ-a)
- [3] Interni pravilnik HŽ-a 90 Upute o operativnim i vagonskim evidencijama (VE-43, vagonska evidencija)
- [4] List »Željezničar«, br. 7, 1999.
- [5] »Modernizacija Hrvatskih željeznica«, Stručni časopis inženjera i tehničara Hrvatskih željeznica, prosinac 2000.

### UDK: 656.21

Adresa autora:  
 Nenad Klarić, dipl. ing.  
 HŽ Infrastruktura  
 Prometni poslovi  
 21 000 Split, Zlodrina poljana 23

Recenzent:  
 Dr.sc. Zdravko Toš, dipl.ing.  
 Fakultet prometnih znanosti Zagreb

### SAŽETAK

*U sklopu postojeće aplikacije IST-a (informatičkog sustava transporta na HŽ) postoji potreba informatičkog vodenja dnevног utovara i istovara vagona za kolodvor, područnu operativu i operativnu službu HŽ. Vagonska služba u današnjim uvjetima rada na HŽ je opterećena silnim obrascima koje treba ispunjavati, preispitivati i dojavljivati a sve to se može reducirati i voditi informatičkim putem.*

*U ovom radu je iscrpna analiza IST-a i postojećeg vodenja dnevнog utovara i istovara te je dan prijedlog informatičkog programa za vodenje navedenih podataka, koji se nadovezuje na postojeća programska rješenja u sklopu aplikacije IST-a.*

### SUMMARY

#### TECHNOLOGICAL BASIS FOR COMPUTERISED REGISTERING OF DAILY LOADING AND UNLOADING OF CARS FOR THE STATION, REGIONAL OPERATIVE UNIT AND CROATIAN RAILWAYS' CENTRAL OPERATIVE UNIT

*In the scope of the existing application of IST (Croatian Railways computer transport system) there is a need for the computerised registering of the daily loading and unloading of cars for the station, regional operative unit and HŽ's central operative unit. The car service in today's working conditions at HŽ is burdened with many forms which have to be filled out, revised and submitted and all this may be reduced through computerisation.*

*This work gives a detailed analysis of IST and the existing registering of the daily loading and unloading and a proposal is given for a computer programme which would handle the mentioned data and which is compatible with the existing programme solutions in the scope of the IST application.*

### ZUSAMMENFASSUNG

#### TECHNISCHE UNTERLAGE FÜR ELEKTRONISCHE ERFASSUNG TÄGLICHER WAGENVERLADUNG-/ENTLADUNG FÜR BAHNHÖFE, REGIONALE BETRIEBSSTELLEN UND GESAMTBAHNBETRIEB BEI DEN HŽ

*Im Rahmen der vorhandenen IST\*-Anwendung besteht bei den HŽ die Notwendigkeit für Bahnhöfe, regionale Betriebsstellen sowie für den gesamten Bahnbetrieb bei den HŽ Angaben zur täglichen Wagenverladung-/entladung elektronisch zu erfassen. Bezug nehmend auf derzeitige Arbeitsbedingungen bei den HŽ ist der Wagendienst mit einer Vielzahl von Vordrücken belastet, die auszufüllen, zu prüfen oder zu zustellen sind. Dies kann reduziert und elektronisch erfasst werden.*

*Im vorliegenden Beitrag werden das IST-System und die derzeitige Erfassung der täglichen Wagenverladung-/entladung bewertet. Für die elektronische Datenerfassung wird vorgeschlagen, ein IT-Tool zur Aufrüstung der im Rahmen der IST-Anwendung vorhandenen IT-Lösungen zu entwickeln.*



\* IST = informatički sustav transporta (IT-System für Transport)

Damir Bukvić, dipl.ing.,  
Krunoslav Cazin, dipl.ing.,  
Joško Žunić, ing.

## IMPLEMENTACIJA SUVRMENIH ICT-RJEŠENJA U KOLODVORE NA ŽELJEZNIČKOME KORIDORU V.B1 (LIČKA PRUGA) TE NA PRUGAMA PERKOVIĆ - ŠIBENIK I KNIN - ZADAR

### 1 Uvod

U lipnju 2009. između tvrtki HŽ Infrastruktura d.o.o. i »Ericsson Nikola Tesla« d.d. potpisani je ugovor o modernizaciji telekomunikacijske i informatičke opreme na željezničkome koridoru V.b1, odnosno na tzv. ličkoj pruzi, te na prugama Perković - Šibenik i Knin - Zadar.

Taj vrlo zahtjevan projekt u cijelosti se temelji na najnovijim dostignućima u ICT-industriji i zbog složenosti njegova je provedba predviđena u razdoblju od 2009. do 2011. godine, dakle kroz razdoblje od dvije i pol godine uz dinamiku provedbe od deset posto u 2009., četrdeset posto u 2010. i od pedeset posto u 2011. godini. Projektom su obuhvaćeni:

- građevno uređenje prostorija za smještaj opreme,
- isporuka, ugradba i puštanje u rad digitalnih ŽAT-ovih centrala te njihovo umrežavanje u novu digitalnu ŽAT-ovu mrežu,
- isporuka, ugradba i puštanje u rad opreme za transmisiju infrastruktuру (SDH-veze),

- isporuka, ugradba i puštanje u rad opreme za LAN,
- isporuka, ugradba i puštanje u rad opreme za IP-okosnicu,
- isporuka, ugradba i puštanje u rad opreme za proširenje sustava za nadzor optičke mreže te instrumenata za testiranje te
- izobrazba osoblja za rad sa svim implementiranim sustavima.

Da bi se izbjegla pogreška uočena prigodom provedbe ranijih, sličnih projekata, a koja se odnosila na gomilanje opreme po skladištima zbog nemogućnosti njezine ugradbe iz raznoraznih razloga, između HŽ Infrastrukture kao investitora i »Ericsona Nikole Tesle« kao izvođača radova i isporučitelja opreme postignut je dogovor da se može isporučivati i ugradivati samo ona oprema koja se odmah može pustiti u korištenje.

Zahvaljujući tome principu i velikome angažmanu svih sudionika u provedbi projekta postignuti su uistinu izuzetni rezultati. Naime, već do sredine tekuće godine u cijelosti je ispunjen plan za 2010. godinu. Sva oprema koja je ugrađena puštena je u rad. O tome će više riječi biti u nastavku teksta.

### 2 Građevno uređenje prostorija

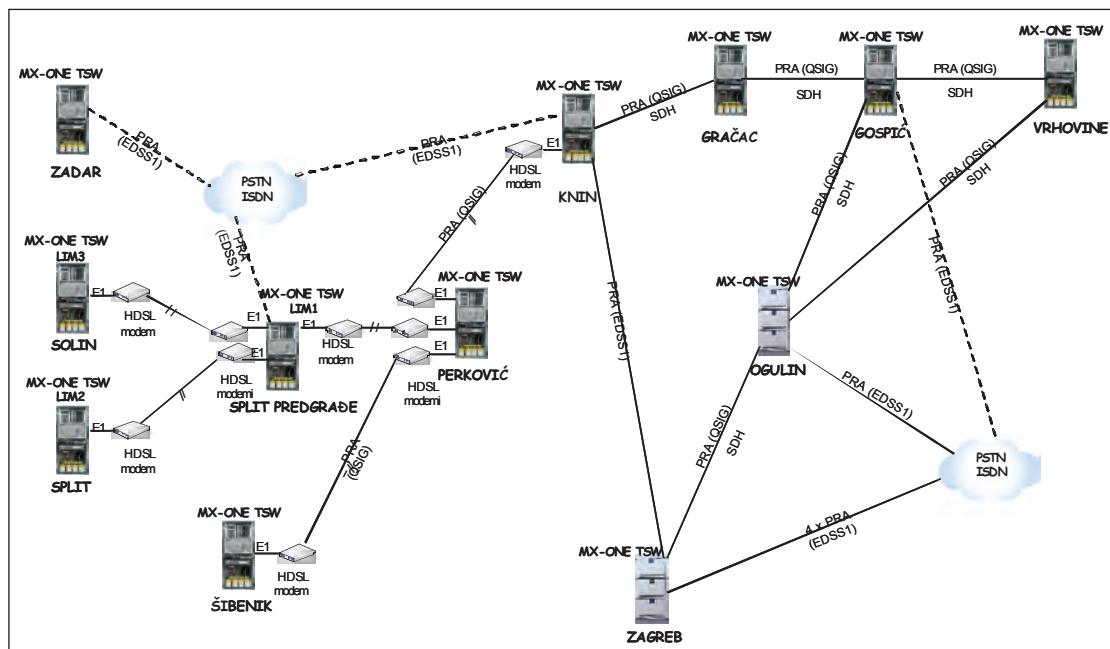
Budući da gotovo čitava trasa željezničkog koridora V.b1 prolazi kroz Domo-

vinskim ratom zahvaćena područja, to su kolodvorske zgrade bile u vrlo lošemu stanju. Međutim, unatoč tome uspjeli smo građevno adaptirati i urediti prostorije za smještaj opreme u gotovo svim kolodvorima, osim u kolodvorima Zrmanja, Kosovo i Drniš gdje to nije bilo moguće. Na tim lokacijama postavljeni su kontejneri.

### 3 ŽAT-ove centrale

Na koridoru V.b1 projektom je predviđena zamjena ŽAT-ovih centrala u Vrhovinama, Gospicu (nova centrala), Gračacu, Perković-Knинu i Splitu te u Zadru i Šibeniku, koji su izvan koridora V.b1. U Splitu je ŽAT-ova centrala Split dislocirana na tri lokacije, i to na Split Predgrađe (središnja lokacija) te Split i Solin (udaljene lokacije).

Istovjetno kao i na željezničkim koridorima X, V.b i V.c i ondje su ŽAT-ove centrale sagradene digitalnim poslovnim komunikacijskim sustavom MX-ONE™ Telephony Switch. To je Aastrin (ranije Ericsson Enterprise) u cijelosti IP ospozobljen komunikacijski sustav s najsuvremenijim telefonskim funkcijama, kao što su skraćeno biranje, naknadni poziv, preusmjerenje poziva i sljedeće, konferencijska veza, povratni upit i vraćanje iz njega, prijenos veze i drugo. Sustav će omogućiti jednostavno biranje između fiksnih ŽAT-ovih telefona i VPN-korisnika



Slika 1: Shema umrežavanja novih komutacijskih čvorova u postojeću digitalnu ŽAT-ovu mrežu

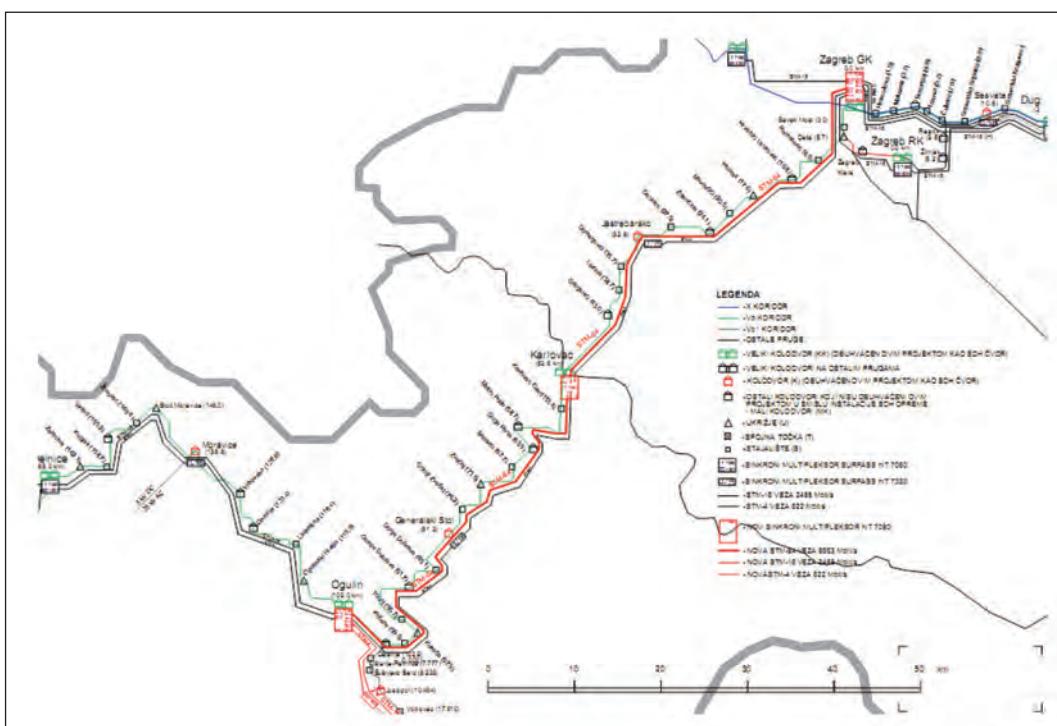
GSM-mreže HŽ-a (mobilni korisnik u mreži VPN GSM bit će integriran u ŽAT-ovu mrežu) zahvaljujući popularnoj Aastrinoj funkciji mobilni korisnik.

Zahvaljujući jedinstvenoj distribuiranoj arhitekturi, MX-ONE™ Telephone Switch može podržati od pedesetak do 50.000 korisnika, s više od 500 korisnika po samostalnoj neovisnoj jedinici - modulu LIM - u jednom sustavu. Dodatni sustavi mogu se umrežiti preko IP-mreže ili uz pomoć tradicionalnih digitalnih veza, omogućujući virtualno neograničenu stupnjevitost u velikim mrežama.

Na slici 1 prikazana je shema umrežavanja novih ŽAT-ovih centrala u postojeću digitalnu ŽAT-ovu mrežu.

Sustav novih ŽAT-ovih centrala na koridoru V.b1 je u testnom radu, a očekuje se da će biti pušten u pogon krajem ove godine, do kada se predviđa da će biti ostvareno povezivanje s javnom telefonskom mrežom preko linkova ISDN PRA. Tada će sve postojeće, stare ŽAT-ove centrale koje su još uvijek u funkciji biti isključene, a svi korisnici prespojeni na nove centrale.

Treba napomenuti to da je umrežavanje svih za to predviđenih ŽAT-ovih centrala u postojeću digitalnu ŽAT-ovu mrežu u velikoj mjeri provedeno zahvaljujući susretljivosti tvrtke »Ericsson Nikola Tesla« kao izvođača radova, koja je svojim sredstvima i resursima (mimo ugovora) osigurala digitalnu 2 Mb/s između Splita i Knina, odnosno između središnje lokacije i udaljenih lokacija u Splitu, preko postojećih bakrenih kabela koristeći transmisiju SHDSL. Naime, optički kabel s pripadajućom transmisijskom opremom za sada je postavljen od Oguštine do Knina, tako da je sve ostale lokacije na koridoru V.b1 od Knina do Splita i unutar samog Splita trebalo povezati na jedini mogući racionalan način - putem postojećih bakrenih kabela.



Slika 2: Dionica dogradnje postojećih SDH-ovih čvorova

## 4 SDH transmisijska infrastruktura

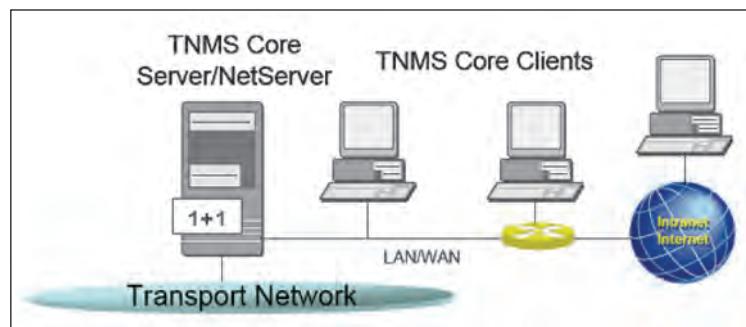
U skladu s projektnim zadatkom i tehničkim rješenjem za ugradbu infrastrukture SDH na koridoru V.b1 Zagreb - Split i na prugama Perković - Šibenik te Knin - Zadar, tvrtka HŽ Infrastruktura s tvrtkom »Ericsson Nikola Tesla« i njezinim podizvođačima ugrađuje SDH optičke osnovice. Taj projekt provodit će se u nekoliko faza, a bit će završen 2011. godine.

SDH-osnovica kao takva implementirana je na X. koridoru te na dijelu koridora V.b i V.c.

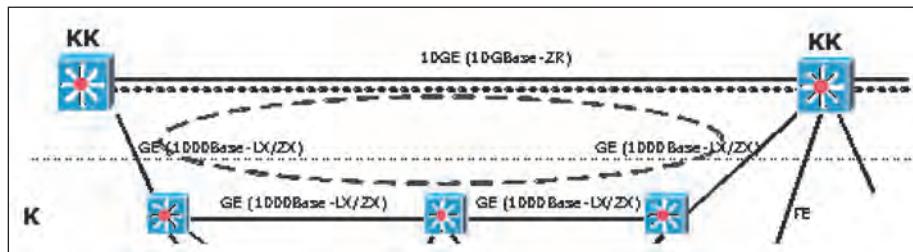
Tom implementacijom trebalo je nadograditi postojeći sustav SDH na lokacijama u Zagrebu, Karlovcu i Oguštini (slika 2), a sve zbog potrebe za prihvaćanjem novih prometnih zahtjeva iz smjera Splita. Zbog toga je na dionici Zagreb - Oguština planirano povećanje kapaciteta sa sadašnjih STM-

16 (proširivo na 2x STM-16) na STM-64 (10 Gbit/s). Također, čvor SDH u Oguštini mora moći pored prije planiranih kapaciteta prema Rijeci prihvatiti i dvije nove STM-16 veze iz smjera Splita, a središnji čvor SDH u Zagrebu mora se odgovarajuće dograditi kako bi osim navedenog povećanja kapaciteta linije prema Oguštini na STM-64 mogao prihvatiti nove veze većega kapaciteta (npr. STM-16) prema drugim smjerovima.

Zajedno s navedenom dogradnjom SDH-ova prijenosnog sustava predviđena je i nadogradnja sustava nadzora i upravljanja mrežom TNMS Core (slika 3), pri čemu je planirana hardverska i aplikativna dogradnja sustava na razinu koja će zadovoljiti šire



Slika 3: Shema nadograđenog sustava nadzora i upravljanja mrežom TNMS Core



Slika 4: Rješenje IP-okosnice na željezničkome koridoru V.b1

nje mreže na koridoru V.b1, ali i dogradnju mreže SDH na bilo kojemu njezinu dijelu u budućnosti.

Proširenjem postojeća SDH-opreme, odnosno multipleksor tipa Surpass hiT 7060 zamijenjen je novim multipleksorima većeg prospojnog i linijskog kapaciteta tipa Surpass hiT 7080, i to na lokacijama Zagreb - Nova postavnica, Karlovac i Ogulin. Te aktivnosti uspješno su završene u prvoj polovici 2010. godine.

Podizanje SDH-okosnice bio je nužan preduvjet za povezivanje ŽAT-ovih centrala preko optičke infrastrukture. SDH-uredaji i ŽAT-ove centrale spajaju se preko sučelja E1 (2 Mbit/s, G.703) te se međusobno povezuju preko 75/120 Ohmskih razdjelnika.

Prije ovog projekta na koridoru V.b1 između Ogulina i Splita nije postojala SDH-okosnica. Na lokacije s te trase treba ugraditi postojeće SDH-uredaje (demontirane iz inicijalne faze) i proširiti SDH-okosnicu na kapacitet 2x STM-16 u skladu s tehničkim rješenjem. Paralelno s ugradnjom SDH-okosnice kroz SDH-okosnicu povezuju se ŽAT-ove centrale.

Za sada je SDH-okosnica stvorena u većim kolodvorima (KK), a to su Vrhovine, Gospić, Gračac i Knin. U drugoj polovici 2010. planira se ugradba SDH-multipleksora u manjim kolodvorima (K) između Ogulina i Knina.

## 5 LAN-mreže

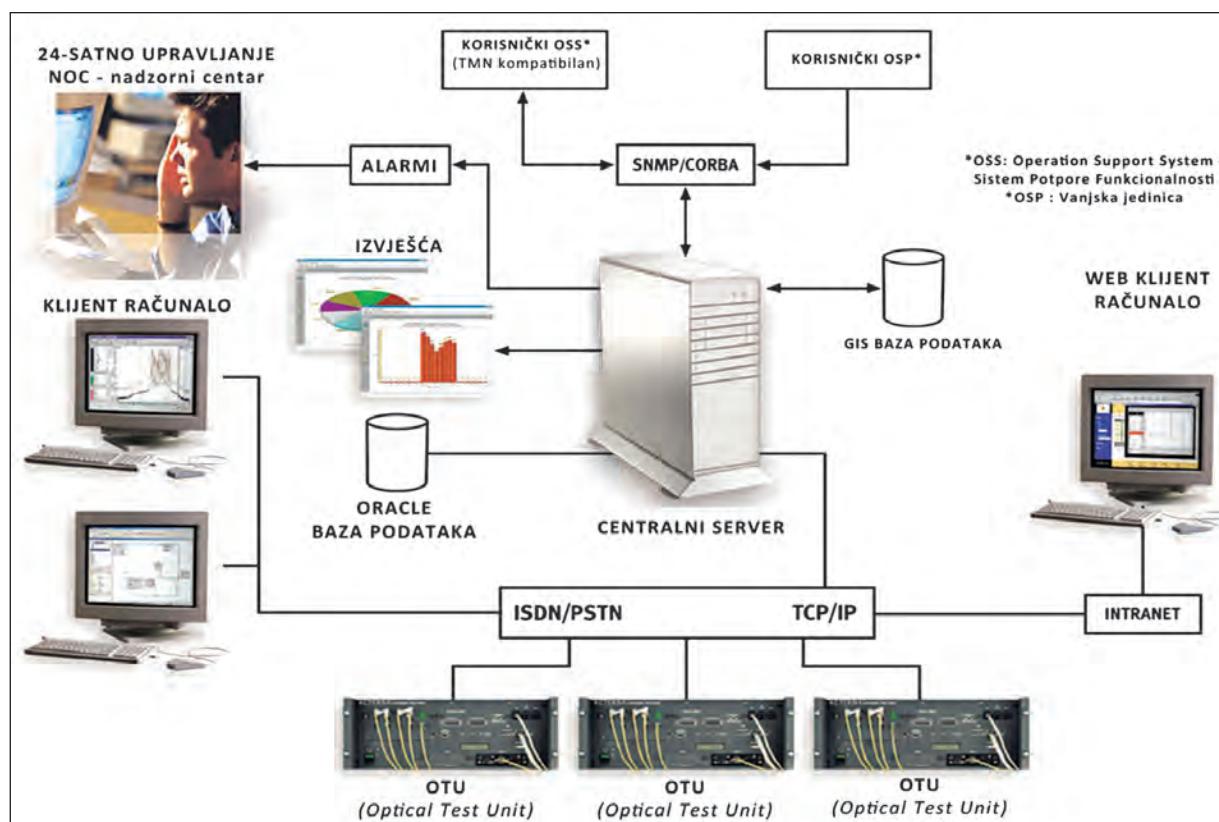
U svim za to predviđenim kolodvorima (KK i K) izvedeno je strukturno kabliranje

za lokalne informatičke mreže. U kolodvorima Split Predgrađe, Split kolodvor, Solin i Knin ugradena je i aktivna oprema, tako da su ti LAN-ovi pušteni u lokalni promet. Na preostalim lokacijama ugradba aktivne opreme planirana je za 2011. godinu.

## 6 IP-okosnica

Dizajn aktivne mrežne okosnice namijenjene za prijenos podatkovnog prometa također je bio dio projekta modernizacije telekomunikacijske i informatičke opreme na željezničkome koridoru V.b1, dakle na dionici Ogulin - Knin - Split. Projekt je specificirao koncept, funkcioniranje, dobavu i instalaciju aktivne mrežne IP-opreme na spomenutim pružnim dionicama te njezinu integraciju s postojećom računalno-komunikacijskom IP-mrežom Hrvatskih željeznica.

Rješenje je ugrađeno u suradnji s tvrtkom »Ericsson Nikola Tesla« d.d. te se temelji na mrežnim čvorovima IP/Ethernet, što omogućuje izgradnju transportne IP-infrastrukture za sustav središnjega mrežnog videonadzora, daljinskog upravljanja informacijskim zaslonima i displejima te drugih aplikacija koje postavljaju visoke



Slika 5: ONMS - arhitektura sustava

zahtjeve za prijenosnim kapacitetom i kvalitetom IP-infrastrukture.

Slika prikazuje arhitekturu rješenja aktivne mrežne IP-okosnice na koridoru V.b1. Kao osnovna mreža za prijenos podataka postavljena je IP-mreža koja se temelji na transportnoj tehnologiji Gigabit Ethernet i 10G Ethernet. Mreža se gradi povezivanjem preklopnika Gigabit Ethernet korištenjem optičkog prijenosa. Inicijalni kapacitet okosnice je 10Gbps kojim se povezuju veliki kolodvori (KK), dok se između tih čvorova gradi mreža kapaciteta 1 Gbps koja povezuje manje kolodvore (K). Stvaranjem takvih prstenva osigurava se zaštita u slučaju ispada uređaja ili spoja između dviju lokacija, čime se izbjegava prekid komunikacije između lokacija te se omogućava neometan rad aplikacija, pa čak i onih stvarno-vremenskih koje koriste (ili će koristiti) Hrvatske željeznice.

Uz izgradnju nove IP-mreže na dionici Ogulin - Knin - Split projekt obuhvaća i nadogradnju već postojećih čvorova u kolodvorima Zagreb, Karlovac i Ogulin, i to u smislu podizanja kapaciteta IP-okosnice na kapacitet od 10Gbps, što je već izvedeno u ovoj fazi provedbe projekta.

## 7 Proširenje sustava za nadzor optičke mreže ONMS

U sklopu projekta »Ericsson Nikola Tesla« instalirao je i sustav za daljinski nadzor optičke mreže, tj. optičkih kabela (*Optical Network Monitoring System* - ONMS). ONMS jest sustav za neprekidno (24/7/365) daljinsko nadziranje optičkih vlakana. Uporabom daljinskog nadziranja i preciznog dokumentiranja mreže i događaja na kabelu ekstremno se poboljšava funkcionalnost mreže te povećava sigurnost komunikacije i brzina reakcije na eventualne kvarove jer sustav praktički trenutačno precizno izvještava o stvarnome mjestu i tipu kvara na zemljopisnoj karti. Na taj način povećana je produktivnost rada te je olakšano upravljanje velikim optičkim mrežama, posebice onima koje su sastavljene od više miješanih tehnologija.

Uporabom navedenoga sustava Hrvatske željeznice doble su veliku sigurnost

svih komunikacijskih servisa preko optičkih kabela. U budućnosti sustav se može proširiti raznim drugim primjenama koristeći optičke efekte na kabelu. Jedna od takvih primjena jest daljinska kontrola ulaza u objekte, kontrola prolaska preko zabranjenih zona, zaštita od krađe, kontrola provjesa zračnih kabela zbog leda ili topline i drugo.

Osim povećane razine sigurnosti, važna primjena jest i održavanje dogovorenih razina servisa među korisnicima (*Service Level Agreement* - SLA) i kvalitetu servisa (*Quality of Service* - QoS), ako se iznajmljuje dio kapaciteta mreže. Sustavom se može lakše i brže doći do precizne informacije o stanju dijela iznajmljene mreže. Takoder se vanjskom korisniku može omogućiti izravan pristup internetom do samo dijela mreže koju on koristi.

Sustav je vrlo osjetljiv na sve promjene u mreži i stvara bazu podataka tako da se na temelju tendencije u mreži unaprijed proaktivno može predvidjeti kvar te ga se može spriječiti prije nego se stvarno dogodi.

ONMS pomaže učinkovitom upravljanju imovinom jer jamči da je optički kabel spreman za uporabu onako kako se od njega očekuje i da je razina kvalitete planirana.

Sustav se može povezati s ostalim sustavima u nadzornome centru i tako osigurati visoku razinu kvalitete i sigurnosti kakva se očekuje u mrežama koje se koriste na željeznici i u komunikacijama.

Okosnicu sustava čini središnji server s bazom podataka Oracle, na kojemu je instalirana aplikacija ONMS koja skuplja i obrađuje informacije s udaljenih testnih jedinica (*Optical Test Unit* - OTU) koje su postavljene na strateškim mjestima u mreži. Korisnici ili klijenti povezani su na sustav preko IP-mreže, ali i preko komutirane telefonske mreže (POTS ili ISDN). U slučaju pada komunikacije mjerni rezultati na udaljenim testnim jedinicama spremaju se u lokalnu memoriju i šalju u središnji server čim se uspostavi komunikacija. Sustav je modularan i skalabilan tako da može rasti zajedno s mrežom.

## Literatura

- [1] Materijali Ericsson Nikole Tesle i korporacije Astra za komunikacijski sustav MX-ONE TSW
- [2] Materijali kompanije Extreme: ExtremeXOS Concepts Guide, Metro

Solutions for Metro and Regional Area Networks

- [3] Materijali tvrtke JDSU: JDSU (*Acterna*) *ATLAS ONMS brochure and Operating Manual*

**UDK:** 656.21; 625.11

Adresa autora:

Damir Bukvić, dipl.ing., Elektrotehnički poslovi održavanja, Zagreb, Trg kralja Tomislava 11  
Krunoslav Cazin, dipl.ing., Sekcija za SiT uređaje Ogulin, Ogulin, Proce 36  
Joško Žunić, ing., Sekcija ETP Split, Split, Hercegovačka 37

Recenzent:

Zdravko Markeš, dipl.ing.  
HŽ Infrastruktura, Elektrotehnički poslovi održavanja

## SAŽETAK

Predmetnim projektom obuhvaćena je modernizacija informatičke, telekomunikacijske i transmisijske mreže na Vb1 koridoru, tj. na dionici željezničke pruge od Ogulina do Splita. Sva implementirana rješenja temeljena su na najsuvremenijim postavkama ICT tehnologije, čime se garantira otvorenost prema budućnosti i zaštita uloženih sredstava. Ovakvim pristupom odnosno rješenjem bit će zadovoljene srednjeročne i dugoročne potrebe HŽ u navedenim infrastrukturnim segmentima.

## SUMMARY

**IMPLEMENTATION OF MODERN ICT SOLUTIONS AT STATIONS ON CORRIDOR Vb1 (LIKA LINE) AND ON THE PERKOVIĆ-ŠIBENIK AND KNIN-ZADAR LINES**

The project consists of the modernisation of the computer, telecommunication and transmission network on Corridor Vb1, that is, on the Ogulin-Split section of this line. All the implemented solutions are based on the most modern ICT technology which guarantees openness towards the future and protection of invested funds. This type of approach, that is, solution will satisfy all the medium and long term needs of HŽ in the mentioned infrastructure segments.

## ZUSAMMENFASSUNG

**UMSETZUNG VON MODERNNEN ICT-LÖSUNGEN AN BAHNHÖFEN AM EISENBAHN-KORRIDOR V B1 (SGN. LIKA-STRECKE) SOWIE AN DEN STRECKEN PERKOVIĆ-ŠIBENIK UND KNIN - ZADAR**

Das Projekt beschäftigt sich mit dem Ausbau des IT-, Telekommunikations- und Übertragungsnetzes am Korridor Vb1 bzw. auf dem Streckenabschnitt zwischen Ogulin und Split. Alle umgesetzten Anwendungen basieren auf den modernsten ICT-Ansätzen, die die Zukunftsausrichtung bzw. den Schutz der investierten Mittel gewährleisten. Mit einem solchen Ansatz bzw. einer solchen Lösung wird den mittelfristigen und langfristigen Bedürfnissen der HŽ in den genannten Infrastruktursegmenten entsprochen.

## Nova tvrtka, novi vlak, obnavljanje mostova....

**Ovoga ljeta, osim redovitih vijesti o pojedinim segmentima poslovanja društava u HŽ Holdingu, najviše pozornosti javnosti dobine su vijesti o osnivanju zajedničke tvrtke za teretni željeznički prijevoz triju željeznica Slovenije, Hrvatske i Srbije, početak obnove mostova preko rijeke Save u Zagrebu te predstavljanje prototipa elektromotornog vlaka za regionalni prijevoz, koji je ispraćen na sajam prijevoznih tehnologija »InnoTrans« 2010 u Berlinu**

### Nova tvrtka Cargo 10

U srijedu i četvrtak 8. i 9. rujna 2010. u Beogradu je bio održan sastanak osnivača nove tvrtke Cargo 10, na kojem je sudjelovao i **Zlatko Rogožar**, direktor HŽ Carga, sa suradnicima. Na tome sastanku je po prvi puta bio prezentiran nacrt organizacije buduće tvrtke. Nekoliko dana prije toga HŽ Cargo donio je odluku o ulasku u Udrženje željezničkih prijevoznika teretnog prijevoza »JI EUROPE CARGO 10«, i to kao osnivač. Predviđena godišnja članarina iznosi 20.000 eura. Također, HŽ Cargo donio je odluku da će biti jedan od tri osnivača - članova društva CARGO 10, organizacija željezničkih prijevoznika d.o.o. s temeljnim ulogom u iznosu od 33.334,00 eura, što predstavlja poslovni udio u visini od 33,334 posto. Sjedište nove zajedničke tvrtke bit će u Ljubljani.

Tim rujanskim dogadjajima prethodio je niz aktivnosti koje su se provodile od proljeća ove godine. Tako je 30. i 31. ožujka 2010. u Portorožu bila održana konferencija predstavnika HŽ Carga, Slovenskih željeznica, Željeznička Republike Srpske, Željeznička Federacija Bosne i Hercegovine i Željeznička Srbije, na kojoj se razgovaralo o budućoj suradnji operatera teretnog prijevoza na X. paneuropskom koridoru. Posljedica toga bilo je potpisivanje Sporazuma o zajedničkoj suradnji i nastupu na prijevoznom tržištu. Sporazum su potpisali direktori tvrtki koje se bave teretnim prijevozom iz pet

željeznica. U ime HŽ Carga sporazum je potpisao Zlatko Rogožar, direktor HŽ Carga, u ime Slovenskih željeznica **Robert Vuga**, direktor PE-a Tovorni promet, u ime Željeznička Federacija BiH **Narcis Džumhur**, predsjednik uprave - generalni direktor, u ime Željeznička Republike Srpske **Dušan Spremo**, izvršni direktor poslova operacija, a u ime Željeznička Srbije **Dragan Grujić**, direktor Direkcije za prijevoz. Svi potpisnici izrazili su zadovoljstvo potpisanim sporazumom i nadu da će im se pridružiti i druge željeznicice u okružju.

Potpisivanju toga sporazuma snažnu političku podršku dali su na sastanku održanome 26. srpnja 2010. na Brdu kod Kranja ministri Slovenije, Hrvatske i Srbije. Oni su se dogovorili da će pojačati suradnju na području željezničkog, posebice teretnog prijevoza provoznim X. paneuropskim koridorom od Njemačke preko Austrije, Slovenije, Hrvatske, Srbije i Makedonije do Turske. Riječ je o oživljavanju i oporavku X. koridora. Slovenske, hrvatske i srpske željeznicice, bilo je rečeno tada prvi put, osnovat će zajedničku tvrtku sa sjedištem u Ljubljani, čija će svrha biti zajednički nastup na tržištu. Sve tri države imaju interes da na X. koridoru povećaju konkurentnost i brzinu željezničkog prometa, posebice u provoznom teretnom prijevozu, odstranjujući administrativne prepreke na granicama i u carinskim postupcima. Jedan od ciljeva jest da roba od Ljubljane do Istanbula ne

putuje više od 35 sati. Istaknuli su da X. koridor ima veliki razvojni potencijal na području provoznog teretnog prijevoza jer je kraći od konkurenetskog IV. koridora Dresden - Istanbul kojim se sada odvija 90 posto prometa u provozu između Njemačke i Turske. Prigodu za jačanje prometa i za povećanje prihoda nacionalnih željeznica država u regiji vide i u velikim mogućnostima prebacivanja provoznog prometa s cestâ na željeznicu.

Nekoliko dana kasnije, točnije 30. srpnja 2010. godine, u Beogradu su Hrvatska, Srbija i Slovenija potpisale deklaraciju kojom podržavaju osnivanje zajedničke tvrtke radi ostvarivanja bržeg prijevoza robe na X. paneuropskom koridoru. U ime Hrvatske deklaraciju je potpisao **Danijel Milet**, hrvatski državni tajnik Ministarstva mra, prometa i infrastrukture, u ime Srbije **Milutin Mrkonjić**, srpski ministar infrastrukture, a u ime Slovenije **Patrick Vlačić**, slovenski ministar prometa. Oni su nakon potpisivanja deklaracije na zajedničkoj tiskovnoj konferenciji u srpskoj vladini načavili osnivanje zajedničke tvrtke koje će željeznicama triju zemalja omogućiti konkurentnost i zajednički nastup na tržištu. Konkurenetskim koridorom Dresden - Istanbul, koji je duži i ide preko Mađarske, vozi sedam tisuća vlakova, a preko X. koridora njih sedam stotina.

»Ako privučemo dio tih vlakova da idu našim koridorom, a privući ćemo ih ako

### U Beogradu potписан protokol o usuglašavanju osnivačkog akta tvrtke Cargo 10

Predstavnici srpskih, slovenskih i hrvatskih željeznica u Vladi Srbije u Beogradu 9. rujna potpisali su protokol o usuglašavanju osnivačkog akta zajedničke željezničke tvrtke „Cargo 10“, čime je praktično formirana tvrtka, čiji je cilj smanjivanje vremena prijevoza tereta na X. paneuropskom željezničkom koridoru.

Protokol o usuglašavanju osnivačkog akta potpisali su **Zlatko Rogožar**, direktor HŽ Carga, **Robert Vuga**, predstavnik Slovenskih željeznica i **Dragan Grujić**, predstavnik Željeznička Srbije. Potpisu su bili nazočni ministar za infrastrukturu republike Srbije **Milutin Mrkonjić** i veleposlanik Hrvatske u Beogradu **Željko Kuprešak**. Nakon toga još slijedi postupak potvrde toga akta na trima vladama Slovenije, Hrvatske i Srbije. Kako je najavljen, prvi vlak mogao bi krenuti 1. listopada iz Ljubljane.

Tvrtka će imati tri direktora, sjedište će mu biti u Ljubljani jer je Slovenija u EU, profit će dijeliti na tri dijela, jer će članice imati po trećinu vlasničkog udjela. Osnovni zadatci tvrtke jest da ubrzavanjem graničnih procedura značajno skrati teretni prijevoz na X. koridoru od Ljubljane do Istanbula. To bi trebalo privući teretni prijevoz sa IV. koridora koji ide preko Mađarske, Rumunjske i Bugarske.

vrijeme putovanja na našemu koridoru skratimo sa sadašnjih 60 na 35 do 40 sati, mi tada dobivamo, svaka država, po 50 milijuna eura godišnje», rekao je srpski ministar Mrkonjić te dodao da se to, između ostalog, odnosi na skraćivanje carinskih i policijskih komplikacija na granicama.

Zlatko Rogožar, predsjednik Uprave HŽ Carga, ocijenio je da će tvrtka koja se osniva biti vrlo važna za HŽ Cargo, kao i za druge partnere jer će se pokrenuti aktivnosti koje bi trebale rezultirati povećanjem opsega teretnog prijevoza željeznicom, a time i prihoda vezanima uz X. koridor. Deseti koridor afirmirao se kao jedan od glavnih prometnih pravaca koji povezuje zapadnu i istočnu Europu. Pozitivna refleksija očekuje se i na drugim prometnim pravcima. Sada se provode komercijalne i operativne pripremne radnje radnih skupina željeznica sudionika koje će utjecati na povećavanje kvalitete prijevoza i vagonskih kapaciteta, na optimalizaciju proizvodnih aktivnosti, na uvođenje novih zajedničkih proizvoda te na razvoj infrastrukture, što će sve doprinjeti i pozicioniranju HŽ Carga u uvjetima liberaliziranog tržišta teretnog prijevoza.

### Obnova mostova

Tijekom kolovoza počela se izvoditi sanacija na željezničkom mostu Sava Jakuševac, koji je od ožujka 2009. zbog utonuća jednoga od potpornih stupova bio zatvoren za sav željeznički promet. Nakon javnog natječaja za izvođača radova kao najpovoljniji ponuditelj odabran je konzorcij poduzeća koji čine Hidroelektra niskogradnja d.d. i Pružne građevine d.o.o. Stručni i tehnološki nadzor radova obavljaće Institut građevinarstva Hrvatske, a vodni nadzor Hrvatske vode. Obnova mosta planira se završiti polovicom sljedeće godine. Osim sanacije tzv. Jakuševačkoga mosta, projektira se i obnova drugoga željezničkog mosta preko Save, tzv. Zelenoga mosta.

Na mostu Sava Jakuševac oštećeni potporni stup bit će djelomice uklonjen, a na njegovu mjestu bit će saniran i dograđen postojeći stup, i to u skladu s prvobitnim stanjem. Bit će sanirana i oštećena čelična konstrukcija te željeznički kolosijeci na mostu, pa će most

biti vraćen u prvobitno, projektirano stanje. Radi povećanja sigurnosti, i temelj drugoga stupa, koji se nalazi u koritu rijeke, bit će obložen krupnim kamenom. Ukupni troškovi radova procjenjuju se na oko 30 milijunâ kunâ, od čega vrijednost ugovora s konzorcijem Hidroelektre niskogradnje d.d. i Pružnih građevina d.o.o. iznosi 24 milijunâ kunâ, a ostatak sredstava bit će potrošen na nadzor te na radove na kontaktnoj mreži i na gornjemu pružnom ustroju, koje će izvoditi Elektrotehnički poslovi održavanja i Građevinski poslovi održavanja u sastavu HŽ Infrastrukture d.o.o.

U fazi projektiranja jest i obnova tzv. Zelenoga mosta, najpoznatijega željezničkog mosta preko Save, koji je sagrađen davne 1939. godine. Njegova kulturnoška vrijednost jest u tomu što je to stara zakovana konstrukcija izvedena bez zavarivanja, a po statičkome sustavu zanimljiva je Langerova greda, odnosno greda ojačana lukom. Za prvu fazu sanacije, što podrazumijeva sanaciju i ojačanje stupa ispod nepokretnog ležaja i upornjaka, za 2010. osigurana su sredstva u iznosu od oko četiri milijunâ kunâ.

U planu je i modernizacija Zagreb Glavnoga kolodvora, HŽ-ova najvećeg kolodvora. U prvoj fazi bio bi obnovljen signalno-sigurnosni sustav za upravljanje prometom, čiji su pojedini dijelovi stari i sedamdesetak godina. Prema planovima, stara oprema trebala bi biti zamijenjena novim elektroničkim signalno-sigurnosnim uređajima najviše sigurnosne razine 4 (SIL 4) u skladu s normama HRN EN 50128 i 50129, koje jamče najvišu razinu sigurnosti prometno-upravljačkih i signalno-sigurnosnih infrastrukturnih podsustava, što će omogućiti povećanje brzine i propusnosti kolodvora. Trenutačno je taj projekt u fazi nadmetanja, a potpisivanje ugovora očekuje se do kraja ove godine. Radovi bi se mogli početi izvoditi u proljeće sljedeće godine, a trebali bi biti završeni u drugoj polovici 2012. godine. Novac za izvedbu toga vrlo važnog projekta na sjecištu V. i X. paneuropskoga prometnog koridora HŽ Infrastruktura d.o.o. najvećim dijelom namaknut će iz pretpriistupnog fonda Europske unije IPA, i to u visini od 75 posto ukupne investicije.

Na mostu Sava Jakuševac oštećeni potporni stup bit će djelomice uklonjen, a na njegovu mjestu bit će saniran i dograđen postojeći stup, i to u skladu s prvobitnim stanjem. Bit će sanirana i oštećena čelična konstrukcija te željeznički kolosijeci na mostu, pa će most

### Predstavljen prototip elektromotornog vlaka za regionalni prijevoz

Dana 13. rujna 2010. na zagrebačkome Glavnom kolodvoru svečano je na sajam prijevoznih tehnologija »InnoTrans 2010« u Berlinu bio ispraćen prototip, točnije prvi od tri prototipova vlakova koje TŽV »Gredelj« i Končar-KEV grade za HŽ Putnički prijevoz. Da podsjetimo, u Zagrebu je 2. studenoga 2009. bio potpisani ugovor između HŽ Putničkoga prijevoza d.o.o. i TŽV-a »Gredelj« d.o.o. o izgradnji prototipa četverodijelnoga elektromotornog vlaka za gradsko-prigradski prijevoz i trodijelnoga dizel-električnog vlaka za regionalni prijevoz, kao i ugovor između HŽ Putničkoga prijevoza d.o.o. i Končar-Električnih vozila d.d. o izgradnji prototipa četverodijelnoga elektromotornog vlaka za regionalni prijevoz. U poslovnome planu za razdoblje od 2009. do 2015. HŽ Putnički prijevoz d.o.o. predvidio je nabavu novih motornih vlakova za gradsko-prigradski prijevoz (ukupno 18) te motornih vlakova za regionalni prijevoz (25 dizelskih i 49 elektromotornih). Budući da je riječ o opsežnome projektu modernizacije voznoga parka, HŽ Putnički prijevoz d.o.o. odlučio je najprije nabaviti prototipove kako bi se provjerile mogućnosti primjene suvremenih elektromotornih pogona za vuču na postojećoj infrastrukturi.

Prvi sagrađeni prototip upravo je predstavljen novi regionalni elektromotorni vlak, koji je otpremljen u Berlin, gdje će biti predstavljen na sajmu željezničke tehnologije »Innotrans 2010«.

Novi regionalni dizelski i elektromotorni vlakovi trebaju omogućiti postupnu zamjenu konvencionalnih vlakova za prijevoz putnika s lokomotivskom vućom u lokalnom i međugradskom prijevozu te omogućiti skraćivanje vremena putovanja, veću udobnost putovanja i smanjenje ukupnih troškova iskorištavanja. Razvoj i izrada prototipova povjerava se domaćim tvrtkama, TŽV-u »Gredelj« d.o.o. i Končar-KEV-u d.d., jer su oni renomirani proizvodači željezničkih vozila i imaju važne referencije na tome području. Razvoj i izgradnju prototipa financiraju Grad Zagreb s 20 milijunâ kunâ, državni proračun s 40 milijunâ kunâ i HŽ Putnički prijevoz d.o.o. s 54 milijunâ kunâ.

Pripremila Vlatka Škorić

150 godina željeznice u Hrvatskoj

## Sustav kontinuiranih vrijednosti

**Dana 24. travnja 2010. željeznički sustav navršio je 150 godina postojanja u Hrvatskoj. Tog dana 1860. u promet je bila predana željeznička pruga koja je od Nagykanizse (Velike Kaniže) u Mađarskoj preko Kotoribe i Čakovca vodila do Pragerskoga u Sloveniji. Dionica te pruge između kolodvora Kotoribe i stajališta Macinec na današnjoj hrvatsko-slovenskoj granici dugačka 42,4 kilometra bila je prva pružna trasa sagradena na hrvatskome području. Od tada do danas hrvatski željeznički sustav ispisao je povijest bogatu oscilacijama između uspona i padova. No, nezaobilazna jest i činjenica da je željeznički sustav kontinuirano djelovao te da je progresivno utjecao na segmente gospodarskog, tehničko-tehnološkog, razvojnog i društveno-kulturnog dijela društvene stvarnosti.**

Danas pružna mreža Hrvatskih željeznica obuhvaća 2976,276 kilometara prugâ. Međunarodni prijevoz teče na ukupno 1711,622 kilometra prugâ, regionalni prijevoz na 600,296 kilometara, a lokalni prijevoz na 664,218 kilometara prugâ. Ukupna dužina elektrificiranih kolosijeka otvorene pruge iznosi 1228,4 kilometra, a ukupna dužina HŽ-ovih dionica paneuropskih prometnih koridora 767,6 kilometara. U željezničkoj mreži ukupno su 252 kolodvora. O tome sustavu trenutačno brine 13.000 zaposlenika matične tvrtke te oko 5000 zaposlenika u tvrtkama kćerima. Misija tvrtke vezana je uz razvojna streljanja prema dosizanju suvremene razine infrastrukturne opremljenosti, uz osiguranje primjerenih prijevoznih kapaciteta te uz povećanje ukupnih prijevoznih usluga. Time željeznički sustav u Hrvatskoj potvrđuje svoju okrenutost prema usvajanju tehničko-tehnoloških novina, uvažavanju razvojnih dosega u struci te provedbi strateških prednosti sadržanih u ekonomskoj isplativosti, energetskoj učinkovitosti i ekološkoj prihvatljivosti željezničkog prometa (koje simbolizira određenje o 3E). Ta konstanta univerzalnih odredenja pratila je željeznice u Hrvatskoj kroz njezin povijesni razvoj.

U prilog tome navest će samo neke konkretne primjere koji su ostali zabilje-

ženi unutar stoljeće i pol duga postojanja tog sustava u Hrvatskoj. Počet će s prvim planovima o izgradnji željezničkih pruga u Hrvatskoj koji su bili dio tehničkog elaborata za izgradnju pruga u Habsburškoj Monarhiji. Elaborat pod naslovom »De construicione et constitutione viorum« (»O izgradnji i održavanju putova«) tehnički su razradili Georg Sinna, bečki finansijski magnat, i Franc Xaver Riply, profesor Visoke tehničke škole u Beču, te ga 1836. predložili dvorskoj kancelariji u Beču. Elaborat je imao uporište u jasnim ekonomskim interesima. Predviđao je izgradnju trinaest željezničkih pruga s ishodištem u Beču i Budimpešti, odakle bi se mreža željezničkih pruga u obliku zvjezdanih krakova širila prema svim područjima u tadašnjoj Carvinci, prometno povezujući monarhijska središta s većim gradovima i gospodarski važnijim mjestima, ali i ostvarujući izravnu vezu s Trstom i Rijekom. Time je bilo predviđeno otvaranje novih trgovačkih putova koji su bili puno kraći, kvalitetniji i sigurniji od postojećih cestovnih putova. Za Hrvatsku elaborat je predviđao izgradnju pruga u smjeru Zagreba, Siska, Karlovca i Rijeke.

### Podloga u profitabilnosti i dugoročnoj isplativosti

Ekonomска isplativost ulaganja u izgradnju željezničkih pruga potaknula je i angažman privatnoga kapitala, što je ondašnja monarhija prihvatala objeručke jer je bila riječ o jako skupim projektima. Tako su već 1855. ugarski i hrvatski velikaši, praćeni bankarskim kućama iz Beča, Londona i Pariza, osnovali dioničko društvo za izgradnju pruge između Soprona, Nagykanizse, Kotoribe, Čakovca i Poljčana te drugih pruga čija je ukupna dužina iznosila tisuću kilometara. Društvo su nadjenuli naziv Društvo orijentalnih željeznica cara Franje Josipa I. Tri godine poslije bankarska kuća Rothschild sa sjedištem u Parizu kupila je sve državne pruge u južnom dijelu Monarhije, a za

upravljanje njima i za daljnje širenje željezničke mreže osnovala je još jedno moćno dioničko društvo - Carsko i povlašteno društvo južnih željeznica. To društvo preuzealo je i Društvo orijentalnih željeznica, a tijekom svoje povijesti, u kojoj je od 1921. nosilo naziv Društvo Dunav-Sava-Jadransko more, Društvo južnih željeznica provelo je željezničku prometu politiku na velikome dijelu europskog područja, pa tako i na hrvatskome području. Profitabilnost ulaganja u izgradnju prugâ još je šire bila korištena pošto je 1884. bila ozakonjena mogućnost izgradnje gospodarskih pruga privatnim kapitalom pojedinaca, gradova i dioničarskih društava. U Hrvatskoj su gospodarske pruge bile građene uglavnom u Slavoniji i u Hrvatskome zagorju jer su ta područja bila najbogatija prirodnim resursima, a time i gospodarski najzanimljivija. Dioničarskim ulaganjima u Hrvatskoj je do 1918. bilo sagradeno oko tisuću kilometara prugâ, što je bila polovica ukupnih pružnih kapaciteta. Mnoge od tako sagrađenih pruga s vremenom su prerasle svoju lokalnu određenost, primjerice pruge Zaprešić - Varaždin - Čakovec s odvojkom Zabok - Krapina (1886), Osijek - Našice - Nova Kapela s odvojkom Pleternica - Požega (1894), Dugo Selo - Novska s odvojkom Banova Jaruga - Pakrac (1897), Virovitica - Bjelovar - Križevci (1900), Vinkovci - Županja (1901) i Osijek - Đakovo - Vrpolje (1905). Te pruge kasnije su bile podržavljene i integrirane u novouspostavljeni mrežni sustav.

### Temeljni postulat stručnost

Izgradnja prugâ zahtijevala je stručnu ekipiranost i specijalistička znanja. U vri-



**Slika 1: Probijanje tunela na riječkoj pruzi u blizini mjesta Gomirje**

jeme kada su se željezničke pruge počele graditi u Hrvatskoj takvih stručnjaka nije bilo. Zbog toga su projektanti željezničkih pruga, željezničkih kolodvora i drugih željezničkih infrastrukturnih objekata te voditelji izgradnje mahom bili inozemni stručnjaci koji su svoju stručnost već bili potvrđili prigodom projektiranja i izgradnje prvih europskih pruga. Tako je izgradnju željezničke pruge Zidani Most - Zagreb - Sisak - Galdovo (1860-1862) kao upravitelj vodio inženjer Karlo von Etzel, stručnjak s iskustvom u izgradnji teških brdskih pruga kroz Austriju i Švicarsku. Najveći broj infrastrukturnih objekata visokogradnje na toj pruzi sagradilo je gradevno poduzeće Guida Pongratza. Kao šefovi sekcija na izgradnji te pruge ostali su zabilježeni inženjeri Achilles Thommen i Fack, koji su kasnije vodili izgradnju pruge Zagreb - Karlovac. Thommen je odredio i pružnu trasu između Karlovca i Rijeke, a bio je i pročelnik Ravnateljstva za projektiranje i izgradnju karlovačko-riječke željeznice. Tehnički nadzornik pruge na prvoj pružnoj dionici u Hrvatskoj koja je prolazila kroz Medimurje bio je Austrijanac Johann Steiner, koji se nastanio u Donjem Kraljevcu, gdje mu se rodio i sin, kasnije svjetski priznati znanstvenik, dr. Rudolf Stainer. Izgradnju tzv. riječke pruge kao nadzorni inženjer pratio je Juraj Agustin, rodom Hrvat, školovan u inozemstvu i zaposlen u Ravnateljstvu Mađarskih državnih željeznica u Budimpešti. Projektant najvećih željezničkih kolodvora u Hrvatskoj, od Zagreb Glavnoga kolodvora preko željezničkih kolodvora u Rijeci, Karlovcu i Osijeku do strojarničkoga kompleksa u Zagrebu, kuća

za stanovanje u željezničkim kolonijama te skladišnih postrojenja u Rijeci bio je cijenjeni mađarski arhitekt Ferenc Pfaff, MÁV-ov zaposlenik. Mađarski poduzetnik Salamun Henrik Gutmann u Hrvatsku je stigao krajem 19. st. vođen poslom izrade željezničkih pragova. U Belišću je otvorio pilanu, a za dopremu trupaca iz šume do pilane sagradio je šumsku željeznicu, koja je s vremenom prerasla u vicinalnu, gospodarsku željeznicu nazvanu Slavonsko-podravska željezница ili Gutmanova željezница. Ta željezница je između 1889. i 1908. obuhvaćala 182 kilometra prugâ koje su povezivale mjesta oko Belišća, Osijeka i Donjeg Miholjca. Kao zanimljivost valja istaknuti to da su pruge te željeznice jedine u Hrvatskoj imale kolosijeke široke tisuću milimetara. Na tim prugama promet je tekao sve do 1945. kada su se pojedine dionice počele postupno zatvarati. Godine 1970. zatvorena je i čitava Slavonsko-podravska željezница, a preživjela je samo mreža tvorničkih kolosijeka u Belišću.

#### Na izvoru tehničkog napretka

Izgradnja željezničkih pruga nalagala je usvajanje i primjenu novih tehničkih rješenja koja su doprinosila boljoj radnoj učinkovitosti i bržoj izgradnji. Sačuvane bilješke svjedoče o tomu da je prigodom izgradnje željezničke pruge Zidani Most - Zagreb - Sisak gradevni poduzetnik, inženjer Guido Pongratz prvi upotrijebio gradevne strojeve. Kao posebnost zabilježena je i primjena u cijelosti novog postupka prigodom izgradnje dvaju željezničkih mostova na toj pruzi, i to mosta preko rijeke Save kod Zagreba i mosta preko rijeke

Krapine kod Zaprešića. Novina postupka bila je sadržana u montaži cjelokupne čelične mosne konstrukcije (koja je u slučaju Savskog mosta bila teška 320 tona) na pomicnoj skeli, s koje se potom naguravala na već ugrađene temeljne stupove. Pomicanje je bilo izvođeno na drvenim valjcima. Ta novost u mostogradnji, koja je u svibnju 1862. prvi put bila izvedena u Monarhiji, privukla je veliku pozornost javnosti. O tomu svjedoči to da je na montaži prvoga savskog mosta kod Zagreba bio i hrvatski ban Josip Šokčević, a za sve one koji su željeli vidjeti montažu krapinskoga mosta do Podsuseda za tu prigodu vozio je poseban izletnički vlak, i to prije nego je pruga bila otvorena za promet.

Prema pisanju stručnih glasila, najnovije tekovine tehničkog napretka bile su primijenjene i prigodom projektiranja i izgradnje drugoga željezničkog mosta na Savi kod Zagreba, koji je 1939. bio sagrađen trinaest metara nizvodno od prvoga mosta, a koji je u funkciji i danas. Most je dvokolosiječan, dug je 317 metara, ima ukupno četiri otvora, s time što se preko čitavoga riječnog korita nalazi samo jedan otvor širok 135 metara. Takvo rješenje bilo je nužno zbog toga što Sava na tome mjestu ima svojstva riječne bujice. Most je bio projektiran i graden prema ondašnjim najsuvremenijim tehnološkim rješenjima. Za izgradnju njegove nosive konstrukcije projektant i izvodač, »Prva jugoslavenska tvornica vagona, mostova i strojeva« d.d. iz Slavonskog Broda (današnji »Đuro Đaković«), rabio je čelik visoke čvrstoće, u izvedbi konstrukcije koristio se zakivanjem, a mosni luk raspona od 135,54 metra učinio je most preko rijeke Save kod Zagreba u ono vrijeme najvećim željezničkim mostom u Europi.

Na ovome mjestu valja spomenuti još jedno jedinstveno tehničko rješenje koje je u Europi prvi put bilo ostvareno s početkom korištenja željezničke pruge Sombor - Erdut - Dalj - Osijek 1871. godine. Na toj pruzi, između Erduta i Bogojeva preko Dunava željeznički most nije bio sagrađen sve do 1913. godine, pa su se pune 42 godine željezničke kompozicije preko rijeke prevozile dvjema željeznim skelama s ugrađenim tračnicama. Skelom su se prebacivali samo vagoni koje je na skelu gurala lokomotiva. Skela je bila vučena dvama čeličnim užetima pričvršćenima na obje riječne strane. Na skelu je odjednom



Slika 2: Prijevoz željezničkih vagona preko Dunava između Erduta i Bogojeva

stalo šest vagona, i to dva putnička i četiri teretna.

### Inovativna rješenja željezničke industrije

Nova tehnološka rješenja bila su korištena i prigodom izgradnje i kasnijeg održavanja tzv. riječke pruge. Ostalo je zabilježeno da je 1871. za probijanje stijena budućih tunela na toj pruzi prvi put bio upotrijebljen dinamit, kojega je četiri godine prije izumio Alfred Nobel. Do tada su se stijene za potrebe izgradnje željezničkog tunela probijale samo uz pomoć crnoga baruta. Kasnije su se tijekom korištenja tzv. riječke pruge javili veliki, neočekivani problemi s klizanjem tla, posebice na dijelu između Moravica i Delnicu, i to zbog tla koje je bilo geološki nepovoljno za čvrste građevine. Zbog toga su klizišta, posebice u usjeku i na nasipu iza kolodvora Skrad i kod stajališta Sušica (današnja Zalesina), stvarala velike teškoće u prometu i nepredviđene troškove u sanaciji klizišta. MÁV je za sanaciju klizišta angažirao mjerodavne stručnjake iz geoloških zavoda u Budimpešti i Zagrebu, koji su kao trajno rješenje predlagali izgradnju nove pružne dionice koja bi zaobišla sporno područje. Na kraju primijenjeno je za ono vrijeme novo rješenje mađarskog inženjera Kostiala. Riječ je o isušivanju terena izvedbom nadzemnih i podzemnih drenaža te dubokih prokapnica i odvojnih jarka, što se pokazalo uspješnim u sanaciji klizišta željezničke pruge uz Balaton u Mađarskoj.

Optimalno korištenje zahtjevne tzv. riječke pruge i povećanje njezine prijevozne i propusne moći nalagalo je da se u promet uključe sve jače i tehnički najdorađenije parne lokomotive. U skladu s time krajem 19. st. teretne vlakove na tzv. riječkoj pruzi vukle su lokomotive serije MÁV 420, koje su 1895. mađarski konstruktori sagradili za teške brdske pruge kakva je bila i pruga kroz Gorski kotar. Lokomotive su imale četiri spojene osovine, što se uskoro pokazalo kao otegnotna okolnost jer su lokomotive u zavojima često deformirale tračnice. Zbog toga su nakon 1905. na tzv. riječku prugu bile uvedene novokonstruirane brze lokomotive za brdske pruge oznake MÁV 401 (JŽ 27). To su bile prve zglobovine lokomotive s dvojnim mehanizmom »Mallet« i s dvjema pogonskim osovinama u svakome mehanizmu, što je omogućilo bolju prilagodbu oštrim zavojima na pruzi od Karlovca do Rijeke. U razdoblju

između Prvog i Drugog svjetskog rata promet na tzv. riječkoj pruzi teko je uz pomoć novih serija parnih lokomotiva mađarske proizvodnje s dvojnim mehanizmom »Mallet«. Riječ je o lokomotivama serije MÁV 651/JŽ 31 i MÁV 601/JŽ 32. Lokomotive serije JŽ 32 bile su najjače lokomotive u Europi. Imale su snagu od 1228 kW, adhezijsku vučnu silu od 18.850 kilograma, masu u službi od 109,9 tona, a ostvarivale su najveću voznu brzinu od 60 kilometara na sat.

Tehnološki razvoj vezan uz željeznicu nije zaobišao ni prateću industriju u Hrvatskoj. Kao primjere možemo navesti razvoj tzv. »Božičeve kočnice«, sustava za kočenje, kojeg je od 1923. razvijala Željeznička radionica u Zagrebu (današnji TŽV »Gredelj«). Taj sustav bio je međunarodno certificiran i dugi niz godina koristio se prigodom izgradnje željezničkih vozila. Također valja istaknuti tehnološki iskorak koji je ta tvrtka ostvarila šezdesetih godina 20. st. izgradnjom željezničkih vozila uz upotrebu aluminija. U to vrijeme upotreba aluminija u toj djelatnosti bila je potpuna novina koja je izazvala veliku pozornost europske i svjetske industrije. Potpunim oslanjanjem na domaću industriju prvo

Ukupno su bila sagrađena tri aluminjska vlaka te serije te jedan dizel-električni salonski motorni vagon.

Uz stalna praćenja tehničko-tehnoloških razvojnih stremljenja i svjetskih trendova željeznicu u Hrvatskoj je od svojih početaka izravno utjecala na razvoj turističke djelatnosti. Treba spomenuti samo izgradnju prve opatijskog hotela »Quarnero« kojeg je 1884. sagradilo Društvo južnih željeznic, potakнуvši razvoj lječilišnog, ali i elitnog turizma u Opatiji. Osim što je ulagala u hotelske kapacitete, željezница je i prijevozničke usluge podredila zadovoljenju potreba turističke djelatnosti. Pritom valja spomenuti i činjenicu da je 1908. upravo iz željezničkog kolodvora Opatija Matulji bio pokrenut prvi električni tramvaj na području Monarhije. Taj tramvaj bio je izravna veza s Opatijom i Lovranom. Željezница je potaknula i razvoj elitnog turizma na brijunske otočje sagradivši 1876. prugu Divača - Pula koja je ostvarivala vezu s magistralnom prugom Beč - Ljubljana - Trst. Time su Brijuni postali prometno povezani, a austrijski industrijalac Paul Kupelweiser, koji ih je 1893. i kupio, postupno ih je pretvarao u kultivirane parkovne površine i kvalitetno odmorišno odredište.



Slika 3: Gredeljev aluminijski vlak iz šezdesetih godina prošlog stoljeća

su bile sagrađene tri garniture trodijelnih dizel-električnih aluminijskih vlakova za uskotračnu prugu Zagreb - Samobor (tzv. srebrne strijele) te jedan dizel-motorni vagon. Godine 1963. bio je sagrađen i prototip četverodijelnog aluminijskog dizel-električnog vlaka serije JŽ 611/616 za normalnu širinu kolosijeka (1435 mm).

Navedeni segmenti željezničke povijesti govore o sustavu koji je pokrivaо široko djelatno područje, i to uvijek u interesu općeg napretka i probitka.

Tekst: Helena Bunjevac

Fotografije: Zbirka fotografija Hrvatskoga željezničkog muzeja

# FIRMA SA 70 GODIŠNJIM ISKUSTVOM U GRADNJI ŽELJEZNIČKIH PRUGA

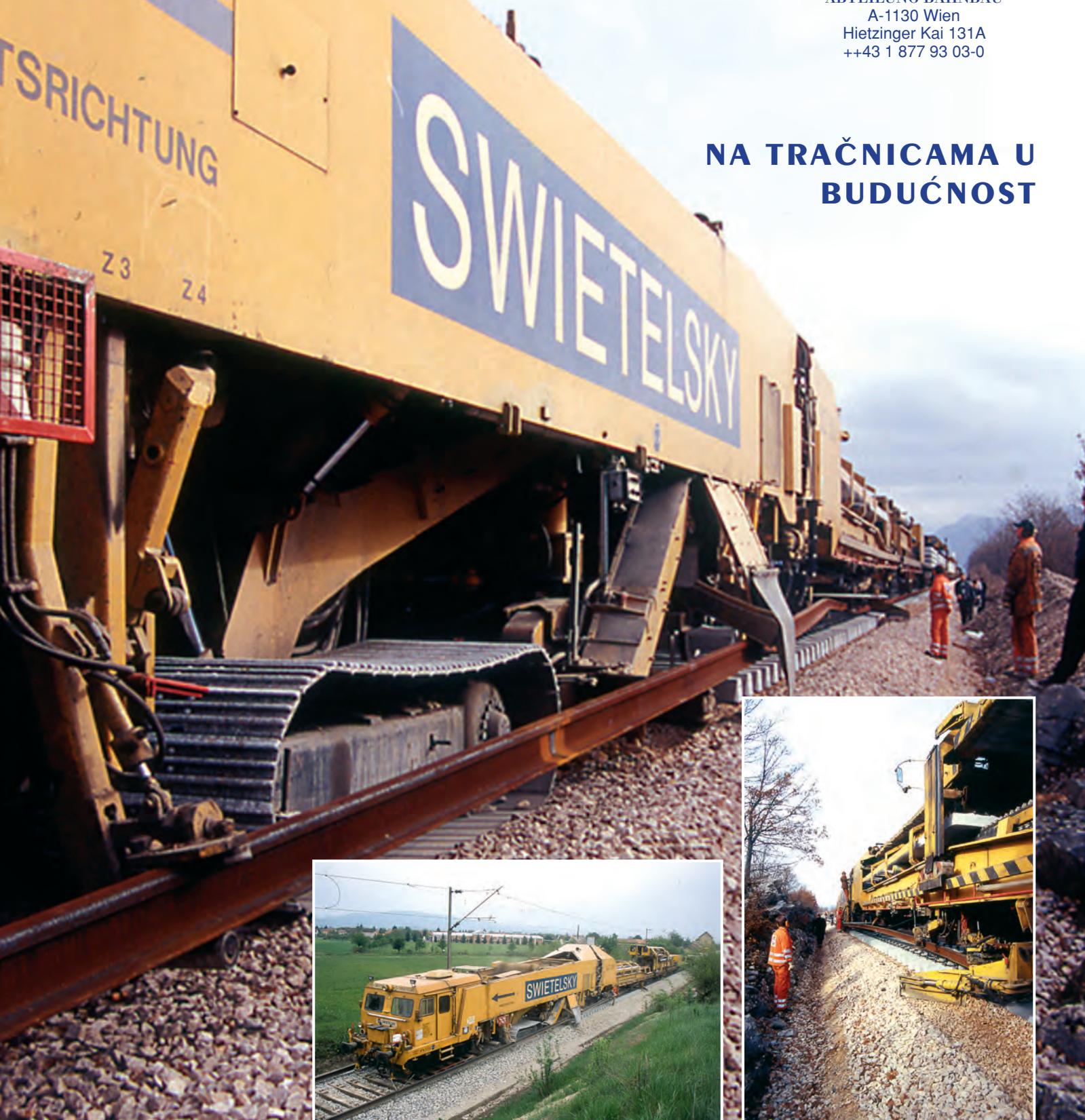
## MODERNA TEHNOLOGIJA SANACIJE ŽELJEZNIČKIH PRUGA

Postrojenje AHM-800 R za sanaciju željezničkih pruga: rešetanje tučenca, iskop planuma, recikliranje i ponovna ugradba tučenca, ugradba tamponskog sloja debljine 40 cm i širine 6 m, zbijanje, ugrada geo tkanina (400 g), učinak: 40-50 m/sat (dnevno 500 m)



Baugessellschaft m. b. H.  
ABTEILUNG BAHNBAU  
A-1130 Wien  
Hietzinger Kai 131A  
++43 1 877 93 03-0

NA TRAĆNICAMA U  
BUDUĆNOST



# INVENTIVNOST GRADENJE HARMONIJA



INSTITUT GRAĐEVINARSTVA HRVATSKE,  
dioničko društvo za istraživanje  
i razvoj u građevinarstvu

Janka Rakuše 1,  
10000 Zagreb, Hrvatska  
tel: +385 (0) 1 6125-125  
faks: +385 (0) 1 6125-401  
[www.igh.hr](http://www.igh.hr)

POSLOVNI CENTAR OSJEK  
Drinska 18, 31000 Osijek, Hrvatska  
tel: +385 (0) 31 253-101  
faks: +385 (0) 31 253-104

POSLOVNI CENTAR RJEKA  
Vukovarska 10a, 51000 Rijeka, Hrvatska  
tel: +385 (0) 51 206-100  
faks: +385 (0) 51 206-106

POSLOVNI CENTAR SPLIT  
Matiće Hrvatske 15, 21000 Split, Hrvatska  
tel: +385 (0) 21 558-666  
faks: +385 (0) 21 465-335



Aktivnosti čelnosti HDŽI

## PROMJENE STATUTA HDŽI-a

S obzirom na ustrojbine promjene u organizaciji Hrvatskoga društva željezničkih inženjera u pripremi je izmjena Statuta Društva, za što je osnovana radna skupina. Svim povjereništvima dana je mogućnost da kroz rad sa svojim članovima formuliraju svoje prijedloge promjena Statuta te da ih dostave radnoj skupini. Svi zaprimljeni materijali obrađeni su pozorno te je u pripremi konačni prijedlog novoga Statuta. Donošenje Statuta predviđeno je na Saboru HDŽI-a, koji se planira održati do kraja listopada 2010. godine.

Zbog odlaska **Zlatka Bećarevića**, povjerenika HDŽI-a Osijek, u mirovinu, Predsjedništvo HDŽI-a prihvatio je odluku sa sastanka područnog povjerenstva HDŽI-a Osijek da će privremenu dužnost povjerenika preuzeti **Josip Ljulj**. U tijeku su intenzivne pripreme za sastanak Predsjedništva UEEIV-a koji će biti održan 22. rujna 2010. u Berlinu, kamo će i HDŽI uputiti svoje predstavnike. Na sjednici će se raspravljati o dosadašnjim aktivnostima UEEIV-a te o aktivnostima u društвima članicama UEEIV-a, o nastavku certificiranja za europskog željezničkog inženjera te o planovima i strategiji za 2011. godinu.

Prema pripremnim aktivnostima, jesen u HDŽI-u trebala bi biti vrlo radna. Naime, u sklopu proslave 150. obljetnice prve pruge u Hrvatskoj, HDŽI je od HŽ Holdinga dobio zadaću organizirati okrugli stol s nekoliko stručnih predavanja. Svrha predavanja bit će prikazati utjecaj željeznice na gospodarstvo i na društvo u prošlosti, stanje željeznice danas te planove koje željezničnica treba doseći u budućnosti. Planirano je i dogovoreno to da na okruglome stolu sudjeluju **Zoran Popovac**, predsjednik Uprave HŽ Holdinga, i **Johannes Ludewig**, izvršni

direktor CER-a. Okrugli stol bit će održan 28. rujna 2010. u Zagrebu, u prostorijama Hrvatske gospodarske komore, a očekuju se zanimljiva izlaganja.

Tijekom rujna Predsjedništvo HDŽI-a i povjereništva iz Ogulina i Rijeke organiziraju okrugli stol na temu »Mogućnosti i perspektive putničkoga željezničkog prijevoza u Gorskom kotaru«. Okrugli stol bit će održan u Skradu, a sudionici će biti članovi HDŽI-a i predstavnici gradova i općina Gorskoga kotara koji su vezani uz željeznički promet.

Marija Horvat

## SJEDNICA PREDSJEDNIŠTVA UEEIV-a

Ovogodišnja redovita sjednica Predsjedništva Europskog saveza društava željezničkih inženjera (UEEIV) bit će održana 22. rujna 2010. u zgradbi novoga berlinskoga kolodvora na Europaplazu 1, i to u vrijeme održavanja sajma »Innotrans«. Sjednicom će predsjediti prof. dr. **Klaus Riessberger**, predsjednika UEEIV-a. Predsjedništvo će razmatrati izvještaje o aktivnostima i financijama u protekloj godini, završni račun za 2009. godinu, plan glavnih aktivnosti za 2011. godinu, aktivnosti na stvaranju i usvajanju nove UEEIV-ove strategije te certifikaciju europskih željezničkih inženjera. Posebna točka dnevnoga reda

bit će posvećena izvještajima članova Predsjedništva o aktivnostima njihovih društava u državnim okvirima.

U radu sjednice Predsjedništva sudjelovat će i članovi Predsjedništva HDŽI-a, koji će tako imati prigodu za kratak obilazak sajma željezničke tehnologije »Innotrans«.

Izvještaj sa sjednice Predsjedništva UEEIV-a objavit ćemo u broju 4/2010. stručnoga časopisa »Željeznice 21«.

(mo)

Stručni skup u povodu 150 godina prve pruge u Hrvatskoj

## ŽELJEZNICA - NAJPOVOLJNIJI OBLIK KOPNENOG PRIJEVOZA



U sklopu obilježavanja 150. obljetnice prve pruge u Hrvatskoj, HŽ Holding i Hrvatsko društvo željezničkih inženjera (HDŽI) zajednički pripremaju stručni skup, koji će biti održan 28. rujna 2010. u velikoj dvorani Hrvatske gospodarske komore na Roosveltovu trgu u Zagrebu.



Željeznički most na Savi u Zagrebu, sagrađen 1939. godine

Na stručnome skupu bit će održana prezentacija povijesnog razvoja, današnjeg stanja te mogućnosti daljnog razvoja željeznice kao najpovoljnijega kopnenog prijevoznika.

U programu skupa predviđena su tri izlaganja. Dr. sc. **Mira Kolar Dimitrijević** dat će kratak povjesni pregled razvoja željeznice u Hrvatskoj kroz rad »Utjecaj željeznice na razvitak gospodarstva«. U radu pod naslovom »Hrvatske željeznice danas« pregled današnjeg stanja i dostignuća Hrvatskih željeznica dat će dipl. oec. **Zoran Popovac**, predsjednik Uprave HŽ Holdinga, a u radu »Perspektive razvijanja Hrvatskih željeznica u sklopu europskog željezničkog sustava« o viziji europskoga željezničkog sustava te o budućem razvoju Hrvatskih željeznica govorit će dr. sc. **Johannes Ludewig**, izvršni direktor CER-a.

Izlaganja će pratiti prezentacija slikâ iz povijesti Hrvatskih željeznica u slajdovima koju je pripremila prof. **Helena Bunjevac**, ravnateljica Hrvatskoga željezničkog muzeja.

Očekuje se da će na stručnom skupu biti više od stotinu uzvanika, među kojima će biti i mnogobrojni dužnosnici iz hrvatske politike i gospodarstva te iz hrvatskoga i europskoga željezničkog sustava. Također se očekuje da će pokrovitelj skupa biti **Božidar Kalmeta**, ministar mora prometa i infrastrukture.

Opširan izvještaj s toga važnog skupa dat ćemo u sljedećemu broju »Željeznica 21«, a u međuvremenu se sve informacije mogu pronaći na HDŽI-ovu portalu.

(mo)

Najave stručnih skupova

## INNOTRANS 2010



**Međunarodni specijalizirani sajam prometne tehnike, inovativnih komponenata, vozila i sustava »InnoTrans 2010«** bit će održan od 21. do 24. rujna 2010. u Berlinu. Sajam se održava svake dvije godine, a 2008. sajam je posjetilo više od 85.000 stručnjaka iz više od stotinu zemalja koji su na površini od 123.000 četvornih metara razgledali izloške 1914 izlagača iz 41 države, među kojima je bilo i nekoliko izlagača iz Hrvatske.

**Ove godine prijavljeno je više od 2200 izlagača iz 44 države.**

Glavna tema ovogodišnjeg »Innotransa« jest željeznička tehnologija, koja obuhvaća područja željezničke infrastrukture, interijera, javnog pri-

i Udruge njemačke željezničke industrije (VDB). Njemačka željezница (DB) organizira Europski i azijski željeznički samit (EARS) na kojem su ministri prometa i glavnim direktorima prometnih poduzeća iz srednjoistočne Europe



»Innotrans 2008«: Broj posjetitelja stalno raste

jevoza i izgradnje tunela. Moći će se vidjeti gotovo sva svjetska dostignuća u željezničkoj tehnologiji. To je ujedno mjesto susreta željezničkih stručnjaka iz čitavog svijeta.

Na proteklim sajmovima »Innotransa« sudjelovalo je i nekoliko hrvatskih željezničkih poduzeća, neki samostalno, a neki na zajedničkome standu pod okriljem Hrvatske gospodarske komore. Unatoč krizi njihovo sudjelovanje očekuje se i ove godine.

Posebice valja istaknuti to da će na ovogodišnjem sajmu biti izložen prototip novoga električnog motornog vlaka za regionalni prijevoz kojega »Končar« zajedno s »Gredeljem« i proizvođačima opreme iz Hrvatske i inozemstva gradi za HŽ Putnički prijevoz.

U sklopu sajma bit će održana konvencija »Innotransa«, na kojoj će se težište stavljeno na dijalog forum. Konvencija će biti održana pod vodstvom Njemačkoga prometnog foruma, Udruge njemačkih prometnih poduzeća (VDV), Udruge europske željezničke industrije (UNIFE)

i Azije ponuditi priliku za dijalog o suvremenoj željezničkoj tehnologiji i suradnji.

(mo)

## DANI PROMETNICA 2010. ZAGREB, SPLIT

Dana 22. i 23. studenoga 2010. u Zagrebu će biti održan stručni skup »Dani prometnica 2010«, koji se nadovezuje na prethodne vrlo uspješne i izvrsno prihvaćene seminare. Organizator je Zavod za prometnice Građevinskog fakulteta u Zagrebu, a voditelj seminara je prof. dr. sc. **Stjepan Lakušić**. Da bi odgovorili velikome zanimanju polaznika iz različitih dijelova Hrvatske, stručni skup »Dani prometnica 2010« bit će održan i u Splitu, i to 17. i 18. rujna 2010. godine.

Glavna tema seminara bit će primjena suvremenih tehnologija i materijala u izgradnji prometnica. Treba izdvojiti

radove iz područjâ primjene recikliranih materijala u izgradnji prometnica, analize i proračuna mostova i drugih infrastrukturnih objekata, zaštite od buke i vibracija u prometu, geotehničke kontrole zbijenosti tla, suvremene tunelogradnje u urbanim sredinama i drugih područja. Od tema koje su strogo vezane uz željeznicu treba spomenuti stabilizaciju podloge željezničkih pruga mlaznim injektiranjem, geotehnička istraživanja na prugama primjenom georadara, primjenu asfalta na željeznicu, električna tračnička vozila bez kontaktog vodiča i betonske pragove s elastičnim podloškama. Predavači su priznati stručnjaci iz raznih strukovnih područja koja se bave prometnom infrastrukturom.

Veliko zanimanje za taj skup potvrđuje i to što će biti organiziran u dva termina na različitim lokacijama da bi se udovoljilo svima koji žele sudjelovati u njegovu radu. Ovogodišnja glavna tema posebno je zanimljiva i važna s obzirom na velike infrastrukturne projekte koji nas očekuju u budućnosti, posebice na području željezničke infrastrukture.

Detaljne informacije o stručnome skupu »Dani prometnica 2010« u Zagrebu i Splitu dostupne su na internetskoj stranici [www.grad.hr/dp/](http://www.grad.hr/dp/) te na adresi elektroničke pošte [stucno.usavrsavanje@grad.hr](mailto:stucno.usavrsavanje@grad.hr).

(DL)

U sklopu jubilarne »KOREME« bit će prikazani dometi i stremljenja na području automatizacije u željezničkom, zračnom, riječnom, poštanskom, pomorskom i cestovnom prometu, s težištem na utjecaju koji sredstva automatizacije imaju na očuvanje čovjekova okoliša. Ovisno o odazivu autora, stručni radovi bit će prezentirani u sekcijama navedenih prometnih grana. S posebnim zanimanjem očekuju se stručni okrugli stolovi koji će se baviti aktualnom prometnom problematikom. Na svim dosadašnjim skupovima sudjelovali su, bilo kao moderatori ili sudionici, priznati željeznički stručnjaci. Bit će organizirani i stručni obilasci prometnih centara i proizvodnih pogona.

Budući da je riječ o istinski vrijednoj objetnici toga respektabilnog skupa, to će marljivi organizatori sudionicima ponuditi atraktivni stručni izlet. Riječ je o putu u Tursku i Istanbul, njezin glavni grad. Moderna Turska želi postati članicom EU-a i njezine aktivnosti na modernizaciji svih, pa tako i prometnih kapaciteta, usmjerenе su u tome smjeru. Ovom prigodom čitateљi podsjećamo na dugogodišnju suradnju Turskih željeznica s tvrtkom »Končar«, posebice na području popravaka i revizije električnih lokomotiva. U skladu s time u Turskoj je i danas aktivno stalno predstavljanje tvrtke »Končar«.

Održavanju skupa »KOREMA 2010 - Automatizacija u prometu« pomogle su mnoge državne ustanove i mjerodavna ministarstva te poduzetnici koji će se svojim programima predstaviti na skupu. Detaljnije informacije o ovogodišnjoj »KOREMI« dostupni su na internetskoj stranici [www.korema.hr/promet2010](http://www.korema.hr/promet2010) te na adresi elektroničke pošte.

(bk)

## »KOREMA 2010 - AUTOMATIZACIJA U PROMETU« ZAGREB, ISTANBUL

Jubilarni 30. međunarodni stručni skup »KOREMA 2010 - Automatizacija u prometu«, bit će održan u Zagrebu od 9. do 14. studenoga ove godine. Skup se obično održava u najmanje dvije države. To su poštivali i organizatori ovogodišnje »KOREME«, koje predvodi dipl. ing. el. Željko Šakić.

## MEĐUNARODNI KONGRES »SIGNAL+DRAHT« FULDA (NJEMAČKA)

Istaknuti stručnjaci iz područja signalne i sigurnosne tehnike okupit će se 4. i

5. studenoga 2010. u Fuldi u Njemačkoj na dvodnevnom kongresu koji će se baviti signalno-sigurnosnom tehnikom i pratećom industrijom. Očekuje se više od 350 sudionika. Organizatori, odnosno »DVV Media Group« i »Eurailpress«, kao izdavač časopisa »Signal+Draht« s tradicijom starijom od stotinu godina, pripremili su dvodnevni raspored stručnih predavanja. Posebnost toga kongresa jesu uvijek zanimljivi razgovori (intervjui) koje **Karl-Heinz Suwe**, glavni urednik časopisa, vodi s odabranim sugovornicima. Ove godine glavni gosti bit će **August Zierl**, prvi čovjek signalno-sigurnosne službe infrastrukture Austrijskih saveznih željeznica, i **Volker Kregelin** iz tvrtke »Bombardier«.

Na kraju kongresa, u petak 5. studenoga, bit će održana zaključna plenarna rasprava. Za tu prigodu glavni urednik okupio je međunarodno priznate stručnjake kao što su **Helmut Steindl** (»Signal+Draht«), **Marc Antoni** (Francuske državne željeznice), **Jochen Trinckauf**, profesor s Tehničkoga fakulteta u Drezdenu, i **Klaus Bremer** iz »Siemensa«. Bit će doneseni i zaključci koji se ubičajeno šalju na mnoge mjerodavne adrese. Svi navedeni, priznati stručnjaci jesu dugogodišnji članovi međunarodnoga stručnog uredništva časopisa »Signal+Draht«, u kojem je već nekoliko godina jedan stalni predstavnik Hrvatskih željeznica.

Jedna od tema ovogodišnjega kongresa bit će analiza proteklih deset susreta, s pregledom promjena i pomaka koji su se dogodili u međuvremenu. Težište će biti na IT-tehnologiji, na pohrani i sigurnosti podataka koji se šalju prigodom vođenja i upravljanja sigurnosnim uređajima, na električkim postavnicanama, na zaštitu podataka i softvera, na automatizaciji i upravljanju sigurnosnim procesima te na inovacijama u opskrbni energijom signalno-sigurnosnih i telekomunikacijskih uređaja.

Sve informacije o međunarodnom kongresu »Signal+Draht« u Fuldi u Njemačkoj mogu se naći na internetskoj stranici [www.eurailpress.de](http://www.eurailpress.de).

(bk)

# ŠESTI OPĆI SABOR HDGK-a I DANI BETONA 2010. ZAGREB

Šesti opći sabor Hrvatskog društva građevinskih konstruktora i stručni skup »Dani betona 2010« bit će održani 24. i 25. rujna 2010. u Zagrebu. Glavna tema ovogodišnjega središnjeg skupa o betonskim konstrukcijama jest trajnost konstrukcija i primjena Tehničkog pravilnika za betonske konstrukcije. Od novog Pravilnika TPBK očekuje se da omogući suvremeniji i prilagodljivi pristup projektiranju, izvođenju i održavanju betonskih konstrukcija, podizanje razine sigurnosti i trajnosti konstrukcija te usklajivanje s tehničkim zakonodavstvom Europske unije. Donošenje Pravilnika trajalo je gotovo tri godine i uključivalo je suradnju velikog broja stručnjaka iz različitih tehničkih i regulatornih područja.

Šesti opći sabor HDGK-a bit će održan u sklopu »Dana betona 2010«. Na saboru će biti prikazani važniji domeni hrvatskih graditelja u teorijskom i praktičnom području tijekom proteklih pet godina. To će biti prigoda za raspravu o brojnim stručnim temama te za analizu planova za budućnost. Predavači su uvaženi stručnjaci iz područja građevnih konstrukcija i drugih pratećih područja.

U sklopu stručnoga skupa bit će promovirana knjiga »Trajnost konstrukcija 1« o projektiranju trajnosti, o utjecaju projektiranja, o izvođenju i održavanju na trajnost, o graničnim stanjima i trajnosti, o ostvarenju trajnih konstrukcija, o neuspjesima, nesrećama i katastrofama, o upravljanju rizicima, o estetskim, ekološkim i etičkim aspektima trajnosti te o održivoj gradnji.

Detaljne informacije o šestom općem saboru Hrvatskoga društva građevinskih konstruktora i o stručnome skupu »Dani betona 2010« u Zagrebu dostupne su na internetskoj stranici [www.grad.hr/hdgk/](http://www.grad.hr/hdgk/) te na adresi elektroničke pošte [secon@grad.hr](mailto:secon@grad.hr).

(DL)

Zbornik radova s konferencije  
»CETRA 2010«

## »CESTOVNA I ŽELJEZNIČKA INFRASTRUKTURA«

Kao vrijedan pisani dokument s prve Međunarodne konferencije o cestovnoj i tračničkoj industriji »Cetra 2010«, koja je 17. i 18. svibnja 2010. bila održana u Opatiji, tiskan je zbornik radova pod nazivom »Cestovna i željeznička infrastruktura« (»Road and Rail Infrastructure«). Zbornik obuhvaća 142 rada. Osam radova napisali su stručnjaci koji rade u sustavu HŽ Hrvatskih željeznica holding d.o.o.

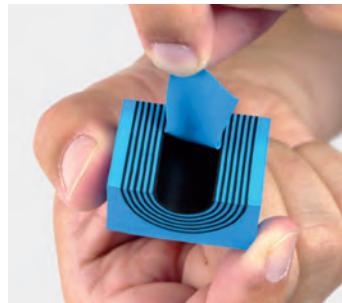
Tiskanje zbornika omogućio je Zavod za prometnice pri Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, koji je ujedno bio organizator međunarodne konferencije »Cetra 2010«, koja se pokazala kao jako vrijedan stručni skup. Zbornik je u cijelosti tiskan na engleskome jeziku, obuhvaća 1068 stranica, a uredio ga je prof. dr. sc. Stjepan Lakušić. Radovi za zbornik stigli su iz 29 zemalja svijeta, s 22 inozemna sveučilišta, s četiri hrvatska sveučilišta i iz hrvatskih tvrtki koje su znanstveno-teorijski i izvedbeno vezane uz područje cestovne i željezničke infrastrukture. U izradu radova bilo je uključeno 358 autora i koautora. Sve radove recenzirao je međunarodni sveučilišni znanstveni odbor sastavljen od 17 profesora s devet sveučilišta, i to s Tehničkog univerziteta iz Košice u Slovačkoj, s Tehničkog univerziteta u Brnu u Češkoj Republici, s Češkog tehničkog sveučilišta u Pragu u Češkoj Republici i sa Sveučilišta u Zagrebu u Hrvatskoj. Od ukupno 168 pristiglih radova, za objavu su bila prihvaćena 142 rada.

Među objavljenim radovima su i radovi stručnjaka s HŽ Hrvatskih željeznica holding d.o.o., koji su ih potpisali kao autori ili kao koautori. Zlatko Dokaza iz HŽ Infrastrukture d.o.o. napisao je rad

»Primjena novih tehničkih rješenja na projektu izmjena sustava električne vuće na prugama Moravice - Rijeka - Šapjane, Škrljevo - Bakar i Sušak Pećine - Rijeka Brajdica«. Marko Hoić iz HŽ Infrastrukture autor je rada »Program rješavanja problema ŽCPR-ova u Republici Hrvatskoj« (»Program of Solving Level Crossings in the Republic of Croatia«), a Tihomir Lažeta iz HŽ Infrastrukture s kolegama iz Instituta IGH koautor je rada objavljenog pod naslovom »Projekt izgradnje visoko učinkovite pruge DG - Botovo - Zagreb - Rijeka« (»High Performance Railway Construction Project/State Border - Botovo - Zagreb - Rijeka«). Slavko Živković koautor je rada »Utjecaj ravnika na propusnu moć gornjeg ustroja« (»Influence of Planum Bearing Capacity on Track Structure«), Vlasta Smirčić iz HŽ Infrastrukture koautorica je rada »Nepouzdanost ulaznih parametara pri projektiranju željezničkih bukobrana« (»Unreliability of Input Parameters During the Railway Noise barriers Design«), a Sanjin Novosel koautor je rada »Zaštita od buke i vibracije na HŽ-ovoj mreži« (»Noise and Vibrations Protection on Croatian Railways Network«). Kao koautori rada »Pregled željezničkog mosta preko rijeke Slobotina kod Okučana« (»Inspection of Railway Bridge Over the River Slobotina Next to Okučani«) potpisani su Vladimir Frančić i Branko Margetić iz Pružnih građevina d.o.o. U zborniku je objavljen i rad Helene Bunijevac iz Hrvatskoga željezničkog muzeja pod naslovom »150 godina željeznice u Hrvatskoj - Overview of Construction and Development of Railway System«. Tim radom iskazana je važnost visoke obljetnice željezničkog sustava u Hrvatskoj, a prikazana je povijest izgradnje željezničke infrastrukture i željezničkih vozila. Pozornost na tu važnu obljetnicu skrenuo je i plakat koji je bio izložen tijekom održavanja međunarodne konferencije, a koji je uz pomoć povjesno obilježenoga slikovnog materijala pružio uvid u najvažnije prizore iz željezničke povijesti. Plakat je izrađen u suradnji Hrvatskoga željezničkog muzeja i Građevinskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Helena Bunijevac

# Flexible sealing solutions



The Roxtec sealing system for cables and pipes ensures safety and operational reliability in all kinds of trains and rail vehicles.

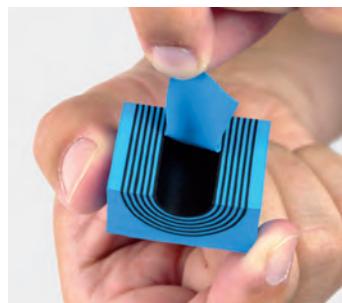
The seals are easily adaptable to cables and pipes of different sizes and protect from risks caused by fire, smoke, water, rodents, strain and shock-waves. They even provide built-in spare capacity for future needs and regulations.

Read more at [www.roxtoc.com](http://www.roxtoc.com)



Roxtec d.o.o.  
Heinzelova 13  
100000 Zagreb, CROATIA  
PHONE +385 1 2444 172, FAX +385 1 2444 173  
EMAIL niv@roxtoc.hr, www.roxtoc.hr

# Safety seals for cabinets



Roxtec cable and pipe seals protect people and equipment all along the track – providing an efficient barrier against fire, gas, water, shock-waves, rodents, snakes and insects. The seals simplify installation of pre-terminated cables of different sizes and make it easy to maintain and upgrade signaling systems and control equipment in cabinets and shelters.

Read more at [www.roxtoc.com](http://www.roxtoc.com)



Roxtec d.o.o.  
Heinzelova 13  
100000 Zagreb, CROATIA  
PHONE +385 1 2444 172, FAX +385 1 2444 173  
EMAIL niv@roxtoc.hr, www.roxtoc.hr

Za potpunu slobodu  
komunikacije,  
i informacije udaljene  
svega jedan klik...

Računala Končar



Fallerovo šetalište 22, P.P. 202  
10002 ZAGREB, Hrvatska  
Tel. 01 3655 547; Fax. 01 3655 550  
E-mail: pc.prodaja@koncar-inem.hr

[www.racunala.koncar.hr](http://www.racunala.koncar.hr)



Christiane von Kalben,  
Key Account Manager, Voith Turbo Scharfenberg

## Moving the trains of the world. That's what moves us.

Voith Turbo is a specialist for drive and cooling systems, control technology and Scharfenberg couplers. There is hardly a freight or passenger train that does not operate with our products, components and systems – up to complete locomotives or vehicle front ends. Be it higher speeds,

more comfort, reduced fuel consumption or fewer emissions: with our wealth of experience we solve any task, however complex and challenging it may be, and offer you outstanding service – on the rails of the world.

[www.voithturbo.com/rail](http://www.voithturbo.com/rail)

Voith Turbo

**VOITH**  
*Engineered reliability.*



# PROIZVODNJA ELEKTROOPREME ZA ŽELJEZNICE

TVORNICA ELEKTRO OPREME

ELEKTRORAZVODNI ORMARI ZA PUTNIČKE VAGONE I VLAKOVE

INFORMACIJSKI DISPLAY-i ZA PRIKAZ ODREDIŠTA I SMJERA PUTOVANJA



PROJEKTIRANJE  
MONTAŽA  
SERVIS

BELIŠĆE d.d. TVORNICA ELEKTRO OPREME  
31551 BELIŠĆE, Hrvatska, Trg A. Starčevića 1

Tel: 031 516 788 Fax: 031 516 295

E-mail: [teo@belisce.hr](mailto:teo@belisce.hr) [www.belisce.hr/teo](http://www.belisce.hr/teo)



ISO 9001



ISO 14001