

ŽELJEZNICE 21

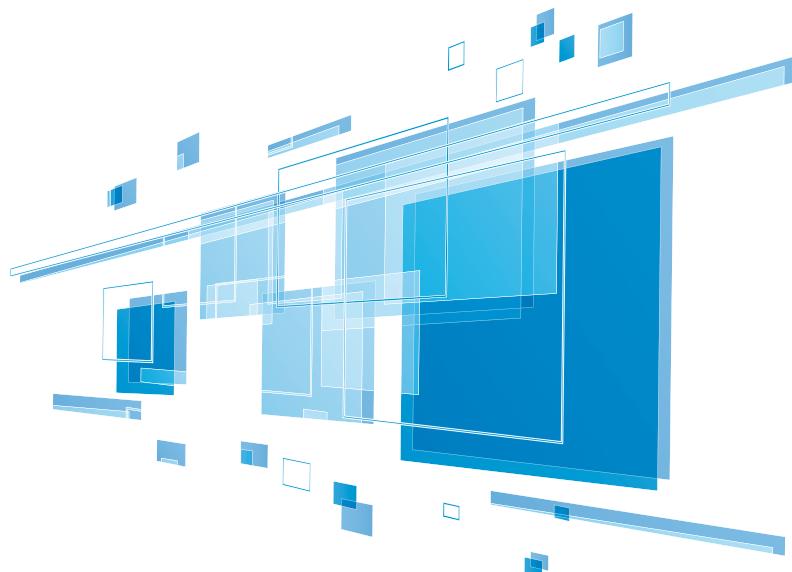
Stručni časopis Hrvatskog društva željezničkih inženjera

1/2014

6.

MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE O ŽELJEZNICI

Zagreb, 28.-29. svibnja 2014.



Tema: ULAGANJA U ŽELJEZNICU KAO PODRŠKA
RAZVITKU GOSPODARSTVA

KONČAR



GEOBRUGG

SIEMENS

ELEKTROKEM

Plasser & Theurer

Belišće d.d.
TVORNICA ELEKTR. OPREME

ERICSSON

Ericsson Nikola Tesla

GIT

KING ICT

ISSN 1333-7971, UDK 625.1; 629.4; 656.2
GODINA 13, BROJ 1, ZAGREB, OŽUJAK 2014.



Pružne građevine d.o.o.

Građevinska tvrtka za izgradnju i održavanje željezničke infrastrukture

Osnivač: HŽ- INFRASTRUKTURA d.o.o.

Sjedište: Hrvatska, Zagreb, Međimurska bb

Web: www.prg.hr,

tel.+385 1 3702312

fax+385 1 3702314

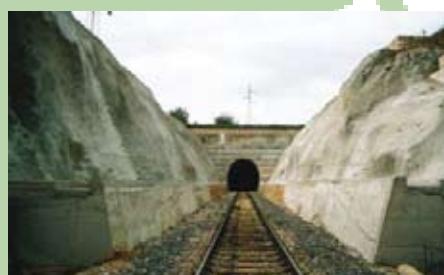
e-mail: prg@prg.hr

Direktor: Vladimir Frančić, dipl.inž.građ.



Čelične konstrukcije

Projektna dokumentacija



Betonske konstrukcije
izgradnja i sanacija

Vagonske i cestovne vase



Društvo upisano u sudski registar Trgovačkog suda u Zagrebu MBS: 080416334, Uprava: V.Frančić, dipl ing.građ., direktor

Temeljni kapital 16.875.000,00 kn, 200.000,00 kn uplaćeno u novcu, 11.409.000,00 kn u stvarima;

MB: 1601636, OIB: 34601781192, žiroračun: 2330003-1100205338, HVB-Splitska banka d.d. Split,Ruđera Boškovića 16,

Žiroračun 2390001-1100300257, Hrvatska poštanska banka d.d. Zagreb, Jurišićeva 4, žiroračun: 24020006-1100487124,

Nakladnik

HŽ Infrastruktura d.o.o., Mihanovićeva 12, Zagreb
Odlukom Uprave HŽ Infrastrukture d.o.o. o izdavanju stručnog časopisa Željeznice 21, UI-76-21/13 od 23. svibnja 2013. godine, uređivanje časopisa povjerenje je Hrvatskom društvu željezničkih inženjera. Predsjedništvo HDŽI imenuje Uređivački savjet i Uredništvo Željeznica 21.

Glavni i odgovorni urednik

Dean Lalić

Uređivački savjet

Tomislav Prpić (HDŽI, predsjednik Uređivačkog savjeta), Vlatka Škorić (HŽ Infrastruktura, zamjenica predsjednika Uređivačkog savjeta), Marko Čar (HŽ Infrastruktura), Nikola Ljuban (HŽ Infrastruktura), René Valčić (HŽ Infrastruktura), Marko Odak (HDŽI), Josip Bucić (Đuro Đaković - Specijalna vozila), Pero Popović (Končar - Elektična vozila), Stjepan Lakušić (Građevinski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu), Hrvoje Domitrović (Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu), Zoran Blažević (Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Sveučilišta u Splitu), Tomislav Josip Mlinarić (Fakultet prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu).

Uredništvo

Branimir Butković (pomoćnik gl. urednika za novosti iz HŽ Infrastrukture), Danijela Barić (pomoćnik gl. urednika za znanstvene i stručne rade), Dean Lalić (glavni i odgovorni urednik), Marko Odak (pomoćnik gl. urednika za HDŽI aktivnosti), Tomislav Prpić (pomoćnik gl. urednika za stručne članke iz industrije).

Adresa uredništva

10000 Zagreb, Petrinjska 89,
telefon: (01) 378 28 58, telefax (01) 45 777 09,
telefon glavnog urednika: 099 220 1591

Lektorica

Nataša Bunjevac

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. Časopis se distribuira besplatno.

Cijena oglasa može se dobiti na upit u Uredništvu. Adresa Hrvatskog društva željezničkih inženjera: 10000 Zagreb, Petrinjska 89; e-mail: hdzi@hnet.hr. Poslovni račun kod Privredne banke Zagreb, broj 2340009-1100051481; devizni račun kod Privredne banke Zagreb broj 70310-380-296897.

Naslovna stranica

Design: Matilda Müller

Fotografija: Plakat 6. međunarodnog savjetovanja HDŽI-a

Autor: Oskar Pigac

Grafička priprema

Kata Marušić
Gordana Petrinjak

Tisk

Željeznička tiskara d.o.o.
10000 Zagreb, Petrinjska ulica 87
www.zeljeznicaka-tiskara.hr

GOST UVODNIČAR

mr. Tomislav Prpić, dipl. ing. prom.; Predsjednik Hrvatskog društva željezničkih inženjera HDŽI: **USUSRET 6. MEĐUNARODNOM SAVJETOVANJU HDŽI-a** 5

STRUČNI I ZNANSTVENI RADOVI

PRORAČUN TRAĆNICE KAO STATIČKI NEODREĐENE GREDE UZ UPORABU MATLAB-a (prof. dr. sc. Simo Janjanin, dipl. ing. el.) 7

UZROCI POTEŠKOĆA PRI USKLAĐIVANJU ODNOSA MEĐU DRUŠTVIMA UNUTAR HŽ-ova SUSTAVA (dr. sc. Žarko Dragić, dipl. oec., Ilijा Leović, dipl. ing. prom.) 21

SUSTAVI PRIČVRŠĆIVANJA I ZATVARANJA TRAMVAJSKOG KOLOSIJEKA U GRADU ZAGREBU (mr. sc. Ante Goran Bajić, dipl. ing. grad., Mato Vranješević, struč. spec. ing. aedif.) 27

RAZVOJNE MOGUĆNOSTI MULTIMODALNOG PRIJEVOZA U BOSNI I HERCEGOVINI (mr. sc. Igor Marković, dipl. ing. prom.) .. 33

MANEVARSKE LOKOMOTIVE PROIZVEDENE U TVORNICI »ĐURO ĐAKOVIĆ« SLAVONSKI BROD (Đuro Bitunjac, eng. stroj.) 47

OSVRTI, PRIJEDLOZI, KOMENTARI

INICIJATIVA SHIFT²RAIL 57

HRVATSKI GRADITELJSKI FORUM 2013. 58

SIGNALIZACIJA U ŽELJEZNIČKOM PROMETU 60

NOVOSTI IZ HRVATSKIH ŽELJEZNICA

ULAGANJA U BUDUĆNOST ŽELJEZNICE 62

HDŽI AKTIVNOSTI

**NAJAVA 6. MEĐUNARODNOG SAVJETOVANJA HDŽI-a:
»ULAGANJA U ŽELJEZNICU KAO PODRŠKA RAZVITKU GOSPODARSTVA«** 1

SJEDNICE PROGRAMSKOG VIJEĆA I PREDSJEDNIŠTVA HDŽI-a 3

STRUČNA KONFERENCIJA UEEIV-a: TREBA LI ŽELJEZNICA INJŽENJERE? 5

DENIVELACIJA PRUGA U ZAGREBU 7

DAN OTVORENIH VRATA NA FAKULTETU PROMETNIH ZNANOSTI 9

WE MAKE IT

Montažerska tradicija, započeta 1926. godine pružila nam je iskustvo bez granica...
Danas je **Bilfinger Đuro Đaković Montaža d.o.o.** jedna od vodećih hrvatskih tvrtki
na području izvođenja montažnih radova vezanih za energetska, petrokemijska i
industrijska postrojenja, te čelične konstrukcije. www.ddm.bilfinger.com

WORK



BILFINGER

POWER
SYSTEMS

mr. Tomislav Prpić, dipl. ing. prom.
Predsjednik Hrvatskog društva željezničkih inženjera HDŽI



USUSRET 6. MEĐUNARODNOM SAVJETOVANJU HDŽI-a

Organizacija 6. međunarodnog savjetovanja Hrvatskog društva željezničkih inženjera, koje će biti održano 28. i 29. svibnja u Zagrebu i Slavonskome Brodu, zasigurno je najvažnije ovogodišnje događanje našeg društva, a uvjereni smo da je to jedno od važnijih događanja i za cijeli regionalni željeznički sektor. Vrijeme tijekom kojega je bilo organizirano pet prethodnih HDŽI-ovih savjetovanja gotovo uvijek je bilo obilježeno događanjima važnim za nacionalni željeznički sustav. Ta su se događanja većim dijelom odnosila na najave i prezentiranje planova za razvoj domaćega željezničkog sustava, ali i na organizacijske transformacije te harmonizaciju s normama europskoga željezničkog sustava nakon ulaska Hrvatske u Europsku uniju.

Ove godine savjetovanje će se također održati u vremenu koje je vrlo važno za željeznicu, a u širem smislu i na regionalnoj razini. Kako je na petom HDŽI-ovu savjetovanju održanom u travnju 2012. najavljeni, željezница u Hrvatskoj je u protekle dvije godine ponovno postala važan prometni i gospodarski čimbenik te su najavljeni važni projekti njezine revitalizacije. Ti projekti ponajprije se odnose na podizanje stanja željezničke infrastrukture na kvalitativno višu i za europske standarde prihvatljivu razinu. To je logično jer željeznicu ne može funkcionirati bez kvalitetne infrastrukture, no jednako tako važna je i željeznička suprastruktura. U skladu s time svjedoci smo pokretanja brojnih investicijskih radova na željezničkoj infrastrukturi, od kojih su neki finansirani iz EU-ovih fondova, što je znak stanovitog sazrijevanja

i potvrda da znamo i možemo funkcionirati u evropskim okvirima. S druge strane, nacionalni operator putničkog prijevoza potpisao je povjesno važan ugovor o nabavi 44 nova motorna vlaka, i to s domaćim proizvođačem. Sve su to činjenice koje svjedoče o tome da željezница može biti važan čimbenik koji na sebe veže industriju i brojne tvrtke različitih djelatnosti.

Upravo zbog toga, cilj ovogodišnjeg savjetovanja jest dodatno potaknuti razvoj domaće željeznice, ali s gledišta generatora proizvodnje koja će osnažiti hrvatsko gospodarstvo. U skladu s time na njemu će biti prezentirani brojni projekti koje upravitelj infrastrukture priprema u cilju da širi krug gospodarskih subjekata prepozna priliku za svoj angažman i sudjelovanje u njima. Također, nabava novih vlakova i primjena novih tehnologija u putničkome prijevozu može biti snažan motivator mnogim malim i srednjim poduzećima da svoje kapacitete i znanje stave u funkciju tih projekata. Osim težišta na odnos željeznice i gospodarstva, HDŽI na savjetovanju želi potaknuti i raspravu o novoj europskoj koridorskoj politici, odnosno novoj koridorskoj mreži. Primjena te politike uvelike utječe na razvoj željezničkog prometa na jugozapadu Europe te će stoga u sklopu savjetovanja biti održan okrugli stol pod nazivom »Perspektive Hrvatske i regionalne željezničke mreže u sklopu nove infrastrukturne politike EU-a«, na koji su pozvani visoki predstavnici željezničkih poduzeća iz okružja.

U organizacijskome smislu, šesto HDŽI-ovo savjetovanje bit će malo drugačije koncipirano u odnosu na prethodna te će biti održano na dvije lokacije, u Zagrebu i Slavonskome Brodu. Prvi dan savjetovanje će biti održano u Zagrebu i programski će obuhvatiti najveći broj prijavljenih referata i prezentacija te će se vrlo malo razlikovati od dosadašnje concepcije. Najveći novitet u organizaciji odnosi se na vožnju posebnog vlaka koji će uzvanike dovesti u Slavonski Brod, s ciljem da se tijekom putovanja sudionici upoznaju s rado-vima na infrastrukturnim projektima bivšega X. koridora, kao i da osjete doživljaj vožnje u novom elektromotornom vagonu za regionalni prijevoz. Slavonski Brod nije slučajno odabran za mjesto na kojemu će se nastaviti savjetovanje, već se pri odabiru uzela u obzir njegova željeznička i industrijska povijest, ali i potencijal koji, čini se, nije dovoljno naglašen. Stoga nam je kao organizatorima savjetovanja cilj dovesti uzvanike u grad bogate željezničke tradicije kako bi im tvrtke željezničke djelatnosti sa šireg lokalnog područja predstave svoje mogućnosti. Takav pristup izvrsno se uklapa u misiju i programske okvire unutar kojih HDŽI djeluje i osobito nam je zadovoljstvo promovirati sve one čimbenike koji mogu i žele aktivno sudjelovati i gradnji nove željeznice, koja će ravnopravno doprinositi razvoju europskoga željezničkog sustava. Pripremne aktivnosti ukazuju na vrlo dobar odaziv uzvanika i sigurni smo da ćemo okupiti velik broj željezničkih stručnjaka iz regionalnih tvrtki i industrije te na taj način šesto HDŽI-ovo savjetovanje učiniti atraktivnim i korisnim.

UPUTE SURADNICIMA »ŽELJEZNICA 21«

Stručni časopis »Željeznice 21« objavljuje znanstvene i stručne radove iz svih područja željezničke tehnike i tehnologije te stručne publicističke članke iz područja željeznice i aktivnosti željezničkih stručnjaka.

1. Znanstveno-stručni radovi

Znanstveno-stručni radovi trebaju sadržavati opise, zapažanja, analize i rezultate izvornih znanstvenih istraživanja i teoretskih proučavanja iz jednog ili više stručnih područja koje obrađuju. U znanstveno-stručne radove ubrajaju se članci koji prikazuju i analiziraju stručne spoznaje i zapažanja iz praktične primjene stručnih dostignuća. Radovi trebaju biti opremljeni odgovarajućim grafičkim i slikeovnim prilozima u kojima se opisuju i prikazuju podatci predočeni u tekstualnome dijelu članka. Na kraju rada treba priložiti popis literature.

Sažetak veličine do najviše 800 znakova u kojemu se ukratko opisuje karakter, metodologija istraživanja i sadržaj rada stavlja se na kraj rad, nakon popisa literature. Znanstveno-stručni radovi trebaju imati najmanje 10.000 znakova, a najviše 40.000 znakova. U radu treba nавести puno ime i prezime svih autora, njihovo stručno zvanje, znanstveni stupanj, naziv tvrtke ili ustanove u kojoj su zaposleni, adresu i adresu e-pošte.

2. Stručno-publicistički članci

U stručno-publicističke članke ubrajaju se tekstovi koje se odnose na prikaze, osvrte, rasprave, recenzije, vijesti i informacije iz svih strukovnih područja željeznice. Uključuju novosti iz sustava Hrvatskih željeznica i željezničke industrije, iz stranih željezničkih sustava, članke iz povijesti željeznice te sponzorirane i prenesene stručne članke. Veličina stručno-publicističkih članaka treba biti najviše 8000 znakova.

3. Članci o HDŽI-ovim aktivnostima

Članci o aktivnostima Hrvatskoga društva željezničkih inženjera obrađuju teme iz područja rada Društva i njegovih članova. U člance o HDŽI-ovim aktivnostima ubrajaju se članci o stručno-izobrazbenim radionicama, okruglim stolovima, kongresima i skupovima, stručnim putovanjima i drugim aktivnostima u kojima sudjeluju Društvo i njegovi članovi.

4. Opće napomene autorima

Prijava rada smatra se jamstvom autora da članak nije pretodno objavljen i da objavljivanje nije kršenje autorskih prava. Radovi se prihvataju za objavu samo ako autor uskladi rad s primjedbama recenzentata i uredništva. Autor je odgovoran za sve podatke iznesene u objavljenome članku.

Svi tekstovi koji se objavljaju moraju biti napisani na hrvatskome jeziku, iznimno engleskome jeziku, ako je riječ o stranome autoru.

Tekstualni prilozi trebaju biti napisani u jednome stupcu u programu *Microsoft Word* ili *Excel*, a slikeovni prilozi trebaju biti u formatima PDF, JPEG, TIF ili BMP. Autori ne moraju raditi grafičku pripremu članaka niti naručivati stručnu lekturu. Za znanstveno-stručne radove uredništvo može tražiti recenziju odgovarajućeg stručnjaka te o njegovim eventualnim primjedbama i prijedlozima obavještava autora.

Objavljeni radovi se honoriraju, i to znanstveno stručni radovi 100 kuna po kartici, a ostali 60 kuna po kartici. Uz rad treba poslati i podatke o žiro-računu i OIB te adresu stalnog prebivališta.

Uredništvo

TVRTKE ČLANICE HDŽI

KONČAR **SIEMENS**

ERICSSON 
Ericsson Nikola Tesla



Plasser & Theurer



TVRTKA PARTNER



prof. dr. sc. Simo Janjanin, dipl. ing. el.

PRORAČUN TRAČNICE KAO STATIČKI NEODREĐENE GREDE UZ UPORABU MATLAB-a

1. Uvod

Namjera je u ovome radu detaljno prikazati proračun odsečka tračnice iz kolosijeka kao statički neodređene grede uz uporabu simulacijskog alata MATLAB-a. Uz povećani napor namjera je ostvarena, izrađen je proračun, dobiveni su egzaktni rezultati i više nego u sličnim proračunima, dobivena je elastična linija opterećene tračnice, a pritom je napravljena i verifikacija metode i postupka proračuna.

U poglavlju pod naslovom »Fizički model« prikazan je odsječeni dio tračnice s pet ležajeva kao statički neodređena greda s glavnim podatcima i parametrima te njihovim rasporedom. Definirano je zašto je proračun statički neodređen, da je to nova metoda proračuna zahvaljujući primjeni simulacijskih alata te da je to zapravo obogaćena već poznata metoda. Kratko je prikazan simulacijski alat, a najavljen je dinamički simulacijski model za slučaj gibanja vozila po tračnici.

Poglavlje pod naslovom »Matematički model« detaljno je obrađeno jer su u njemu navedene poznate veličine te najvažnije relacije i jednadžbe njihovih međusobnih odnosa, a prikazana je i njihova prilagodba korištenju na računalu. Važna novost za veličine iz proračuna jest ta da se sve one koriste u proračunu kao vektori u MATLAB-u. I vrijeme računala t također je vektor, a može se generirati kao istovjetan vektoru duljine x . Opisana je metoda proračuna tračnice kao statički neodređene grede poznata kao metoda izmišljene konjugirane grede i fiktivno momentnog opterećenja. Detaljno je obrađen primjer primjene metode konjugiranih greda i fiktivne momentne površine na jednom odsječku tračnice i izračunavanja kutova nagiba. U poglavljima »Uvjeti za kutove« i »Jednadžbe za izračunavanje nepoznatih napadnih momenata« detaljno su prikazani postupak i svi dijelovi proračuna uz korištenje četiriju konjugiranih greda i fiktivna momentna opterećenja. Iz uvjeta za kutove dobiven je sustav od tri jednadžbe za izračunavanje nepoznatih momenata na tri prekobrojna ležista, pa je proračun tračnice postao statički određen.

U dijelu »Simulacijski model i proračun« opisane su upravljačke datoteke *beamstp.m* i *beaprogibi.m* te simulacijske datoteke *bea.mdl* i *beam.mdl*. Izneseni su kompletna do-

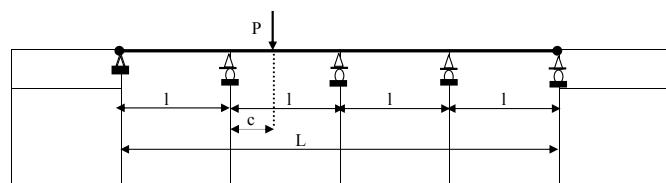
kumentacija za sve četiri datoteke, komentari po dijelovima, ali i svi međurezultati proračuna. Upravljačka datoteka sadrži glavne dijelove parametara i ulaznih veličina, omoguće izračunavanje numeričkih vrijednosti napadnih momenata M1, M2 i M3 kao i kvalitativni i kvantitativni grafički prikazi tih veličina kao vektora u ovisnosti o duljini odsječka promatrane tračnice, a posebnim uređivanjem odnosa vektora puta $L(x)$ i vektora vremena $T(t)$ omoguće integracije u MATLAB-u, izračunavanje transverzalne ili poprečne sile te verifikaciju postupka i rezultata računanja.

Upravljačka datoteka *beaprogibi.m* nastavak je datoteke *beamstp.m*, pa se automatski poziva i aktivira. U toj datoteci računa se gotovo isključivo vektorima. Početak datoteke definiranje je konjugiranih greda $a_b, c_d, e_f i g_h$ kao vektora, a potom se daju parcijalne elastične linije za četiri konjugirane grede i način njihova dobivanja. Sastavljanjem pojedinačnih elastičnih linija konjugiranih greda dobiva se elastična linija promatrano odsječka tračnice, pa je time ispunjena najava na početku ovog rada.

2. Fizički model

U ovome radu statički neodređena greda je odsječeni dio pružne tračnice dug 2400 m, pričvršćen na pet pragova međusobno razmaknutih na duljini od 0,600 m. Tračnica je između drugog i trećeg praga opterećena silom $P = 100 \text{ kN}$, što odgovara opterećenju od 200 kN po osovini (slika 1.).

Jednostavnom i poznatom metodom ne može se napraviti statički proračun tračnice, jer ima više od tri elementa otpora u ležištima.



Slika 1: Fizički model odsječka tračnice

Među pet pragova koji su ležista odsječene tračnice krajnje lijevo je nepomično i zglobno, a krajnje desno pomično i zglobno. Kada bi ta dva ležista bila jedina, proračun grede i greda bili bi statički određeni, ali uz srednja tri ležaja s nepoznatim elementima otpora, odsječak tračnice je statički neodređena greda.

Poznate su metode kada se proračun ne može napraviti uz pomoć tri osnovne statičke jednadžbe. Tada je jedna od mogućnosti uvođenje dodatnih jednadžbi izvedenih iz poznate metode izmišljenih konjugiranih greda, fiktivnih momentnih opterećenja i uvjeta za kutove nagiba na krajevima konjugiranih greda. Tako se u ovome radu izračunavaju nepoznati elementi otpora, napadni momenti i vertikalne sile na tri srednja prekobrojna ležista.

Napominje se da duljina odsječka tračnice nije ničim ograničena, već je namjerno izabrana kraća duljina kako bi se u ovome radu omogućila bolja preglednost nove metode proračuna uz korištenje MATLAB-a i kako bi se dalo više detalja važnih za primjenjenu novu metodu. Primjenjena metoda omogućuje proračune i duljeg odsječka tračnice, što će se i raditi prilikom njezina korištenja.

Novo u metodi iz ovog rada korištenje je simulacijskog alata MATLAB R2013a, koji jednostavno i egzaktno radi s matricama, vektorima i simulacijskim modelima, a potom pregledno i po izboru korisnika pruža veliku mogućnost prikazivanja veličina iz proračuna u kvalitativnome i kvantitativnome grafičkom obliku, ali i u preciznome numeričkom obliku.

Taj proračun kasnije se pojmovno i funkcionalno može shvatiti kao promatranje ponašanja sustava odsječka kolsjeka opterećenoga kotačem vagona u stanju mirovanja.

Radi se i na modelu dinamičkoga i kontinuiranoga promatrjanja elemenata otpora svih ležajeva, kada se po odsječku tračnice vozilo giba zadanom brzinom, ali o tome drugom prilikom.

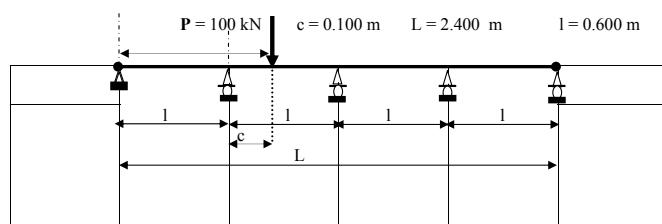
3. Matematički model

Matematička osnova proračuna i simulacijskog modela obrađena je detaljno u ovome radu, i to pod podnaslovima »Polazni podaci i poznate matematičke relacije«, »Metoda konjugiranih greda i momentnih površina tračnica« i »Uvjeti za kutove i jednadžbe za izračunavanje nepoznatih momenata«.

3.1. Polazni podaci i poznate matematičke relacije

Polazni podaci za matematički model dijela tračnice kao静的neodređene grede izneseni su djelomično u fizičkome modelu grede. Ovdje se iznose dopunjeni i kompletни podaci za matematički model.

Duljina odsječka tračnice UIC 60 kao静的neodređene grede je $L = 2.400 \text{ m}$ i pričvršćena je na pet pragova međusobnog razmaka $l = 0.600 \text{ m}$. Prvo i posljednje ležište tračnice su zglobna ležišta, dok su srednja tri prekobrojna, kruta te静的neodređenih vrijednosti otpora i njih treba izračunati (slika 3.1.).



Slika 3.1.: Odsječak tračnice s potrebnim podacima

Na drugome prostoru, između pragova na duljini $c = 0.100 \text{ m}$ je kotač vozila, koji pritišće tračnicu silom od 100 kN .

Postupak proračuna bio bi isti i za dulji odsječak tračnice, samo bi bio dulji i s više podataka koji bi se djelomično ponavljali. Za prikaz, razumijevanje i provjeru primjenjene metode uz korištenje MATLAB-a za sada zadovoljava odabrana duljina tračnice s tri prekobrojna ležišta.

Važno je odmah na početku opisa matematičkog modela navesti općepoznate podatke kao što je onaj da postoje dvije vrste greda, i to prosta greda i konjugirana greda. U ovome radu prosta greda je izabrani odsječak tračnice s dva krajnja ležišta i sa tri staticki nepoznata elementa otpora u srednjim ležištima, a četiri konjugirane grede zamišljeni su odsječci tračnice između dvaju ležišta na susjednim pragovima. Četiri konjugirane grede uvode se i koriste u ovome postupku proračuna tračnice uz korištenje metode momentne površine. Po poznatoj definiciji, konjugirana greda zamišljena je greda opterećena zamišljenim teretom, predstavljenim momentnom površinom, što će se vidjeti u nastavku.

Opis matematičkog modela nastavlja se navođenjem iz literature poznatih odnosa između napadnog momenta M , transverzalne ili poprečne sile Q , kuta elastične linije, vertikalnog pomaka z i neprekidne elastične linije *ellin* za prostu gredu.

U literaturi [1] kao početak proračuna navodi se poznata diferencijalna jednadžba elastične linije, iz koje će se u ovome proračunu, vodeći računa o predznaku momenta, izvoditi svi ostali računi i relacije među relevantnim veličinama proračuna i sustava.

$$EI_z \frac{d^2 z}{dx^2} = M \quad (3.1.1.)$$

Vertikalni pomak ili progib z iz ove diferencijalne jednadžbe i uz uvjet poznatog momenta M i poznate krutost grede $E \cdot I_z$ dobije se dvostrukim integriranjem:

$$z = \int \int \frac{1}{EI_z} M dx \quad (3.1.2.)$$

U ovome radu veličina z koristi se za izračunavanje vertikalnog pomaka konjugirane grede. Ona će se, kao i sve pomoćne veličine, generirati kao vektori u MATLAB-u i tako će se njima i računati. Odnos između napadnog momenta M i transverzalne sile Q na svim dijelovima proste grede je:

$$\frac{dM}{dx} = Q \quad (3.1.3.)$$

Prema ovome izrazu transverzalna sila Q može se dobiti deriviranjem poznatog momenta M po duljini x , što će ta-

kod biti primijenjeno u ovome proračunu. Odnos između napadnog momenta M i kuta elastične linije Θ je:

$$\Theta = \int \frac{1}{EI_z} M dx \quad (3.1.4.)$$

Navedenim izrazima prikazan je odnos veličina iz proračuna M , Q , z i θ te duljine grede L , koja je u većem dijelu proračuna čak promjenljiva veličina i vektor, odnosno jednak vektoru x . Kasnije, prilikom opisa upravljačke datoteke *bemstpc.m* vidjet će se način dobivanja ovisnosti veličina iz proračuna o vremenu računala t generiranog također kao vektor i istovjetnog s vektorom duljine L odnosno x , pa se tako može koristiti simulacijski alat i za dvostruku integraciju prema navedenim matematičkim relacijama. Sve to bit će izvedeno i jasnije kasnije.

Uz polazne matematičke podatke je i napomena o krutosti tračnice kakva se koristi u ovome proračunu. Modul elastičnosti je $E = 2.1 \text{e}+07 \text{ N/cm}^2$, a moment inercije za tračnicu UIC 60 je $I_z = 3055 \text{ cm}^4$. Za ovaj proračun te dvije veličine nisu prikazane u jedinicama kN i m , pa ih treba prilagoditi, i to prema relacijama:

$$\text{cm}^4 \cdot \text{N/cm}^2 = \text{Ncm}^2 =$$

$$= (1000 \text{ N})/1000 \cdot (100 \text{ cm})^2/100^2 = \text{kNm}^2 \cdot 1/(10 \cdot 100 \cdot 100) = \text{kNm}^2 \cdot 1e-07$$

Krutost tračnice je u izvornim i novim jedinicama:

$$E \cdot I_z = 6.4155e+010 \text{ Ncm}^2 = 6.4155e+03 \text{ kNm}^2$$

3.2. Metoda konjugiranih greda i momentnih površina

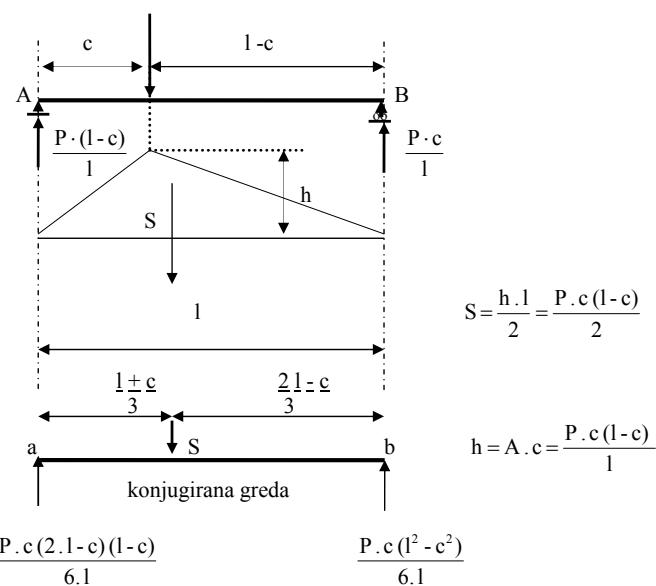
Detaljnije opisuje se način kako je poznata metoda zamišljenih konjugiranih greda i fiktivnih momentnih površina te uvjeta jednakosti kutova nagiba Θ susjednih konjugiranih greda u prekobrojnim ležištima tračnice primijenjena u ovome slučaju. To je vrsta grafoanalitičke metode, ali u ovome radu je unaprijedjena i oplemenjena korištenjem MATLAB-a kao alata za računanje s matricama i vektorima, za simulacije i grafičke prikaze rezultata. Na kraju dobivena je čak i elastična linija opterećene tračnice po obliku i iznosu uz teret P u drugome polju pragova za izabrani odsječak tračnice.

Iz dobivenih iznosa i tokova krivulja izračunatih momenata M deriviranjem se dobiva transverzalna sila Q , a potom posebnim postupkom računanja, koji će u nastavku biti detaljno objašnjen, sastavljanjem progiba konjugiranih greda uz uvjet da su kutovi nagiba između tih greda jednak i suprotnog predznaka, dobije se čak kvalitativni i kvantitativni oblik elastične linije tračnice na promatranome odsječku kolosijeka.

Za bolje razumijevanje i praćenje ovog rada dan je jednostavni primjer razvoja matematičkog modela jednog dijela tračnice između pragova na kojemu je opterećenje silom P prema slici 3.2.

Matematički model razvija se uz pomoć zamišljene konjugirane grede i poznate metode fiktivnoga momentnog opterećenja, izračunavanjem reakcija u ležištima konjugirane grede te izračunavanjem kutova nagiba Θ_1 i Θ_2 na krajevima konjugirane grede.

U matematičkome i simulacijskome modelu proračuna odsječka tračnice u ovome radu koristit će se simboli i oznake veličina za realne i konjugirane dijelove tračnice prema slici 3.3.1.1.



Slika 3.2.: Odnosi proste i konjugirane grede

Dio proračuna koji se odnosi na prostu gredu: reakcije odsječene proste grede A-B ili otpori u ležištima proste grede uz silu P

$$\sum M_A = 0$$

$$P \cdot c = B \cdot 1$$

$$B = \frac{P \cdot c}{1}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$A \cdot 1 = P \cdot (1 - c)$$

$$A = \frac{P \cdot (1 - c)}{1}$$

Moment u hvatištu sile P je:

$$mp = A \cdot c = \frac{P(1-c)}{1} \cdot c \text{ odnosno } mp = B \cdot (1-c) = \frac{P \cdot (1-c)}{1} \cdot c$$

Najveći moment h kao momentno opterećenje konjugirane grede kao izraz jednak je mp , ali ovdje se razmatra kao vrijednost momentnog opterećenja i produkt je reakcije u A i kraka c .

$$h = A \cdot c = \frac{P \cdot c (1 - c)}{1}$$

Veličina momentne površine u obliku trokuta kao opterećenje konjugirane grede:

$$S = \frac{h \cdot l}{2} = \frac{P \cdot c (1 - c) \cdot l}{2 \cdot 1} = \frac{P \cdot c (1 - c)}{2}$$

Položaj težišta S momentnog opterećenja konjugirane grede iz podataka o težištu trokuta. Udaljenost od B:

$$\frac{1 + (1 - c)}{3} = \frac{2 \cdot 1 - c}{3}$$

Udaljenost od A:

$$1 - \frac{2 \cdot 1 - c}{3} = \frac{3 \cdot 1 - 2 \cdot 1 + c}{3} = \frac{1 + c}{3}$$

Reakcije konjugirane grede s trokutastim momentnim opterećenjem u a i u b:

$$\sum M_b = 0 \quad a \cdot 1 = S \cdot \frac{2 \cdot 1 - c}{3} \quad a = \frac{2 \cdot 1 - c}{3 \cdot 1} \cdot \frac{P \cdot c (1 - c)}{2} \quad a = \frac{P \cdot c (2 \cdot 1 - c)(1 - c)}{6 \cdot 1}$$

$$\sum M_a = 0 \quad b \cdot 1 = S \cdot \frac{1 + c}{3} \quad b = \frac{1 + c}{3 \cdot 1} \cdot \frac{P \cdot c (1 - c)}{2} \quad b = \frac{P \cdot c (1^2 - c^2)}{6 \cdot 1}$$

Kutovi nagiba na lijevom i desnom kraju konjugirane grede izračunaju se, ne vodeći računa o njihovu logičnom predznaku, kao pripadajuće reakcije konjugirane grede podijeljene s krutošću tračnice:

$$\Theta_1 = \frac{P \cdot c (2 \cdot 1 - c)(1 - c)}{6 \cdot 1 \cdot EI_z} \quad \Theta_2 = \frac{P \cdot c (1^2 - c^2)}{6 \cdot 1 \cdot EI_z}$$

Za momentna opterećenja u obliku pravokutnog trokuta, s duljim krakom na konjugiranoj gredi, postupak je isti, ali uz napomenu da je težište opterećenja ili $1/3$ duljine 1 ili $2/3$ ovisno o tome je li pravi kut na lijevoj ili desnoj strani konjugirane grede, što se može vidjeti na slici 3.3.1.2.

3.3 Metoda konjugiranih greda i momentnih površina za tračnicu

3.3.1. Izračunavanje kutova nagiba između konjugiranih greda

Matematička osnova proračuna neodređenih elemenata otpora u ležištima odsječka tračnice metodom momentnih površina i konjugiranih greda može se pratiti na slikama 3.3.1.1 i 3.3.1.2. i pripadajućim matematičkim relacijama i izvodima jednadžbi.

Prostoj gredi, odabranom odsječku tračnice, pridružuju se četiri konjugirane grede, a za svaku konjugiranu gredu opterećenu fiktivnim momentnim teretima izračunavaju se

reakcije na krajevima greda, a potom iz tih reakcija kutovi nagiba na krajevima tih greda.

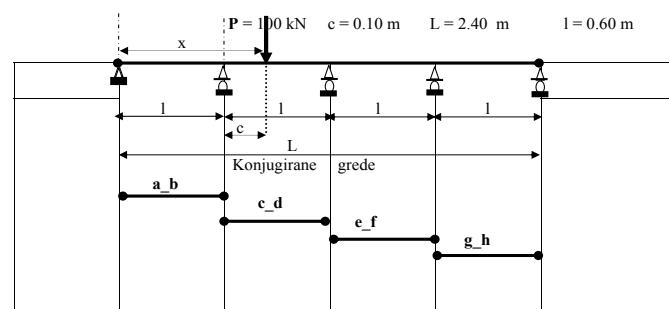
Na temelju tri uvjeta na tri prekobrojna ležišta za jednost kutova po iznosu ali suprotnih predznaka na krajevima susjednih konjugiranih greda definiraju se iznosi i odnosi momenata M_1 , M_2 i M_3 i kutova, i to na temelju poznate opće relacije u matematičkome modelu. Dobiva se matematički definirani sustav od tri jednadžbe s tri momenta kao nepoznamicama. Dalje se uređuju matrice i njihovim računanjem dobiju se pojedinačni iznosi vrijednosti triju momenta za tri prekobrojna ležišta, pa se time proračun svodi u staticki određeni zadatak.

Uz poznate momente i njihov zajednički oblik vektora na cijeloj duljini odsječka tračnice, derivacijom tog momenta po duljini x izračunava se transverzalna ili poprečna sila Q za čitavu promatrana duljinu.

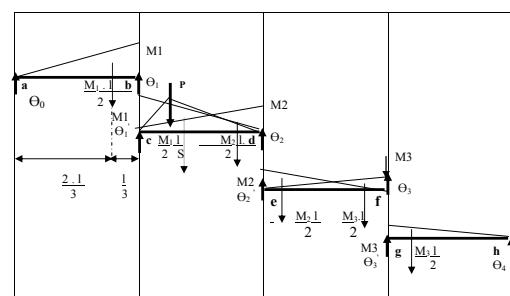
Daljnji proračun i izračunavanje kvalitativne i kvantitativne elastične linije cijelovitog odsječka tračnice u zadanim uvjetima bit će objašnjeni prilikom opisa upravljačke dатотеке *beaprograbi.m*.

U nastavku opisa matematičkog modela odvojeno se promatra svaka od četiriju konjugiranih greda a-b, c-d, e-f i g-h prema slikama 3.3.1.1 i 3.3.1.2., ali i njihov odnos prema stvarnoj gredi.

Napadna sila P je na drugome odsječku proste grede, a na c-d konjugiranoj gredi je njezinu fiktivno trokutasto momentno opterećenje S , ali su tu i dva nepoznata momentna opterećenja M_1 i M_2 u obliku pravokutnih trokuta. Pretpostavljene vrijednosti trokutastih momentnih opterećenja na drugim konjugiranim gredama vide se na slici 3.3.1.2.



Slika 3.3.1.1.: Konjugirane grede i njihove označbe



Slika 3.3.1.2.: Opterećenje, momentne površine i kutovi po konjugiranim gredama

3.3.1.1. Prva konjugirana greda a-b

Sada se možemo vratiti na promatranje prve konjugirane grede a-b, koja je opterećena trokutastim momentnim opterećenjem M_1 nepoznatog iznosa, ali prepostavljenog smjera prema slici 3.3.1.2.

Iz fiktivnoga trokutastog momentnog opterećenja na prvoj konjugiranoj gredi odrede se reakcije a i b na krajevima te grede, a potom i kutovi nagiba Θ_0 i Θ_1 .

Reakcija u lijevom ležištu grede a-b je:

$$\sum M_b = 0 \quad a \cdot l = \frac{M_1}{2} \cdot \frac{l}{3} \quad a = \frac{M_1 \cdot l}{6}$$

Kut nagiba na lijevome kraju konjugirane grede je reakcija a podijeljena s krutošću proste grede EI_z :

$$\Theta_0 = \frac{1}{EI_z} \frac{M_1 \cdot l}{6}$$

Istim postupkom odrede se vrijednosti za desni kraj konjugirane grede a-b:

$$\sum M_a = 0 \quad b \cdot l = \frac{M_1}{2} \cdot \frac{2l}{3} \quad b = \frac{M_1 \cdot l}{3}$$

Kut nagiba Θ_1 je:

$$\Theta_1 = \frac{1}{EI_z} \frac{M_1 \cdot l}{3}.$$

3.3.1.2. Druga konjugirana greda c-d na kojoj je teret P

Od djelovanja sile P momentno opterećenje druge konjugirane grede c-d prema slici 3.3.1.2. je raznostranični trokut iznosa momentne površine S. Druga momentna opterećenja te konjugirane grede su od momenata na krajevima grede M_1 i M_2 .

Kut nagiba Θ_1' na lijevoj strani konjugirane grede c-d jednak je reakciji u tome ležištu od djelovanja momentnog opterećenja S i od momenata M_1 i momenta M_2 .

Reakcija u lijevome ležištu konjugirane grede c-d izračuna se na poznati način prema slici:

$$\sum M_d = 0 \quad c \cdot l = \frac{Pc(l-c)}{2} \cdot \frac{(2l-c)}{3} + \frac{M_1}{2} \cdot \frac{2l}{3} + \frac{M_2}{2} \cdot \frac{l}{3} \quad c = \frac{Pc(l-c)}{6l} + \frac{M_1 \cdot l}{3} + \frac{M_2 \cdot l}{6}$$

Kut nagiba Θ_1' u lijevom ležištu grede c-d jest reakcija c podijeljena krutošću proste grede, a izračuna se:

$$\Theta_1' = \frac{1}{EI_z} \left(\frac{Pc(l-c)}{6l} + \frac{M_1 \cdot l}{3} + \frac{M_2 \cdot l}{6} \right)$$

Iznos kuta nagiba u desnome ležištu Θ_2 konjugirane grede c-d jest reakcija d podijeljena krutošću proste grede, a izračuna se istim sljedećim postupkom:

$$\sum M_c = 0 \quad d \cdot l = \frac{Pc(l-c)}{2} \cdot \frac{l+c}{3} + \frac{M_1}{2} \cdot \frac{l}{3} + \frac{M_2}{2} \cdot \frac{2l}{3} \quad d = \frac{Pc(l^2 - c^2)}{6l} + \frac{M_1 \cdot l}{6} + \frac{M_2 \cdot l}{3}.$$

$$\Theta_2 = \frac{1}{EI_z} \left(\frac{Pc(l^2 - c^2)}{6l} + \frac{M_1 \cdot l}{6} + \frac{M_2 \cdot l}{3} \right)$$

3.3.1.3. Treća konjugirana greda e-f

Na treću konjugiranu gredu e-f djeluju dvije fiktivne momentne površine, i to od momenta M_2 na lijevoj strani grede i momenta M_3 na desnoj strani.

I ovdje provodi se postupak izračunavanja reakcija konjugirane grede, a potom i iznosa kutova u lijevom e i desnom f ležištu grede.

Za lijevo ležište te grede nađe se reakcija e i kut otklona Θ_2' :

$$\sum M_f = 0 \quad e \cdot l = \frac{M_2}{2} \cdot \frac{2l}{3} + \frac{M_3}{2} \cdot \frac{l}{3} \quad e = \frac{M_2 \cdot l}{3} + \frac{M_3 \cdot l}{6}$$

Kut nagiba Θ_2' je:

$$\Theta_2' = \frac{1}{EI_z} \left(\frac{M_2 \cdot l}{3} + \frac{M_3 \cdot l}{6} \right)$$

Za desno ležište konjugirane grede e-f odrede se reakcija d i iznos kuta nagiba Q_3 .

$$\sum M_e = 0 \quad f \cdot l = \frac{M_2}{2} \cdot \frac{l}{3} + \frac{M_3}{2} \cdot \frac{2l}{3} \quad f = \frac{M_2 \cdot l}{6} + \frac{M_3 \cdot l}{3}$$

Kut nagiba Θ_3 na desnom kraju konjugirane grede e-f je

$$\Theta_3 = \frac{1}{EI_z} \left(\frac{M_2 \cdot l}{6} + \frac{M_3 \cdot l}{3} \right)$$

3.3.1.4. Četvrta konjugirana greda g-h

Na četvrtu konjugiranu gredu g-h djeluje fiktivno momentno opterećenje M_3 .

Postupak izračunavanja reakcija četvrte konjugirane grede pojednostavljen je kako slijedi.

Za četvrtu konjugiranu gredu je reakcija g i kut Θ_3' u lijevom ležištu:

$$\sum M_h = 0 \quad g \cdot l = \frac{M_3}{2} \cdot \frac{2l}{3} \quad g = \frac{M_3 \cdot l}{3}$$

Kut Θ_3' lijevog kraja grede g-h je:

$$\Theta_3' = \frac{1}{EI_z} \frac{M_3 \cdot l}{3}$$

Za desno ležište reakcija je:

$$\sum M_g = 0 \quad h \cdot l = \frac{M_3 \cdot l}{2} \cdot \frac{1}{3} \quad h = \frac{M_3 \cdot l}{6}$$

Na desnoj strani te konjugirane grede u krajnjemu zglobovnom ležaju iznos kuta Θ_4 je:

$$\Theta_4 = \frac{1}{EI_z} \frac{M_3 \cdot l}{3}$$

Time se završava izračunavanje iznosa kutova bez logičnih predznaka na krajevima konjugiranih greda, uz fiktivno momentno opterećenje na tim gredama uzrokovano napadnom silom P na drugome odsječku tračnice.

3.3.2. Uvjeti za kutove i jednadžbe za izračunavanje nepoznatih momenata M_1 , M_2 i M_3

Uvjet na kojemu se zasniva metoda momentnih površina za proračun statički neodređenih greda jednakost je kutova susjednih konjugiranih greda po iznosu, ali suprotnih predznaka, jer se tako dobiva glatka elastična linija u prekobrojnim ležajevima proste grede.

Na prvoj prekobrojnom, statički neodređenome ležištu tračnice pripadajući kutovi Θ_1 i Θ_1' susjednih konjugiranih greda a-b i c-d jednak su po iznosu, ali različitih predznaka, i ovdje i na dva druga prekobrojna ležišta:

$$\Theta_1 = -\Theta_1'$$

koji se uzimaju ovdje i u ostalim uvjetima za kutove bez faktora $1/EI_z$.

$$\frac{M_1 \cdot l}{3} = -\frac{Pc(1-c)}{6l} \frac{(2l-c)}{6} - \frac{M_1 \cdot l}{3} - \frac{M_2 \cdot l}{6}$$

Sređivanjem jednadžbe prema momentima kao nepoznacnicama dobije se prva iz sustava od tražene tri jednadžbe:

$$2 \frac{M_1 \cdot l}{3} + \frac{M_2 \cdot l}{6} + 0 = -\frac{Pc(1-c)}{6l} \frac{(2l-c)}{6} \quad (3.3.2.1.)$$

Na drugome statički neodređenom ležištu tračnice uvjet za pripadajuće kutove Θ_2 i Θ_2' susjednih konjugiranih greda c-d i e-f je:

$$\Theta_2 = -\Theta_2'$$

$$\frac{Pc(l^2 - c^2)}{6l} + \frac{M_1 \cdot l}{6} + \frac{M_2 \cdot l}{3} = -\frac{M_2 \cdot l}{3} - \frac{M_3 \cdot l}{6}$$

Sređivanjem po momentima kao nepoznacnicama dobije se druga tražena jednadžba:

$$\frac{M_1 \cdot l}{6} + 2 \frac{M_2 \cdot l}{3} + \frac{M_3 \cdot l}{6} = -\frac{Pc(l^2 - c^2)}{6l} \quad (3.3.2.2.)$$

I na trećem statički neodređenom ležištu pripadajući kutovi Θ_3 i Θ_3' susjednih konjugiranih greda c-d i e-f moraju biti jednak po iznosu, ali suprotni po predznaku, dakle uvjet je:

$$\Theta_3 = -\Theta_3' \quad \frac{M_2 \cdot l}{6} + \frac{M_3 \cdot l}{3} = -\frac{M_3 \cdot l}{3}$$

Sređivanjem po momentima kao nepoznacnicama dobije se treća tražena jednadžba:

$$0 + \frac{M_2 \cdot l}{6} + 2 \frac{M_3 \cdot l}{3} = 0 \quad (3.3.2.3.)$$

Kao konačni rezultat matematičkog modela dobiven je sustav od tri nehomogene jednadžbe s tri nepoznacice M_1 , M_2 i M_3 :

$$\begin{aligned} 2 \frac{M_1 \cdot l}{3} + \frac{M_2 \cdot l}{6} + 0 &= -\frac{Pc(l-c)}{6l} \frac{(2l-c)}{6} \\ \frac{M_1 \cdot l}{6} + 2 \frac{M_2 \cdot l}{3} + \frac{M_3 \cdot l}{6} &= -\frac{Pc(l^2 - c^2)}{6l} \\ 0 + \frac{M_2 \cdot l}{6} + 2 \frac{M_3 \cdot l}{3} &= 0 \end{aligned}$$

Prije prelaska na opis simulacijskog modela i nastavka proračuna potrebno je provesti još neke pripreme za vrlo lagano rješenje ovog sustava jednadžbi.

Matrica sustava:

$$D = \begin{bmatrix} 2 \frac{l}{3} & \frac{1}{6} & 0 \\ \frac{1}{6} & 2 \frac{1}{3} & \frac{1}{6} \\ 0 & \frac{1}{6} & 2 \frac{1}{3} \end{bmatrix}$$

a matrice za pojedine varijable M_1 , M_2 i M_3 su:

$$\begin{aligned} \text{za varijablu } M_1 \text{ je matrica:} \\ D_1 = \begin{bmatrix} -\frac{Pc(l-c)}{6l} \frac{(2l-c)}{6} & \frac{1}{6} & 0 \\ -\frac{Pc(l^2 - c^2)}{6l} & 2 \frac{1}{3} & \frac{1}{6} \\ 0 & \frac{1}{6} & 2 \frac{1}{3} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Numerička vrijednost momenta M_1 : $M_1 = \det(D_1/D)$

- za varijablu M2
je matrica:

$$D2 = \begin{bmatrix} 2\frac{l}{3} & -\frac{Pc(l-c)}{61} & 0 \\ \frac{1}{6} & -\frac{Pc(l^2-c^2)}{61} & \frac{1}{6} \\ 0 & 0 & 2\frac{1}{3} \end{bmatrix}$$

Numerička vrijednost momenta M2: $M2=\det(D2/D)$

- za varijablu M3
je matrica:

$$D3 = \begin{bmatrix} \frac{2l}{3} & \frac{1}{6} & -\frac{Pc(l-c)(2l-c)}{61} \\ \frac{1}{6} & \frac{2}{3} & -\frac{Pc(l^2-c^2)}{61} \\ 0 & \frac{1}{6} & 0 \end{bmatrix}$$

Numerička vrijednost momenta M3: $M3=\det(D3/D)$

4. Simulacijski model i proračun

Opisom fizičkog i matematičkog modela proračuna odsječka tračnice kao neodređene grede napravljena je osnova za nastavak i dovršetak kompletног opisa proračuna, koji slijedi kao opis programskih datoteka, i za dobivanje rezultata sve do postizanja krajnjeg cilja, a to je elastična linija opterećene tračnice kao najveći domet ovog rada.

Simulacijski model sastoji se od četiri datoteke, i to:

- upravljačke datoteke *beamstp.m*
- upravljačke datoteke *beaprogibi.m*
- simulacijske datoteke *bea.mdl* i
- simulacijske datoteke *beam.mdl*.

Datoteke će biti opisane redom kako se implementiraju u procesu proračuna.

4.1. Upravljačka datoteka beamstp.m i rezultati proračuna

Upravljačka datoteka *beamstp.m* ima glavne dijelove odnosno parametre i ulazne veličine, omogućuje izračunavanje numeričkih vrijednosti momenata M1, M2 i M3, njihovo povezivanje u zajednički vektor i grafičko prikazivanje vektora *ML* ovisno o duljini odsječka promatrane tračnice kao vektora *L* odnosno vektora *x* te posebnim uređivanjem odnosa vektora puta *L* (*x*) i vektora vremena *T* (*t*) omogućuje integraciju u MATLAB-u, izračunavanje transverzalne ili poprečne sile *Q* te verifikaciju postupka i rezultata računanja.

Svi ti dijelovi upravljačke datoteke u nastavku su objašnjeni detaljno i pregledno kao opis i kao kopije s naredbama iz datoteke.

Početak datoteke *beamstp.m* uobičajen je kako se vidi iz kopije:

```
% Statički proračun neodređene grede
% beamstp.m
% Parameter
c=0.1;l=0.6; L=2.4; P=100; % (m, m, m, kN)
% Izvorni podaci za modul elastičnosti i moment
inercije tračnice UIC 60
%E=2.1e+07 N/cm+02; I=3055 cm+04 ;
EIz=6.4155e+03; % (kN/m+02)
x1=1; tstop=L/x1;
echo on
keyboard
```

Dakle, navode se naziv datoteke, parametri i ulazni podaci, a u zagradama daju se i njihove jedinice koje se koriste u ovome proračunu.

Izračunavanje numeričkih vrijednosti momenata M1, M2, M3 te kvalitativni i kvantitativni grafički prikaz zajedničkog vektora *ML* o vektoru duljine *L* može se bez detaljnijeg opisa pratiti iz slijedećih naredbi datoteke:

```
% Teret P na drugom odsječku tračnice
%echo off
% Sustav od tri jednadždbe sa tri nepoznanice
% 2*M1*l/3 +M2*l/6+ 0 =-P*c*(2*l-c)*(1-c)/(6*1)
% M1*l/6 +2*M2*l/3+ M3*l/6 =-P*c*(1*l-c*c)/(6*1)
% 0 +M2*l/6 +2*M3*l/6 =0

D=[2*l/3 1/6 0
   1/6 2*l/3 1/6
   0 1/6 2*l/3];
D1=[-P*c*(2*l-c)*(1-c)/(6*1) 1/6 0
     -P*c*(1*l-c*c)/(6*1) 2*l/3 1/6
     0 1/6 2*l/3];
M1=det(D1/D)

D2=[2*l/3 -P*c*(2*l-c)*(1-c)/(6*1) 0
     1/6 -P*c*(1*l-c*c)/(6*1) 1/6
     0 0 2*l/3];
M2=det(D2/D)

D3=[2*l/3 1/6 -P*c*(2*l-c)*(1-c)/(6*1)
     1/6 2*l/3 -P*c*(1*l-c*c)/(6*1)
     0 1/6 0];
M3=det(D3/D)

mp=P*(1-c)*c/1;
mp=mp+M1*(1-c)/1+M2*c/1
keyboard
L=[0 0.6 0.6+c 2*0.6 3*0.6 4*0.6];
ML=[0 M1 mp M2 M3 0];
length(L)
plot(L,ML),grid
keyboard
```

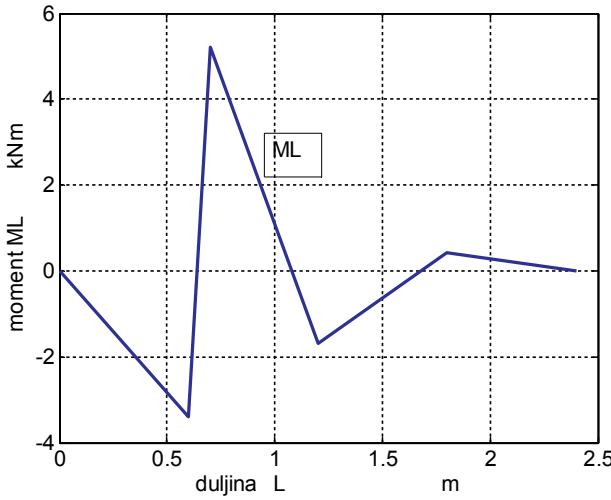
Za ležišta tračnice kao zadane točke vektor duljine *L*:

```
L=[0 0.6 0.6+c 2*0.6 3*0.6 4*0.6];
L = 0 0.6000 0.7000 1.2000 1.8000 2.4000
```

Dobivene su numeričke vrijednosti za zajednički vektor momenata *M* ili *ML*:

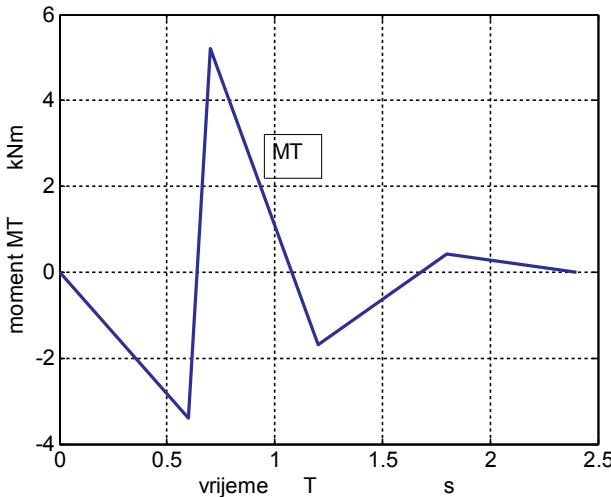
```
ML= [0 M1 mp M2 M3 0]
ML = [0 -3.3978 5.2207 -1.6865 0.4216 0]
```

Izračunate numeričke vrijednosti momenata su i vrijednosti zageneiranje zajedničkog vektora kao funkcije ML , pa se dobiju dijagram te funkcije momenata u ovisnosti o vektoru L prema slici 4.1.1.



Slika 4.1.1.: Funkcija momenta ML ovisna o duljini tračnice L

Kao što je vektor L generiran s izabranim pojedinačnim vrijednostima, generira se i vektor T , pa ta dva vektora ispadaju istovjetna, što se prikazuje slikom 4.1.2.



Slika 4.1.2.: Funkcija momenata MT ovisna o vremenu T

Daljnje naredbe u programu:

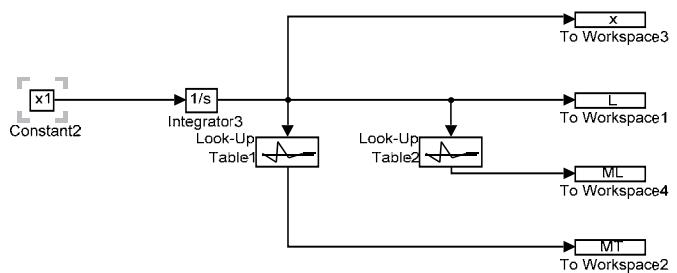
```
% L=x1*T
% T=L/x1
% x1=1
% T=L;
MT=ML;
T=[0 0.6 0.6+c 2*0.6 3*0.6 4*0.6];
length(T)
keyboard
plot(T,MT),grid
keyboard
```

Izjednačavanje vektora L i T preko pojedinačnih vrijednosti jednostavno je, ali prilikom njihova generiranja kao preciznijih vektora u simulacijskim datotekama *bem.mdl* i *bea.mdl* to će trebati obaviti uz izbor dijela simulacijskog dijagraama prema relaciji $T=L/x1$ i vrijednosti konstante brzine $x1 = 1$, što će se bolje vidjeti u opisu tih datoteka.

Uz pomoć simulacijske datoteke *beam.mdl* (slika 4.1.3.) dobivaju se nove strukture veličina iz proračuna. Nova veličina L generira se iz brzine $x1$ preko Integrator1, a novi ML i MT dijagrami momenata ovisno o putu odnosno o vremenu generiraju se uz pomoć blokova Look UP Table 1 i Look Up Table 2.

```
sim('beam')
length(L)
keyboard
plot(L,ML),grid
keyboard
plot(L,MT),grid
keyboard
```

Provjera vektora t kao vremena računala u simulacijskom modelu:



Slika 4.1.3.: Simulacijski dijagram datoteke beam.mdl

$\max(t) = 2.4000s$ $\text{length}(t) = 2401$ koraka integracije

Svaka od veličina sada u simulacijskom modelu nema šest elemenata, nego 2401 element.

$\text{length}(L) = 2401$

$\text{length}(ML) = 2401$

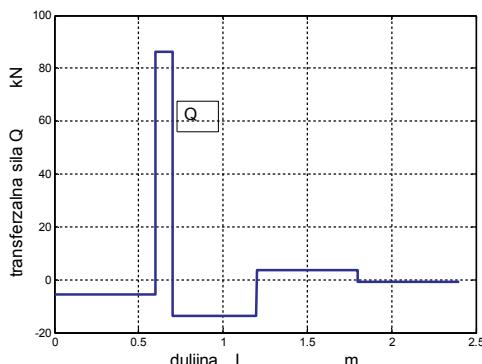
$\text{length}(MT) = 2401$

Ako su poznate preciznije funkcije veličina puta, vremena i momenata, lako se izvrši derivacija funkcije momenata po putu, a to je prema matematičkom modelu (3.1.3.) transfer-zalna ili poprečna sila Q .

Naredbe su:

```
Q=diff(ML)./diff(L);
zz1=Q(length(Q));
Q=[Q;zz1];
plot(L,Q),grid
keyboard
```

Rezultat može se vidjeti na slici 4.1.4.



Slika 4.1.4: Transverzalna sila Q ovisna o putu L

Zanimaju nas točni pojedinačni numerički podatci za poprečne sile na odsječku tračnice, jer je izračunavanje sile Q pored izračunatih momenata na prekobrojnim ležištima tračnice najvažniji rezultat proračuna tračnice.

Rješenje se dobije tako da za svaki odsječak među ležištima razmaka 0.600 m otpada 600 koraka vremena tstep = 0.001 s, pa se ukupni broj koraka 2400 dijeli na četiri dijela po 600 koraka integracije (zadnji odsječak 601 korak).

Na svakome odsječku od 600 koraka traži se pojedinačni iznosi sile Q za korak više ili korak manje, te vrijednosti se zbrajaju i dobivaju se tražene pojedinačne sile na prekobrojnim ležištima, ali i na početku i na kraju tračnice. Tu je i sila P. Evo tih numeričkih vrijednosti po iznosu i smjeru u kN.

$$Q(1) = -5.6630$$

$$Q(601)-Q(1) = 91.8485$$

$$P = -100$$

$$-Q(1200)+Q(1201) = 17.3280$$

$$-Q(1800)+Q(1801) = -4.2163$$

$$-Q(2400) = 0.7027$$

Sada smo u prilici da verificiramo postupak i točnost dosadašnjeg proračuna. To je jednostavno jer samo treba zbrojiti poprečne sile i vidjeti što se dobije. Ako se zbroje izračunate vrijednosti, dobije se:

$$-5.6630+91.8485-100+17.3280-4.2163+0.7027 = -1.0000e-004 = -0.0001$$

Ovaj je rezultat vrlo dobar te se može prihvati kao dozvoljena pogreška računanja. Međutim, ako pitamo program kolika je pogreška, dobije se:

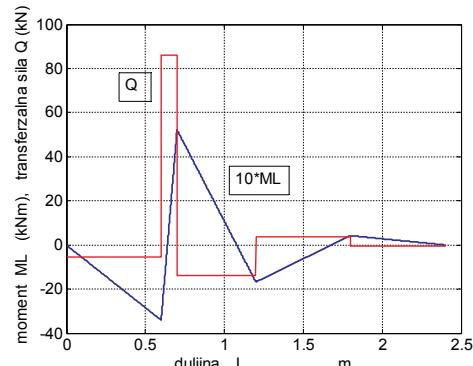
$$Q(1)+Q(601)-Q(1)-P-Q(1200)+Q(1201)-Q(1800)+Q(1801)-Q(2400) = -2.7951e-0012$$

To je gotovo nula, što upućuje na izvrsnu verifikaciju postupka i točnosti računanja.

Posebno je dojmljiva slika 4.1.5. na kojoj su zajedno kvalitativno i kvantitativno prikazani moment ML i poprečna sila

Q na cijeloj duljini x kao rezultat proračuna odabranoga, statički neodređenog odsječka tračnice. Naredba za zajednički grafički prikaz ovih dviju promjenljivih ML i Q je:

```
plot(x,10*ML,'b',x,Q,'r'),grid
```



Slika 4.1.5.: Rezultat proračuna statički neodređene tračnice

4.2. Upravljačka datoteka beaprogibi.m i elastična linija opterećene tračnice

Dobiveni rezultati proračuna ohrabruju i potiču nastavak daljnog razvoja simulacijskog modela na temelju matematičkih definicija i odnosa veličina u proračunu. Cilj je dobivanje kvalitativne i kvantitativne krivulje elastične linije tračnice opterećene silom P .

Početna relacija na temelju koje se izračunava progib u matematičkom modelu i izrazu koji definira odnos vertikalnog progiba z i momenta M je:

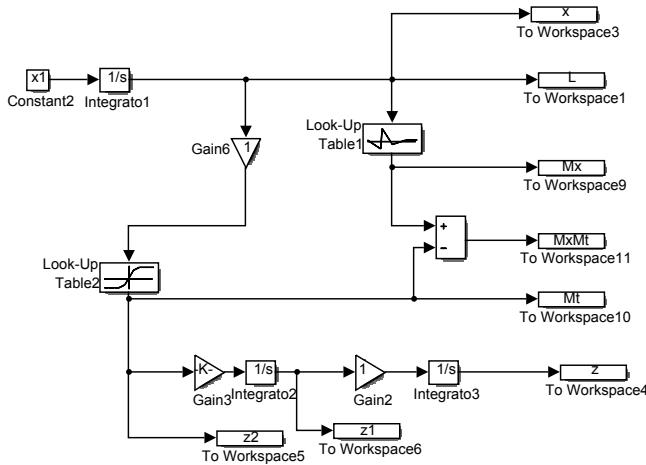
$$z = \int \int \frac{1}{EI} M dx$$

Dvostruki integral podintegralnog izraza jest integriranje po putu i pritom, za sada, MATLAB ne pomaže. Mora se tražiti rješenje u identičnosti vektora puta x i vremena t i tada će se moći izvesti ovo dvostruko integriranje po vremenu. To je i napravljeno te su dobiveni očekivani rezultati, ali ne i tako jednostavno, pa slijedi detaljan opis.

Automatski se poziva datoteka *beaprogibi.m* i počinju pripreme za ostvarivanje postavljenog cilja. Dio upravljačke datoteke je:

```
% Progibi i elastična linija opterećene tračnice
% beaprogibi.m
sim('bea')
keyboard
x=L;
plot(x,z),grid
keyboard
beaprogibi
```

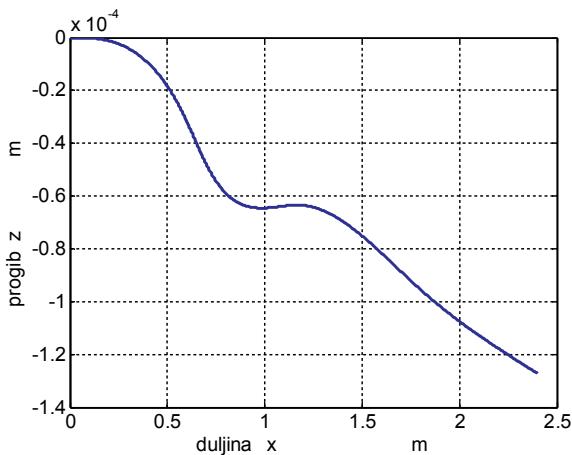
Dakle, poziva se nova simulacijska datoteka *bea.mdl* prema slici 4.2.1.



Slika 4.2.1.: Simulacijski dijagram datoteke bea.mdl

Dosadašnje veličine duljina L i vrijeme T , kao i momenti ML i MT , unose se u simulacijski dijagram preko Look Up Table1 i Look Up Table2 kao ulazne veličine, pa se jednostavno generiraju vektori s nazivima Mx i Mt . Istodobno s generiranjem vektora L generira se i vektor x .

Dvostruko integriranje momenta Mt kao funkcije vremena izvodi se na Integratoru2 i Integratoru3. Rezultat za cijeli odsječak tračnice vidi se na slici 4.2.2.



Slika 4.2.2: Progib z ovisno o duljini x

U prvi mah dobiveni dijagram ovisnosti progiba o putu, koji za sada možemo imenovati kao fiktivni progib, može izgledati neupotrebljiv kao neki rezultat. Prvi optimistični odgovor je, međutim, da ta krivulja i ne može biti bolja, jer u računu nema uvjeta koji dolaze od otpora ležišta na pragovima.

Pokazat će se kako računanje s vektorima može učinkovito poslužiti za nastavak traženja konačnog rješenja elastične linije tračnice. Gotovo sva računanja u upravljačkoj datoteci *beaprograbi.m* rade se s vektorima, ali i s konjugiranim gredama. Dalje daje se kopija odlomka datoteke:

```

echo on
% Podaci koji se povlače iz datoteke beamstp.m
% max(x)=2.400; max(x)/4=0.6000;
% Konjugirane grede, naziv, početna i krajnja točka
% a_b A(0,0) B(0.600,-3.1619e-05)
% c_d C(0.600,-3.1619e-05) D(1.200,-6.3548e-05)
% e_f E(1.2000,-6.3548e-05) F(1.7990,-9.5267e-05)
% g_h G(1.7990,-9.5267e-05) H(2.3990,-12.706e-05)
a_b=z(1:600); c_d=z(600:1200); e_f=z(1200:1800); g_h=z(1800:2400);
x11=x(1:600); x2=x(600:1200); x3=x(1200:1800); x4=x(1802:2400);
z1=z(1:600); z2=z(600:1200); z3=z(1200:1800); z4=z(1802:2400);
plot(x11,z1),grid
keyboard
plot(x2,z2),grid
keyboard
plot(x3,z3),grid
keyboard
plot(x4,z4),grid
keyboard

```

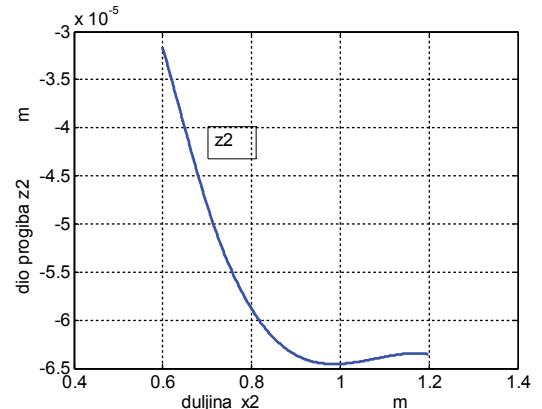
I ovdje se polazi od konjugiranih greda i fiktivnog progiba z prema slici 4.2.2. Fiktivni progib z dijeli se na četiri dijela kao četiri zasebna vektora $z1$, $z2$, $z3$ i $z4$ od kojih svaki pripada jednoj konjugiranoj gredi.

Za svaki vektor konjugirane grede nalaze se početna i krajnja točka na fiktivnoj krivulji z , pripadajući dijelovi na X osi, i to kao vektori $x11$, $x2$, $x3$ i $x4$, potom pripadajuće vrijednosti fiktivne krivulje $z1$, $z2$, $z3$ i $z4$ te njihove krivulje. Kao primjer daje se krivulja $z2$ druge fiktivne grede c_d kao funkcija pripadajućeg dijela duljine tračnice $x2$, a rezultat se vidi na slici 4.2.3.

```

plot(x2,z2),grid
keyboard

```



Slika 4.2.3.: Vektor z2 ovisno o duljini x2

Ni ova krivulja $z2$ kao dio fiktivne krivulje za sada ne pokazuje ništa posebno, ali ide se dalje prema naredbama iz datoteke.

Za svaki od četiri vektora $z1$, $z2$, $z3$ i $z4$ traže se vektori $y1$, $y2$, $y3$ i $y4$ koji spajaju krajnje točke pojedinih z vektora, potom se izračunavaju vektori a_b , c_d , e_f i g_h kao razlike pojedinih parova vektora z i y , a koji su elastične linije po dijelovima tračnice, po zamišljenim konjugiranim gredama.

```

y=(-3.1619e-05-0)./(0.600-0)*(x11-0)-0;
plot(x11,y1),grid

```

```

y2=((-6.3548e-05+3.1619e-05)./(1.200-0.600))*(x2-0.600)-3.1619e-05;
a_b=z1-y1;
plot(x1,a_b),grid
%axis([0 2.4 -1.8e-5 1.8e-5])
keyboard

y2=((-6.3548e-05+3.1619e-05)./(1.200-0.600))*(x2-0.600)-3.1619e-05;
plot(x2,y2),grid
keyboard
c_d=z2-y2;
plot(x2,c_d),grid

%axis([0 2.4 -1.8e-5 1.8e-5])
keyboard
y3=(-9.5267e-05+6.3548e-05)./(1.8000-1.2000)*(x3-1.2000)-6.3548e-05;
plot(x3,y3),grid
keyboard
e_f=z3-y3;
plot(x3,e_f),grid
%axis([0 2.4 -1.8e-5 1.8e-5])
y4=(-12.706e-05+9.5267e-05)./(2.400-1.8000)*(x4-1.8000)-9.5267e-05;
plot(x4,y4),grid
keyboard
g_h=z4-y4;
plot(x4,g_h),grid
%axis([0 2.4 -1.8e-5 1.8e-5])
keyboard

```

(oznaka za x_1 je x_{11} kako bi se razlikovala od prethodne oznake za brzinu)

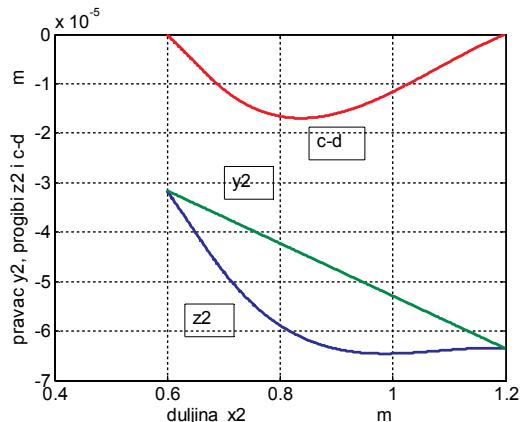
Izračunati vektori z i y te njihova razlika kao elastične linije za pojedinačne konjugirane grede lako se prikažu na zajedničkim slikama slijedećim naredbama:

```

plot(x11,y1,x11,z1,x11,a_b),grid
keyboard
plot(x2,y2,x2,z2,x2,c_d),grid
keyboard
plot(x3,y3,x3,z3,x3,e_f),grid
keyboard
plot(x4,y4,x4,z4,x4,g_h),grid

```

Sve je to za drugu redu konjugiranu gredu pokazano na slici 4.2.4.



Slika 4.2.3.: Vektor z_2 , y_2 i c_d ovisno o duljini x_2

Na kraju postupka preostaje dobivanja elastične linije odsječka tračnice, što se postigne povezivanjem elastičnih linija dijelova tračnice, povezivanjem četiriju dobivenih krivulja vektora konjugiranih greda $a-b$; $c-d$; $e-f$; $g-h$ u jedan zajednički vektor elastične linije označen kao *ellin*.

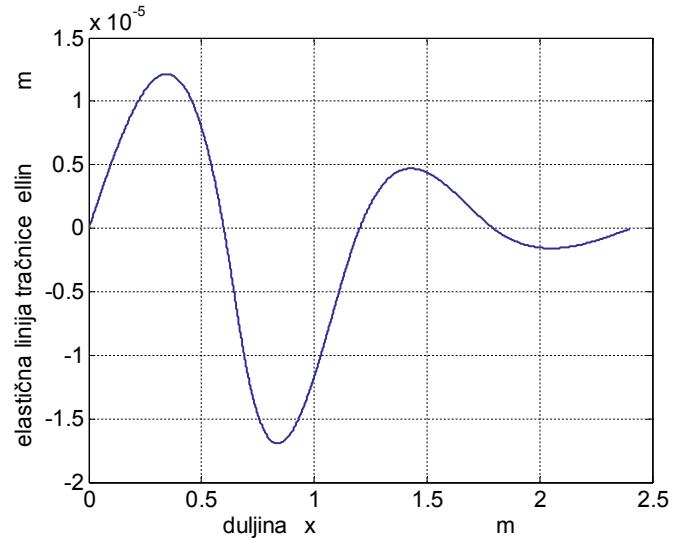
Naredbe za povezivanje pojedinačnih vektora elastičnih linija konjugiranih greda te za kvalitativni i kvantitativni grafički prikaz elastične linije ukupnog odsječka tračnice su:

```

ellin=[a_b; c_d; e_f; g_h];
plot(x,ellin),grid

```

Rezultat može se vidjeti na slici 4.2.5.:



4.2.5.: Elastična linija *ellin* opterećenog dijela tračnice

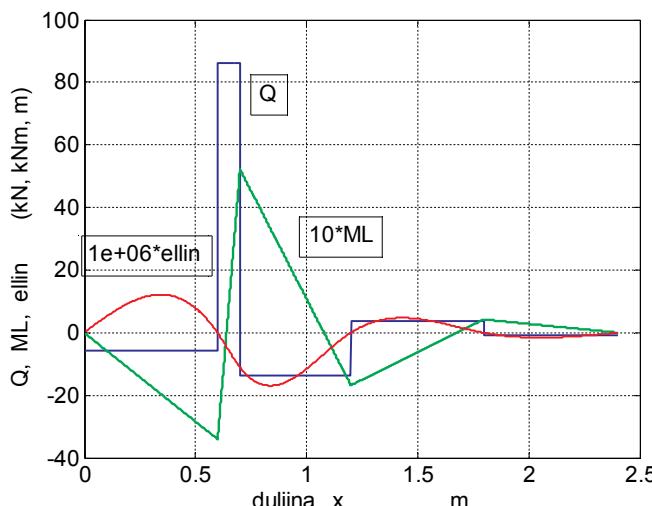
Korišteni programski alat omogućuje i zajednički prikaz veličina Q , ML i *ellin*, i to jednostavnom naredbom za vektore tih veličina:

```

plot(x,Q,x,10^6*ML,x,1e+06*ellin),grid

```

Rezultat je vidljiv na slici 4.2.6. Boje krivulja na slici 4.2.6. nisu zadane naredbom, već su odabrane u postupku crtanja krivulja.



Slika 4.2.6.: Zajednički prikaz glavnih veličina proračuna

Ovaj rad završava se prikazom glavnih veličina proračuna odsječka tračnice kao statički neodređene grede, i to dojmljivom slikom 4.2.6., na kojoj su dane kvalitativne i kvantitativne usporedne krivulje, momenta ML , poprečne sile Q i elastične linije $ellin$ po duljini opterećenog odsječka tračnice.

5. Zaključci

Opisani proračun statički neodređenog odsječka opterećene tračnice napravljen je poznatom metodom izmišljenih konjugiranih greda i fiktivnih momentnih opterećenja, ali dopunjeno bitnim dodacima koje omogućuje primjena simulacijskog alata MATLAB-a. Najveći rezultat, pored egzaktnog proračuna za momente i poprečnu silu, dobivanje je elastične linije cijelog odsječka opterećene tračnice.

Detaljno je proveden i opisan postupak primjene poznatog uvjeta na kojem se zasniva metoda momentnih površina za proračun statički neodređenih greda, a to je jednakost kutova susjednih konjugiranih greda po iznosu, ali suprotnih predznaka.

Novo u metodi iz ovog rada uspješno je korištenje simulacijskog alata, koji jednostavno i egzaktno radi s matricama, vektorima i simulacijskim modelima, a zatim pregledno i po izboru istraživača pruža veliku mogućnost prikazivanja veličina iz proračuna u kvalitativnome i kvantitativnome grafičkom obliku, ali i u preciznometričkom obliku.

Primjenjeni alat računala omogućio je i verifikaciju postupka i rezultata proračuna. Opis i rezultati primjene nove metode izneseni su detaljno, pa će se lako razumjeti, prihvati i primjenjivati a stručnjaci i znanstvenici će ih lako dopunjavati za promatranje i proučavanje raznih pojava statičke i dinamičke prirode u kolosijeku.

Radi se i na modelu dinamičkog i kontinuiranog promatrana elemenata otpora svih ležajeva kada se vozilo giba zadanim brzinom po odsječku tračnice.

Literatura:

- [1] Timošenko, F.: *Otpornost materijala , Prvi dio, Elementarna teorija i primeri*, drugo izdanje, prijevod s engleskog, Građevinska knjiga, Beograd 1972.
- [2] Janjanin, S.: *Proračun statički neodređene grede*, Prometni institut Ljubljana, Ljubljana, 2002.
- [3] Bošnjak, M., Župić, T., Baković, I.: *Automatsko praćenje kvalitete željezničkih vozila*, Suvremeni promet, br. 5-6, Zagreb, 2011.
- [4] HŽ *Pravilnik o održavanju gornjeg ustroja pruga*
- [5] Računalni program *MATLAB R2013a, Help*

UDK: 625.143

Adresa autora:

prof. dr. sc. Simo Janjanin, dipl. ing. el.
član emeritus Akademije tehničkih znanosti Hrvatske
simo.janjanin@zg.t-com.hr

SAŽETAK

Proračun statički neodređenog odsječka opterećene tračnice napravljen je poznatom metodom izmišljenih konjugiranih greda i fiktivnih momentnih opterećenja, ali dopunjeno bitnim dodacima koje omogućuje primjena simulacijskog alata. Najveći rezultat proračuna je dobivanje elastične linije cijelog odsječka tračnice. Poznat uvjet na kojem se zasniva metoda momentnih površina za proračun statički neodređenih greda je jednakost kutova susjednih konjugiranih greda po iznosu, ali suprotnih predznaka, pa se ispunjenjem tога uvjeta može dobiti glatka elastična linija u prekobrojnim ležajevima proste greda. Primjenjeni računalni alat omogućio je i verifikaciju postupka i rezultata proračuna. Novo u metodi iz ovoga rada jest korištenje simulacijskog alata koji jednostavno i egzaktno radi s matricama, vektorima i simulacijskim modelima, a potom pregledno i po izboru istraživača pruža veliku mogućnost prikazivanja veličina iz proračuna u kvalitativnome i kvantitativnome grafičkom obliku, ali i u preciznometričkom obliku.

SUMMARY

A calculation of a statically indeterminate loaded track section was carried out by means of a known method of imagined conjugate beams and fictitious moment loads, but completed with significant additions enabled by the application of a simulation tool. The greatest result of the calculation is an elastic line along the entire track section. A known condition upon which the moment surface method for the calculation of statically indeterminate beams relies is that the angles of adjacent conjugate beams are equal in amount, but of opposite signs, thus if this condition is met, a smooth elastic line can be obtained in redundant simply supported beam bearings. The applied IT tool has also enabled a verification of the procedure and calculation results. Novelty of the method in this paper consists of using a simulation tool which works simply and accurately with matrixes, vectors and simulation models, and subsequently provides a great possibility for the researcher to choose and display clearly laid out amounts from the calculation in a quantity and quality graphic form according to the researcher's choice, but also in a precise numerical form.

OIV

ODAŠILJAČI I VEZE d.o.o.

ODAŠILJANJE

Digitalna televizija DVB-T, DVB-T2 | Radio FM | Satelit

MULTIMEDIJSKE USLUGE

Playout | IPTV | OTT

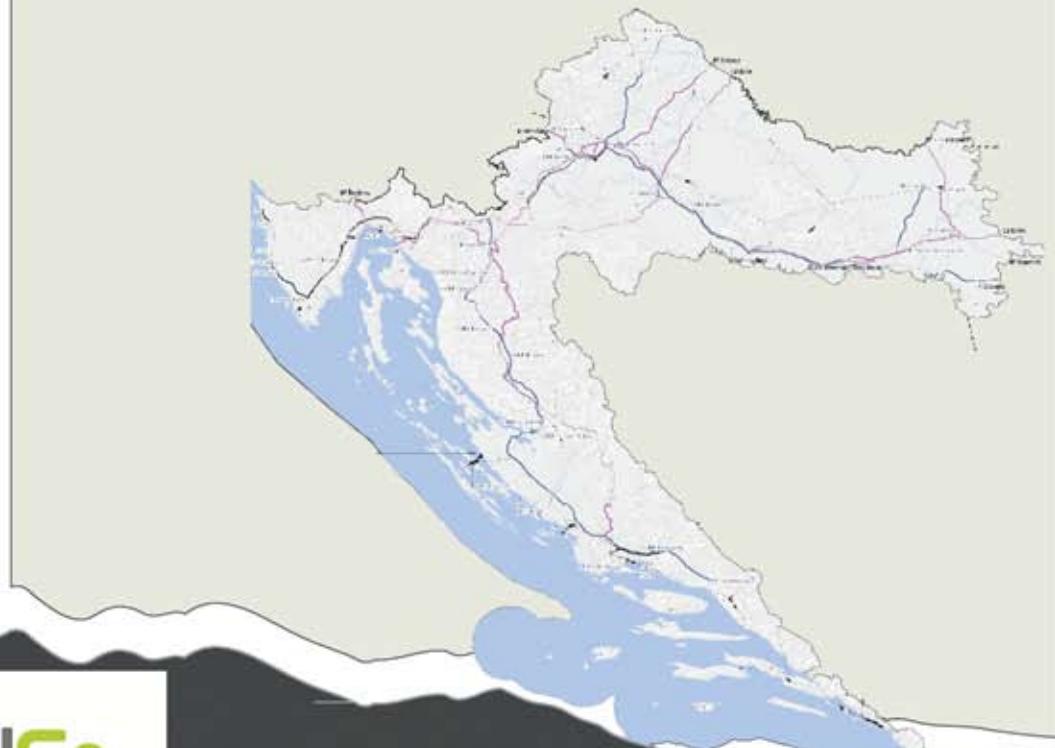
PROFESIONALNE USLUGE

Projektiranje | Montaža | Održavanje

MREŽNE USLUGE

Infrastruktura (odašiljačka, dark-fibre,...) | Kolokacija

Prijenos podataka (SDH, Ethernet, DWDM, 2 Mbps - 100 Gbps)



INDEKS DOP-a
2011., 2012.

www.oiv.hr

RMT grupa d.o.o.

za trgovinu i proizvodnju

Zastupnik svjetskih proizvođača rezervnih dijelova i opreme za željeznička vozila i infrastrukturu.



Elastomjerske opruge za odbojnu i vlačnu spremu
Ekskluzivni zastupnik za područje RH, BiH,
Srbije, Slovenije, Crne Gore i Makedonije



Samopodmazajući plastični umetci
Ekskluzivni zastupnik za BiH
i ovlašteni distributer za RH



METALOTEHNA
KNEŽEVO



Otkivci i odljevci za željezničke vagone
Ekskluzivni zastupnik za područje RH



Ispitna oprema za željeznička vozila
Ekskluzivni zastupnik za područje RH



Spezialmaschinen und Werkzeugbau

Odbojna i vlačna spremna

Ekskluzivni zastupnik za područje RH, BiH,
Srbije, Slovenije, Crne Gore i Makedonije



INTEGRAL d.o.o.
export-import Topola

Oprema za kontaktну mrežu
Ekskluzivni zastupnik za područje RH



Opruge-Ekskluzivni zastupnik
za željeznički program



Gamarra.s.a.

Čelični odljevci - Ekskluzivni
zastupnik za područje RH

Oprema za održavanje, mehanizaciju i postavljanje pruga.
Distributer za područje RH



Električni alati i pribor - Ovlašteni
distributer za područje RH



Josipa Strganca 4
10 090 Zagreb

www.rmt.hr

Tel: + 385 1 3890 607
Fax: + 385 1 3890 687

dr. sc. Žarko Dragić, dipl. oec.
Ilija Leović, dipl. ing. prom.

UZROCI POTEŠKOĆA PRI USKLAĐIVANJU ODNOSA MEĐU DRUŠTVIMA UNUTAR HŽ-ova SUSTAVA

1. Uvod

Predmet razmatranja odnosno istraživanja ovoga rada su sadašnja željeznička društva, što uključuje genezu njihova osnivanja odnosno razdvajanja iz integralnoga HŽ-ova sustava. Među važnija konkretna pitanja odnosa između tih društava spada pitanje čvrstine odnosno intenziteta tih međuodnosa, bez obzira na to je li riječ o organizacijskoj shemi s ili bez holdinga. Isto tako, vrlo je diskutabilno misliti, pa i tvrditi, kako HŽ Infrastruktura uistinu mora postati samostalno i neovisno društvo [13] s obzirom na potrebu stvaranja jedinstvenoga zajedničkog proizvoda u vidu prijevozne usluge. To dokazuje da kompleks HŽ Infrastrukture zaslužuje temeljito razmatranje, uključujući logističko-uslužnu funkciju prema prijevozničkim funkcijama, odnosno operatorima.

Odnosi među društvima složeni su najviše zbog internalnih usluga, pri čemu HŽ Infrastruktura nudi interne usluge prijevozničko-operativnim društvima, dok prijevozničko-operativna društva nude eksterno-tržišne usluge krajnjim korisnicima. Međutim, rasprave o modelu organiziranja društava, kao i o problemu njihovih međuodnosa, s kojima smo se upoznali na temelju dostupnih informacija, mogu se podijeliti na one o kojima vrijedi raspravljati, dakle na dubioze, i na one koje su u cijelosti promašene ili pogrešne, dakle na zablude. O njima će biti riječ u ovome radu, uz napomenu da je u tu svrhu pregledano i istraženo i više od desetak raznih izvješća i tzv. željezničkih paketa Europske komisije (EK). Zanimljivo je primijetiti da se najčešće spominju pojmovi liberalizirano tržište i željeznički operatori, a da se gotovo ne spominje krajnji korisnik, odnosno kupac prijevozne usluge, koji bi trebao biti u središtu zbivanja.

2. Najvažnija zapažanja u dosadašnjem razdoblju

Prve rasprave, a kasnije i praktični pokušaji razdvajanja odnosno podjele integralnog željezničkog sustava sežu unatrag 20-ak i više godina. Tomu je prethodilo rapidno gubljenje prijevoznoga željezničkog tržišta, i to uglavnom u korist cestovnog prometa. Analize i studije koje su se bavile

tom pojavom pokazale su da je ona uzrokovana različitim, objektivnim ekonomskim položajem koji je uvelike išao u korist cestovnog prometa, i to zbog:

- puno manjih udjela troškova infrastrukture [1]
- većeg prebacivanja eksternih troškova na društvenu zajednicu
- korištenja pojedinih usluga državnih institucija (regulacija prometa na cestovnoj infrastrukturi) bez naknadne nedovoljnog udjela ekoloških troškova (porast emisije CO₂).

Takvo depresivno i nekonkurentno stanje prisililo je željeznicu da nešto poduzme, a ona je to prvo napravila u području infrastrukture.

2.1. Geneza izdvajanja željezničke infrastrukture i izdvojenoga troškovnog obračuna

Kao što se iz prethodno iznesenih čimbenika odnosno bonusa u korist cestovnog prometa može zaključiti, oni cestovnomo prometu osiguravaju vrlo konkurentan položaj na prijevoznome tržištu, što gotovo graniči s monopolskim položajem. U tome smislu reagirali smo prije tri godine u listu »Željezničar« [3], kao odgovor na iznesene neistinite.

U našem reagiranju odnosno odgovoru na izvješće iznesen je niz konkretnih argumenata kojima se pobijaju neistinite tvrdnje, a često i zablude, što ovom prilikom nema potrebe ponavljati, ali se ne odričemo eventualne komplikacije za slučaj potrebe. Moglo bi se reći da je do pogrešnih postavki kao i iznesenih stavova došlo uglavnom zbog nedovoljnog poznavanja tehničko-tehnološke strukture željeznice i njezine specifičnosti, odnosno funkcionalne razlike u odnosu na cestovni promet. Međutim, kada je riječ o samoj infrastrukturi, treba reći da je ona u cestovnomo prometu znatno samostalnija i neovisnija o prijevoznim sredstvima kao neposrednim čimbenicima korištenja nego što je taj odnos na željezniči. Zbog toga je cestovna infrastruktura u pogledu troškovnog obračuna i financiranja sasvim odvojena od nositelja prijevoza, dok je na željeznicu ta veza kudikamo čvršća, gotovo integralna. Posljedica takve veze infrastrukture i prijevoznog sektora na željezniči bila je ta da je željeznička niz godina sama snosila troškove infrastrukture, dok je ona kao cjelina uživala stanovite državne subvencije, ali ne na razini potreba, već ovisno o mogućnostima proračuna.

U to doba, prema spomenutoj Studiji međugranske suradnje, nositelji cestovnog prometa snosili su troškove cestovne infrastrukture oko 7 % za putnički prijevoz te do 8 % za teretni prijevoz od troškova svoje jednostavne reprodukcije, dok je analogno učešće željezničke infrastrukture za nositelje željezničkog prijevoza bilo od 26 do 31 %. Na temelju toga očigledno je koja vrsta prometa uživa veće povjerenje države, odnosno koja vrsta prometa je u neravnopravnijem

ekonomskom položaju. Već tada željeznica poduzima korake prema izdvojenome obračunu troškova infrastrukture (ali ne i institucionalnome izdvajanju) ne bi li i ona dobila veću subvenciju poput cestovne infrastrukture. Do institucionalnog izdvajanja, a time i do posebnoga troškovnog obračuna infrastrukture, dolazi tek nakon 2003., kada se u nekoliko varijanti postupno osnivaju i druga željeznička društva, i to po Zakonu o podjeli društava HŽ-a [4]. Tako je najšira varijanta dovele do osnivanja četiriju društava osnovne djelatnosti, među kojima je osim standardna tri bila i HŽ Vuča vlakova, te HŽ Holdinga.

2.2. Bitna zapažanja i najnovija tržišna pozicija HŽ-ovih društava

Danas, nakon restrukturiranja HŽ-ova sustava, postoje tri društva – HŽ Infrastruktura, HŽ Putnički prijevoz i HŽ Cargo. HŽ Holding je ukinut, a HŽ Vuča vlakova pripojena je prijevozničkim društvima odnosno operatorima. HŽ Infrastruktura je po brojnim pokazateljima (broj zapošljenih, veličina kapitalnih sredstava, složenost unutarnje strukture i dr.) najveće društvo. Ukidanjem HŽ Holdinga najviše poslova preneseno je u HŽ Infrastrukturu te su time njezini poslovi povećani, čak bi se moglo reći da je postala prezaposlena. Polazeći od izvorne postavke da HŽ Infrastrukturu čine uglavnom fiksni objekti te fiksni uređaji i postrojenja koji omogućuju promet prijevoznih sredstava, njezina primarna zadaća jest upravljanje i briga o izgradnji, održavanju i unapređenju tih sredstava. No, osim poslova koji spadaju u primarne zadatke HŽ Infrastrukture, njoj su pripali brojni drugi poslovi među kojima kao indikativne valja spomenuti:

- organizaciju i regulaciju prometa vlakova na HŽ-ovim prugama, što za sobom povlači brojne dodatne poslove
- manevarski rad s vagonima i vlakovima, pri čemu ništa ne mijenja činjenica da se to odnosi na ograničeni broj većih kolodvora.

Na temelju toga jasno je da su tipični i složeni poslovi iz područja tehnologije željezničkog prometa pripojeni HŽ Infrastrukturi umjesto operatorima kojima prirodno pripadaju. Nisu bez razloga Austrijske savezne željeznice (ÖBB) prometno-tehnološku djelatnost izuzele iz autentične Infrastrukture, i to pod nazivom Infrastruktur Betrieb [5]. Vidljivo je da pri razdvajanju društava nije bilo zastupljeno načelo racionalizacije odnosa između društava, kao i prirodne podjele rada, kako bi bilo što manje obračuna internih usluga i druge nepotrebne administracije. Kada smo već kod fenomena internih usluga, valja reći to da su to usluge koje se obavljaju između željezničkih društava i drugih poslovnih subjekata unutar sustava željeznice, a mogu teći u više smjerova. Najviše internih usluga usmjereno je od HŽ Infrastrukture prema operatorima koji su njezini glavni »klijentи«, dok je tih usluga puno manje u suprotnome

smjeru, tj. od prijevozničkih društava (operatora) prema HŽ Infrastrukturni. Puno manje internih usluga obavlja se između prijevoznika, tj. operatora, koji svoju djelatnost gotovo u cijelosti usmjeravaju prema vanjskome tržištu, odnosno prema vanjskim prijevoznim uslugama. Dakle, sva željeznička društva uglavnom se temelje na uslugama, bilo unutarnjim bilo vanjskim, a to vrijedi i za cijelu željeznicu, jer njezina osnovna djelatnost, tj. prijevoz putnika i robe, po statističkoj nomenklaturi djelatnosti spada u uslužne djelatnosti.

Bez obzira na to što je riječ o različitim uslugama, usluge operatora uvjetovane su pružanjem usluga HŽ Infrastrukture, pa je ona svojevrsna logistička osnova za pružanje cjelovite i zajedničke prijevozne usluge. No, odgovornost i uloga HŽ Infrastrukture nije samo ta da svojim uslugama omogući kvalitetno izvršenje prijevozne usluge, već da to obavi i uz cijenu prihvatljivu operatoru, a o čemu svjedoči sljedeći primjer. Prema informacijama s kraja 2012. godine, zbog previsoke cijene korištenja željezničke infrastrukture na 87 km HŽ-ovih pruga, za 2013. otkazan je jedan par međunarodnih brzih vlakova na relaciji Beograd – Vinkovci – Strizivojna-Vrpolje – Banja Luka, jer je za njega u oba smjera trebalo platiti 677.000 eura godišnje.

To se odnosi na dionicu DG – Tovarnik – Slavonski Šamac – DG koja je duga 87 km, a izračun cijene po vlak/km glasi: godišnji iznos vlak/km = $(2 \times 87 \times 365) = 63\ 510$, a to po jednome vlak/km = $(677\ 000 \text{ EUR} : 63\ 510) = 10,7 \text{ EUR}$. Putnicima koji su na navedenoj relaciji namjeravali putovati vlakom preostala je alternativna mogućnost putovanja: zrakoplovom, autobusom ili željezničkom prugom preko Rume, Zvornika i Tuzle do Doboja. Zbog toga je operator HŽ Putnički prijevoz ostao bez određenog broja putnika i prihoda, što nije zanemarivo na godišnjoj razini, a da sam nije mogao učiniti ništa, jer vjerojatno nije ništa znao, i to samo zbog izrazite samostalnosti i neovisnosti HŽ Infrastrukture. Ako se problem realno sagleda, HŽ Infrastruktura ima dovoljno posla s izvršavanjem svojih temeljnih zadaća kao što je održavanje i modernizacija pružne mreže te nema vremena baviti se poslovima koji spadaju u područje djelovanja operatora. Između više pitanja koja zahtjevaju rješenje u cilju eksploatacijskog poboljšanja mreže valja izdvojiti:

- potrebu da se na pružnoj mreži utvrde i ispitaju mjesta odnosno gradovi gdje je korisnicima otežan pristup pruzi zbog nedostatka odgovarajućih terminala (stajališta, kolodvora), kao što je to do polovine 2013. bilo u Karlovcu, a potom je problem riješen otvaranjem stajališta Karlovac Centar [6]. Takvih slučajeva na HŽ-ovoj mreži ima još, a eklatantan primjer je kolodvor Pula, koji je vrlo sličan Karlovcu.
- topografski uvjeti kao što su brojni i oštri zavoji te veliki nagibi (+15 %), koji ruše eksploatacijske parametre i povećavaju koeficijent zakrivenosti pružnih trasa kao odnos između stvarne i najkraće moguće udaljenosti između karakterističnih kolodvora

- razni drugi tehnički nedostatci pružne mreže kao što su malo osovinsko opterećenje znatnog dijela pruga, zastarjeli sustavi osiguranja SS- i TK-uređaja te neredovito izvođenje pružnih remonata odnosno amortizirane zamjene, što kumulirano ruši brzinu vlakova i smanjuje konkurentnost željezničkih operatora u odnosu na druge vrste prometa, u prvome redu u odnosu na cestovni promet.

Svi navedeni, ali i drugi nedostatci infrastrukture nepovoljno utječu na troškove poslovanja operatora pa i na potražnju usluga infrastrukture. Po načelu interakcijskog utjecaja, ne utječe samo željeznička infrastruktura na operatore, odnosno na prijevozna sredstva, već i obratno, vozila utječu na infrastrukturu habanjem i možebitnom degradacijom kolosijeka. Upravo takva tendencija pojavila se nedugo nakon institucionalnog odvajanja HŽ Infrastrukture od prijevoznog sektora, kada se prema riječima profesora Veita iz Graza, događaju alarmantne pojave nabave najjeftinijih vozila, bez obzira na njihovo nepovoljno djelovanje na kolosijek [7].

Slična situacija može nastati i u slučaju neodgovarajućeg održavanja vozila, kao što to pokazuje primjer djelomično ravnog bandaža na kotaču, koji zbog toga nenormalno udara u tračnicu [8], što sigurno ne završava na tome. Sljedeće važno pitanje odnosa HŽ Infrastrukture i operatora jest iznos pravične i objektivne naknade za korištenje željezničke infrastrukture, koja ne može biti pitanje licitiranja, učjene ili volunteerizma. S obzirom na naprijed utvrđenu ekonomsku neravnopravnost između željezničkog i cestovnog prometa, to je neophodno ujednačenje, barem u terećenju troškovima infrastrukture, što bi značilo veliki pomak u nивelaciji njihova ekonomskog položaja. Naime, poznato je da je cestovni promet opterećen izdatcima za cestovnu infrastrukturu kao što su povećanje maloprodajne cijene pogonskoga goriva za 1,20 kuna (2 x 0,60 kn), naknada prilikom registracije vozila, naknada za korištenje autocesta, mostova i tunela te izdatcima iz raznih drugih poreznih izvora. Budući da su spomenuti cjenovni elementi podložni promjenama, to bi bilo potrebno da se oni ažuriraju na najnoviji datum i da se tada utvrdi iznos opterećenja odgovarajućih reprezentativnih subjekata cestovnog prometa.

Subjekti se moraju pozorno birati, osobito za putnički i kamionski prijevoz, dok broj subjekata treba biti veći kako bi dobiveni rezultati bili što mjerodavniji. Dakle, riječ je o svojevrsnome studijskom istraživanju u sklopu kojega se prvo za odabранe prijevoznike utvrđuju troškovi jednostavne reprodukcije, a potom se odnosom kumulativnih troškova terećenja cestovnog prometa i ukupnih troškova njegove reprodukcije dolazi do relativnog udjela troškova kojima se tereti cestovni prijevoz u ime infrastrukture.

Dobiveni relativni udjeli u opterećenju cestovnog prometa ponajprije izdatcima za održavanje cesta mogu se odgovarajućim postupcima primijeniti i na nositelje željezničkog prometa, tj. operatore. To prepostavlja ponajprije dobivanje

orientacijskog apsolutnog godišnjeg iznosa opterećenja za HŽ Putnički prijevoz i za HŽ Cargo. Potom slijedi prilagođavanje i svodenje tih iznosa zajedno s drugim troškovima eksploracije na neposredne tehnološke nositelje prijevoza, tj. vlakove. Pritom treba istaknuti središnju ulogu operatora i vlakova kao njihovih tehnoloških alata, kojima oni s jedne strane ispunjavaju svoje vanjske tržišne usluge prema krajnjim korisnicima, dok s druge strane za te vlakove potražuju interne usluge od HŽ Infrastrukture.

Pritom je važno znati da su za rad vlakova na infrastrukturi bitni pokazatelji bruto kilometar (brtkm) i vlak-kilometar (vlkm) te da su oni troškovno prikladni za različite objekte i uređaje HŽ Infrastrukture jer su u korelaciji s troškovima koje izazivaju na tim elementima. Tako su primjerice za objekte gornjeg i donjeg ustroja željezničkih pruga kao izazivači troškova mjerodavniji bruto kilometri, nego vlak-kilometri, dok su za SS- i TK-uređaje mjerodavniji vlak-kilometri, a ako su u pitanju elektropostrojenja i kontaktne mreže vlak-kilometri elektrovuče [7]. Razumljivo, pretpostavka za primjenu izloženog modela jest da se u HŽ Infrastrukturni iskazuju odvojeni troškovi po navedenim elementima.

3. Dvojbe o modelu organizacije željezničkih društava na željeznicama EU-a

Konkretna pitanja koja se tiču organizacije željezničkih društava i njihova funkcioniranja mogu se podijeliti na:

- pitanja koja spadaju u kategoriju **dubioza**, tj. koja zahtijevaju temeljiti rasprave, jer je sudbina ponuđenog rješenja neizvjesna
- pitanja koja spadaju u kategoriju **zabluda**, kada se rješenja nude *ad hoc* ili pod pogrešnim pretpostavkama, zbog nepoznavanja biti željeznice.

3.1. Pitanja iz kategorije dubioza

Većina pitanja iz kategorije dubioza proizlazi iz rasprava iz Četvrтoga željezničkog paketa Europske komisije o restrukturiranju željeznica iz država EU [9]. Stupnjevanje organizacijskog razdvajanja željezničkih društava temelji se na podjeli integralne željeznice u tri skupine ili stupnja razdvajanja:

Prvi stupanj razdvajanja je najblaži, odnosno po njemu nema razdvajanja i željezница ostaje integrirana. U toj skupini su uglavnom manje države i željeznice EU-a kao što su Luksemburg, Irska, Švicarska ili Grčka, koje manje trpe segmentaciju željezničkog sustava.

Drugi stupanj razdvajanja podrazumijeva infrastrukturu koja je odvojena od ostalih društava koja nisu strogo definirana, ali s obveznim holdingom kao koordinacijskim i arbitražnim tijelom u odnosima između društava. U toj skupini nalaze se najrazvijenije željeznice EU-a kao što su

Njemačka, Francuska, Italija ili Austrija, koje smatraju da je njihov organizacijski model optimalan u danim okolnostima te ga ne namjeravaju mijenjati.

Treći stupanj razdvajanja smatra se najvišim stupnjem razdvojenosti društava koji podrazumijeva odvojenu infrastrukturu, nedefinirani broj drugih društava operatora i vrlo labilne veze između društava, što znači da nema holdinga. U tu skupinu spadaju Velika Britanija, Nizozemska, Hrvatska, Poljska, Španjolska, skandinavske zemlje i drugi, a među njima ima i takvih koje zbog poteškoća u odnosima između društava traže povratak na prvi stupanj razdvajanja, odnosno na integrirani sustav željeznice.

Među akterima totalnog razdvajanja željezničkih društava ističe se potpredsjednik Europske komisije za promet Siim Kallas, koji već i samo postojanje holdinga smatra nedovoljnim činom razdvojenosti, premda je u interesu željeznice da se infrastruktura odvoji obračunski i institucionalno radi većeg subvencioniranja države. Čak je u tome smislu i Europski sud pravde presudio u korist Njemačke željeznice (DB) i Austrijskih saveznih željeznica (ÖBB), tj. da njihova organizacija željeznice s holdingom nije u suprotnosti niti s europskim zakonodavstvom o liberalizaciji, niti s europskom Smjernicom 91/440. Drugi predstavnici tolerantnijeg pristupa pitanjima razdvajanja željezničkih društava kao što su dr. Rudiger Grube (DB), Sophie Boissard (SBB), Roland Berger i drugi iznose primjere dobrog funkcioniranja integralnih željezničkih tvrtki u Kanadi, SAD-u, Rusiji, Kini i Japanu.

Pitanja ovlasti i podjele rada u kontekstu razdvajanja željezničkih društava također izazivaju velike nedoumice i kontroverze. Pogotovo se to odnosi na HŽ Infrastrukturu kojoj su dodijeljeni neki poslovi (što podrazumijeva i pripadajuću radnu snagu) samo zato što se izvode na objektima infrastrukture. Prema tome kriteriju čitava željezница trebala bi biti u sastavu toga društva, jer nije lako naći neku aktivnost iz željezničke djelatnosti koja se na neki način ne događa ili barem ne dotiče željezničku infrastrukturu, a s druge strane tek tada bi dobili u cijelosti integriranu željeznicu.

Tako su primjerice HŽ Infrastrukturi dodijeljeni poslovi organizacije i regulacije prometa vlakova na prugama i kolodvorima, koji su inače prirodni i tipični poslovi operatora kao što je to slučaj i s poslovima manevre. Sada se možemo zapitati kako jedno društvo kao što je HŽ Infrastruktura može organizirati rad nekom drugom društву, odnosno operatorima, a da ne sudjeluje u rezultatima poslovanja tog subjekta, o čemu ne postoji normativna regulativa.

Sljedeći razlog preopterećenosti HŽ Infrastrukture jest ukidanje HŽ Holdinga. Ukipanjem toga poslovnog subjekta, najveći dio poslova, pa i onih koji spadaju u koordinaciju i arbitriranje u sporovima između društava, prenesen je na HŽ Infrastrukturu. Tako ona u pojedinim sporovima i arbitražama može doći u sukob interesa, pogotovo zbog široke uključenosti, odnosno velikog broja poslova, pa se takvih slučajeva može očekivati sve više.

3.2. Pitanja iz kategorije zabluda

Pitanja iz kategorije zabluda također se temelje na raspravama iz Četvrtoga željezničkog paketa, kao i na izvorima iz Bijele knjige (2011.). Uočavanje razlike između operatora i krajnjih korisnika prijevozne usluge odnosno kupca vrlo je bitno pitanje komercijalnog poslovanja željeznice. Operatori se nikako ne mogu smatrati krajnjim korisnicima prijevozne usluge, već samo posrednicima između njih i infrastrukture, pri čemu krajnji korisnici, odnosno kupci prijevozne usluge, nju plaćaju operatorima. Krajnji korisnici odnosno kupci prijevozne usluge su individualizirani, bilo kao putnici kada je riječ o putničkom prijevozu, bilo kao vagonski posiljatelji robe (ponekad i grupni) kada je riječ o teretnom prijevozu.

S druge strane operatori kao posrednici i organizatori prijevoza okupnjavaju navedene individualne jedinice (skupine) u vlakove i za njih potražuju usluge od infrastrukture za koje plaćaju naknadu. Kada je riječ o unutarnjem (domaćem) prijevozu i operatoru, eksterno plaćanje krajnjih korisnika operatoru i plaćanje interne usluge infrastrukturi ostaje unutar domicilne države. Međutim, kada je u pitanju strani operator, pogotovo ako je u pitanju međunarodni prijevoz, dogovor o plaćanju i ostalome između krajnjih korisnika i operatora njihova je interna stvar o kojoj domicilna država ne mora znati. U tome slučaju od takvog prijevoza domaća željezница i država nemaju nikakav prihod, osim naknade za korištenje infrastrukture i još nekih sitnih naknada i taksa.

Ako je riječ o putničkom prijevozu, domaća željezница ne može doći ni do statističkih podataka o prijevozu putnika (broj prevezenih putnika i putnički kilometri). U slučaju teretnog prijevoza do odgovarajućih statističkih podataka (količini prevezenih tona i neto kilometrima) moglo bi se doći na temelju opsega utovara ili istovara robe na domaćim terminalima. No, kada je u pitanju provozni prijevoz, do statističkih podataka za putnički prijevoz ne može se doći, osim ako se sa stranim operaterom ne postigne dogovor, dok se do statističkih podataka za teretni prijevoz može doći na temelju podataka koji se koriste za zakup trase od HŽ Infrastrukture.

Za usporedbu iznesenog i uobičajenog odnosno standarnog opsega međunarodnog prijevoza putnika i robe valja reći to da se kod standardnoga međunarodnog prijevoza prihodi između željeznica koje sudjeluju u prijevozu putnika i robe dijele na temelju prijevozne dokumentacije (vozne karte i teretnog lista). Svaka željezница koja sudjeluje u prijevozu ostvaruje prihod po ostvarenim neto pokazateljima, tj. putničkim kilometrima i neto kilometrima, osim ako za pojedine prijevoze i željeznicе ne postoje dodatne upute kao na primjer o razdvajanju prihoda od početno-završnih operacija.

Dakle, nije sve u liberalizaciji pristupa operatora infrastrukturni (matrica koja se papagajski ponavlja), već je važniji pristup autentičnim korisnicima odnosno kupcima

prijevoznih usluga. Jedino oni donose autentične prijevozne prihode željeznici te zbog njih i njihove sigurnosti te kvalitete prijevoza svi segmenti željeznice trebaju djelovati usklađeno. Takve i brojne druge zahtjeve, preporuke i norme u međunarodnim razmjerima željeznici je namijenila Međunarodna željeznička unija, kao najveća, najstarija i najvažnija svjetska željeznička udruga. Primjer prošlogodišnjega sezonskog međunarodnog vlaka koji je povezivao Moskvu, Prag i Budimpeštu sa Splitom i obratno može se smatrati tekvinom UIC-a, odnosno njezinih direktiva [12].

Jedna od slijedećih zabluda odnosi se na pogrešno shvaćanje holdinga kao institucije koja navodno otežava »svemoću« liberalizaciju. Često se mogu čuti tvrdnje da holding sprečava razdvajanje željezničkih društava, pogotovo infrastrukture od prijevozničkog sektora, odnosno operatora. Takva tvrdnja nije točna iz nekoliko logičnih razloga:

- obračunsko razdvajanje HŽ Infrastrukture od prijevozničkog počelo je još prije dvadesetak godina kada nije bilo govora o osnivanju HŽ Holdinga
- HŽ Holding uspostavljen je tek nakon institucionalnog razdvajanja društava te nije logično da bi Holding sprečavao njihovo razdvajanje kada je on, metaforički rečeno, čedo razdvajanja.

Prvotna je zamisao bila da nakon razdvajanja društava treba postojati neko tijelo koje bi željeznicu predstavljalo kao vrstu prometa. To zapravo ne može ni jedno društvo jer je svako društvo samo dio željeznice. Organizacijskih modela poslovnih subjekata na čelu s holdingom ima sve više, a eklatantan primjer je Zagrebački holding unutar kojega posluje 13 poslovnih subjekata, a za razliku od željeznice svaki subjekt ima zaokruženu djelatnost, bez potrebe za tehnološkom suradnjom da se dođe do zajedničkog proizvoda. Na željeznicu nije ni izdaleka tako. Naime, između HŽ Infrastrukture i operatora postoji uvjetna ovisnost da bi se došlo do zajedničkog proizvoda, tj. prijevozne usluge.

Sljedeći primjer zablude odnosi se na nepovjerenje Europske komisije prema željezničkom holdingu. To ide toliko daleko da se uvode sankcije željeznicama koje su organizirane vertikalno, tj. s holdingom na čelu, bez ikakva dokaza o bilo kojem obliku diskriminacije [11]. To je dokaz da pojedini menadžerski predstavnici Europske komisije nemaju prave spoznaje o ulozi i važnosti holdinga u organizacijskoj nadgradnji željezničkog sustava. Podjela željeznice na društva polazi od toga da su ona osnovana po načelu prirodnog-tehnološke podjele rada, tj. s namjerom postizanja najboljih rezultata svoje uže djelatnosti. Sljedeće polazište je da je briga društava usmjerena ponajprije na njihove uže djelatnosti, a manje ili samo posredno na cijelovitu željeznicu, koja ne mora biti i obično nije samo zbroj dijelova.

U toj situaciji dobro bi došla zajednička institucija u obliku holdinga koja bi radila na afirmaciji komplementarnih odnosa između društava, ali ne u smislu sputavanja konku-

rentnosti, što joj se inače neopravdano spočitava, a između društava traži stroga razgraničenja, gotovo »kineske zidove«. Osim toga, postoje brojni zajednički složeni poslovi koje je isplativije obavljati u izdvojenoj i neutralnoj instituciji holdinga kao što su:

- poslovi izdavačke djelatnosti
- normativna djelatnost (izrada propisa, pravilnika, uputa [10] i dr.)
- upravljačko-savjetodavna djelatnost na planu strateškog razvoja željeznice i dr.

4. Zaključak

Uzajamni odnosi između društava iz HŽ-ova sustava posljedica su dekoncentracije integralne odnosno homogenizirane željeznice. Složenost odnosa između društava odnosno poslovnih subjekata ovisi o više čimbenika, a najvažniji su:

- broj razdvojenih društava
- kvaliteta razdvajanja društava u smislu optimiziranja funkcionalne podjele rada između društava
- ujednačenost tehničko-tehnološke opremljenosti rada društava
- veličina internih usluga između društava i dr.

Povijest razdvajanja društava dulja je od 20 godina, kada se i počelo s obračunskim odvajanjem infrastrukture od prijevoznog sektora kako bi se uspostavila analogija sa cestovnim prometom u smislu usporedbe terećenja troškovima infrastrukture. Studijska istraživanja pokazala su da cestovni promet snosi puno manje troškove (oko četiri puta manje) cestovne infrastrukture nego što to čine željeznički prijevoznici s troškovima željezničke infrastrukture, što je glavni uzročnik njihova neravnopravnoga ekonomskog položaja ili uvjeta poslovanja. Istraživanjem koje je prikazano u ovome radu utvrđeno je da je HŽ Infrastruktura organizacijski prezaposleno društvo, i to s obzirom na:

- dodjelu poslova organizacije i regulacije prometa vlakova i poslova manevre koji su svojstveni odnosno prirodni poslovi operatora
- to da su ukidanjem HŽ Holdinga HŽ Infrastrukturi dodijeljeni brojni novi zajednički poslovi, tako da to društvo u ovlastima znatno nadmašuje ostala dva društva, što ga u slučaju rješavanja pojedinih spornih odnosa između društava može dovesti u sukob interesa.

Također je uočeno prenaglašavanje uloge operatora kojima se pripisuje svojevrsna nadnaravna moć u povećanju konkurenčije na istoj infrastrukturnoj mreži, a da se pritom uopće ne spominju stvarni i istinski konkurenti, tj. nositelji cestovnog prometa, kao ni važnost krajnjih korisnika odnosno kupaca usluga, koji su autentični nositelji prihoda od prijevoza.

Literatura

- [1] Studija: *Mogućnosti suradnje radnih organizacija željezničkog, javnog cestovnog i riječnog prometa...*, IPZ, Zagreb, 1978.
- [2] S. Božičević: *Kakva je budućnost HŽ-a*, »Željezničar«, veljača 2009.
- [3] Ž. Dragić i T. Ivezić: *Jesu li Hrvatske željeznice monopolist?*, »Željezničar«, lipanj 2010.
- [4] Zakon o podjeli društava HŽ-a, N.N., br. 153/05.
- [5] T. Bačić: *ÖBB organiziran kao holding*, »Željezničar«, rujan 2013.
- [6] Ž. Dragić i T. Ivezić: *Kvalitet u željezničkom putničkom prijevozu i njezini pokazatelji*, »Željeznice 21«, 1/2012.
- [7] Ž. Dragić i T. Ivezić: *Problematika međuodnosa društava HŽ u vezi s tretmanom internih usluga*, »Željeznice 21«, 3/2009.
- [8] S. Janjanin: *Nova mogućnost spoznaje o ravnom obodu kotača, poznatom kao opasni čimbenik poremećaja u dinamičkom odnosu vozilo-pruga*, »Željeznice 21«, 1/2013.
- [9] D. Piljac: *Integracija ili odvajanje, pitanje je sad*, »Željezničar«, prosinac 2012.

- [10] G. Aleksić: *Mogućnosti za razvoj prometno-sigurnosnih propisa u željezničkom sustavu RH*, »Željeznice 21«, 3/2009.
- [11] D. Piljac: *Bijela knjiga – dva pogleda na IV. paket*, »Željezničar«, travanj 2013.
- [12] Informacija iz časopisa »Željezničar«, svibanj 2013., str. 16.
- [13] Razgovor s ravnateljem ARTŽN-a, tjednik »Globus«, 18. studenoga 2011., str. 27.

UDK: 656.2

Adresa autora:

dr. sc. Žarko Dragić, dipl. oec.
Ilija Leović, dipl. ing. prom.
kozjak-sped@mail.inet.hr

SAŽETAK

U zadnje vrijeme svjedoci smo intenzivnih rasprava o restrukturiranju željeznica u Europi, posebno unutar EU-a, pa čak i unutar HŽ-ova sustava. Te rasprave temelje se na Bijeloj knjizi iz 2011. te na željezničkim paketima i izvešćima Europske komisije. Uzajamni odnosi između društava iz HŽ-ova sustava posljedica su dekoncentracije tradicionalno homogenizirane strukture željeznice. U području optimalne organizacije željeznica u EU-u, odnosno njihovih društava, postoje velike dvojbe i brojna pitanja koja su u ovome radu razvrstana u dvije kategorije. Prva skupina pitanja spada u kategoriju dubioza, tj. onih pitanja koja zahtijevaju dodatna preispitivanja jer su ponuđena rješenja neizvjesna. Druga skupina spada u kategoriju zabluda jer se rješenja nude pod pogrešnim prepostavkama, zbog nepoznavanja biti komercijalno-gospodarskog i prometno-tehnološkog poslovanja željeznice.

SUMMARY

Recently, we have witnessed an engagement in intensive discussions over the restructuring of railways in Europe, especially within the EU, and even within the Croatian Railways' system. These discussions are based on the 2011 White Paper and on Railway Packages, as well as European Commission reports. Mutual relations among the Croatian Railways' system companies are a consequence of a deconcentration of traditionally homogenously structured railways. As regards the topic of optimum organization of railways within the EU, i.e., their companies, there are major doubts and numerous questions which are grouped into two categories in this paper. The first group of questions can be classed as a category of doubtful claims, i.e., such questions which require additional review because the offered solutions are uncertain. The second group can be classed as a misconception because the solutions are offered under false assumptions, due to a lack of familiarity with the essence of rail business operations that covers commercial and economic, as well as transport and technology aspects.

STROJOTRGOVINA d.o.o.
Petretićev trg 2a, 10000 Zagreb, HRVATSKA
tel. 01 46 10 530, tel./fax 01 46 10 525



Elektro Oy Ltd
Finska

**PROFESSIONALNE AKUMULATORSKIE
SVJETILJKI VISOKE KVALITETE,
NAMJENJENE ZA UPORABU KOD
ŽELJEZNICE, VATROGASACA,
VOJSKE, POLICIJE, U INDUSTRIJI...**



MICA HL-200 kp

MICA HL-200 pp

MICA IL-60



MICA HL-800 Ex kp



MICA ML-600 series

mr. sc. Ante Goran Bajić, dipl. ing. grad.
Mato Vranješević, struč. spec. ing. aedif.

SUSTAVI PRIČVRŠĆIVANJA I ZATVARANJA TRAMVAJSKOG KOLOSIJEKA U GRADU ZAGREBU

0. Uvod

Razvoj tramvaja i tramvajskog prijevoza, koji je bio uobičajeni način prometovanja, najizraženiji je bio tijekom industrijalizacije krajem 19. i početkom 20. stoljeća. Nakon razdoblja tijekom kojeg su tramvajske mreže privremeno nestale, krajem 1970-ih godina uviđa se problem onečišćenja okoliša, zvučnog onečišćenja, gustoće cestovnog prometa i manjka parkirnih mjesta te je nastupila tzv. renesansa tramvajskog prijevoza tijekom koje su prednosti tramvaja ponovno postale vidljive. Tramvajski prijevoz u Zagrebu postoji od 1891. godine – u početku kao konjski tramvaj, a nakon elektrifikacije pruge 1910. kao električni tramvaj.

1. Tramvajski kolosijeci grada Zagreba

1.1. Opći parametri tramvajskog kolosijeka u Zagrebu

Tramvajski pruga je građevinski objekt koja nosi i usmjerava tračničko vozilo koje se kreće po njoj, dakle radi se o prisilnom vođenju vozila po metalnom putu. Najvažniji uvjet kojeg se mora pridržavati je širina tramvajskog kolosijeka koja iznosi 1000 mm i obzirom na radijus zaobljenja glave tračnice, mjeri se okomito na os pruge, 10 mm ispod vozne površine glave tračnice na unutrašnjim rubovima tračnice [1].

Elementi gornjeg ustroja tramvajske pruge su: tračnice, pričvršni pribor, konstrukcija zatvaranja kolosijeka, pragovi ili betonski temelj i tamponski sloj.

- Ukupna dužina tramvajskog kolosijeka u Zagrebu iznosi $\sum L = 135144$ m.

S obzirom na različite zahtjeve i uvjete u kojima djeluju, tramvajski kolosijeci dijele se na operativne kolosijeke (kolosijeci izvan tramvajskih spremišta) i tramvajske kolosijeke u spremištima – remizama. Dužine tramvajskih kolosijeka prema toj podjeli iznose:

- ukupna dužina operativnoga kolosijeka:
 $Lo = 116.370$ m
- ukupna dužina kolosijeka u spremištima:
 $Ls = 18.774$ m.

Zbog velike razlike u potrebi održavanja kolosijeka, operativne kolosijeke neophodno je podijeliti prema horizontalnim elementima trase na tri skupine:

- kolosijeci u pravcu i lukovima $R \geq 200$ m
- kolosijeci u lukovima $R < 200$ m
- kolosijeci na križanjima i zaokretnicama.

Posebnost tramvajskog kolosijeka grada Zagreba u odnosu na druge gradove koji koriste tramvaj kao osnovnu jedinicu javnog gradskog je veliko opterećenje koje se u prosjeku kreće između 15 i 18 mil. brt. godišnje [2].

Najbliži takvome opterećenjima jesu gradovi Lodz, Beč i Basel sa oko 10 mil. brt. godišnje po presjeku. Na temelju toga može se vidjeti da prometno opterećenje na zagrebačkim tramvajskim prugama premašuje opterećenje na tramvajskim prugama u ostalim gradovima u kojima je tramvajski promet okosnica javnoga gradskog prijevoza. U spomenutim gradovima širina tramvajskog kolosijeka iznosi 1000 mm kao i u Zagrebu. Iznimka je Beč gdje širina tramvajskog kolosijeka iznosi 1435 mm. Treba napomenuti da širina kolosijeka utječe i na vijek trajanja tramvajske konstrukcije te na njezinu sposobnost da preuzme veliko prometno opterećenje.

Zbog već navedenih činjenica vezano za posebnost zagrebačkog tramvajskog kolosijeka, vijek trajanja gornjeg ustroja, poglavito tračnica, je dva do tri puta kraći nego kod ostalih gradova [1].

S obzirom na usmjerenost javnoga gradskog prijevoza u Zagrebu na tramvajski prijevoz, na što upućuju razvijenost tramvajske mreže (od 1987. sagrađeno je 58 % novih kolosijeka) i broj prevezenih putnika (opterećenje kolosijeka), učestalo je održavanje tramvajskih kolosijeka te se uvode novi, trajniji načini gradnje tramvajskih kolosijeka koji dugoročno mogu izdržati veće opterećenje.

Takvo stanje i posebnost velikog prometnog opterećenja koje je godinama opterećivalo do tada dobro dimenzioniran sistem, obzirom na povećanje dionica operativnog dijela tramvajskih kolosijeka dovelo je do ispitivanja raznih načina pričvršćenja i zatvaranja tramvajskog kolosijeka [2].

1.2. Razvoj i odabir konstrukcijskih sustava pričvršćivanja tramvajske pruge u Zagrebu

Sredinom sedamdesetih godina prošloga stoljeća Zagreb je definitivno prihvatio tramvaj kao okosnicu javnog prijevoza, no veliki je problem bio katastrofalno stanje tramvajske kolosiječne mreže. Donesena je odluka da se postojeće tramvajske pruge rekonstruiraju te je predložena gradnja tramvajske pruge kroz Novi Zagreb.

Pritom se kao problem pojavilo pitanje kakvu konstrukciju kolosijeka primijeniti s obzirom na dotadašnju stagnaciju, pa se čak razmišljalo o ukidanju tramvajskog prijevoza. Budući da nisu postojala gotovo nikakva domaća iskustva te da su sva tehnička znanja dolazila iz Njemačke, odabrana je konstrukcija s podljevnom masom na bazi bitumena, tzv. Unterguss, koja se masovno primjenjivala u Njemačkoj. Na mostu »Mladost« primijenjena je konstrukcija Kloeckner s jastucima od sintetsko-polimernoga kompozita na bazi epoksidne smole.

Krajem 1970-ih Untergussom su rekonstruirane sadašnja Tratinska ulica, Ozaljska ulica i Ilica te sagrađena pruga u Novom Zagrebu. Rekonstruirane i sagradene pruge propale su u roku kraćem od godinu dana, a vještačenje koje je proveo Građevinski fakultet pokazalo je da za tramvajski kolosijek u Zagrebu intenzitet opterećenja Untergussa jednostavno nema dovoljnu nosivost.

Na temelju suradnje ZET-a i Građevinskog fakulteta 1981. zaključeno je da zagrebačkim uvjetima odgovara tzv. učvršćivanje kolosijeka elastičnim pričvršnim mjestima, pa je ZET već 1982. na rekonstrukciji Savske ulice promovirao sustave Zg-1 i Zg-2, koji su primjenjivi samo u slučaju kada se radi novi betonski temelj, a paralelno je radio na razvoju sustava Zg-3 koji bi se mogao upotrijebiti i pri rekonstrukcijama na postojećemu betonskom temelju, kako bi se pouzdano mogle sanirati i prije spomenute propale dionice.

Jedini problem u to doba bio je materijal za nivelacioni sloj (ležaj) pričvrsnog mesta, za koji se znalo da mora biti od sintetskog mikrobetona – polimernoga kompozita na bazi umjetnih smola (epoksid, poliuretan, poliester). Takav materijal nije bio novost jer se primjenjivao na zagrebačkim prugama već krajem 1960-ih, nego je problem bio u ekonomskoj izoliranosti tadašnje Jugoslavije, kada su se spomenuti materijali mogli nabaviti samo u inozemstvu, a deviznih sredstava nije bilo.

Problem je riješen tako da je 1982. ZET izdao kriterije za izradu ležaja na bazi umjetnih smola uz uvjet plaćanja u tadašnjim dinarima. Tadašnji potencijalni izvođač radova, koji se 1983. javio da posjeduje polimerni kompozit razvijen na temelju iskustava u SAD-u te da ga je spreman nabavljati za devizna sredstva a ugrađivati za tadašnje dinare.

Od istog izvođača radova zahtijevalo se da provede ispitivanja materijala u IGH-u, što je on i učinio, a dobiveni rezultati bili su zadovoljavajući. S obzirom na takve rezultate, godine 1983. tvrtki „Resa“ iz Krškog povjerena je sanacija ležajnih jastuka na mostu „Mladost“ prema projektu ZET-a i GE-a.

Sustav učvršćivanja koji bez ikakva održavanja izdrži opterećenje veće od 100.000.000 tona je, s gledišta struke, dobar sustav. Takav je i sustav Zg-3 jer se na više od 30.000 m kolosijeka u Zagrebu pokazalo da on ima vremensko trajanje poput tračnice (15 godina), a da pritom, osim servisa

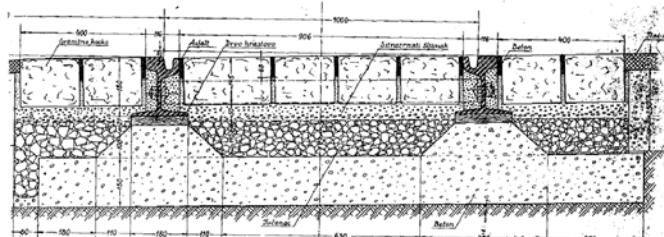
pričvrsnog mјesta nakon sedam godina, nisu potrebna veća ulaganja u njegovo održavanje sustava.

Od 1984. do 1997. sistem Zg-3 je bio standardni pričvrsni pribor na tramvajskom kolosijeku kada se prešlo na novi sistem DEPP, radi koncepcjske zastarjelosti sistema (potrebe servisiranja pričvrsnog mješta nakon 7 godina), tj. Zg-3 je sistem koji odražava stanje tehnike i zahtjeve na ponašanje kolosijeka sa početka osamdesetih godina, što danas svakako ne zadovoljava svjetske trendove u ponašanju kolosijeka [3].

2. Načini pričvršćivanja tramvajskih kolosijeka

Danas u Zagrebu postoji 116.370 m operativne tramvajske kolosiječne mreže. Prema kolosiječnoj konstrukciji, odnosno prema tehničkome rješenju pričvršćivanja tračnice za podlogu postoji 11 raznih načina pričvršćivanja, i to:

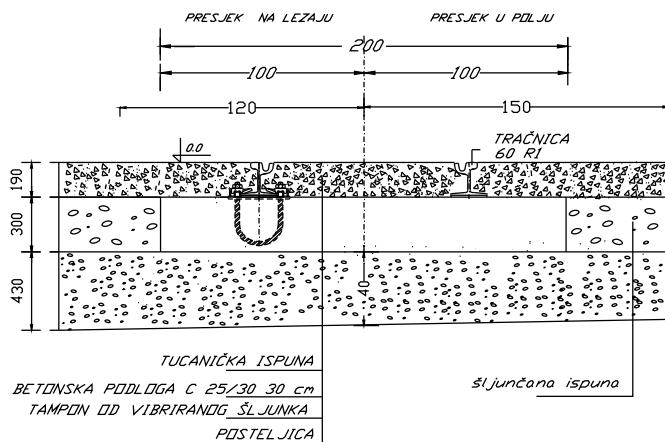
sustav pričvršćivanja „kofer“: danas na klasičnoj podlozi „kofer“ više nema tramvajskoga kolosijeka, ali se spominje kao jedan od najstarijih sustava koji je građen od 1926. do 1935. a koji se zadržao sve do 2007., kada je prilikom rekonstrukcije Kvaternikova trga zamijenjen novim sustavom



Slika 1. Poprečni presjek sustava pričvršćivanja „kofer“

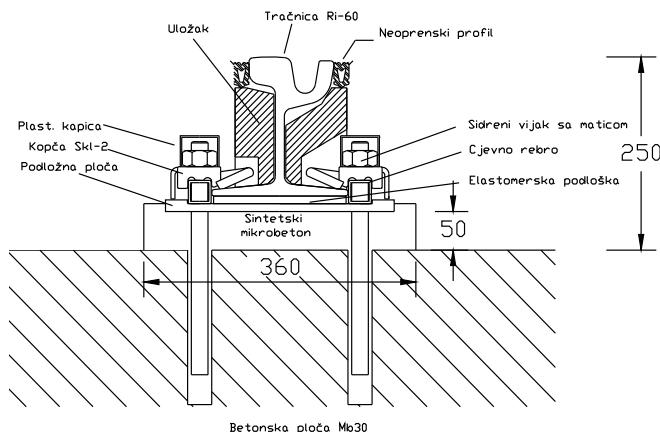
- sustav pričvršćivanja na betonskoj podlozi: tračnice su za ravnu betonsku ploču učvršćene vijcima i stezaljkom DŽ8 te međusobno spojene poprečnim spojnicama; takav način pričvršćivanja zadržao se u Mandlovoj ulici na dužini od oko 340 m kolosijeka.
 - sustav pričvršćivanja na tučencu: tramvajski kolosijek na tučenu je tzv. plivajući kolosijek spojen poprečnim spojnicama i uglavnom se nalazi u zasebnome tijelu; postoji još oko 10.075 m tramvajskog kolosijeka na tučencu.
 - sustav pričvršćivanja na pragovima: primijenjen je u Mandlovoj ulici; na pragove je ugrađena željeznička tračnica u dužini od 958 m kolosijeka
 - sustav pričvršćivanja ZG-2: tračnice su postavljene na obrnutu tračnicu koje je ugrađena u nosivu betonsku ploču; postoji još oko 1550 m kolosijeka pričvršćenih na taj način

- sustav pričvršćivanja ZG-3/1: postoji još oko 10.000 m kolosijeka pričvršćenih sustavom ZG-3/1



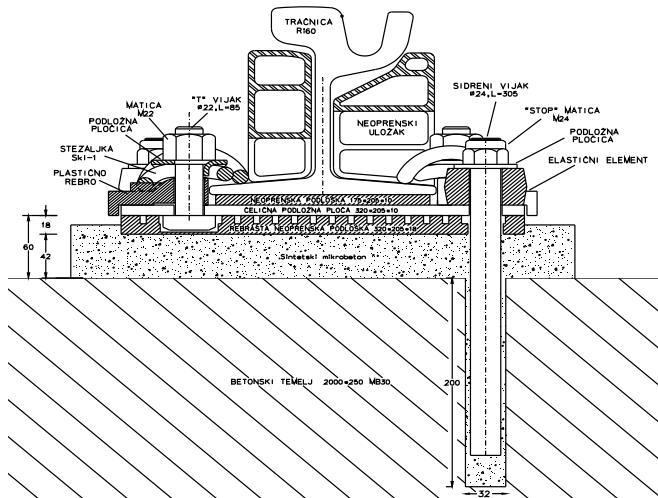
Slika 2. Poprečni presjek sustava pričvršćivanja ZG-3/1

- sustav pričvršćivanja ZG-3/2: jedan od prvih sustava na ležaju; zamijenio ga je DEPP i sustav s povećanom elastičnošću; postoji još oko 26.200 m kolosijeka sa sustavom ZG-3/2



Slika 3. Poprečni presjek sustava pričvršćivanja ZG-3/2

- sustav pričvršćivanja ZG-3/2k: na nekadašnjem sustavu „kofer“ postavljen je ZG-3/2 s većim dimenzijama ležajnog mjesta (45*36 cm); takvim sustavom spojeno je još 250 m kolosijeka u Branimirovoj ulici
 - sustav s povećanom elastičnošću (modificirani ZG-3/2): koncepcijski napravljen prema sustavu ZG-3/2 s dvostrukim elastomernim podloškom; umjesto čeličnoga cijevnog rebra postavljeno je plastično rebro; postoji oko 11.000 m kolosijeka s takvim sustavom pričvršćivanja
 - sustav pričvršćivanja DEPP (dvostruko elastični pričvrsni pribor): dvostruko elastični sustav s neposrednim sidrenjem najzastupljeniji je na tramvajskim kolosijecima u Zagrebu; tim sustavom spojeno je oko 56.000 m kolosijeka.



Slika 4. Poprečni presjek sustava pričvršćivanja DEPP (dvostruko elastični pričvrsni pribor)

3. Načini zatvaranja tramvajskog kolosijeka u Zagrebu

u većini slučajeva konstrukcije zatvaranja su kombinacija navedenih namjena. Pod zatvaranjem tramvajskog kolosijeka podrazumijeva se konstrukcija koja se horizontalno ugrađuje između i sa strane tramvajskih tračnica i vertikalno u odnosu na nosivu konstrukciju kolosijeka do glave tramvajske tračnice. S gledišta održavanja kolosijeka zatvaranje ima negativnu ulogu i predstavlja smetnju te uglavnom negativno utječe na trajnost kolosijeka.

Namjene takve konstrukcije mogu biti raznolike, no uglavnom se svode na:

- preuzimanje punog opterećenja cestovnih vozila - kolnička konstrukcija
 - preuzimanje opterećenja samo posebnih servisnih cestovnih vozila
 - snižavanje razine buke i vibracija
 - estetsku namjenu.

Vrste zatvaranja kolosijeka razlikujemo prema namjeni, vrsti materijala i načinu uporabe materijala, pa se razlikuju:

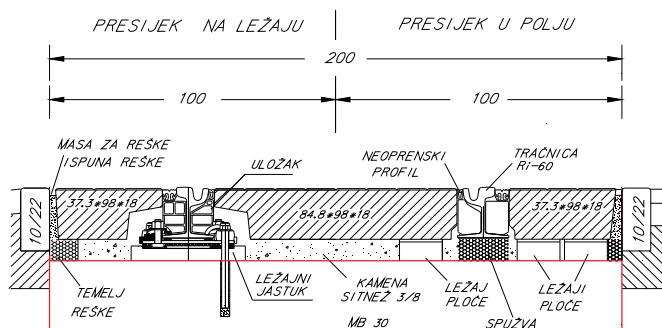
- zatvaranje zatravljenim koherentnim materijalom: kolosijek zatvoren zatravljenim koherentnim materijalom ima isključivu estetsku i ekološku namjenu u urbaniziranim sredinama. Izvanredno snižava razinu emisije buke, estetski je visoko vrijedan, ali ne podnosi opterećenje bilo kakvog cestovnog vozila. Financijski je povoljan u izgradnji i održavanju, u odnosu na neke druge konstrukcije zatvaranja, dostupnost nosivoj konstrukciji kolosijeka je izvrsna, ali pozornost treba obratiti na minimalnu nosivost za cestovna vozila unutar kolosijeka (servisna i interventna vozila).

- zatvaranje nekoherentnim materijalom (tučenac, šljunak): kolosijek zatvoren nekoherentnim materijalom izvodi se uglavnom na trasama u vlastitome tijelu, izvan kolničke površine. U stanju je preuzeti samo povremeno opterećenje servisnih i interventnih cestovnih vozila. Snižava razinu emisije buke, a estetski je dvojben. Dostupnost nosivoj konstrukciji je izvrsna, bez razaranja materijala.
- zatvaranje granitnim ili betonskim kockama: u prošlosti je bio najčešće korišten način zatvaranja tramvajskog kolosijeka u zajedničkome cestovnom tijelu. Prilikom intenzivnijega cestovnog prometa dolazi do brzog oštećenja i čestih sanacija, što je krajem prošlog stoljeća dovelo do njegove zamjene prefabriciranim betonskim pločama. Kolosijek se zatvara u punome profilu i srednjim pojasmom od betona i asfalta s jednorednim ili dvorednim kockama.
- monolitno zatvaranje: izvodi se na mjestima gdje je kolosijek u sklopu kolnika i mora preuzeti puno opterećenje cestovnih vozila. Estetski je neutralan jer se uglavnom nalazi uz cestovne prometnice ili u sklopu njih. Dostupnost nosivoj konstrukciji kolosijeka je loša i u tome slučaju neophodno je razoriti cijelu konstrukciju zatvaranja, a nakon intervencije na nosivoj konstrukciji sagraditi novu konstrukciju zatvaranja. Materijali od kojih se izvodi monolitno zatvaranje su relativno jeftini i uglavnom se zatvaranje izvodi u kombinaciji:
 - betona C16/20 i sloja lijevanog ili valjanog asfalta
 - betona C25/30 s profiliranom gornjom površinom
 - betonskih elemenata niže kvalitete i sloja asfalta
 - asfaltnog sloja na tučencu.
- zatvaranje armirano-betonskim elementima: izvodi se na mjestima gdje je kolosijek u sklopu kolnika i mora preuzeti puno opterećenje cestovnih vozila, a estetski zahtjevi i zahtjevi na održavanje nosive konstrukcije su veliki. Estetski je visokovrijedan. Dostupnost nosive konstrukcije kolosijeka je dobra i u tom slučaju nije neophodno razoriti cijelu konstrukciju zatvaranja jer bitni elementi zatvaranja ostaju funkcionalni i mogu se višekratno upotrijebiti. U tu skupinu spada i zatvaranje kolosijeka krupnom ili sitnom kamenom kockom, no uslijed konstruktivnih nedostataka danas praktički više nije u uporabi. Osnovni elementi zatvaranja izvedeni su od betona visoke kakvoće, otpornog na habanje, mraz i agresivne tvari. Preciznost izvedbe elemenata je vrlo visoka pa ih nije moguće proizvesti na licu mjesta.

Postoje dvije osnovne konstrukcije zatvaranja armirano-betonskim pločama :

- zatvaranje uzdužnim AB-elementima (kombinacija monolitnog zatvaranja i AB-elemenata položenih na kontinuirani sloj mikrobetona)

- zatvaranje masivnim AB-pločama (kombinacija zatvaranja masivnim AB-pločama i uzdužnim AB-elementima).



Slika 5. Masivne AB-ploče oslonjene su na elastične ležaje

Posljednjih nekoliko godina primjenjeno je kombinirano zatvaranje s uzdužnim AB-elementima i masivnim AB-pločama (ploča između tračnica, a uzdužni AB-elementi s vanjske strane tračnica).

Ovaj sistem zatvaranja je kombinacija dva razna sistema jer su uzdužni AB elementi već kombinacija monolitnog zatvaranja i prefabriciranih elemenata, a AB ploče su na elastičnim ležajevima. Osim toga, uzdužni element je zamijljen kao zamjena za granitnu ili betonsku kocku i relativno je male mase [5].

4. Zaključak

Osnovna težnja u razvoju svakoga javnog sustava, pa tako i tramvajskog kolosijeka, jest povećanje razine kvalitete i smanjenje ukupnih troškova gradnje i održavanja. Zagrebačka tramvajska pruga svojim velikim djelom prolazi kroz urbanu jezgru grada i u tijeku zajedničkog djelovanja s vozilom emitira dvije vrste onečišćenja: vibracije i buku.

Postojeći sustavi pričvršćivanja, osobito u užem središtu grada, ne udovoljavaju novim trendovima u ponašanju kolosijeka s obzirom na buku i vibracije. Ugradnjom novih, poboljšanih sustava pričvršćivanja i izolacije potrebno je pokušati smanjiti navedene emisije.

Sustav u zajedničkoj kolničkoj prometnici s armirano-betonskim pločama treba poboljšati primjenom veće tehničke pozornosti kod održavanja, jer ima veliku prednost, bez obzira na cijenu, pred monolitnim sustavom koji se može ukloniti samo razornom metodom.

Ono u čemu Zagreb daleko zaostaje su zatravljeni kolosijeci kada se pruga nalazi u zasebnome tijelu, koji uz estetsku komponentu ima ulogu prigušivanja emisije buke tramvajskog prijevoza.

Literatura:

- [1] Lakušić, S.: Stručno usavršavanje u graditeljstvu – Tramvajski kolosijeci – pp.1-4, 2006.
- [2] Cvrlje, G., Ivčević, Z.: Osobna komunikacija, ZET - Zagrebački holding
- [3] Ivčević, Z.: Izvještaj o stanju tramvajskog kolosijeka (interno), ZET – Zagrebački holding, 2001.
- [4] Skupina autora – Lakušić, S., Pollak, B., Bajić, A. G., Cvrlje G. i dr. ZET-Zagreb, Projektna dokumentacija Tramvajska pruga u Zagreb 1891 – 2012.
- [5] Bjegović, D., Jelinić, D., Pollak, B., Cvrlje, G.: Sabor AB elementi, 2001.

SAŽETAK

S razvojem industrije u svijetu pokazala se potreba za što bržim prijevozom roba i putnika. Nakon izuma žlebaste tračnice u gradovima se tramvajski prijevoz počeo ubrzano razvijati. Zbog velikog opterećenja kolosijeku te buke i vibracije koje proizvodi tramvajski kolosijek pokušava se odrediti najbolji način pričvršćivanja tračnice za podlogu, kako bi se smanjila emisija navedenih utjecaja te produljila trajnost kolosijeka. Na temelju položaja u prostoru i predviđenih opterećenja kolosijeka izabire se način zatvaranja tramvajskog kolosijeka. Odabir vlasti grada Zagreba da se na zajedničkome kolničkom prostoru izvodi montažno-demontažni sustav zatvaranja s masivnim AB-pločama, koji uz estetsku komponentu kojom doprinosi boljoj vizuri parteru Grada Zagreba, ima i ekološku komponentu kojom prigušuje štetne emisije buke i vibracije. U tekstu su prikazane postojeće vrste kolosiječnih pričvršćenja i zatvaranja kolosijeka, uključujući i razvoj kolosiječne konstrukcije u gradu Zagrebu tijekom vremena.

SUMMARY

As the world industry developed, a need for faster transport of goods and passengers arose. After grooved rail was invented in cities, tramway transportation began progressing at a faster pace. Due to a major track load, noise and vibrations generated by the tramway track, there was an attempt to determine the best way in which the track could be fastened to the ground in order to reduce the emission of the mentioned effects and to extend track durability. Based on the position in space and foreseen track loads, closing of tram track was chosen as a solution. Zagreb city authorities have chosen to construct an assembly/disassembly closure system with massive RC slabs on the common roadway, which not only has an aesthetic component to contribute to a better panoramic view of Zagreb at ground level, but also an environmental component which helps alleviate damaging noise emissions and vibrations. The text shows existing kinds of track fastenings and track closures, including track structure development in the City of Zagreb over the course of time.

UDK: 625.3

Adresa autora:

mr. sc. Ante Goran Bajić, dipl. ing. građ. – TVZ
agbajic@tvz.hr

Mato Vranješević, struč. spec. ing. aedif. – ZET, Zagrebački holding
matovranješevic@yahoo.com

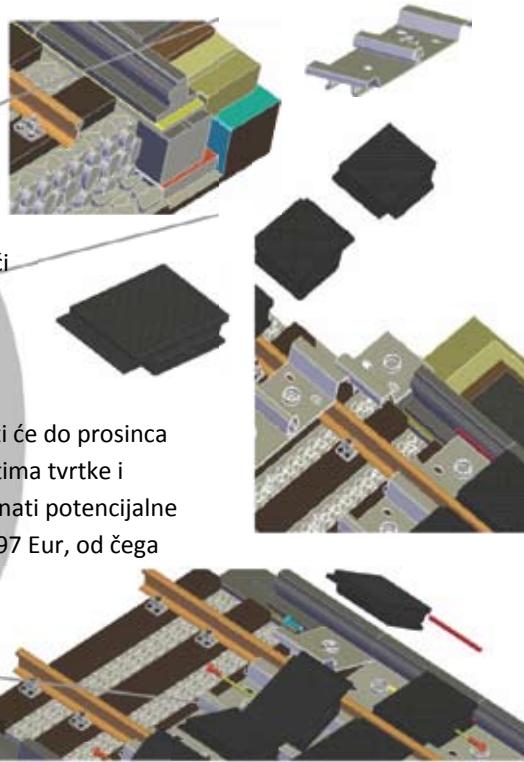
TELE COR

Uz EU i gumu je sigurnije

Rubber Railroad Crossing
Gumeni željezničko cestovni prijelaz
Zahvaljujući finansijskoj pomoći EU, projekt tvrtke Telecor Zagreb d.o.o., "DR1-tehnologija za proizvodnju univerzalnog gumeno cestovnog prijelaza", rezultirat će početkom proizvodnje prvog hrvatskog gumenog prijelaza. Time će se doprinijeti, da se sa jedne strane aktiviraju domaći proizvodni kapaciteti u gumarskoj, građevinskoj i metalnoj industriji, dok će sa druge strane lokalna zajednica dobiti siguran i tihi prijelaz cestom preko željezničke pruge.

Aktivnosti projekta, koji je započeo u lipnju 2013.god. i trajati će do prosinca 2014.god. atestiranim jednim gumenim prijelazom, certifikatima tvrtke i razrađenom marketinškom strategijom kroz koju ćemo upoznati potencijalne kupce sa novim proizvodom. Vrijednost projekta je 186.988,97 Eur, od čega EU sufinancira 85% dok je udio Telecora 15%.

U proizvodnji će se koristiti reciklirani materijal, a po završetku svog "životnog vijeka" sustav će se u potpunosti reciklirati i time doprinijeti ekološkoj osviještenosti u RH



Projekt je sufinancirala EU iz Europskog fonda za regionalni razvoj

KONKURENTNA HRVATSKA

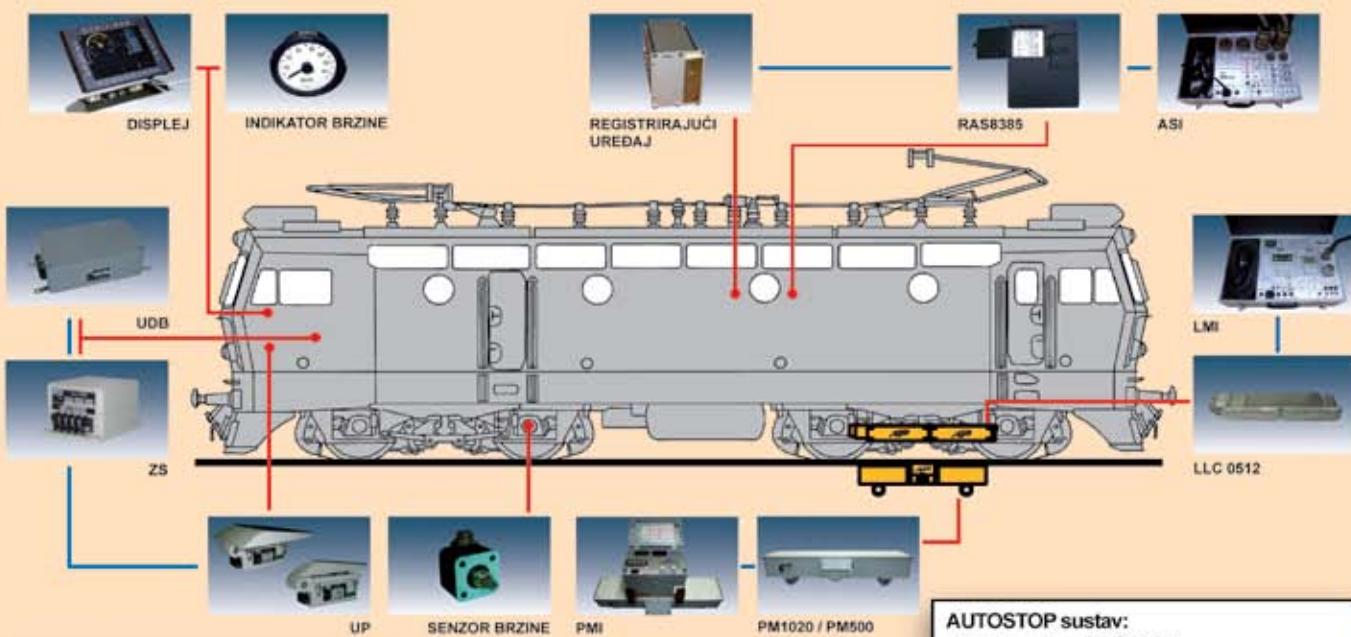
FONDVI
Europska unija
Ulaganje u budućnost

Telecor Zagreb d.o.o. / Horvaćanska 39, 10000 Zagreb / www.telecor-zagreb.eu / +385 91 138 44 23 / info@telecor-zagreb.eu

INFRASTRUKTURA SIGNALNO-SIGURNOSNI UREĐAJI



VOZILA SIGURNOSNI UREĐAJI ZA VOZILA



Sustav budnosti (SIFA):
Unificirani digitalni budnik - UDB
Zvučni trotonski signalizator - ZS
Nožni prekidač - široki UP1-D i uski UP1

Izrada projekata
sustava za
različita vozila

AUTOSTOP sustav:
Centralni uredaj - **RAS8385**
Lokomotivski magnet- **LLC0512**
Pružni magnet- **PM500 i PM1020**
ASI - uredaj za testiranje RAS8385
PMI, LMI - ispitni uredaji za magnete

mr. sc. Igor Marković, dipl. ing. prom.

RAZVOJNE MOGUĆNOSTI MULTIMODALNOG PRIJEVOZA U BOSNI I HERCEGOVINI

1. Uvod

Sadašnje tehnologije prometa podrazumijevaju tržišno natjecanje između različitih vrsta prometa čija je posljedica prometni sustav koji je segmentiran, tj. podijeljen i neintegrisan. Svaka od vrsta prometa nastoji iskoristiti svoje prednosti u kategorijama troškova, usluga, pouzdanosti i sigurnosti, a često u suprotnosti s njegovim eksplotacijsko-tehničkim obilježjima. Tako dolazi do toga da se prometni zahtjevi koji odgovaraju jednoj vrsti prijevoza ostvaruju drugom vrstom. To omogućuje da sudionici različitih vrsta prometa svoju konkurenčiju promatraju sa sumnjom i nepovjerenjem, što rezultira nedovoljnom suradnjom tijekom jednoga prometnog lanca.

Krivac za nedostatak integracije najčešće je državna prometna politika koja nema jasnu strategiju favoriziranja suradnje različitih vrsta prometa te ne dozvoljava tvrtkama koje se bave jednom vrstom prijevoza posjedovanje kapaciteta u drugim vrstama prometa, stavljajući određenu vrstu prometa u monopolistički položaj.

Integracija prijevoza u jedinstven funkcionalan sustav i nastojanja da različita prometna sredstva razvijaju međusobnu suradnju na prijevoznom putu od ishodišne do odredišne točke putovanja doveli su do stvaranja suvremenih tehnologija prometa, kao što je to multimodalni prijevoz. Uvijek prednosti suvremenih tehnologija prometa, strategija prometne politike počela je raditi na njihovu favoriziranju kroz intermodalnost.

Glavna prednost suvremenih tehnologija maksimalna je suradnja različitih vrsta prometa, što omogućuje lakšu promjenu prometnog sredstva i prelazak s jedne vrste prometa na drugu, smanjenje prijevoznih troškova, povećanje učinkovitosti smanjenjem pretovarnih operacija, povećanje razine pouzdanosti i skraćivanje vremena putovanja. Sve to dovodi do učinkovitog prometnog lanca.

Suradnja različitih vrsta prometa u prometnome lancu izuzetna je prilika za Bosnu i Hercegovinu da kroz strategiju razvoja suvremenih tehnologija prometa podtakne svoj gospodarski razvoj te da putem prometnih tokova stvori jaku poveznicu s najrazvijenijim ekonomijama Europe i zauzme stratešku poziciju na na globalnom prijevoznom tržištu.

2. Prometna mreža Bosne i Hercegovine

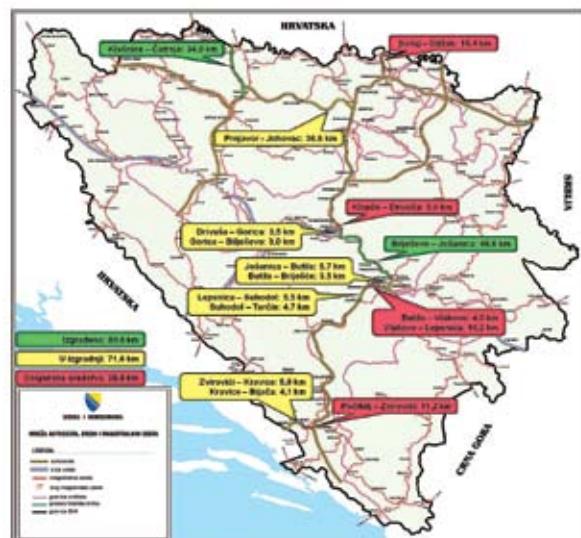
2.1. Cestovna prometna mreža

Cestovnu mrežu Bosne i Hercegovine čine ceste svih kategorija (autoceste, brze ceste, magistralne ceste, regionalne ceste i lokalne ceste) u ukupnoj dužini od 22 766,40 km, među kojima je 80,6 km autocesta, 39,50 km cesta rezerviranih za promet motornih vozila, 3785,70 km magistralnih cesta, 4681,50 km regionalnih cesta te oko 14 200 km lokalnih cesta (tablica 1). [1]

| Kategorija ceste | Ukupno kilometara | | | |
|--------------------------------------|-------------------|---------------|---------------|----------------|
| | FBiH | RS | D. Brčko | Ukupno |
| Autoceste | 46,6 | 34 | - | 80,6 |
| Ceste rezerv. za promet mot. voz. | 39,5 | - | - | 39,5 |
| Magistralne ceste | 2005 | 1780,7 | - | 3785,7 |
| Regionalne ceste | 2461,8 | 2182,9 | 36,8 | 4681,5 |
| Lokalne ceste | 8974,3 | 5055 | 170,66 | 14200 |
| Ukupno | 4534,3 | 3963,6 | 207,46 | 22766,4 |

Tablica 1. Pregled ukupne dužine cesta u BiH po kategorijama [1]

Gustoća ukupne cestovne mreže u Bosni i Hercegovini iznosi 44 km na 100 km², dok gustoća magistralnih cesta iznosi 7,4 km na 100 km². U Federaciji BiH gustoća magistralnih cesta iznosi 7,67 km na 100 km², a u Republici Srpskoj 7,17 km na 100 km². U Bosni i Hercegovini gustoća cestovne mreže prema broju stanovnika iznosi 5,68 km cesta na 1000 stanovnika, odnosno 0,94 km magistralnih cesta na



Slika 1. Trenutačno stanje mreže autocesta i brzih cesta u Bosni i Hercegovini [2]

1000 stanovnika. U 2012. u Bosni i Hercegovini registrirana su ukupno 1 096 232 motorna vozila te se na temelju raspoloživih podataka može zaključiti da na 1000 kilometara cesta dolaze 48 152 vozila. [1]

Razvoj intermodalnog prijevoza u sklopu cestovne mreže temeljit će se na području koridora V.c i paralele koridora X. Pored tih koridora (autoceste A1, A2, A3, A4 i JJAC) važnu ulogu imat će brze ceste (B1, B2, B3 i B4) i trenutačni pravci magistralnih cesta u Bosni i Hercegovini. Na sljedećim slikama prikazani su sadašnje stanje mreže autocesta i brzih cesta u Bosni i Hercegovini te strategija njihova razvoja.



Slika 2. Strategija razvoja mreže autocesta i brzih cesta u Bosni i Hercegovini

Ukupna dužina magistralnih cesta u BiH iznosi 3785,7 km. Prema zastupljenosti i geografskom rasporedu magistralne ceste oslonac su razvoja intermodalnog prijevoza, ponajprije zbog prostorne raspodjele multimodalnih terminala i ravnomjerne geografske i prometne povezanosti zemlje s ostatkom Europe.

Drugi vrlo važan pokazatelj razvoja intermodalnog prijevoza opterećenost je prometnih pravaca (slike 3 i 4) u Bosni i Hercegovini (izražena u PGDP).



Slika 3. Opterećenost prometnih pravaca u FBiH izražena u PGDP [3]



Slika 4. Opterećenost prometnih pravaca u RS izražena u PGDP [4]

Budući da je izgradnja autocesta i brzih cesta u Bosni i Hercegovini tek u začecima, u ovome radu su kao ulazni parametri prometnih koridora korišteni podaci o trenutačnom stanju cestovne prometne mreže u Bosni i Hercegovini.

2.2. Željeznička prometna mreža

Željeznička prometna mreža Bosne i Hercegovine raspoloži sa 1+041 km željezničkih pruga od čega je 948+732 km jednokolosječnih pruga, a 93+053 km dvokolosječnih pruga (pruga Dobojski – Zenički). Željeznička infrastruktura u BiH je u vlasništvu entiteta (Federacije BiH i Republike Srpske), dok željezničkom mrežom gospodare dvije željezničke uprave (Željeznice Federacije BiH i Željeznice RS). Željeznicama Federacije BiH pripada 617+495 km željezničke mreže, dok Željeznicama RS pripada 424+290 km. U Bosni i Hercegovini elektrificirano je ukupno 778+996 km pruga, dok je ostalih 262+789 km pruge nenelektrificirano. Na slici 5. prikazana je željeznička mreža Bosne i Hercegovine.



Slika 5. Željeznička mreža Bosne i Hercegovine [5]



Slika 6. Željeznički koridor V.c i paralela X. koridora [5]

Za razvoj intermodalnog prijevoza najvažniji željeznički prometni pravci u BiH su koridor V.c i paralela X koridoru (slika 6). Važnost tih koridora ogleda se u tome što na tim pružnim pravcima teče 90 % opsega željezničkoga teretnog i putničkog prijevoza.[6] Također, koridor V.c i paralela X. koridora povezani su s lukom Ploče i riječnim lukama Brčko i Šamac.

2.3. Riječna i pomorska prometna mreža

Bosna i Hercegovina ima izlaz na Jadransko more kod Neuma u ukupnoj dužini obale od 23 km. Taj dio obale koristi se isključivo u turističke svrhe i u budućnosti nije planirana eventualna promjena namjene tog dijela jadranske obale. Što se tiče pomorske prometne mreže, BiH je orijentirana na luku Ploče koja se teritorijalno nalazi u Republici Hrvatskoj. Zbog svojeg položaja luka Ploče je radom orijenitirana prema BiH (90 % ukupnog opsega rada luke odnosi se na prometne tokove prema BiH i iz nje) i od Čapljine i ostatka BiH željezničkom vezom udaljena je samo 25 km koridorom V.c. Zbog važnosti i položaja luka Ploče će i u budućnosti biti glavna luka za intermodalne prometne tokove prema Bosni i Hercegovini i iz nje.

Riječni plovni putevi odnose se na plovnost rijeke Save. Rijeka Sava je plovna od Siska do Brčkog, gdje je smještena i luka Brčko, a neposredno prije nje na plovnomu putu smještena je i luka Šamac. Sve do 1990-ih godina obje luke imale su veliku važnost za gospodarstvo Bosne i Hercegovije, ponajprije radi razvoja industrije. Danas luka Brčko ostvaruje neznatan opseg rada, ali s tendencijom naglog ravoja, ponajprije zbog svojeg položaja (na tromeđi BiH, Hrvatske i Srbije). Ravoj luke Brčko uvjetovat će i EU-ovo favoriziranje riječnog prometa kao jeftine vrste prijevoza kao i gradnja kanala Sava – Dunav. S druge strane, luka je unutar BiH dobro povezana prugom Brčko – Banovići i dalje sa Zvornikom i Tuzlom kao najvećim industrijskim

bazenom u BiH. Plovnim putem luka Brčko povezana je i s Rafinerijom nafte u Sisku. Zbog toga se može očekivati nagli procvat luke Brčko, što će se ogledati u naglom rastu opsega utovara i istovara tereta. [6]

Luka Šamac trenutačno ima zanemariv opseg rada (oko 30 000 t robe u 2012. godini), ali procjenjuje se da će se ta luka uskoro naglo razviti, ponajprije zbog jeftinoga riječnog prometa i povoljnoga geografskog položaja luke Šamac.[7] I ta je luka dobro povezana željezničkom mrežom odnosno koridorom V.c koji joj omogućuje kontakt s najvećim gospodarskim gigantima u BiH. Povoljnom položaju i velikoj razvojnoj perspektivi luke doprinose blizina rafinerije nafte u Brodu te rafinerije ulja u Modrići.

2.4. Zračna prometna mreža

Zračnu prometnu mrežu BiH čine zračni putevi kroz BiH, kao i zrakoplovne luke i infrastruktura zrakoplovne luke. Bosna i Hercegovina ima ukupno 19 zrakoplovnih luka, među kojima su četiri međunarodne (tablica 2), koje je *Organizacija za međunarodno civilno zrakoplovstvo (ICAO)* certificirala za međunarodni zračni promet.

| Lokacija | ICAO | IATA | Naziv zrakoplovne luke |
|--------------------|------|------|---------------------------------|
| Međunarodni | | | |
| Banja Luka | LQBK | BNX | Međunarodni aerodrom Banja Luka |
| Mostar | LQMO | OMO | Međunarodni aerodrom Mostar |
| Sarajevo | LQSA | SJJ | Međunarodni aerodrom Sarajevo |
| Tuzla | LQTZ | TZL | Međunarodni aerodrom Tuzla |

Tablica 2. Međunarodne zrakoplovne luke u BiH

Za multimodalni prijevoz važne su međunarodne zrakoplovne luke Sarajevo, Banja Luka, Mostar i Tuzla, ponajprije zbog certifikata za međunarodni prijevoz, kao i zbog veličine zrakoplovnih luka, njihove namjene i geografskog položaja. Preko te četiri zrakoplovne luke teče sav putnički i teretni prijevoz zračnim putem u BiH. Najveći opseg prometa ima Međunarodni aerodrom Sarajevo, a potom zrakoplovne luke Mostar, Banja Luka i Tuzla. Međunarodni aerodrom Sarajevo će i s gledišta intermodalnog prijevoza imati najveću važnost u budućnosti jer se veže uz glavni grad države gdje će biti smješteni i najveći terminali. Procjenjuje se da će se u budućnosti najviše razvijati Međunarodni aerodrom Mostar, ponajprije zbog svojeg geografskog položaja i važnosti (turizam, gospodarstvo, pogranično područje i dr.). Sve četiri međunarodne zrakoplovne luke dobro su povezane prometnom mrežom Bosne i Hercegovine, i cestovnom (koridor V.c) i željezničkom (koridor V.c i paralela X. koridora), i geografski su blizu riječnih i pomorskih luka koje su strateški važne za Bosnu i Hercegovinu.

3. Multimodalni prijevoz

3.1. Pojam, nastanak i razvoj multimodalnog prijevoza

Povezivanje različitih vrsta prometa u prometnom lancu dovodi do bržeg, učinkovitijeg, ekonomičnijeg i sigurnijeg prijevoza, što se ogleda kroz povećanje robne razmjene i razvoj funkcionalnih i kompatibilnih prometnih koridora. Razvoj intermodalnog prijevoza povezuje se uz SAD, gdje su željeznički i cestovni promet bili dominantni u kopnenom prijevozu. Do Drugog svjetskog rata dominaciju u kopnenom prijevozu imala je željeznica. Nakon Drugoga svjetskog rata i zbog nagle izgradnje autocesta rapidno se povećavao udio cestovnog prometa, osobito na relacijama do 500 km. Slične promjene u prometnim kretanjima događale su se i u Europi u to doba. Sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog stoljeća odnos udjela cestovnog i željezničkog prometa se mijenja i ponovno dolazi do razvoja željeznice u smislu povećanja utovarnih kapaciteta i duljine, prijevoza čime je željeznica postala ozbiljan konkurent cestovnemu prometu. Zbog velike konkurenциje između željezničkog i cestovnog prometa teško je sa sigurnošću odrediti kada se pojavio multimodalni prijevoz. Pojava intermodalnog prijevoza veže se uz pojavu i primjenu kontejnera. U SAD-u se 1911. počeo oglasima u novinama počeo oglašavati prijevoz robe u kontejnerima, a 1917. počeo je redovito teći kontejnerski prijevoz željeznicom. Ta vrsta prijevoza zadržala se na kontinentalnom prijevozu do 1965. kada se razvio sustav transkontejnera velike nosivosti kao i sustav prijevoza »od vrata do vrata«. Godina 1966. smatra se godinom kontejnerske revolucije kada je prvi kontejnerski brod (*Sea Land*) stigao iz Amerike u Europu, točnije u luku Rotterdam. Ta godina smatra se rođendanom intermodalnog prijevoza.^[8]

Danas se multimodalni prijevoz u Europi razvija u sklopu multimodalnih logističkih mreža koje pokrivaju sve članice EU-a. Mrežu čine 94 intermodalna koridora i 398 terminala (231 kopneni, 31 kopneno-riječni i 136 pomorskih terminala).^[6] Opseg i kvaliteta usluga intermodalnog prijevoza varira od regije do regije, od države do države, od koridora do koridora i od terminala do terminala. Trenutačno se u mreži ostvari 1821 kontejnerska veza tjedno, pri čemu samo 40 terminala čini više od 80 % ukupnog opsega intermodalnog prijevoza. Postoji i vrlo velika koncentracija tokova na manjem broju koridora. Najvažniji koridori u oba smjera su Njemačka – Austrija (oko 400 vlakova tjedno), Njemačka – Italija (300 vlakova tjedno) i Španjolska – Francuska (140 vlakova tjedno). Na desetak najvećih koridora teče 70 % ukupnog opsega intermodalnog prijevoza. Smatra se da je 500 km najmanja udaljenost na kojoj je opravdano uvoditi linije intermodalnog prijevoza. Izuzetak su transalpske veze koje su znatno kraće i znatno sudjeluju u multimodalnim robnim tokovima, kao i kontejnerski tokovi u gravitacijskim zonama terminala.^[10]

Multimodalni prijevoz jest suvremena prometna tehnologija čija su glavna obilježje da se tereti koji se već nalaze na nekom prijevoznom sredstvu prevoze zajedno s tim prijevoznim sredstvima te briga o njihovu zajedničkom prevoženju na nekom drugom prijevoznom sredstvu. Tako multimodalni prijevoz definiramo kao: »Transport u kojem istovremeno sudjeluju najmanje dva transportna sredstva iz različitih transportnih grana i to tako da prvo transportno sredstvo zajedno s teretom postaje teret za drugo transportno sredstvo iz druge transportne grane«. Multimodalni prijevoz jest suvremenim način prijevoza robe, koji uspješno povezuje govoto sve prometne grane (prijevozna sredstva) i suvremene tehnologije prijevoza na međunarodnim prometnim koridorima. Zbog njegove složenosti i značenja u međunarodnom i nacionalnim gospodarskim sustavima, međunarodni multimodalni prijevoz treba promatrati kao složeni dinamički i stohastički sustav. To je, zapravo, skup međusobno povezanih i međuutjecajnih prometno-tehnoloških aktivnosti izravnih i neizravnih sudionika, prometnih i drugih kadrova te tehničkih pomagala u njihovu radu i drugih elemenata u stalnom kretanju, mijenjanju i razvoju. Uporaba i popularnost intermodalnog prijevoza u svijetu svakim danom raste u odnosu na ostale vrste prijevoza zbog smanjenih troškova i kraćeg vremena potrebnog za prijevoz.^[9]

3.2. Karakteristike intermodalnog prijevoza

Karakteristike intermodalnog prijevoza najlakše je promatrati kroz uzroke njihova nastanka i razvoja koji se ogledaju u [9]:

- boljoj iskoristivosti prednosti vrsta prometa,
- potrebi za povezivanjem velikog broja prostorno rasprostranjenih pošiljatelja i primatelja robe,
- velikim troškovima prijevoza po jedinici pojedinih vrsta prometa (cestovni, zračni i sl.),
- zaštiti životne sredine tijekom prijevoza opasnih tvari i od negativnog utjecaja cestovnog prometa,
- povećanju pouzdanosti isporuke,
- lakšem obilježavanju, identificiranju i praćenju robe, itd.

Tijekom razvoja multimodalni prijevoz imao je ograničenja koja potječu od čimbenika kao što su to prostor, vrijeme, vrsta prometa, izgled prometne mreže, broj čvorista i veza te tip i karakteristika vozila i terminala. Čimbenici koji utječu na organizaciju intermodalnosti su:

- osobine i količina robe koje se prevoze,
- vrsta prometa koji se koristi,
- ishodište i odredište,
- troškovi i vrijeme trajanja prijevoza te
- vrijednost robe i učestalost prijevoza.

Traganjem za idealnim prijevoznim rješenjem u prometnoj tehnologiji uloženi su veliki napor da se kroz intermodalizam integriraju razdvojeni prometni sustavi. Multimodalni prijevozni lanac podrazumijeva četiri osnovna procesa:

1. Spajanje – proces sakupljanja i konsolidacije tereta na terminalima. Terminal se nalazi na mjestu spajanja lokalnog i regionalnog sustava distribucije i na mjestu spajanja nacionalnog i internacionalnog sustava distribucije. Najbolje bi bilo da teret od dobavljača u distributivni centar stiže objedinjen i konsolidiran. Za taj proces najbolje je koristiti cestovni promet jer je fleksibilan i najpodesniji za pružanje usluge *od vrata do vrata*. Proces spajanja uključuje i aktivnosti koje su usko povezane s proizvodnom funkcijom, a to su pakiranje i skladištenje.
2. Povezivanje – konsolidirani (utvrđeni) prometni tok (teretni vlak, kontejnerski brod ili čak kamionski konvoj) između najmanje dva terminala, koji teče na području nacionalnog ili internacionalnog sustava distribucije tereta.
3. Promjena vrste prijevoza – najvažniji proces u intermodalnom prijevoznom lancu. Taj proces provodi se u terminalima. Terminali omogućuju učinkovit kontinuitet unutar prometnog lanca.
4. Razdvajanje – teret koji je stigao u terminal koji se nalazi u blizini njegova odredišta treba rastaviti i prenijeti u lokalni, odnosno regionalni, sustav distribucije. Taj proces povezan je s potrošnjom i uglavnom se provodi u gradskim zonama.

Prema Konvenciji UN-a o međunarodnome intermodalnom teretnom prijevozu iz 1980. godine, osnovna obilježija međunarodnoga intermodalnog prijevoza su:

- Operator intermodalnog prijevoza i primatelji robe nalaze se u dvije države.
- Roba se prevozi s najmanje dva različita prijevozna sredstva, odnosno u takvome prijevoznom procesu sudjeluju najmanje dvije različite vrste prometa.
- Cjelokupni prijevozni pothvat temelji se na jednom ugovoru o prijevozu.
- Cjelokupni proces međunarodnoga intermodalnog prijevoza provodi ili organizira operator intermodalnog prijevoza. Najčešće je to međunarodni špediter koji ujedinjuje djelatnosti špeditera i prijevoznika.
- Prethodno navedeni ugovor sklapa operator intermodalnog prijevoza s pošiljateljem robe.
- Cjelokupni pothvat međunarodnoga multimodalnog prijevoza zahtijeva samo jednu ispravu o prijevozu robe.

3.3. Intermodalne i multimodalne tehnologije prijevoza

Od same pojave prometnih tehnologija pa sve do danas razvilo se nekoliko tehnologija intermodalnog i multimodalnog prijevoza. U nastavku su navedene neke od njih:

- Huckepack
- Ferroulage
- Semi Rail

- Road Railer
- Ro-La (Rollende Landstrasse)
- Ro-Mo (Rolling Motorway)
- Route Roulante
- Transtrailer
- Ro-Ro (Roll On – Roll Off)
- Lo-Lo (Lift On – Lift Off)

Najzastupljenije i najučinkovitije tehnologije intermodalnog i multimodalnog prijevoza su [10]:

- tehnologija Huckepack
- tehnologija Ro-Ro
- tehnologija Lo-Lo
- tehnologija Ro-Lo
- tehnologija Fo-Fo

4. Multimodalni prijevozni pravci u Bosni i Hercegovini

Da bi se mogli analizirati postojeći i razviti novi multimodalni prijevozni tokovi u BiH, potrebno je predstaviti metodologiju razvoja multimodalanog prijevoza u BiH koja se sastoji od [6]:

- definiranja razvojnih pravaca multimodalnog lanca nabave unutar BiH,
- procjene razine konkurenkcije multimodalnih lanaca nabave po pitanju troškova, a u odnosu na cestovni promet, korištenjem detaljnog modela računanja troškova,
- procjene razine konkurenkcije multimodalnih lanaca nabave po pitanju kvalitete, a u odnosu na cestovni promet,
- procjene trenutačne potražnje za multimodalnim prijevozom u BiH,
- procjene buduće potražnje za multimodalnim uslugama u BiH, i to za scenarij do 2015. i scenarij do 2030. Godine,
- izrade analize osjetljivosti kako bi se odredili najosjetljiviji čimbenici za razvoj multimodalnog prijevoza u BiH,
- izrade multimodalne strategije za BiH te
- predlaganja akcijskog plana za provedbu strategije razvoja multimodalnog prijevoza.

4.1. Glavni multimodalni pravci

Glavni multimodalni koridori prikazani su na slici 7.

Za multimodalni prijevoz najvažniji su željeznički i vodni prometni pravci. Stoga su u Strategiji razvoja multimodalnog prijevoza u BiH željeznički prometni pravci prikazani crvenom bojom, a vodni putevi plavom bojom. Razvoj multimodalnih terminala u BiH temelji se na tri prometna koridora [6]:



Slika 7. Glavni multimodalni koridori

- rijeka Sava,
- koridor V.c (Ploče – Sarajevo – Šamac)
- paralela koridora X. (Zvornik – Tuzla – Dobojski – Banja Luka – Gradiška).

Ti koridori sastavni su dio šire mreže paneuropskih koridora V., VII. i X. Detaljnijim planiranjem i geografskim položjem međunarodnih kordora u BiH definirano je 13 potencijalnih multimodalnih terminala (slika 8), od kojih je pet terminala najvećeg prioriteta (označeni crvenom bojom), a ostali terminali su manjeg prioriteta (označeni žutom bojom).



Slika 8. Mreža prioritetnih i potencijalnih multimodalnih terminala u BiH [6]

Prema strategiji, pet prioritetnih terminala koji će biti osposobljeni za multimodalne prijevozne usluge su:

1. Ploče (koje smatramo »BiH terminalom« jer uglavnom opslužuje prostor BiH),
2. Sarajevo (glavni grad BiH i najveća aglomeracija),
3. Banja Luka (glavni grad Republike Srpske i druga najveća aglomeracija),
4. Tuzla (treća najveća aglomeracija i industrijska zona)
5. Brčko (trimodalni terminal na rijeci Savi; jedinica lokalne samouprave).

Geografske lokacije tih pet potencijalnih terminala obuhvaćaju glavne dijelove BiH. Broj terminala također se čini prihvatljivim ako se uporedi s drugim zemljama slične veličine. Na primjer, Hrvatska trenutačno ima šest multimodalnih kontejnerskih terminala (Rijeka, Split, Zadar, Zagreb, Slavonski Brod i Osijek). Broj stanovnika i površina Hrvatske gotovo su isti kao u BiH, samo je njezin geografski oblik izdužen. BDP (paritet kupovne moći) je oko dva puta veći nego BDP u BiH. S gledišta brojki, Hrvatska bi se mogla uzeti kao primjer za početne faze razvoja multimodalnih usluga u BiH. Austrija, koja je oko dva puta veća od BiH ili Hrvatske, ima 16 multimodalnih terminala. Austrija može poslužiti kao primjer za kasnije faze razvoja multimodalne infrastrukture u BiH.[6]

4.2. Logistički multimodalni prometni pravci »od vrata do vrata«

Za izradu strategije multimodalnog prijevoza u BiH potrebno je definirati potencijalne multimodalne prometne pravce koji su dio tzv. prometnih nabavnih lanaca. Specifičnost multimodalnih pravaca »od vrata do vrata« jest činjenica da oni obično uključuju pretvarne centre u najširem smislu te riječi, odnosno teretne terminale, centre za konsolidaciju ili logističke centre, u kojima se obavlja prelazak iz jedne vrste prometa u drugu. Još jedna karakteristika multimodalnih prometnih pravaca »od vrata do vrata« jest činjenica da ti pravci ne moraju neophodno predstavljati najkraću prometnu udaljenost između »vrata« zbog procesa konsolidacije koji je povezan s multimodalnim prijevozom [6].

Za multimodalne prometne pravce treba uzeti u obzir to da je u praktičnome prijevozu, barem u upravljanju nabavnim lancem, stvarni izravni prijevoz »od vrata do vrata« koji se, naprimjer, obavlja jednim kamionom, relativno rijedak. Čak i kod kamiona koji prevoze do 38 t ili čak do 44 t, stvarni prijevoz je prijevoz »od terminala do terminala«, gdje su terminali također centri u vlasništvu relevantnoga špeditorskog poduzeća te samo to poduzeće i partneri s kojima on surađuje imaju pristup. Na tim terminalima kamioni se istovaraju i roba se pretvaraju u manje kamione kapaciteta od 12,5 t ili 7,5 t ili čak i manje (3,5 t), posebno za veće centre kao što je Sarajevo. Kamione je jednostavno preskupo koristiti za prijevoz tereta na velikim udaljenostima (uglavnom prikolice s tri osovine) za mikrodistribuciju. Drugim riječima, s razvojem terminala u BiH ta tendencija će se također razvijati. Stoga, važan dio nije prijevoz »od vrata do vrata« kao takav, već lanac multimodalnog prijevoza bez ikakvih prekida, koji je u istoj mjeri učinkovit s gledišta kvalitete i cijene kao i prijevoz kamionom »od vrata do vrata«. Kao posljedica toga, koncepti »od vrata do vrata« prešli su u koncepte nabavnih lanaca za koje je mjerodavan jedan ponuđač usluga, koji će, s pravnog stajališta (teretni list ili ugovor), biti odgovoran za prijevoz robe »od vrata do vrata«, preuzimajući svu pravnu odgovornost. Poduzeća koja pružaju takve usluge sve češće se nazivaju multimodalnim prijevoz – operatorima (MTO).

To je još jedna stavka radi koje je važno da BiH prilagodi svoje zakonodavstvo modernim logističkim tokovima i tokovima nabavnih lanaca.

4.3. Multimodalni nabavni lanci prema BiH te iz BiH

4.3.1. Multimodalni pravac I: Ploče – Sarajevo

Najvažniji multimodalni pravac za BiH nalazi se na trasi koridora V.c (željeznička veza), i to između Ploče i Sarajeva. Ta prijevozna relacija nazvana je pravcem broj I. Za scenarij i prognozu, relacija Sarajevo – Ploče najvažnija je za BiH jer je BiH zemlja okružena kopnom. Ta relacija dio je nabavnih lanaca koji vode iz luka na sjevernome Jadranu, kao i iz centara južnog Mediterana. U budućnosti ta relacija može postati i vrstom »plave autoceste« za kamione, nepräocene prikolice, kasete i prikolice MAFI iz luka na sjevernome Jadranu kao što su Venecija, Monfalcone, Trst, Koper i Rijeka [6].

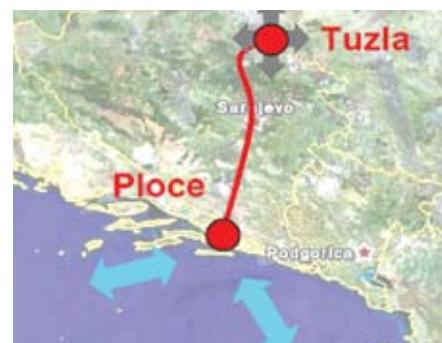


Slika 9. Multimodalni pravac I: Ploče – Sarajevo

Potencijalna dugoročna alternativa Luci Ploče mogla bi biti Luka Bar (Crna Gora) jer je ona blizu i ima ambiciozne planove za investicije i razvoj (buduća pruga Čapljina – Nikšić). Predložena relacija Ploče – Sarajevo mogala bi biti zanimljiva za uspostavu redovite vozne linije koja vozi u oba smjera. Međutim, zbog relativno kratke udaljenosti željeznica će morati ponuditi izvrsnu uslugu pod povoljnim uvjetima ako želi biti konkurentna cestovnemu prometu. Smatra se da je Mostar preblizu Luci Ploče za održivu željezničku liniju u oba smjera. Relacija Ploče – Tuzla mogla bi biti nastavak toga nabavnog lanca. Sarajevo je izabrano kao potencijalno odredište za taj pravac jer je to centar s najvećim brojem stanovnika, kao i najveći potrošački centar u BiH, iako je udaljenost od Luke Ploče, kao što je navedeno, relativno mala (oko 200 km). Zbog svoje lokacije hrvatska Luka Ploče je od velike važnosti za gospodarstvo BiH. Prema lučkome statističkom izvješću za 2011. i 2012. o kontejnerskom prijevozu, 70 % tereta koji stiže morskim putem se u BiH uvozi preko Luke Ploče [6]. Kontejnerski prijevoz u BiH iznosi oko 18.000 TEU-ova godišnje što čini 80 % ukupnog opsega kontejnerskog prijevoza kroz Luku Ploče (koji iznosi oko 22 000 TEU-ova godišnje) [11].

4.3.2. Multimodalni pravac II: Ploče – Tuzla

Multimodalni pravac II prati željeznički koridor V.c koji kreće iz Luke Ploče i vodi do Sarajeva, a potom se odvaja od koridora V.c i nastavlja do Tuzle. Pravac Ploče – Tuzla izabran je jer je Tuzla treći najveći grad te najveće industrijsko središte u sjevernoj BiH. Također će biti uzet u obzir prilikom prognoze, posebno za razvoj kontejnerskih vlakova koji voze u oba smjera. Za prometni pravac moguće izabrati i dionicu Ploče – Banja Luka.



Slika 10. Multimodalni pravac II: Ploče – Tuzla

4.3.3. Multimodalni pravac III: Rijeka – Zagreb – Banja Luka

Taj multimodalni pravac odnosi se na kopneni prijevoz iz luke Rijeka, preko Zagreba do Banja Luke. Moguća alternativa Luci Rijeka je slovenska Luka Kopar. Ta prijevozna ruta izabrana je jer je Banja Luka drugi najveći grad u BiH (glavni je grad Republike Srpske) i smjernici prijevoznih kretanja grada i banjalučke regije idu u smjeru navedene prijevozne rute.



Slika 11. Multimodalni pravac III: Rijeka – Zagreb – Banja Luka

Luka Rijeka dioničko je društvo u kojemu većinski paket dionica Luke Rijeka d.d. ima Vlada Republike Hrvatske odnosno Agencija za upravljanje državnom imovinom (71,4%). Luka Rijeka najveći je koncesionar za prekrcaj suhih tereta na području riječke luke i tržišno orijentirano trgovačko društvo koje na temelju ugovora o prvenstvenoj koncesiji obavlja osnovnu djelatnost: lučke usluge, prekrcaj robe i skladištenje na osam specijaliziranih terminala te ostale gospodarske djelatnosti [12]. Kontejnerski terminal

Rijeka-Brajdica opremljen je za pretovar i skladištenje kontejnera, Ro-Ro prikolica i drugih prijevoznih sredstava te za zbrinjavanje velikih paleta i kamena. Terminal također ima objekte u kojima se kontejneri mogu puniti i prazniti te radionice za njihovo održavanje i popravak, a također nude uslugu servisiranja automobila i drugih vozila. Terminal ima ukupnu površinu od 135 505 m², od čega je 80 000 m², operativne površine i može odjednom primiti 250 000 TEU-ova godišnje (28 TEU-ova po satu). U funkciji ima dvije operativne obale, Ro-Ro rampu i četiri kontejnerska mosta – dva krana s kapacitetom od 40,5 tona i dva s kapacitetom od 50 tona, što omogućuje istodobni rad s tehnologijom Lo-Lo i Ro-Ro. Rijeka je s unutrašnjošću povezana dvjema željezničkim prugama koje vode preko Zagreba i Ljubljane, dok cestovni pravci vode prema Zagrebu, Ljubljani, Trstu i Dalmaciji. Tvrta Adriatic Gate Container Terminal (AGCT) je 2011. preuzeala upravljanje riječkim lučkim kontejnerskim terminalom na Brajdici i od tada je ukupni opseg kontejnerskog prometa u luci u porastu. Tako je 2012. ukupni opseg prometa Luke Rijeka i AGCT-a iznosio 4,511 mil. tona tereta. Ukupni kontejnerski promet Luke u 2012. iznosio je 157 000 TEU. Plan je da do 2015. Luka Rijeka ostvaruje opseg prometa do 240 000 TEU, dok je rekord Luke u kontejnerskome prometu zabilježen 2008. kada je pretovareno oko 170 000 TEU [12].

Luka Kopar je klasična integrirana luka, odnosno ona je također terminalske operator. Opseg kontejnerskog prijevoza u toj luci u 2013. iznosio je 600 000 TEU, dok je ukupni opseg prometa Luke u 2013. iznosio 17 999 662 tona. Njezin skladišni kapacitet je 12 400 TEU [13]. Luka Kopar povezana je s paneuropskim koridorima V. i X. cestom i željeznicom. Redoviti maršutni vlakovi voze prema Mađarskoj, Slovačkoj, Münchenu i Reimu. Oko dvije trećine opsega prometa, odnosno prometa prema unutrašnjosti navedenih zemalja obavlja se željeznicom. Udio lučkog prijevoza Luke Kopar za BiH, Hrvatsku i Srbiju iznosi oko 3 %.

4.3.4. Multimodalni pravac IV: Zagreb – Sarajevo

Taj prijevozni put predviđa cestovnu i željezničku vezu. Primat u prijevozu roba imat će željezница, i to kontejnerskim maršrutnim vlakovima od Zagreba do Sarajeva.



Slika 12. Multimodalni pravac IV: Zagreb – Sarajevo

4.3.5. Multimodalni pravac V: München – Zagreb – Sarajevo

Taj multimodalni pravac podrazumijeva produženje željezničke veze Sarajevo – Zagreb maršrutnim vlakovima iz Münchena.



Slika 13. Multimodalni pravac V: München – Zagreb – Sarajevo

München je izabran jer je on industrijsko središte južne Njemačke. U Münchenu se nalaze sjedišta velikih poduzeća kao što su Siemens A.G. (elektronika), BMW (automobili), MAN AG (proizvođač kamiona, inžinjering) i Linde (plinovi) te ima najmoderniji terminal za suhi teret München – Riem. Kontejnerski tokovi prema BiH iz Njemačke, Nizozemske i Belgije koriste München kao svoj kontejnerski terminal i konvencionalnu manevarsku stanicu. Terminal München – Riem je cestovni/željeznički pretovarni terminal poduzeća Deutsche Umschlaggesellschaft Schiene - Straße (DUSS) GmbH (podružnice Deutsche Bahn Holding AG). Željezničke usluge pruža podružnica poduzeća Deutsche Bahn Holding - Railion, koja se bavi teretnim prijevozom. München – Riem u svojoj ponudi ima svakodnevne željezničke linije prema svim industrijskim središtima u Njemačkoj i okolicu.

4.3.6. Multimodalni pravac VI: Beč – Beograd – Brčko

Prijevozni put tog pravca čine riječni plovni putevi Save i Dunava. Veza s Bečom ima tzv. svjetlu budućnost jer je Beč glavno gospodarsko središte na području sjevernog toka Dunava i glavno središte industrijskog trokuta Beč – Bratislava – Györ. Luka u Beču je moderni trimodalni pretovarni centar. Godišnje se u toj luci pretovari oko 300 000



Slika 14. Multimodalni pravac VI: Beč – Beograd – Brčko

TEU. Kontejnerski terminal ima parking na koji je moguće smjestiti 5000 TEU. Taj pravac koristi dunavske šlepove od Beča do Beograda, a potom se prijevoz nastavlja preko rijeke Save do Brčkog (ili Šamca). Prema odredištima u BiH teret se može prevoziti cestom ili prugom [6].

4.3.7. Multimodalni pravac VII: Sarajevo – (Vukovar) – Zagreb – Beč

Riječ je o multimodalnom prijevoznom putu željezničkom i riječnom vezom. Može se realizirati isključivo željezničkom vezom Sarajevo – Zagreb – Beč ili željezničko-rijecnom vezom Sarajevo – Vukovar – Beč.



Slika 15. Multimodalni pravac VII: Sarajevo – Zagreb – Beč



Slika 16. Multimodalni pravac VII: Sarajevo – Vukovar – Beč

Prvi multimodalni pravac podrazumijeva željezničku vezu do Beča, dok bi se u drugome slučaju (preko Luke Vukovar) koristili dunavski šlepovi iz Beča do luke u Vukovaru ili, zamjenski, luke u Beogradu, odakle bi se prijevoz do Sarajeva nastavio prugom. Vukovar je izabran kao najvažnija dunavska luka za BiH. Luka u Vukovaru ima dobru opremu za pretovar robe sa šlepova na prugu. Od Vukovara do odredišnih mjesta u BiH prijevoz bi se mogao obavljati kamionom ili prugom (za velike količine). Luka je s BiH povezana željeznicom: Vinkovci, koji se nalaze 15 km od Vukovara, najveće su željezničko središte s izravnom vezom u regiji. Što se tiče kontejnera, u Luci Vukovar moguće je njima manipulirati, međutim trenutačno se njihov pretovar ne obavlja te ga Luka ne preporuča zbog ograničenih kapaciteta i potrebe za dodatnim prostorom za manipuliranje. Budućnost Vukovara ovisi o regulaciji rijeke Save i izgradnji dunavsko-savskog kanala (Vukovar – Šamac) [6].

4.3.8. Multimodalni pravac VIII: Sarajevo – Constantza

Na toj prometnoj ruti teret se gotovo ne prevozi, no studije i strateške procjene prometnih kretanja iz BiH i prema njoj pokazale su da će taj prometni put u budućnosti biti vrlo važan s gledišta multimodalnog prijevoza »od vrata do vrata«. Prometni put će se u budućnosti razvijati kroz tri moguće alternative [6]:

- Dunav, uz pretovar u vlakove koji voze u oba smjera – u Beograd odnosno Vukovar.
- izravni vlakovi koji voze u oba smjera između Luke Constantza preko Beograda do raznih terminala u sjevernome dijelu BiH.
- rijeka Sava do Brčkog ili Šamca, ali je to nabavni lanac koji bi se tek mogao uspostaviti između 2015. i 2030 godine.



Slika 17. Multimodalni pravac VIII: Brčko – Constantza



Slika 18. Multimodalni pravac VIII: Sarajevo – Beograd – Constantza



Slika 19. Multimodalni pravac VIII: Sarajevo – Vukovar – Constantza

Constantza je klasična posjednička luka s privatnim terminalskim operatorima. Glavna karakteristika te luke je da su u njoj ulagali i europski i arapski operatori. Četiri kontejnerska terminala rade u luci Constantza, u kojima je u nekoliko posljednjih godina registriran trend rasta opsega prijevoza. Prije nekoliko godina stavljen je u funkciju i novi kontejnerski terminal na južnom dijelu te luke, koji je projektiran tako da može primiti kontejnerske brodove Post-Panamax i da ima godišnji kapacitet od 325 000 TEU-ova u prvoj fazi, i do 1 000 000 TEU-ova u finalnoj fazi. Luka Constantza povezana je željezničkim i cestovnim sustavom u državi i

Europi paneuropskim koridorom IV. (cesta – željeznička) i nalazi se u blizini paneuropskoga koridora IX. (cesta), koji prolazi kroz Bukurešt. Luka Constantza povezana je s paneuropskim koridorom VII – Dunav, koji povezuje dva glavna trgovачka središta Europe: Rotterdam i Constantzu, stvarajući unutrašnji plovni put od Sjevernog do Crnog mora. Time se za 4000 km skraćuje morski trgovacički pravac od Dalekog Istoka i Australije preko Sueskog kanala [6].

Riječna veza BiH s Constantzom koristi šlepove na Dunavu, i to od Constantze do ušća rijeke Save u Dunav u Beogradu (razdvajanje niza potisnica), nakon čega se do Brčkog teret prevozi rijekom Savom. Beograd je glavno kontejnersko središte u regiji Zapadnog Balkana, koji je dobro integriran u transeuropske kontejnerske tokove i mogao bi postati mjestom konsolidacije za kontejnerske tokove s Istoka u BiH. Beograd, kao glavno središte u jugoistočnoj Europi, mogao bi biti od pomoći u željezničkom prometu prema BiH, jer bi se drugi kontejnerski tokovi mogli dodati na količine iz Constantze. Alternativa Brčkom mogao bi biti Bosanski Šamac, uz bolje željezničke veze i lokaciju na željezničkom koridoru V.c. Međutim, odabранo je Brčko jer u Šamacu trenutačno nema lučkih objekata u funkciji.

4.3.9. Multimodalni pravac IX: Sarajevo – (Ploče) – (Trst) – Salzburg

Taj multimodalni prometni pravac iz BiH prema Austriji razvija se kroz dvije moguće alternative. Prva je željeznička veza Sarajeva i Salzburga tehnologijom prijevoza Ro-La preko Zagreba i Villacha. Druga alternativa je željeznička veza tehnologijom Ro-La do Ploče, potom dalje tehnologijom Ro-Ro do Luke Trst i ponovno iz Trsta tehnologijom Ro-La do Salzburga.



Slika 20. Multimodalni pravac IX: Sarajevo – Salzburg



Slika 21. Multimodalni pravac IX: Ploče – Trst – Salzburg

U drugoj prometnoj alternativi koristila bi se postojeća pokretna cesta Salzburg – Trst, a potom bi se kamioni ukrcavali na Ro-Ro trajekte koji plove do Ploče. Budući da se prijevoz Ro-Ro trajektima iz Trsta do Turske pokazao uspješnim, došlo se na ideju da bi on mogao funkcionirati i na tome pravcu. Korištenjem moderne Ro-Ro usluge, čija brzina u prosjeku iznosi 20-25 čvorova (oko 40 km/h), komercijalna brzina prikolica između dviju luka bi se povećala i čak bila veća od brzine na cesti. Jedan zanimljiv aspekt je da se takav prijevoz Ro-Ro može kombinirati sa željezničkim prijevozom koji je uspostavila Njemačka željeznička tijekom 1990-ih godina, povezujući njemački željeznički teretni prijevoz preko Luke Kopar i Luke Rijeka s Grčkom, Turskom, Egiptom i Saudijskom Arabijom. To je dobar primjer takvog multimodalnog pravca koji koristi more, prugu, luke i cestu.

5. Multimodalna prometna strategija Bosne i Hercegovine

5.1. Prognoze kapaciteta terminala

Multimodalna prometna strategija BiH predstavljena je kroz tri scenarija razvoja: niski (low), srednji (medium) i visoki (high). Period prognoze podijeljen je na kratkoročni (do 2015.) i dugoročni scenarij (2030.) [6]. Strateški raspored terminala (prema slici 7) podrazumijeva koordinaciju kopnenih i vodnih terminala raznih vrsta (tablica 3).

| Vrsta terminala | Pretovar | Lokacija |
|---------------------|----------------------------|------------|
| Čvorni terminal | cesta – željeznička | Sarajevo |
| | | Banja Luka |
| | | Tuzla |
| Pristupni terminal | cesta – željeznička – luka | Šamac |
| | | Brčko |
| | | Gradiška |
| Pretovarni terminal | željeznička – cesta | Mostar |
| | | Zvornik |
| | | Bihać |
| | | Doboj |
| Linijski terminal | cesta – željeznička | Zenica |

Tablica 3. Predložene vrste terminala u BiH

5.2. Prognoza potražnje za kontejnerskim prijevozom

Procjena buduće potražnje za kontejnerskim prijevozom u BiH uglavnom se temelji na kontejnerskome protoku u glavnim morskim lukama koje opslužuju BiH. Prognoze su iznesene za sva tri scenarija za 2015. i 2030. godinu. Razvoj usluga multimodalnog prijevoza ne ovisi samo o razvoju

tokova tereta. Kontinentalni prijevoz i prijevoz tereta iz luka u unutrašnjost mogao bi biti kontejneriziran, ali bi se mogao obavljati i na konvencionalan način – cestom i željeznicom. Očekivanja porasta opsega multimodalnog prijevoza u BiH također ovise o dostupnosti usluga multimodalnog prijevoza koje zahtijevaju odgovarajuću infrastrukturu. Također, kontejnerizacija zahtijeva i razmatranje logističkih usluga unutar industrije [6].

Iako BiH, prema ekonomskim rezultatima, ne pripada globalnim akterima, zemlja se ne može izolirati od općih trendova kada je u pitanju multimodalnost, a koji vladaju na prijevoznom tržištu. Stoga će imati koristi od porasta opsega kontejnerizacije i multimodalnosti u regiji. Međunarodni kontejnerski prijevoz spada u najdinamičnije ekonomske sektore posljednjih godina. Od 2000. do 2010. opseg trgovine kontejneriziranom robom u svijetu porastao je oko 13 % godišnje. Prema podatcima različitih istraživačkih centara, Deutsche Bank, Drewry Shipping Consultants i Ocean Shipping Consultants, ta stopa rasta nastaviti će se najmanje tijekom sljedećih deset godina. Rast opsega manipuliranja kontejnerima veći je od rasta opsega kontejnerskog prijevoza. Od 2000. prosječni rast opsega manipuliranja kontejnerima u suhim i mokrim lukama iznosio je oko 14 % godišnje. Rast je rezultat restrukturiranja kontejnerskog prijevoza koji se može objasniti sljedećim čimbenicima [6]:

- sve se više roba prevozi kontejnerima,
- kontejnerizacija ima specifične prednosti u multimodalnome prijevoznom lancu,
- prometna produktivnost u kontejnerskome prijevozu stalno se povećava
- cijene prijevoza se smanjuju brže nego što je to slučaj s konvencionalnim prijevozom i dr.

Europska jugoistočna regija prošla je kroz osobito žestoku borbu za kontejnerizaciju koja se može objasniti s tri trenda [6]:

- Azijski kontejnerski matični brodovi imaju sve veću tendenciju zaustavljanja u mediteranskim čvoristima.
- Proizvodnja koja zahtjeva veliku radnu snagu premješta se iz zapadne Europe u jugoistočnu Europu.
- Prijevozni operatori počeli su računati troškove radne snage i uspoređivati ih s troškovima prijevoza. Taj trend osobito je važan zbog činjenice što su mali troškovi radne snage u velikoj mjeri međusobno povezani s velikim troškovima prometne infrastrukture.

Kao rezultat tih triju trendova, brodarska industrija smatra da bi troškovi i vrijeme prijevoza bili kraći u jugoistočnoj regiji ako bi morske luke i luke na kopnu imale bolju logističku infrastrukturu [14].

| Luka | Scenarij | 2015. (TEU/god.) | 2030. (TEU/god.) |
|------------|----------|------------------|------------------|
| Ploče | low | 50 000 | 120 000 |
| | medium | 80 000 | 350 000 |
| | high | 100 000 | 640 000 |
| Rijeka | low | 8 000 | 20 000 |
| | medium | 10 000 | 40 000 |
| | high | 20 000 | 50 000 |
| Koper | low | 5 000 | 30 000 |
| | medium | 10 000 | 30 000 |
| | high | 15 000 | 50 000 |
| Trst | low | 1 000 | 2 000 |
| | medium | 2 000 | 5 000 |
| | high | 5 000 | 10 000 |
| Constantza | low | 0 | 1 000 |
| | medium | 1 000 | 10 000 |
| | high | 2 000 | 20 000 |
| Druge luke | low | 1 000 | 2 000 |
| | medium | 7 000 | 15 000 |
| | high | 10 000 | 20 000 |
| BiH ukupno | low | 65 000 | 175 000 |
| | medium | 110 000 | 450 000 |
| | high | 152 000 | 690 000 |

Tablica 4. Scenarij razvoja pomorskoga kontejnerskog prijevoza u BiH

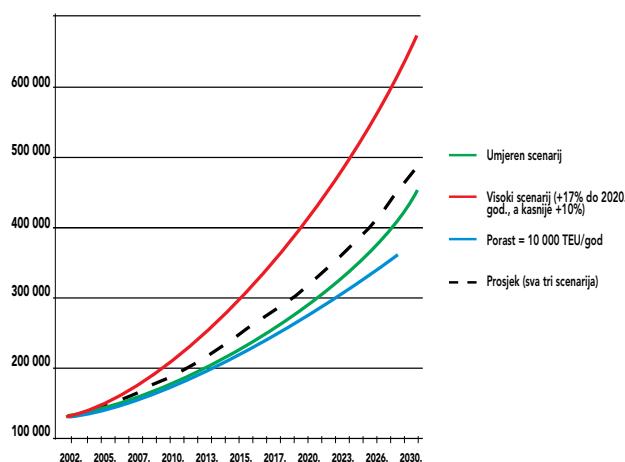
Luka Ploče ostaje glavna morska veza za BiH, zemlju okruženu kopnom. Stoga će se u njoj manipulirati najvećom količinom kontejnera iz BiH i prema njoj. Scenariji pretpostavljaju da će zona prikupljanja u Luci Ploče ostati ograničena na BiH. Ne postoji velika vjerojatnost da će Luka Ploče biti u mogućnosti preuzeti kontejnere čija su odredišta u Mađarskoj ili Slovačkoj, imajući u vidu veliku konkureniju luka na sjevernome Jadranu i luka na Sjevernom moru. Ako se pretpostavi kontinuirani udio Luke Ploče od 70 % u pomorskome kontejnerskom prijevozu u BiH, rezultati prognoze za ukupni kontejnerski prijevoz u BiH prikazani su u tablici 5.

| Luka | 2007. | 2008. | 2009. | 2010. | 2011. | 2012. |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Ploče (70 %) | 24.00 | 27.36 | 29.54 | 33.39 | 40.40 | 46.86 |
| Koper (10 %) | 3.42 | 3.90 | 4.22 | 4.77 | 5.77 | 6.69 |
| Rijeka (10 %) | 3.42 | 3.90 | 4.22 | 4.77 | 5.77 | 6.69 |
| Druge luke (10 %) | 3.42 | 3.90 | 4.22 | 4.77 | 5.77 | 6.69 |
| Ukupno | 34.28 | 39.08 | 42.21 | 47.70 | 57.71 | 66.95 |

Tablica 5. Pomorski kontejneri u/iz BiH

Scenarij razvoja kontejnerskog prijevoza (TEU) u Luci Ploče prikazan je na slici 22 a podrazumijeva [6]:

- linearni porast (plava): od 2012. nadalje porast od 10 000 TEU-ova godišnje
- umjereni porast (zelena): 2012. – 2015. Porast od 8 000 TEU-ova godišnje; 2016. – 2020. porast od 10 000 TEU-ova godišnje; 2021. – 2030. porast od 10 % godišnje
- visoki porast (crvena): od 2010. do 2020. od 17 % godišnje, od 2020. od 10 % godišnje
- prosječan porast (crne crtice): prosjek gore navedenih triju scenarija

**Slika 22. Scenarij prognoze razvoja kontejnerskog prijevoza (TEU) za Luku Ploče [6]**

Prema navedenim optimističnim scenarijima (*high scenario*), opseg prometa Luke Ploče dosega bi oko 80 000 TEU-ova u 2015. i oko 350 000 TEU-ova godišnje u 2030. (što su količine Luke Kopar iz 2001. godine) [6]. Ako se gore navedeni udio (70 % pomorskih kontejnera BiH preko Luke Ploče) održi, ukupni opseg pomorskoga kontejnerskog prijevoza u BiH iznosio bi između 100 000 i 110 000 TEU-ova u 2015. i između 400 000 i 450.000 TEU-ova u 2030. godini. U scenariju *high* (visokom), koji se temelji

na uravnoteženim stopama rasta u razdobljima od 2010. do 2020. (17%) i od 2020. do 2030. (10 %), protok Luke Ploče dostigao bi oko 100 000 TEU-ova u 2015. i 540 000 TEU-ova u 2030. Pretpostavlja se da će sljedećih godina stupanj kontejnerizacije nastaviti rasti do točke zasićenja, do koje bi moglo doći oko 2020. Nakon toga će porast broja kontejnera ovisiti o ekonomskom razvoju BiH. Međutim, ako se projiciraju čak i veće matematičke stope rasta, grafikon bi vrlo lako mogao prijeći milijun TEU-ova za 2030. godinu. Kada je riječ o željezničkome kontejnerskom prijevozu, imamo tri glavna ulaza u BiH [6]:

- Luku Ploče
- Zagreb (kopneni prijevoz iz luka u Rijeci, Kopru i Trstu i prijevoz sa Sjevernog mora prema unutrašnjosti)
- Beograd (kontejnerizirana roba IV/VII/X i prijevoza prema unutrašnjosti kontinenta iz Luke Constantza).

| Relacija | Scenarij | 2015. (vlak/tjedan) | 2030. (vlak/tjedan) |
|---------------------|----------|------------------------|------------------------|
| Ploče – Sarajevo | low | 0 | 1 |
| | medium | 5 | 10 |
| | high | 10 | 15 |
| Zagreb – Banja Luka | low | 0 | 0 |
| | medium | 1 | 5 |
| | high | 2 | 10 |
| Zagreb – Sarajevo | low | 0 | 1 |
| | medium | 3 | 10 |
| | high | 5 | 15 |
| Beograd – Sarajevo | low | 0 | 0 |
| | medium | 1 | 5 |
| | high | 3 | 10 |
| Ploče – Tuzla | low | 0 | 0 |
| | medium | 0 | 1 |
| | high | 1 | 5 |

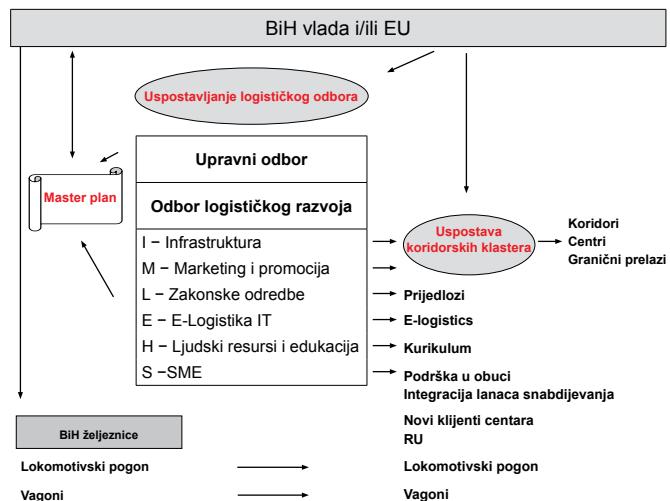
Tablica 6. Scenarij za kontejnerske vlakove u BiH [6]

Osnovna pretpostavka takvog razvoja pojačan je prelazak s konvencionalnog na kontejnerizirani prijevoz. Austrijska željezničko-špeditorska poduzeća jedni su od glavnih aktera u kontejnerskome prijevozu u jugoistočnoj Europi. Procjenjuje da će srednjoročno od 50 do 80 % opsega željezničkog prometa u Njemačkoj i Austriji biti multimodalni prijevoz, što će se uvelikoj mjeri odraziti i na BiH.

5.3. Struktura multimodalne strategije

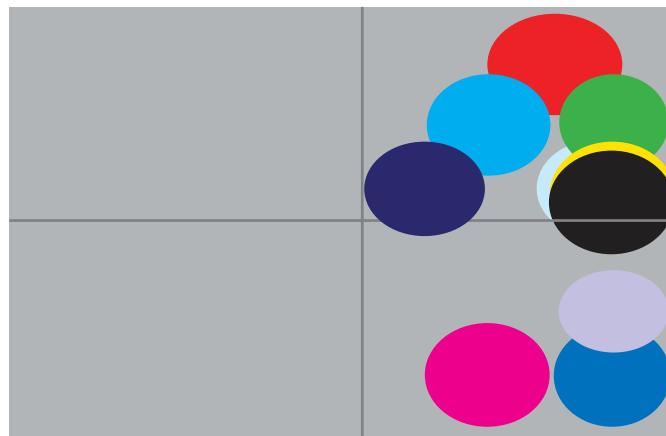
Da bi se postigao predviđeni scenarij, potrebno je na razini države stvoriti institucionalnu strategiju za razvoj

intermodalnog i multimodalnog prijevoza. Institucionalna struktura te strategije trebala bi imati okvir i formu kao što je to prikazano na sljedećoj slici.



Slika 23. Institucionalna struktura multimodalne strategije za BiH [6]

Multimodalna strategija mora jasno definirati predložene mjeru kroz akcijski plan prometne strategije (slika 24).



Slika 24. Akcijski plan intermodalne multimodalne strategije za BiH [6]

Gdje:

- x-os predstavlja utjecaj multimodalnog prijevoza na modalnu promjenu prometa,
- y-os predstavlja političku održivost prometne politike BiH (multimodalna strategija BiH)
- veličina kruga predstavlja financijsku održivost.

Boja kruga predstavlja predložene aktivnosti za provedbu strategije, i to [6]:

- Priprema zakonskog i institucionalnog okvira multimodalnih prijevoznih operatora

- Provodenje sustavne promocije multimodalnog prijevoza
- Uključivanje Luke Ploče u pomorske puteve ka sjevernim lukama
- Elektronički povezati nadzor kopnenog prijevoza s lučkim upravama
- Uspostaviti prometnu logističku edukaciju i obuku u BiH
- Uspostaviti administrativna i carinska predstavništva (tzv. *One Stop Shop*)
- Uspostaviti neovisnoga multimodalnog regulatora u cilju uspostavljanja poštenog ponašanja i prevencije diskriminacije
- Uspostaviti prioritetne multimodalne terminale
- Uspostaviti regionalne klastere duž koridora
- Poticati kompetitivnost u prijevozu

6. Zaključak

Trenutačno stanje u svim prometnim granama, što se tiče prometnih kapaciteta i učinkovitosti, ne zadovoljava. To se osobito odnosi na željeznički i vodni promet. Te dvije prometne grane činit će okosnicu razvoja multimodalnog prijevoza u BiH i u njima treba provesti korijenite zahvate, osobito što se tiče politike investicija i strategije budućeg razvoja. Sadašnji kapaciteti na željeznicu su zastarjeli. Vozila su u prosjeku starija od 35 godina. Plovni putevi, unatoč maloj dužini i ograničenosti, su zapanjeni, luke i pristaništa (Brčko i Šamac) se ne moderniziraju, a ne postoje ni odgovarajući plovni kapaciteti. Krivac za takvo stanje prometnih tokova u BiH su i neuravnotežena ulaganja u prometne sektore. Tako je posljednjih godina došlo do ekspanzije u cestogradnji i razvoju cesta, dok su npr. investicije u željezničku infrastrukturu minimalne. Slikovito se može reći da se nalazimo u posljednjem vagonu vlaka koji vodi ka priključenju u europsku stratešku prometnu mrežu (putem koridora V.c, X. i VII.). Potrebno je stvoriti uvjete da željeznički promet postane dominantan kopneni prijevoznik, na marketinškim principima, tj. na principima tržišnog poslovanja. Također su u cestovnom prometu neophodne organizacijske i strukturne mjeru prometne politike da bi se struktura i broj prijevoznika i prijevoznih kapaciteta uskladio s potrebama tržišta. To su mjeru koje će omogućiti rast multimodalnog prijevoza u BiH kako bi država uhvatila korak s ostatkom Europe. Poduzimanjem strateških mjera za razvoj multimodalnog prijevoza omogućio bi se suvremeni način prijevoza robe, uspešno povezivanje gotovo svih prometnih grana na međunarodnim prometnim koridorima. Svoj razvoj Bosna i Hercegovina treba temeljiti na postojećim prometno-geografskim prednostima svojega položaja kako bi bila

kompatibilna i komplementarna europskim i svjetskim prometnim tokovima i zauzela ravnopravnu partnersku poziciju na prometnome tržištu. Tako bi primjena prijevoza u BiH povećala učinkovitost i efektivnost čimbenika proizvodnje prometnih usluga u europskim i svjetskim prometnim tokovima. Jedno od temeljnih pitanja funkciranja i budućeg razvoja multimodalnog prijevoza svake zemlje, pa tako i BiH, jest usvajanje vizije i donošenje strategije razvoja prometa u budućnosti, čija bi primjena bila zakonom propisana i obvezna za sve društveno-političke segmenta države.

Literatura:

- [1] <http://bihamk.ba> (10. 02. 2014.)
- [2] <http://www.jpautoceste.ba> (10. 02. 2014.)
- [3] <http://www.jpdcfbh.ba> (10. 02. 2014.)
- [4] <http://www.ams-rs.com> (10. 02. 2014.)
- [5] Igor Marković: Analiza mogućnosti uvođenja ETCS-a na B-H prugama na Koridoru Vc, Magistarski rad, Fakultet za saobraćaj i komunikacije Sarajevo, 2011. godine.
- [6] Studija intermodalnog transporta u Bosni i Hercegovini, DB International Germany, GmbH i Vienna Consult Austria, 2008. godine.
- [7] <http://www.komorars.ba> (12. 02. 2014.)
- [8] R. Zelenika, Prometni sustavi, Tehnologija – Organizacija – Ekonomika – Logistika - Menadžment, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2001.
- [9] R. Zelenika, G. Nikolić, I. Tabar: Multimodalni transport, Ekonomist, Progrs d.o.o., Zagreb, 2002., br. 3 – 4.
- [10] <http://www.oecd.org> (7. 12. 2013.)
- [11] <http://www.luka-ploce.hr> (12. 2. 2014.)
- [12] <http://www.lukarijeka.hr>
- [13] <http://www.luka-kp.si> (7. 12. 2013.)
- [14] I. D. Vranić, S. Kos: Morska kontejnerska transportna tehnologija, PFRI 2008.

UDK: 656.025

Adresa autora:

mr. sc. Igor Marković, dipl. ing. prom.
Željeznice Federacije Bosne i Hercegovine
Musala 2, 71 000 Sarajevo
igor.markovic@zfbh.ba

SAŽETAK

Multimodalni prijevoz je tehnologija prometa koja obuhvaća sve vrste prometa u prijevoznom lancu tijekom ostvarenja cilja. Cilj intermodalnog prijevoza je najbrže i najekonomičnije povezivanje proizvodnje i potrošnje. Ta tehnologija često se primjenjuje u zemljama Europske unije i čini okosnicu prometne strategije, a u krajnjem slučaju i prometne politike Europske unije. Omogućuje najbrži, najekonomičniji, najkraći i najučinkovitiji prometni put između proizvodnje i potrošnje. Pored toga sprječava negativan

trend u prijevozu roba pojedinih prometnih grana kao što su to željeznički i riječni promet. Favoriziranjem i razvojem intermodalnog prijevoza dolazi do razvoja industrije, pretovarnih i manipulativnih kapaciteta, smanjenja negativnog utjecaja prometa na okoliš i dr. Zbog svojega geopolitičkog i geoprometnog položaja Bosna i Hercegovina je prostor od velike važnosti za razvoj intermodalnog prijevoza.

SUMMARY

Multimodal transports is transport technologies, that includes all types of transport in the transport chain during the realization of goal. The goal of multimodal transport is the fastest and the most cost-effective connection of production and consumption. These transport technologies are of great use in the European Union and they form the backbone of the transport strategy in the extreme case and transport policy of the European Union. They provide the fastest, most economical, the shortest and most efficient transport route between production and consumption. Additionally prevent negative trend in transportation of certain goods transport industry as it is rail and river transport. And favoring the development of multimodal transportation comes to the development of industry, the development of transfer and handling capacity, reducing the negative impact of transport on the environment, etc. Due to its geopolitical and geographical position of Bosnia and Herzegovina is a space of their importance for the development of multimodal transport.



50
godina kvalitete



Željezničko projektno društvo d.d.

*Mi oblikujemo vaše željeznice.
We design your railways.*



ŽPD d.d. Trg kralja Tomislava 11, 10 000 Zagreb, Hrvatska
TEL: +385 1 48 41 414, +385 1 37 82 900, FAX: +385 1 6159 424, ŽAT 2900
e-mail: zpd@zpd.hr
www.zpd.hr

Đuro Bitunjac, ing. stroj., Eurailing

MANEVARSKE LOKOMOTIVE PROIZVEDENE U TVORNICI »ĐURO ĐAKOVIĆ« SLAVONSKI BROD

1. Uvod

U tvornici »Đuro Đaković« Slavonski Brod proizvodnja lokomotiva po licenci Jenbach Werke Austria počela je 1960. s dizel-mehaničkim lokomotivama malih snaga 36,75(50), 73,5(100) i 132,5(180) kW(KS). To su bile lokomotive za industrijski prijevoz raznih manjih industrijskih pogona. Prestale su se koristiti ili zbog zatvaranja tih pogona ili zbog dotrajalosti i neredovitog održavanja. Sagrađene su ukupno 184 lokomotive manjih snaga. U industrijskim pogonima u kojima su se redovito održavale danas se još mogu vidjeti dizel-mehaničke lokomotive serije DL 180. Ukupno su sagrađene 52 lokomotive te serije. U veljači 2012. na jednoj takvoj lokomotivi tvrtka Remont i proizvodnja željezničkih vozila (RPV) d.o.o. iz Slavonskog Broda izvela je glavni

popravak (GP) za korisnika Radionicu željezničkih vozila (RŽV) d.o.o. Čakovec. Za vlastite potrebe RPV izveo je GP na jednoj lokomotivi serije DL 180, a GP se izvodi i na još jednoj takvoj lokomotivi za potrebe drugih korisnika.

Nastavak proizvodnje u tvrtki »Đuri Đaković« iz Slavonskog Broda temelji se na proizvodnji dizel-hidrauličnih lokomotiva po licenci Jenbach Werke Austria. Riječ je o lokomotivama većih snaga za potrebe industrijskog prijevoza te o lokomotivama koje su željezničke uprave koristile kao manevarske lokomotive u razdoblju od 1960. do 1990. godine. U tome razdoblju proizvedeno je oko 300 manevarskih lokomotiva različitih serija i snaga. Dizel-hidraulične lokomotive serije DHL 200 A po licenci su građene od 1970. do 1976. godine, a u tome razdoblju sagradene su 24 lokomotive za razne kupce.

Na temelju licence lokomotiva serijâ DHL 200 i DHL 400 razvijena je lokomotiva serije DHL 300, i to u varijantama DHL 300 A, DHL 300 D i DHL 300 E. U razdoblju od 1976. do 1987. za razne korisnike u industriji sagrađeno je ukupno 46 lokomotiva. Dizel-hidraulične lokomotive serije DHL 400 C po licenci su građene od 1963. do 1967. te je u tome razdoblju proizvedeno 48 lokomotive za razne kupce. Dizel-hidraulične lokomotive serije DHL 600 C44 po licenci su građene od 1969. do 1991. te su u tome razdoblju sagrađene 132 lokomotive za razne kupce.

| TEHNIČKI PODACI O LOKOMOTIVAMA | | DML– 180 | DHL – 200 A | DHL – 300 E |
|--------------------------------|---|---------------------------|---|---------------------------------|
| Glavni sklopolovi | Dizelski motor | JW 200 | JW 200 | B 529 Torpedo ili N14-L Cummins |
| | Hidraulični prijenosnik | L 33 Voith | TA-1520-0004 serije 11.500 3-stupanjski Twin Disc | L 102 Voith |
| | Zračni kompresor | Knorr – Bremse V V 64/100 | Knorr – Bremse V V 64/100 | Knorr – Bremse V V 160/200-2 |
| | Osovinski prijenosnik | Lančani prijenos | Lančani prijenos | Tip 14-B, ĐĐ |
| Karakteristika lokomotive | Snaga dizel-motora DIN 62701(kW) | 147 | 147 | 226 |
| | Najveća brzina (km/h) | 30 | 25 | 30 |
| | Najmanja trajna brzina (km/h) | 4,2 | 4,2 | 5,9 |
| | Najmanji polumjer krivine kroz koji lokomotiva može proći (m) | 25 | 25 | 25 |
| Dimenzije lokomotive | Najveća brzina tegljenja (km/h) | 40 | 40 | 60 |
| | Širina kolosijeka (mm) | 1435 | 1435 | 1435 |
| | Raspored osovina | B | B | B |
| | Promjer kotača novi/istrošeni (mm) | 850/770 | 850/770 | 850/770 |
| Mase Mase | Razmak osovina (mm) | 2600 | 2600 | 3600 |
| | Duzina lokomotive preko odbojnika (mm) | 5700 | 5890 | 7430 |
| | Najveća širina (mm) | 2800 | 2930 | 2774 |
| | Najveća visina iznad GRT-a (mm) | 3010 | 3225 | 3150 |
| Zalihe Mase | Masa lokomotive s punim zalihama (t) | 26 | 26 | 26 |
| | Masa lokomotive bez zaliba (t) | 20,6 | 20,6 | 19,3 |
| | Gorivo (m ³) | 0,270 | 0,290 | 0,400 |
| Zalihe Mase | Pijesak (kg) | 130 | 130 | 130 |
| | Rashladna tekućina (m ³) | 0,060 | 0,135 | 0,135 |

Tablica 1. Tehnički podaci za dizelske mehaničke lokomotive serije DL – 180

Na temelju licence za lokomotivu serije DHL 600 C44 razvijene su lokomotive serije DHL 600 CP, kojih je sagrađeno 47 komada, i njezina varijanta DHL 600 JCP, kojih je sagrađeno pet u razdoblju od 1968. do 1973. godine.

Također na temelju licence za lokomotivu serije DHL 600 C44 razvijena je lokomotiva DHL 600 B'-B' kolosijeka 760 mm, kojih je u razdoblju od 1970. do 1972. za potrebe ŽTP-a Sarajevo sagrađeno 39. U kidanjem uskotračnih pruga u BiH te lokomotive prodane su u Portugal. Godine 1980. za Rafineriju naftne Sisak prema licenci sagrađena je jedna dizel-hidraulična lokomotiva serije DHL 1000 B'-B'.

2. Lokomotiva serije DL – 180

U razdoblju od 1960. do 1970. prema licenci JW sagrađene su 52 lokomotive serije DL – 180, a dvije su isporučene u Egipat. U 2013. na jednoj lokomotivi serije DL – 180 RPV d.o.o izveo je GP za vlastite potrebe industrijske manevre.

Tehnički podaci za dizelske mehaničke lokomotive serije DL – 180 prikazani su u usporednoj tablici 1, a sama lokomotiva prikazana je na slici 1.



Slika 1. Vanjski izgled lokomotive serije DL – 180

| Mjerodavni otpor za uspon % | Brzine (km/h) | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-----|-----|-----|
| | I | II | III | IV |
| | 4,2 | 8,8 | 15 | 40 |
| 0 | 800 | 719 | 412 | 196 |
| 5 | 428 | 382 | 215 | 97 |
| 10 | 287 | 256 | 141 | 60 |
| 20 | 196 | 149 | 79 | 29 |
| 30 | 116 | 102 | 51 | 15 |
| 40 | 86 | 75 | 35 | 7 |

Tablica 2. Vučna sila u tonama za razne brzine i otpore

3. Lokomotiva serije DHL – 200 A

Dizel-hidraulične lokomotive serije DHL – 200 A po licenci JW građene su u razdoblju od 1970. do 1976. godine, a sagrađene su ukupno 24 lokomotive za razne korisnike. U 2009. na jednoj lokomotivi serije DHL – 200 A RPV d.o.o izveo je GP za potrebe industrijske manevre za CRODUX PLINA d.o.o.

Tehnički podaci za dizelske hidraulične lokomotive serije DHL – 200 A nalaze se u usporednoj tablici 1, a sama lokomotiva prikazana je na slici 2.



Slika 2. Vanjski izgled lokomotive serije DHL – 200 A

| Mjerodavni otpor % | Kod brzine (km/h) | | | | | | |
|--------------------------|--|------|------|-----|-----|-----|-----|
| | polazak | 2,5 | 5 | 7,5 | 10 | 15 | 20 |
| | Vučeni teret u tonama za razne brzine i otpore | | | | | | |
| 0 | 1044 | 1044 | 1044 | 839 | 694 | 474 | 334 |
| 2 | 819 | 819 | 709 | 592 | 488 | 331 | 231 |
| 4 | 672 | 672 | 546 | 454 | 374 | 252 | 174 |
| 6 | 568 | 551 | 442 | 367 | 301 | 201 | 138 |
| 8 | 492 | 462 | 370 | 307 | 251 | 166 | 112 |
| 10 | 433 | 397 | 317 | 262 | 214 | 141 | 94 |
| 15 | 331 | 292 | 232 | 190 | 154 | 99 | 64 |
| 20 | 266 | 228 | 180 | 147 | 118 | 74 | 46 |
| 25 | 221 | 185 | 145 | 118 | 94 | 57 | 34 |
| 30 | 188 | 155 | 121 | 97 | 77 | 45 | 25 |
| 35 | 163 | 133 | 103 | 82 | 64 | 37 | 19 |
| 40 | 143 | 115 | 88 | 70 | 54 | 30 | 14 |

Tablica 3. Smjernice za opterećenje manevarske lokomotive serije DHL – 200 A

Napomena: Vrijednosti za vučeni teret navedene u tablici 3. samo su orijentacijske i u znatnoj mjeri ovise o vrsti, napunjenošći i tehničkom stanju vagona, tehničkom stanju pruge te o klimatskim uvjetima. Vrijednosti otpora u tablici odnose se na mjerodavni otpor (koji uključuje otpor pruge i otpor zakrivljenosti kolosijeka) izražen u promilima (%).

4. Lokomotiva serije DHL – 300 E

Lokomotiva serije DHL – 300 razvijena je na temelju licence JW kao kompromisno rješenje između lokomotivâ serijâ DHL – 200 A i DHL – 400 C. Dizel-hidraulična lokomotiva serije DHL – 300 A razvijena je 1976. u tvornici »Duro Đaković« kao zamjena za dizel-hidrauličnu lokomotivu serije DHL – 200 A, koja je proizvedena po licenci Jenbach Werke Austria, a čija je proizvodnja obustavljena zbog male nazivne snage, velikog učešća uvozne opreme, zastarjelog rješenja itd.

Lokomotiva serije DHL – 300 A osnovni je tip na kojem je, ovisno o zahtjevu, moguće promijeniti dizel-motor, prijenos snage, pomoćne pogone i slično. Sagrađeno je 10 lokomotiva te serije. Koristi se za industrijski prijevoz i manevriranje u manjim željezničkim čvorštima te se stoga od nje očekuje da omogući lako premještanje vagona s kolosijeka na kolosijek ili odvlačenje na kraćim udaljenostima, tj. da ima dovoljno veliku vučnu silu i za male vozne brzine.

Varijanta lokomotive serije DHL – 300 D nastala je na temelju posebnog zahtjeva kupca koji ju koristi za odvlačenje ili dovlačenje vagona namijenjenih stanovanju pružnih radnika (vagonskih radionica i slično) na mjestu remonta ili gradnje pružnih objekata. Lokomotiva je duža od lokomotive serije DHL – 300 A, čiji razmak osovina iznosi 2600 mm. Lokomotiva serije DHL – 300 D ima razmak osovina od 3600 mm. Sagrađeno je šest lokomotiva te serije.

Parametri lokomotive kao što su maksimalna vozna brzina od 75 km/h, dizel-motor KHD i hidromehanički prijenosnik Twin Disc rezultat su želje kupca da unificira vlastita vučna vozila.

Lokomotiva serije DHL – 300 E sagrađena je kao kompromisno rješenje lokomotiva serijâ DHL – 300 A i DHL – 300 D. Ona je opisana u ovome radu, a rekonstruirana varijanta lokomotive serije DHL – 300 E1 opisana je u radu objavljenome u broju 4/2009. časopisa »Željeznica 21«.

U odnosu na lokomotive prethodnih dviju serijâ, na lokomotivi serije DHL – 300 E prijenos snage zamijenjen je ugradnjom hidrodinamičnog pretvarača momenta L 102 (»Voith«, St. Pölten), koji se uz pomoć zupčaste spojnica spaja s međuprijenosnikom koji je »Duro Đaković« razvio za lokomotivu te serije. Moment se od međuprijenosnika prenosi preko kardanskih vratila na oba osovinska prijenosnika tipa 14 B-K.

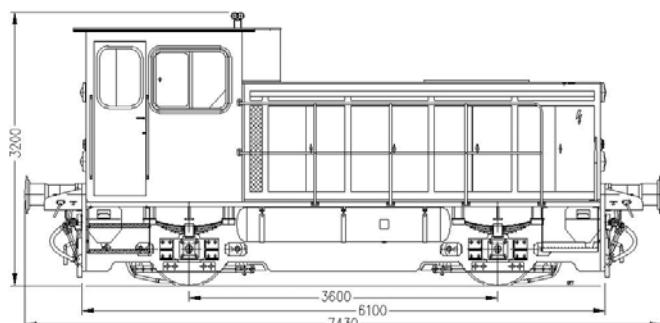
Zahvaljujući izboru takvog prijenosa snage i momenta od dizel-motora do osovinskih prijenosnika, dobivene su bolje vučne karakteristike te je razvijena lokomotiva relativno male snage ali velikog učinka. U razdoblju od 1980. do 1988. sagradeno je 30 lokomotiva te serije.

Podaci za sve varijante lokomotive serije DHL – 300 prikazane su u tablici 4.

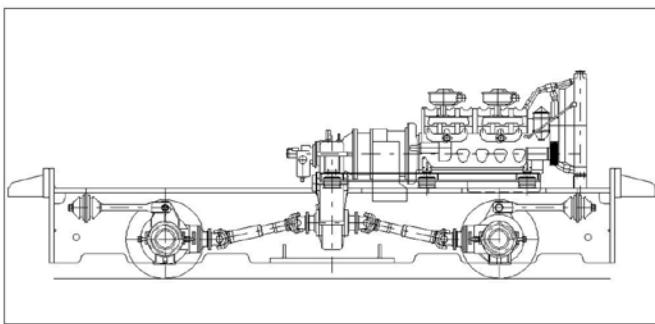
| TEHNIČKI PODACI O LOKOMOTIVI | Varijante lokomotive serije DHL – 300 | | | |
|---------------------------------|--|---------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| | DHL – 300 A | DHL – 300 D | DHL – 300 E | DHL – 300 E1 |
| Glavni sklopovi | Dizelski motor | Torpedo-Rijeka B 529 DD | KHD-Köln, DBF 10L 413 F | Torpedo-Rijeka B 529 DD1 |
| | Hidraulični prijenosnik | 14 Oktobar GNMk-300-33-2D | Twin Disc TADC-33-1601 | Voith St. Pölten L 102 + Medupren. DD |
| | Zračni kompresor | Knorr – Bremse VV 64/100 | Westinghouse 413 007 512 0 | Knorr – Bremse VV 160/200-2 |
| | Osovinski prijenosnik | Tip 14-B, DD | Tip 14-B, DD | Tip 14-B, DD |
| Karakteristike lokom. | Snaga dizel-motora DIN 62701 (kW) | 226 | 242 | 226 |
| | Najveća brzina (km/h) | 48,5 | 75 | 30 |
| | Najmanja trajna brzina (km/h) | 6,8 | 7,5 | 5,9 |
| | Najmanji polujer krivine kroz koji lokomotiva može proći (m) | 25 | 25 | 25 |
| | Najveća brzina tegljenja (km/h) | 80 | 80 | 60 |
| Dimenzije lokomotive | Širina kolosijeka (mm) | 1435 | 1435 | 1435 |
| | Raspored osovina | B | B | B |
| | Promjer kotača novi/istrošeni (mm) | 850/770 | 850/770 | 850/770 |
| | Razmak osovina (mm) | 2600 | 3600 | 3600 |
| | Dužina lokomotive preko odbojnika (mm) | 6690 | 7090 | 7430 |
| | Najveća širina (mm) | 2800 | 2700 | 2774 |
| | Najveća visina iznad GRT-a (mm) | 3200 | 3000 | 3150 |
| Mase | Masa lokomotive s punim zalihama (t) | 26 | 25 | 26 |
| | Masa lokomotive bez zaliba (t) | 20,6 | 16,2 | 19,3 |
| Zalih | Gorivo (m ³) | 0,270 | 0,750 | 0,400 |
| | Pjesak (kg) | 130 | 130 | 130 |
| | Rashladna tekućina (m ³) | 0,135 | - | 0,135 |
| | | | | 0,080 |

Tablica 4. Tehnički podaci za lokomotivu serije DHL – 300

Više pozornosti bit će usmjereni na lokomotivu serije DHL – 300 E.



Slika 3. Vanjski izgled lokomotive serije DHL – 300 E

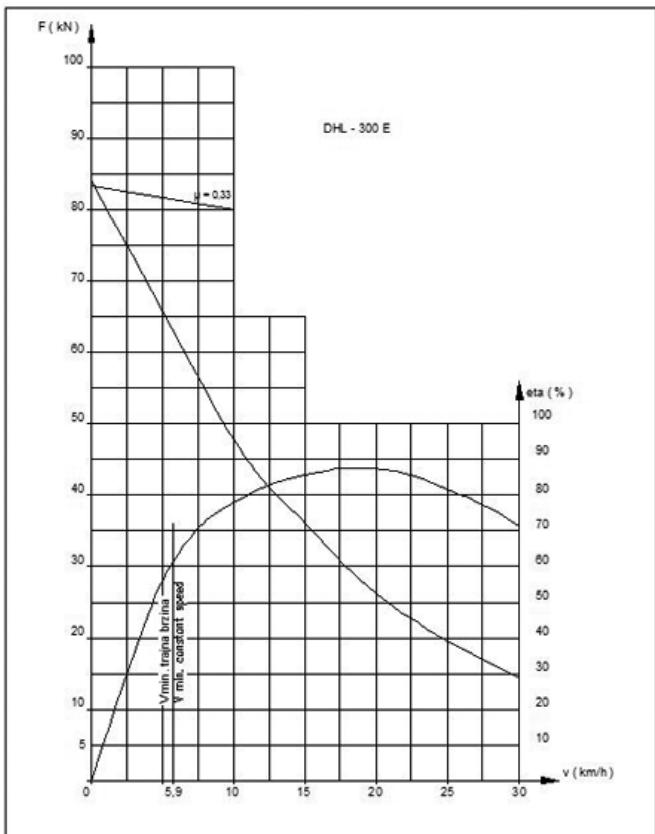


Slika 4. Shema pogona lokomotive serije DHL – 300 E

Shema pogona obuhvaća sljedeće cjeline i sklopove:

- dizelski motor tipa B 529 ĐĐ1 Torpedo, Rijeka
- hidraulični prijenosnik snage tipa L 102 spec. Voith, St. Pölten
- međuprijenosnik tipa L161.033.00 »Duro Đaković«, Slavonski Brod
- osovinski prijenosnici tipa 14 B-K s osovinskim sklopovima tvrtke »Duro Đaković« iz Slavonskog Broda.

Dizelski motor, hidraulični prijenosnik i međuprijenosnik međusobno su spojeni u jedan agregatski sklop, koji je na zajedničkome nosaču elastično oslonjen na postolje lokomotive, a međuprijenosnik je vezan s osovinskim prijenosnicima na oba osovinska sklopa kardanskim vratilima.



Slika 5. Vučni dijagram (vučna sila – brzina) lokomotive serije DHL – 300 E

4.1. Dizelski motor

Ugrađeni dizelski motor tipa B 529 ĐĐ1 tvrtke »Torpedo« iz Rijeke je moderan, četverotaktni, 12-cilindrični motor s cilindrima u „V“ izvedbi pod kutom od 90°.

Usporedni tehnički podaci za varijante dizelskih motora koji su ugrađeni u lokomotive serije DHL – 300 prikazani su u tablici 5.

| Komparativni pregled podataka za dizelske motore na lokomotivama serije DHL – 300 | | | | |
|---|-----------------|--------------------------|-------------------------|--|
| TEHNIČKI PODATCI | Jedinica | Tip dizel-motora | | |
| | | Torpedo-Rijeka B 529 ĐĐ1 | KHD-Köln, DBF 10L 413 F | Cummins N14-L |
| Broj cilindara i raspored | - | 12 V | 10 V | 6-redni |
| Priklučak kućišta prema SAE | veličina | - | 1 + 2 | 1 |
| Promjer cilindra/hod cilindra | mm | 120/140 | 125/130 | 140/152 |
| Volumen cilindara | dm ³ | 18,99 | 15,953 | 14,0 |
| Stupanj kompresije | - | 17:1 | 16,5:1 | 18,5:1 |
| Trajna snaga prema DIN 6270 Srednji efektivni tlak | kWbar | 2266,71 | 2468,82 | 239 |
| Nazivni broj okretaja Maksimalni broj okretaja | %/min/ min | 2150 2300 | 2150 2300 | 2000 2400 |
| Princip rada motora Način ubrizgavanja | -- | 4-taktni izravni | 4-taktni izravni | 4-taktnis prednabijanjem i hlađenjem zraka |
| Specifična potrošnja goriva Specifična potrošnja ulja | g/kWhg/kWh | 253 1,4 ...4 | 2202,2 | 213 |
| Masa motora bez vode i ulja | kg | 1550 | 1288 | 1367 |
| Smjer okretanja gledano sa stane zamašnjaka | - | lijevi | lijevi | lijevi |
| Pokretanje | - | električno | električno | električno |

Tablica 5. Usporedni tehnički podaci za varijante dizelskih motora ugrađenih u lokomotive serije DHL – 300

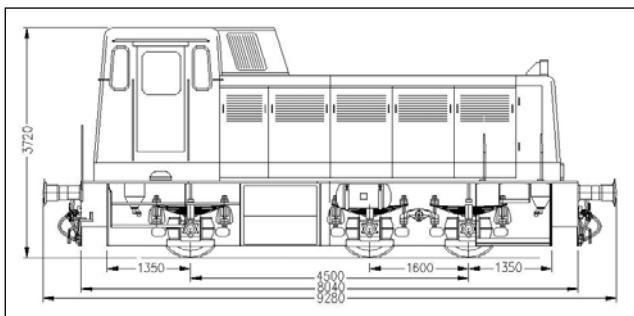
5. Lokomotiva serije DHL – 400 C

Lokomotive serije DHL 400 C na temelju licence JW građene su od 1963. do 1967. i u tome razdoblju proizvedeno je 48 lokomotiva za razne kupce. U RPV-u Slavonski Brod u tijeku je remont i remotorizacija jedne lokomotive. Opis u nastavku temelji se na rekonstruiranoj lokomotivi.

Tehnički podaci za dizelsku hidrauličnu lokomotivu serije DHL – 400 C nalaze se u usporednoj tablici 6, a sama lokomotiva prikazana je na slici 6.

| TEHNIČKI PODATCI O LOKOMOTIVAMA | | DHL – 400 C | DHL – 600 C44 | DHL – 600 CP | DHL – 1000 |
|---------------------------------|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Glavni sklopovi | Dizelski motor | JW 400 ili KT-19L Cummins | JW 600 | MGO V 12 ASACM | LM 1000 Jenbach Werke |
| | Hidraulični prijenosnik | L 24 Voith | L 26 Voith | L 26/St/V Voith | L 4r4zU2 Voith |
| | Zračni kompresor | Knorr – BremseV V 360/120 | Knorr – BremseV V 450/150 | Knorr – BremseV V 450/150 | Knorr – BremseV V 450/150 |
| | Osovinski prijenosnik | C 22 V Maybach | A30 SK Voith | kretne poluge | ATV 20 Henschel |
| Karakteristike lokomotive | Snaga dizel-motora DIN 62701(kW) | 448 | 440 | 440 | 735 |
| | Najveća brzina (km/h) | 30/60 | 30/60 | 30/60 | 45,6 |
| | Najmanja trajna brzina (km/h) | 5 | 5 | 8,6 | 5,7 |
| | Najmanji poljumer krivine kroz koji lokomotiva može proći (m) | 80 | 80 | 50 | 50 |
| | Najveća brzina tegljenja (km/h) | 60 | 60 | 60 | 100 |
| Dimenzije lokomotive | Širina kolosijeka (mm) | 1435 | 1435 | 1435 | 1435 |
| | Raspored osovina | C | C | C | B'-B' |
| | Promjer kotača novi/istrošeni (mm) | 950/870 | 950/870 | 1250/1100 | 1000/920 |
| | Razmak osovina (mm) | 4500 | 4500 | 4500 | 8000 |
| | Dužina lokomotive preko odbojnika (mm) | 9280 | 10500 | 10140 | 12000 |
| Mase | Najveća širina (mm) | 3020 | 3020 | 3000 | 3000 |
| | Najveća visina iznad GRT-a (mm) | 3630 | 3630 | 4225 | 3990 |
| | Masa lokomotive s punim zalihamama (t) | 42 | 44 | 48 | 80 |
| Zalihe | Masa lokomotive bez zaliha (t) | 40 | 43 | 47 | 77,3 |
| | Gorivo (m ³) | 1,260 | 1,50 | 1,50 | 2,70 |
| | Pijesak (kg) | 160 | 200 | 200 | 240 |
| | Rashladna tekućina (m ³) | 0,265 | 0,420 | 0,420 | 0,760 |

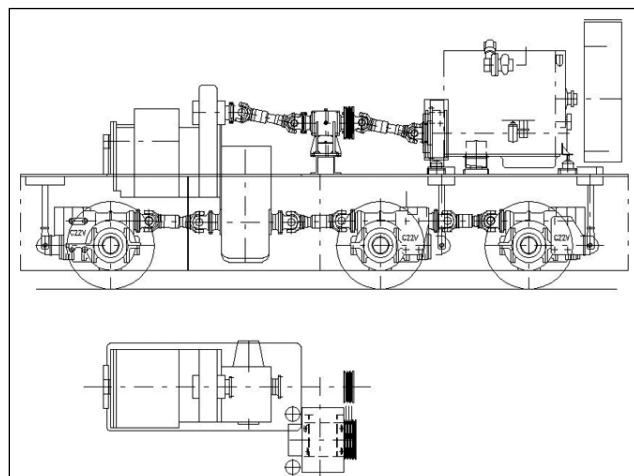
Tablica 6: Tehnički podaci za dizelsku hidrauličnu lokomotivu serije DHL – 400 C



Slika 6. Vanjski izgled lokomotive serije DHL – 400 C

Pogon lokomotive serije DHL – 400 C obuhvaća sljedeće cjeline i sklopove:

- dizelski motor tipa KT – 19 L Cummins
- ležaj (srednji oslonac) i kardanska vratila kao veza između dizelskog motora i hidrauličnog prijenosnika
- hidraulični prijenosnik snage tipa L 24 + NG 600 Voith, St. Pölten

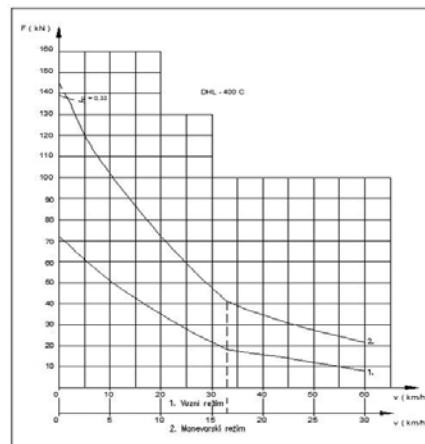


Slika 7. Shema pogona lokomotive serije DHL – 400 C

- osovinski prijenosnici tipa C22 V Maybach.

Dizelski motor vezan je preko ležaja (srednji oslonac) primarnim kardanskim vratilima na prijenosnik snage.

Prijenosnik snage spojen je preko sekundarnih kardanskih vratila na osovinske prijenosnike na sva tri osovinska sklopa.



Slika 8. Vučni dijagram (vučna sila – brzina) lokomotive serije DHL – 400 C

6. Lokomotiva serije DHL – 600 C44

Lokomotive serije DHL - 600 C44 na temelju licence JW građene su od 1969. do 1991. i u tome razdoblju proizvedene su 132 lokomotive za razne kupce. Varijanta jedne lokomotive DHL – 600 C60 isporučena je Željezari Terni u Italiji. Radi veće adhezije i učinka ukupna masa te lokomotive iznosila je 60 tona.

Lokomotive te serije proizvedene su u najvećoj seriji, a naše su primjenu u željezničkim upravama i industrijskim pogonima u bivšoj državi.

Pogon lokomotive serije DHL – 600 C44 obuhvaća sljedeće cjeline i sklopove:

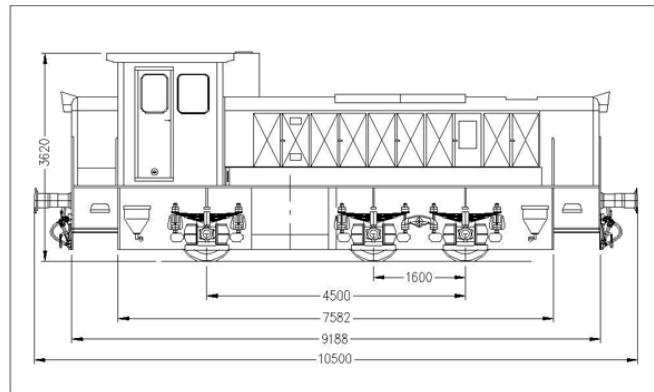
- dizelski motor tipa JW 600
- hidraulični prijenosnik snage tipa L 26 + NG 600 Voith, St. Pölten
- osovinske prijenosnike tipa A 30 SK Voith, St. Pölten.

Dizelski motor vezan je primarnim kardanskim vratilom na prijenosnik snage.

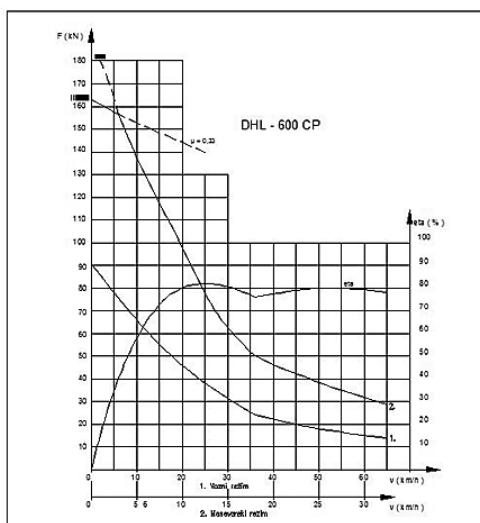
Prijenosnik snage spojen je sekundarnim kardanskim vratilima na osovinske prijenosnike na sva tri osovinska sklopa.

U posljednju lokomotivu »Đuro Đaković« je u nizu ugradio četverotaktni dizelski motor tipa JW C 240 DS i turboboreverzibilni hidraulični prijenosnik tipa L3r4 U2 tvrtke »Voith« za Rafineriju nafte Rijeka.

Tehnički podaci za dizelsku hidrauličnu lokomotivu serije DHL – 600 C44 nalaze se u usporednoj tablici 6, a sama lokomotiva prikazana je na slici 9.



Slika 9. Vanjski izgled lokomotive serije DHL – 600 C44



Slika 10. Vučni dijagram (vučna sila – brzina) lokomotive serije DHL – 600 C44

7. Lokomotiva serije DHL – 600 CP

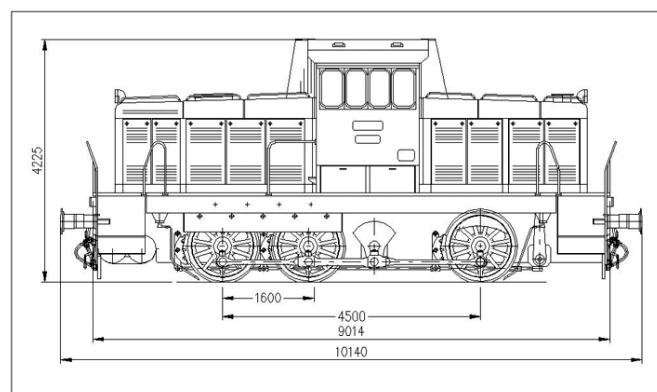
Lokomotiva serije DHL 600 CP nastala je na temelju licence i robusnog međuprijenosnika tvrtke »Đuro Đaković« da bi se dobila jača lokomotiva za tešku manevru.

Instalirana snaga motora je 441 kW. Robusnim prijenosnikom snage i prijenosom snage skretnim polugama na sva tri osovinska sklopa s ugrađenim uravnoteženim kotačima te kontra utegom na međuprijenosniku dobije se neposredna veza prijenosa snage.

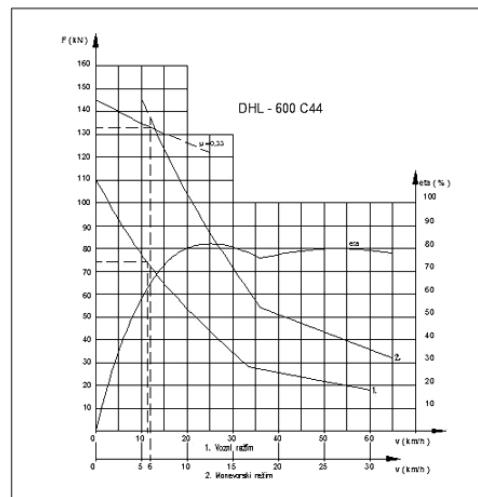
Te lokomotive građene su za potrebe ŽTP-a Sarajevo i za potrebe industrije u razdoblju od 1970. do 1973. te ih je sagrađeno ukupno 47.

Varijanta te lokomotive bila je lokomotiva serije DHL 600 JCP s dizelskim motorima tipa 12 KVD 21 Dresden i JW 600, kojih je za potrebe industrije sagrađeno pet.

Tehnički podaci za dizelsku hidrauličnu lokomotivu serije DHL – 600 CP nalaze se u usporednoj tablici 6, a sama lokomotiva prikazana je na slici 11.



Slika 11. Vanjski izgled lokomotive serije DHL – 600 CP



Slika 12. Vučni dijagram (vučna sila – brzina) lokomotive serije DHL – 600 CP

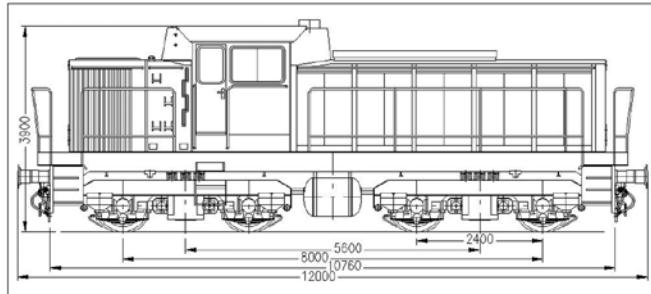
Shema pogona obuhvaća sljedeće cjeline i sklopove:

- dizelski motor tipa MGO V 12 A, SACM
- hidraulični prijenosnik snage tipa L 26/St/V Voit St. Pölten
- međuprijenosnik s kontrautezima tipa L51.33.00 Đuro Đaković
- skretne poluge.

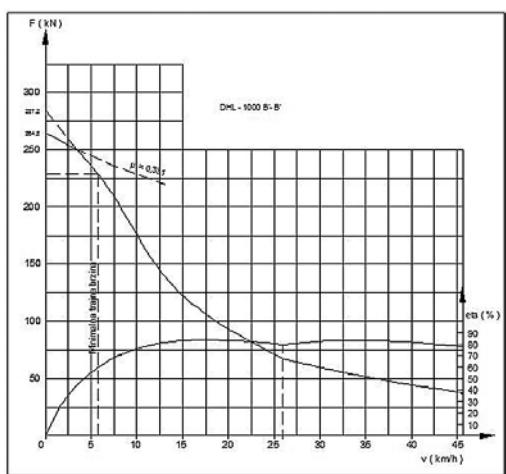
8. Lokomotiva serije DHL – 1000 B'- B'

Prema licenci JW, godine 1980. za potrebe teške manevre Rafinerije nafte Sisak sagrađena je jedna lokomotiva serije DHL – 1000 B'- B'.

Tehnički podaci za dizelsku hidrauličnu lokomotivu serije DHL - 1000 B'- B' nalaze se u usporednoj tablici 6, a sama lokomotiva prikazana je na slici 13.



Slika 13. Vanjski izgled lokomotive serije DHL – 1000 B'- B'



Slika 14. Vučni dijagram (vučna sila – brzina) lokomotive serije DHL - 1000 B'- B'

Pogon lokomotive serije DHL - 1000 B'- B' obuhvaća sljedeće cjeline i sklopove:

- dizelski motor tipa LM 1000 Jenbach Werke
- hidraulični prijenosnik snage tipa L4r4z U2 Voith, St. Pölten
- osovinske prijenosnike tipa ATV 20 Henschel.

9. Rekonstrukcije u eksplotaciji

Dio opisanih lokomotiva više ne vozi te je otpisan, ali dio njih je moderniziran te se i danas koriste u Hrvatskoj i susjednim zemljama. Posebnu pozornost zaslužuju opsežne rekonstrukcije i modernizacije provedene u razdoblju od 1980. do 2000. u TŽV-u »Gredelj« u Zagrebu.

Nakon remotorizacije i modernizacije na sklopovima prijenosa snage i upravljanju te optimalnih ulaganja lokomotivama je produljen radni vijek te je povećana razina sigurnosti tijekom njihova rada. To se osobito odnosi na remotorizirane i modernizirane lokomotive u koje su ugrađeni novi turboreverzibilni hidraulični prijenosnici »Voith« koji čine drugu generaciju prijenosnika s visokim stupnjem automatizacije i pouzdanosti u radu. Cijena modernizacije tih lokomotiva iznosi od 50 do 60 % cijene novih lokomotiva.

Treba spomenuti najvažnije:

- U sklopu remonta na lokomotivama manje snage odnosno na dizel-mehaničkim lokomotivama serija DL 50, DL 100 i DL 180 te na dizel-hidrauličnoj lokomotivi serije DHL 200A izvedene su manje rekonstrukcije ili su im zamijenjeni dijelovi koji se više ne mogu naći na tržištu.
- Lokomotive serije DHL 300 opisane su u četvrtom poglavlju.
- Lokomotive serije DHL 400 C se u sklopu remonta rekonstruiraju prema željama svakog korisnika u industriji. U HŽ-ovim tvrtkama odustalo se od lokomotiva te serije te se one više ne koriste.
- U sklopu remonta i rekonstrukcije na lokomotivama serije DHL 600 C44 TŽV »Gredelj« je za potrebe HŽ-a izveo remotorizaciju motorima Pielstic, JW 212 DS, JW C 240 DS i CAT 3412 E Caterpillar, dok je hidraulični prijenosnik zamijenjen novim turboreverzibilnim hidrauličnim prijenosnikom tipa L3r4 U2 Voith.
- Rekonstruiran je i rashladni sustav hidrostatskim pogonom ventilatora, kardanskim vratilima s RILSAN oblogom i klimatiziranim upravljačnicom s novim upravljačkim stolom.
- U sklopu remonta i rekonstrukcije TŽV »Gredelj« je u lokomotivu serije DHL 600 CP ugradio 4-taktni dizelski motor 212 DS JW, hidraulični prijenosnik tip L3r4 U2 Voith i rashladni sustav s hidrostatskim pogonom ventilatora, a umjesto polužja za prijenos snage ugrađena su kardanska vratila S250 RILSAN Voith Transmit na osovinskim sklopovima s osovin-

skim prijenosnicima V20/22 Voith. Tako je dobivena lokomotiva s tehnički prihvatljivim prijenosom snage u pogledu eksplotacije i održavanja u odnosu na prijenos polužjem. Na isti način rekonstruirane su tri lokomotive za Željeznice Federacije BiH i jedna za »Petrokemiju« iz Kutine.

- Lokomotiva serije DHL 1000 B'-B' modernija je lokomotiva s novijim tehničkim rješenjima te se uspješno koristi u Rafineriji nafte Sisak.

10. Zaključak

Na temelju činjenica iznesenih u članku može se zaključiti da su u tvornici »Đuro Đaković« proizvedene brojne serije i varijante dizelskih manevarskih lokomotiva, koje su kvalitetno ispunile zadaću u željezničkim poduzećima i kod drugih korisnika. Iz usporednih karakteristika vidljivo je da su pokrivale široku lepezu karakteristika, ovisno o potrebama korisnika.

Sve lokomotive pokazale su vrlo dobre rezultate tijekom eksplotacije u industriji i željezničkim čvorишima. Remotorizacijom i modernizacijom sklopova prijenosa snage i upravljanja odnosno optimalnim ulaganjima lokomotivama je produljen radni vijek te je povećana razina sigurnosti tijekom njihova rada te se zahvaljujući tomu još uvijek koriste.

Literatura:

- [1] Tehnička dokumentacija RPV-a d.o.o. Slavonski Brod
- [2] Tehnička dokumentacija »Đure Đakovića« Slavonski Brod
- [3] Duro Bitunjac: *Rekonstrukcija i modernizacija dizel-hidrauličkih lokomotiva tipa DHL 300 i DHL 600*, »Željeznice 21«, br. 4/2009.

UDK: 625.24

Adresa autora:

Đuro Bitunjac, ing. stroj., Eurailing
Slavonija I 1/3, Slavonski Brod
djuro.bitunjac@rpvsb.hr

SAŽETAK

U članku je dan povjesni pregled proizvodnje niza manevarskih lokomotiva u tvornici »Đuro Đaković« u razdoblju od 1960. do 1980. godine, koja je gotovo u cijelosti pokrila potrebe ondašnjih Jugoslavenskih željeznica za manevarskim lokomotivama, a veći dio njih je moderniziran. U članku su dani opisi i usporedne tehničke

karakteristike te pregled razvoja manevarskih lokomotiva svih serija i njihovih varijanti proizvedenih u tvornici »Đuro Đaković«, čiji se veći dio još uvijek koristi. Svrha članka jest omogućiti svim stručnjacima koji se bave željezničkim vozilima da se upoznaju s redoslijedom razvoja, proizvodnje i održavanja lokomotiva proizvedenih po licenci Jenbach Werke Austria ili lokomotiva koje su nastale na temelju licencnih lokomotiva te s razvojem projekata u »Đuri Đakoviću« iz Slavonskog Broda.

SUMMARY

This article provides a historical overview with regard to the production of several shunting locomotives at the "Đuro Đaković" factory in the 1960-1980 period, the scope of which almost entirely met shunting locomotive needs of what used to be Yugoslav Railways at the time; the major part of these locomotives was modernized. Descriptions and comparative technical characteristics are provided in the article, as well as an overview of shunting locomotive development of all series and their variants produced at the "Đuro Đaković" factory; most of them are still in use. The purpose of the article is to enable all experts who deal with railway vehicles to familiarize themselves with the sequence of development, production and maintenance of locomotives produced according to the Jenbach Werke Austria license or locomotives which were constructed on the basis of licensed locomotives, as well as with the development of projects at the "Đuro Đaković" factory from Slavonski Brod.



Radionica željezničkih vozila Čakovec d.o.o.

40000 Čakovec, Kolodvorska 6
tel. 040/384-334, 384-335, 384-337 - fax. 040/384-336
E-mail: rzv@rzv.hr Web: www.rzv.hr





PROIZVODNJA



REKONSTRUKCIJE











ODRŽAVANJE



IZRADA



URS

Globalno iskustvo, lokalno znanje

URS Corporation vodeći je pružatelj usluga iz područja inženjerstva, graditeljstva i tehničkih usluga diljem svijeta. Podržavamo svaku fazu projektnog ciklusa, od početka pa sve do puštanja u rad i samog rada, kao i dekomisiju i zatvaranje.

Naš rad usredotočen je na pet ključnih tržišnih sektora: infrastrukturu, energetiku, naftu i plin, industriju i državni sektor. Imamo više od 50,000 zaposlenih u skoro 50 zemalja.

Naši hrvatski projektanti trenutačno rade na dva projekta - novoj 70 km dugoj dvokolosiječnoj željezničkoj prugи koja povezuje Goljak i Skradnik te nadogradnji dionice željeničke pruge koja povezuje dva sjeverna grada Križevce i Koprivnicu.

Za više informacija o URS-u i našim uslugama, obratite se našem uredu u Zagrebu:

URS Polska Sp. z o.o. Podružnica Zagreb
Kovinska 4a, 10 090 Zagreb
T +385 1 7980 540
F +385 1 7980 549

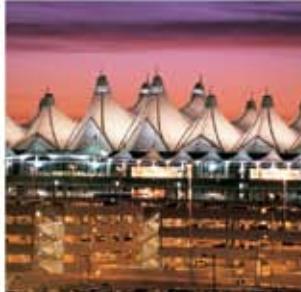
infrastruktura

energetika

nafta i plin

industrija

državni sektor





WWW.TRZ.CZ • WWW.MORAVIA-STEEL.CZ



Quality Through The Ages

PRODUCTS FOR RAILWAY:

FLAT BOTTOM RAILS

SWITCH RAILS

TRAM RAILS

RAILS FOR MINE AND FIELD TRACKS

ACCESSORIES FOR RAILWAY SUPERSTRUCTURE:

BASEPLATES • FISHPLATES • CLIPS • T-HEAD BOLTS • SCREW SPIKES



MORAVIA STEEL

MORAVIA STEEL a.s.
Trnec-Staré Město, Průmyslová 1000, 739 70 Trnec, Czech Rep.
tel.: +420-558-537 222, www.moravia-steel.cz

INICIJATIVA SHIFT²RAIL

Europska komisija uspostavlja koordinirani pristup EU-a istraživanju i inovacijama u željezničkome sektoru u sklopu programa Obzor 2020 (Horizon 2020), a u svrhu potpore uspostavi jedinstvenoga europskog željezničkog prostora. Na tragu toga, Europska komisija u suradnji s industrijom razmatra pokretanje novoga javno-privatnog partnerstva za ulaganje u istraživanje i inovacije u području željeznica u Europi, i to kroz inicijativu SHIFT²RAIL. U tome smislu Europska komisija je 16. prosinca 2013. objavila prijedlog te inicijative koja ide u daljnju proceduru usvajanja.

U organizaciji kolega iz Udruženja europske željezničke industrije (UNIFE) u Zagrebu je 6. veljače 2014. održano predstavljanje inicijative SHIFT²RAIL. Domaćin inicijative SHIFT²RAIL bio je Fakultet elektrotehnike i računarstva (FER) Sveučilišta u Zagrebu. Inicijativa je prethodno predstavljena u ostalim zemljama Europske unije. Generalni direktor UNIFE-a Philippe Citroen prezentirao je mogućnost suradnje industrije i znanosti preko modela javno-privatnog partnerstva u istraživanju i inovacijama u željezničkome prometu.

U razdoblju od 2014. do 2020. na raspolaganju će biti 920 milijuna eura (450 milijuna eura bit će subvencionirano iz EU-ovih fondova, a 470 milijuna trebali bi investirati sudionici). Na slici 1 prikazan je prijedlog subvencioniranja. Glavni cilj inicijative SHIFT²RAIL jest poboljšanje mobilnosti, čime bi se milijunima europskih putnika koji koriste željeznički promet olakšao svakodnevni život. Istraživački prioriteti podijeljeni su u pet stupova:

- IP1: Razvoj tehnologija za lakše (karbonska vlakna) i energetski učinkovitije vlakove. Energetski učinkovitiji i lakši vlakovi doprinjet će manjem štetnom utjecaju na okoliš. Istodobno će se povećati operativna pouzdanost vlakova, osiguravajući time da putnici na odredište stignu na vrijeme i da dobiju uslugu bolje kvalitete.
- IP2: Razvoj naprednih sustava za upravljanje i kontrolu vožnje vlakova. Potrebno je razviti novu generaciju signalnih i kontrolnih sustava kako bi se omogućilo inteligentno upravljanje prometom uz automatski pogon vlakova i optimiziranje kapaciteta, povećala razina pouzdanosti i smanjili troškovi životnog ciklusa.
- IP3: Razvoj isplative željezničke infrastrukture. Potrebno je razvijati paneuropsku željezničku infrastrukturu uz visoku razinu dostupnosti i niske troškove prijevoza, čime bi se privukli putnici i teret s manje održivih i sigurnih načina prijevoza. Potrebno je isporučiti novi

sustav željezničke infrastrukture koji će radikalno poboljšati kapacitet i učinkovitost te smanjiti troškove.

- IP4: IT rješenja za razvoj moderne željeznicice. Europska unija zbog smanjenja opterećenja cestovnog prometa i njegova štetnog učinka na okoliš ide prema planu da do 2020. gotovo 40 % teretnog prijevoza preusmjeri na intermodalni model, odnosno potencira da se međunarodni i nacionalni prijevoz u što većoj mjeri s cesta preusmjeri na željeznicu, priobalnu i unutarnju plovidbu ili zračni promet.
- IP5: Razvoj tehnologija za održivi razvoj teretnoga željezničkog prometa. Osigurati energetski učinkoviti i konkurentan željeznički teretni prijevoz. Potencijalni sudionici navedene inicijative prikazani su na slici 1.



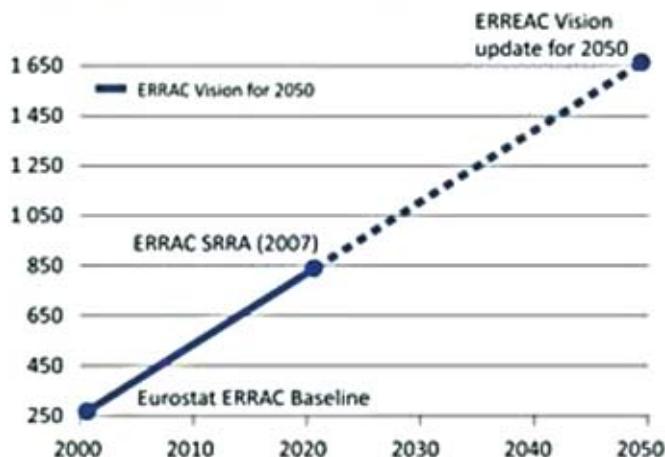
Slika 1: Interesna skupina inicijative SHIFT²RAIL

Nakon što program kreće u provedbu polovinom 2014. postojat će nekoliko načina sudjelovanja u inicijativi:

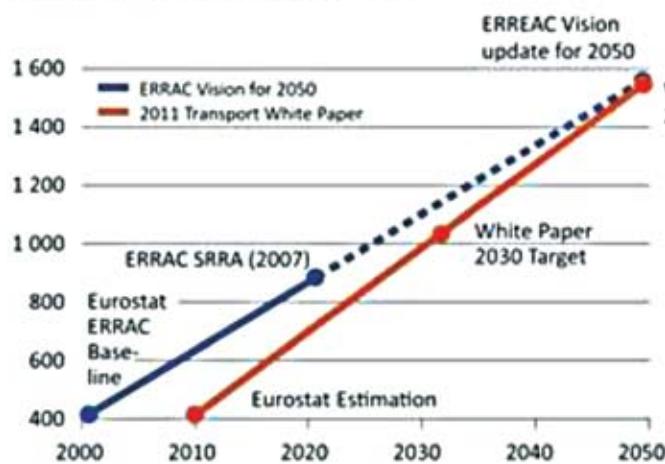
- *Funding members* (članovi financirana) – ukupno ih je osam (ALSTOM, AnsaldoSTS, Bombardier, Network Rail, Siemens, Thales, Trafikverket, CAF); imaju finansijsku obvezu tijekom cijelog razdoblja trajanja programa (sudjeluju s oko 30 milijuna eura svaki); uključeni su u svaki stup (IP)
- *Associates* (suradnici) – finansijska obveza tijekom cijelog razdoblja trajanja programa, ali za razliku od prethodne skupine sudjeluju i doprinose pojedinome stupu (napomena: ako je riječ o konzorciju, tada se konzorcij tretira kao 1 suradnik; iz programa dobivaju do 30 %)
- *Partners* (partneri) – sudjeluju putem otvorenih poziva; riječ je o kratkoročnim projektima na koje će se pri-

mjenjivati Pravila sudjelovanja i diseminacije u sklopu Obzora 2020.; najmanje 30 % ukupnih sredstava trebalo bi biti namijenjeno za otvorene pozive.

Passenger vision for 2050 (pkm x10³)



Freight vision for 2050 (km x10³)



Slika 2. Projekcije putničkog i teretnog prijevoza do 2050.

Cilj Europske unije jest jačanje željezničkog prometa, a osnovne smjernice za ostvarenje toga cilja su:

- do 2030. 30 % cestovnoga teretnog prijevoza na udaljenostima većima od 300 km treba preusmjeriti na druge oblike prijevoza kao što su željezница i vodni promet, a do 2050. čak i više od 50 %. Taj proces trebalo bi potaknuti izgradnjom učinkovitih i tzv. zelenih teretnih koridora, za što će biti potrebna i odgovarajuća infrastruktura.
- do 2050. treba dovršiti europsku željezničku mrežu za vlakove velikih brzina, utrostručiti duljinu postojeće mreže i održati gustoću mreže u svim državama članicama. Do tada bi većina putničkog prijevoza na srednjim udaljenostima trebala biti prebačena na željeznicu.

dr. sc. Milivoj Mandić, dipl. ing. el.

HRVATSKI GRADITELJSKI FORUM 2013.

Krajem prošle godine u Zagrebu je u organizaciji Hrvatskog saveza građevinskih inženjera održan stručni skup pod nazivom Hrvatski graditeljski forum 2013. Namjera skupa bila je sagledati opseg krize u domaćemu graditeljskom sektoru i analizirati mogućnosti oživljavanja djelatnosti. Jedno od tematskih područja u sklopu Foruma bili su infrastrukturni projekti u području voda, cesta, željezница i zračnih luka, a zapaženo izlaganje imao je predsjednik Uprave HŽ Infrastrukture Darko Peričić, koji je sudionicima poručio da se trebaju udružiti kako bi dobili velike poslove na željeznicama. Pritom je potrebno prevladati animozitete i povezati se u jake konzorcije koji mogu konkurirati stranim građevinskim tvrtkama. Istaknuto je da željezница može biti važan pokretač revitalizacije graditeljskog sektora. U radu Foruma sudjelovali su i predstavnici Hrvatskog društva željezničkih inženjera (HDŽI).

Stručni skup Hrvatski graditeljski forum 2013. održan je u hotelu »International« u Zagrebu, u organizaciji Hrvatskog saveza građevinskih inženjera (HSGI). Skup je okupio mnoge stručnjake koji se bave graditeljstvom i pratećim područjima, a u radu su sudjelovali i predstavnici Hrvatskog društva željezničkih inženjera. Na skupu je istaknuto da se danas hrvatsko graditeljstvo nalazi u velikim poteškoćama, što je najvećim dijelom posljedica nedostatka odgovarajuće strategije razvoja i pasivnosti domaćega graditeljskog sektora. Pored spomenutih unutarnjih uzroka teškog stanja u graditeljstvu, kao snažan vanjski uzrok u posljednjih pet godina pojavila se globalna gospodarska kriza, koja je još više potencirala sve slabosti hrvatskoga graditeljstva. Kriza u sektoru graditeljstva vrlo se brzo prelila i na ostale strukovne sektore koji su vezani uz graditeljsku djelatnost, uzrokujući stagnaciju gospodarstva u cjelini.

Može se sa sigurnošću zaključiti to da je trenutačni položaj graditeljstva vjerojatno najlošiji u proteklih pedeset godina, a nedovoljna aktivnost u sektoru graditeljstva vrlo će brzo dovesti do gubitka stručnih referenci i odljeva stručnjaka, a to će negativno utjecati na daljnji položaj graditeljstva i dovesti do njegova još lošijeg položaja. U sadašnjoj situaciji najveći problem graditeljstva i gospodarstva u cjelini je nedostatak novih investicija, ali problem nije samo u slabom interesu stranih i domaćih investitora, već i u nedostatku kvalitetno pripremljenih projekata koji

su spremni za provedbu. Proces pripreme projekata, od početnih stupnjeva izrade studijske i tehničke dokumentacije do ishođenja dozvola za gradnju, je vrlo složen i zahtjeva određeni protok vremena koji se broji u godinama, ovisno o složenosti projekata.

Na Forumu su građevinari iz Hrvatske i regije razgovarali o sadašnjim i budućim infrastrukturnim projektima te okolnostima u kojima se oni izvode. Istaknuto je da žurno treba pokrenuti veće investicije u ovome sektoru, jer u suprotnom se može očekivati postupno propadanje graditeljstva kao posljedica nestajanja velikih građevinskih tvrtki i njihovih kooperanata. Za ilustraciju treba navesti to da je prije pet godina u domaćem graditeljstvu bilo zaposleno oko 125.000 radnika, a danas je u ovome sektoru zaposleno tek nešto više od 70.000 radnika, a taj je broj svakim danom sve manji.

Analizirajući uzroke i posljedice krize u graditeljskom sektoru može se zaključiti da se dimenzioniranju opsega sektora trebalo pristupiti sustavno i planski, i to na način da je izrađena dugoročna strategija razvoja graditeljstva, na temelju koje bi se izbjegle velike neujednačenosti u ponudi i potražnji kojima smo svjedočili u proteklom razdoblju. Nagli rast potražnje u sektoru graditeljstva, koji se dogodio u posljednjih desetak godina, nije se mogao dugo održati i za očekivati je bilo da će uskoro doći do pada. Potaknut globalnom krizom i teškim stanjem domaćega gospodarstva u cijelini, pad potražnje u graditeljstvu bio je puno jači i

dramatičniji nego što se očekivalo. Nakon takvog pada, pitanje je koliko dugo ćemo čekati na početak oporavka i kakve dugoročne posljedice će današnja kriza ostaviti na daljnji razvoj graditeljstva.

Zbog nedostatka investicija, građevinska operativa u Hrvatskoj stagnira i ostaje bez kvalitetnih referencijskih strane tvrtke, koje su već prisutne na domaćem tržištu, imaju stabilnije izvore financiranja i lakše im je poslovati u ovim kriznim vremenima, osobito ako se u obzir uzme to da razvijena svjetska gospodarstva polako, ali sigurno, izlaze iz gospodarske krize. Zbog toga treba poduzimati mјere kojima će se privući nove investicije i stvoriti povoljna ulagačka klima. To se ponajprije odnosi na promjenu regulative koja je dosad bila velika kočnica novih ulaganja, a dio promjena već je proveden i donosi prve pozitivne rezultate. Pokretanje aktivnosti usmјerenih na oživljavanje graditeljstva imat će snažan i izravan pozitivan utjecaj na sve prateće djelatnosti te gospodarstvo u cijelini.

Jedno od tematskih područja koja su prezentirana na Graditeljskom forumu bili su infrastrukturni projekti u području voda, cesta, željeznica i zračnih luka. O investicijama u HŽ Infrastrukturu do 2020. govorio je predsjednik Uprave HŽ Infrastrukture Darko Peričić, koji je istaknuo to da su u zadnje dvije godine, u otežanim okolnostima paralelnog restrukturiranja tvrtke, pokrenute velike investicije u željeznički sektor. Kao jedan od problema u procesu pokretanja projekata izdvojio je problem domaćih izvođača radova i isporučitelja materijala koji se nisu snašli u novim okolnostima jer nisu očekivali tolike količine materijala, radova i usluga za potrebe željeznice. Za usporedbu, u 2013. provedba investicija bila je četiri puta veća nego u 2012., što je očekivao malotko, a od ukupnih investicija ove godine domaća komponenata čini 70 posto. Tijekom izlaganja najavljen je i skora privatizacija tvrtke kćeri HŽ Infrastrukture Pružnih građevina, nakon čega će se HŽ Infrastruktura baviti isključivo svojom osnovnom djelatnosti, a to je upravljanje infrastrukturom, dok će se za sve poslove održavanja i građenja raspisivati natječaji. Tragom toga postavljeno mu je pitanje kakva je poruka domaćim građevinarima u kontekstu velikih projekata za čije se poslove izvođači moraju izboriti na međunarodnim natječajima, a za koje domaće tvrtke nemaju referencije, Peričić im je poručio da prevladaju međusobne animozitete i da se povežu u jake konzorcije koji mogu konkurirati stranim tvrtkama, jer sâm nitko nije dovoljno jak.

U prezentaciji posvećenoj željeznici sudionici su se upoznali sa sadašnjim trenutkom domaćega željezničkog sustava i planovima za budućnost. Izloženi su organiza-



Izlaganje predsjednika Uprave HŽ Infrastrukture, Darka Peričića

cijeka struktura željeznice, mreža kategoriziranih pruga te povijesni pregled razvitka željeznice. Analizirani su proces i tijek restrukturiranja željeznice, čiji je cilj podizati konkurentnost i razinu kvalitete željezničke infrastrukture, automatizirati upravljanje prometom te prilagoditi se propisima Europske unije. Pritom je trebalo reorganizirati sustav, privatizirati ovisna društva i smanjiti broj zaposlenih. Time se želi optimizirati radne procese na željeznicama, povećati razinu učinkovitosti, smanjiti broj organizacijskih jedinica i racionalizirati broj zaposlenih.

U nastavku izlaganja prezentirano je kretanje ulaganja u željezničku infrastrukturu u posljednjih desetak godina, što uključuje investicije u obnovu, nadogradnju i rekonstrukciju postojećih pruga, izgradnju novih pruga, osiguranje i opremanje željezničko-cestovnih prijelaza, obnovu zgrada i službenih mjesta na mreži, izradu tehničke dokumentacije, informatizaciju, poboljšanje radnih uvjeta i dr. Posebno dojmljiv bio je dio prezentacije posvećen novim ulaganjima u željeznicu, koja se sa 465 milijuna kuna u 2012. planiraju povećati na četiri milijarde u ovoj godini, na više od šest milijardi u 2015. i 2016., do nevjerojatnih 10,5 milijardi kuna u 2017. godini. Izvori tako velikih ulaganja trebaju biti sredstva iz EU-ovih fondova, vlastita sredstva iz dobiti i zaliha, krediti te sredstva iz državnog proračuna. Istaknuto je da željezница može biti važan pokretač revitalizacije graditeljskog sektora i pratećih djelatnosti.

Detaljno su prikazani i opisani svi završeni željeznički projekti, projekti u provedbi, projekti u fazi natječaja te budući projekti koji se financiraju sredstvima EU-ovih fondova i vlastitim sredstvima. Istaknuto je da velika ulaganja u željezničku infrastrukturu sa sobom nose pozitivne učinke za gospodarstvo u cjelini. Gospodarske grane koje će imati najviše koristi od provedbe željezničkih investicija su graditeljstvo, rudarstvo (kamenolomi), prerađivačka industrija (proizvodi, oprema i materijali), energetika, drvna industrija, inženjerske djelatnosti svih profila te obrtnici i trgovci. Na kraju izlaganja zaključeno je da je glavni cilj postići kvalitetnu željezničku infrastrukturu koja odgovara zahtjevima tržišta te stvoriti uvjete za učinkovit, siguran i održiv željeznički promet.

U sklopu Graditeljskog foruma svečano je obilježena 60. obljetnica Hrvatskoga saveza građevinskih inženjera i 65. obljetnica izlaženja stručnog časopisa »Gradvinar«. Bila je to prigoda za prisjećanje na sve one koji su svojim radom i zalaganjem pridonijeli takо vrijednim obljetnicama, a najzaslužnijima među njima dodijeljene su nagrade. Većina izlaganja na Forumu nalazi se u zborniku radova »Izazovi u graditeljstvu«.

Dean Lalić, dipl. ing. građ.

SIGNALIZACIJA U ŽELJEZNIČKOM PROMETU

U izdanju Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu krajem prošle godine objavljena je knjiga pod naslovom »Signalizacija u željezničkom prometu«, koja je ponajprije namijenjena studentima, ali i svima onima koji rade na održavanju, projektiranju, poučavanju izvršnih radnika i provođenju investicija. U njoj svoj interes mogu naći i proizvođači željezničke opreme, kao i potencijalni investitori u području željezničke industrije.

Knjiga »Signalizacija u željezničkom prometu« ima 367 stranica podijeljenih u 16 poglavlja. Nakon Uvoda slijedi pregled djelovanja i osnovnih pravila željezničke signalizacije, a težište je na terminima od SIL 1 do SIL 4 koji se koriste za određivanje pouzdanosti signalno-sigurnosnih uređaja. Slijede poglavlja o signalizaciji s analizom i usporedbom načela signalizacijskih sustava koji su u uporabi na europskim željeznicama.

Potom slijedi poglavje koje se bavi željezničkim signalima, njihovom podjelom i primjenom, a težište je na svjetlosnim signalima. U tome poglavlju opisan je tek manji dio signala koji su u uporabi na mrežama europskih pruga.

Uređaji za pogon i kontrolu skretnica i iskliznica obrađeni su od upravljanja skretnicama preko kontrole stanja skretnica do osiguranja skretnica na otvorenoj pruzi. S posebnom pozornošću obrađene su elektromehanički postavni uređaji, koji se i danas najčešće koriste na prugama HŽ Infrastrukture. Opisane su i iskliznice kojima se rukuje kao i skretnicama. Uz skretnice neophodno je obraditi i problematiku grijanja skretnica zimi. Do sada se na prugama s istosmjernim napajanjem koristilo plinsko grijanje, a na prugama s napajanjem 25kV, 50Hz električno grijanje. U skladu s najavljenim investicijama u pruge za brzine veće od 160 km/h u knjizi je opisan i sustav skretnica za velike brzine, a težište je na skretnicama s pomičnim srcima, kojima se upravlja posebnim postavnim uređajem.

U poglavlju posvećenome sustavima za otkrivanje prisutnosti vlaka razrađeni su sustavi izoliranih odsjeka i primjeri proračuna. Razrađeni su princip djelovanja AFI-a te mogućnosti korištenja tračničkih kontakata. Potom su opisani tračnički kontakti, od mehaničkih (Francuske državne željeznice – SNCF) do magnetnih tračničkih kontakata (čije je održavanje izazvalo dosta kontraverzi, a dosta poteškoća bilo je zimi, osobito zbog zaledivanja kotvi).

Tračnički kontakti iz sustava SK11 i SK30 primjenjivi su u sklopu sustava brojača osovina AZS70. Autor je detaljno razradio i logiku rada sustava brojača osovina BO. Nakon primjene BO-a na pruzi koja je do sada bila isključivo otvorena danas se logika i princip rada BO-a sve više koristi za osiguranje kolodvora, osobito jer takav sustav razvija domaći proizvođač SS-uređaja tvrtka Alupro d.o.o.

Primjenu tzv. tablice ovisnosti autor opisuje vrlo detaljno, s mnoštvom praktičnih primjera. Uređaji centralnoga kolodvorskog upravljanja prikazani su od mehaničkih preko elektromehaničkih do elektroničkih. Nažalost, u ovome poglavlju nije obrađena najnovija elektronska postavnica ugrađena na Zagreb GK-u, koja je instalirana nekako u isto vrijeme kada je nastala ova knjiga.

U poglavlju o ranžiranju vlakova i ranžirnim kolodvorma, s posebnim prikazom onoga zagrebačkog, opisani su njihovi principi rada, dijelovi i logika ranžirnih kolodvora te je dan pregled varijanata, sklopova automatizacije, upravljanja radom na ranžirnim kolodvorima i dr.

Detaljno su razrađene i prikazane kolosiječne kočnice, njihove vrste, retarderi s jednom i s dvije kočne grede,

elektrodinamičke tračničke kočnice, elastične tračničke kočnice, hidraulični spiralni retarderi te klipni retarderi. Prikazane su kolosiječne kočnice na zagrebačkome Ranžirnom kolodvoru kao i radovi na njihovu remontu.

U knjizi su i poglavja posvećena autostop uređajima i automatskome pružnom bloku (APB), koji se koristi za osiguranje prometa između dvaju kolodvora. U knjizi je obrađeno i kontraverzno pitanje sigurnosti na željezničko-cestovnim prijelazima, kao i medijski potkrijepljeno neznanje osnovne željezničke kulture, koji ŽCP osiguran Andrijinim križem samoinicijativno nazivaju samo označenim prijelazom, a ne osiguranim prijelazom, što on i jest. Opisani su i detaljni proračuni tako često spominjanoga spornog trokuta preglednosti, proračuna udaljenosti elemenata ŽCP-ova, sigurnosni kriteriji prijelaza, uvjeti za uporabu kontrolnih signala, kao i nova visokosofisticirana tehnološka rješenja radarskih skenera (tip *Honeywell*), koji ako područe nakon zatvaranja prijelaza nije »čisto« onemoguće vožnju preko ŽCP-a. Nažalost, autor nije stigao opisati nov, isključivo hrvatski proizvod za osiguranje ŽCP-a koji se ispituje na odobrenoj probnoj pružnoj dionici, a na mnogim svjetskim prugama već je u uporabi.

U knjizi su obrađeni i željeznički telekomunikacijski sustavi, počevši od onih prvih do najnovijih, od analognih do digitalnih prijenosnih sustava. Detaljno su obrađeni mnogi pojmovi, ali ostaje dojam da se moglo prezentirati više podataka o cijekupnomy sustavu. Opisan je i radiodispečerski sustav RDV, što ga već dulje od 35 godina marljivo održavaju i neprestance moderniziraju zaposlenici HŽ Infrastrukture. To je osobito važno jer se lokomotivski radiodispečerski uređaji nalaze u gotovo svim vozilima HŽ Putničkog prijevoza i HŽ Carga, kao i u teškim motornim drezinama te radnim strojevima Pružnih građevina.

Prikazana je i primjena VPN mreže, u sklopu koje se svi razgovori bilježe, registriraju, a po potrebi i prema postojećim Pravilnicima i preslušavaju u određenim vremenskim intervalima.

Poglavlje posvećeno upravljanju željezničkim prometom bavi se telekomandom. Obrađeni su i ostali sigurnosni sustavi, npr. *Hot-Box*, koji su nama najbliži razvili na Tehničkom sveučilištu u Beču (TU Wiena), a nalazi svoju primjenu na mrežama Austrijskih saveznih željeznica (ÖBB). Na kraju treba istaknuti da ova knjiga uvaženoga, dugogodišnjeg željezničkog djelatnika i sveučilišnog profesora Zdravka Toša važan je doprinos razvoju i izučavanju željezničke signalne tehnike i pratećih područja.

Branko Korbar, dipl. ing. el.



ULAGANJA U BUDUĆNOST ŽELJEZNICE

Najveća ulaganja u domaći željezničkih sustav ove godine odnose se na povećanje razine kvalitete željezničke infrastrukture te na osuvremenjivanje putničkog prijevoza. HŽ Infrastruktura planira pokretanje nekoliko velikih infrastrukturnih projekata, a ukupna vrijednost investicija u ovoj godini iznosi oko 2,6 milijardi kuna. HŽ Putnički prijevoz ugovorio je nabavu 44 nova motorna vlaka, što će zajedno s novim integralnim sustavom prodaje i rezervacije karata bitno poboljšati kvalitetu pružanja usluge putničkog prijevoza.

Novi projekti i suradnja s EU-ovim fondovima

I ove godine nastavljaju se intenzivni radovi na povećanju razine kvalitete željezničke infrastrukture. Dio projekata čiji je završetak bio planiran za prošlu godinu, ali se zbog subjektivnih i objektivnih okolnosti to nije dogodilo, ubrzano se završava kako bi se počeli izvoditi novi projekti. Raspisani su natječaji za najvažnije ovogodišnje projekte koji će se financirati vlastitim novcem, kreditima ili novcem iz proračuna. Riječ je obnovi dionica Koprivnica – Botovo – državna granica, Greda – Sisak – Sunja – Novska, Ogušin – Moravice i Zagreb Glavni kolodvor – Savski Marof. Ukupna vrijednost investicija u ovoj godini iznosi oko 2,6 milijardi kuna.

Informativno-edukativna događanja »Tjedan EU fondova« od 10. do 14. veljače zajednički su organizirali Ministarstvo regionalnog razvoja i fondova EU, institucije uključene u sustav upravljanja i korištenja sredstava strukturnih instrumenata, Hrvatska gospodarska komora te veleposlanstva pojedinih zemalja članica EU-a. Tematska područja o kojima se raspravljalo u sklopu »Tjedna EU fondova« jesu inovacije i EU-ovi fondovi, energetska učinkovitost i EU-ovi fondovi, vodno gospodarstvo i EU-ovi fondovi, prometne investicije u kontekstu održiva urbanog razvoja i EU-ovi fondovi te ruralni razvoj i EU-ovi fondovi. Prometne investicije bile su tema četvrtog dana događanja. Suorganizator tog dijela bilo je Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture, a pokrovitelj Veleposlanstvo Ujedinjene Kraljevine Velike Britanije i Sjeverne Irske.

Mnogobrojnu publiku u ime organizatora pozdravili su Marko Lončarević, pomoćnik ministra za prometnu infrastrukturu i fondove EU-a, i David Slinn, veleposlanik Ujedinjene Kraljevine Velike Britanije i Sjeverne Irske, zemlje partnera na događanju. Veleposlanik David Slinn istaknuo je da Europska unija poreznim obveznicima svakako mora dokazati da se sredstva namjenski troše i da pritom nema

korupcije. Isto tako i vlada Velike Britanije pozorno prati kako se u sklopu Europske unije koriste sredstva koja ona kao članica uplaćuje u zajedničku blagajnu. Hrvatska se ne treba bojati kontrole, tim više što se uspješnim korištenjem sredstava šalje jaka poruka potencijalnim investorima da je ova zemlja dobro mjesto za posao i ulaganje. U Hrvatskoj je vidljiv napredak u posljedne dvije godine, puno toga je napravljeno i stoga je razdoblje od 2014. do 2020. veliki izazov i sredstva se moraju iskoristiti na najbolji mogući način. Nakon autocesta koje su među najboljima u ovoj regiji na red je došla željezница – rekao je Slinn.

Voditeljica sektora za fondove EU-a pri MPPI-u Dubravka Đurkan Horvat predstavila je investicijske prioritete RH za razdoblje od 2014. do 2020. istaknute u radnoj verziji »Strategije prometnog razvoja RH«. U pripremi strategije sudjeluje pet sektorskih skupina, a kao šesta skupina zastupljena je javna gradska, prigradska i regionalna mobilnost. Nakon odabira projekata odredit će se prioriteti po sektorima. U raspravi koja je uslijedila nakon prezentacija željezničkih infrastrukturnih projekata, uz goste iz Velike Britanije, sudjelovali su Slavko Štefićar, Davor Brčić, Mario Švigor i Dubravka Đurkan Horvat.

Povjesna nabava vlakova

HŽ Putnički prijevoz ugovorio je nabavu 32 elektromotornih vlaka, i to 16 za gradsko-prigradski prijevoz i 16 za regionalni prijevoz, te 12 dizel-električnih motornih vlakova. Nositelj proizvodnje 44 nova motorna vlaka je tvrtka »Končar - Električna vozila«. Ugovore su potpisali Dražen Ratković, predsjednik Uprave HŽ Putničkog prijevoza, i Ivan Bahun, predsjednik Uprave »Končar – Električnih vozila«. Potpisivanje ugovora svojim su nazоčноштим uveličali Zoran Milanović, predsjednik Vlade RH; Branko Grčić, potpredsjednik Vlade RH i ministar regionalnoga razvoja i fondova Europske unije, i Siniša Hajdaš Dončić, ministar pomorstva, prometa i infrastrukture.

Elektromotorni vlakovi bit će sagrađeni kao četverodijelne niskopodne garniture s dvije motorne jedinice i dva središnja segmenta, dok će dizel-električni motorni vlakovi biti sagrađeni kao trodijelne niskopodne garniture s dva motorna vagona s upravljačnicom i srednjim vagonom. Niskopodnost novih motornih vlakova omogućavat će neometan ulazak putnika s perona standardne visine. Broj sjedećih i stajačih mesta ovisi o namjeni vlaka.

Putnički prostor vlaka činit će jedinstvena i prostrana cjelina u koju će biti ugrađene djelomične pregrade koje vizualno ne zatvaraju prostor, a putnike štite od prodora hladnog zraka prilikom otvaranja vrata. Sjedala će biti izvedena kao dvosjedi i jednosjedi, a u dijelu prostora namijenjenog osobama sa smanjenom pokretljivošću bit će ugrađena i preklopna sjedala. Zahvaljujući dvostrukim širokim vratima, bit će omogućen brzi izlazak i ulazak većeg broja putnika. Prozorska stakla bit će zatamnjena 60 % radi zaštite od sunca,

a cjelokupan prostor za putnike bit će pod videonadzorom. Motorni vlakovi bit će isporučivani i puštani u promet tijekom 2015., 2016. i 2017. godine.

Ovaj posao nije važan samo za putnički prijevoz radi pomlađivanja flote, on je višestruko važan za »Končar« i cijelu Hrvatsku, jer se radi o domaćem proizvodu. Investicije u nabavu novih prijevoznih kapaciteta neophodan su preduvjet za uspješno poslovanje i pozicioniranje HŽ Putničkog prijevoza kao konkurentnog i finansijski održivog sustava. Resorni ministar Siniša Hajdaš Dončić istakao je da su ovi ugovori još jedan dokaz opredijeljenosti ove Vlade za ulaganje u željeznički sektor.

Novi sustav prodaje karata

U roku od 18 mjeseci u HŽ Putničkom prijevozu bit će implementiran novi integralni sustav prodaje i rezervacija karata. Karte će se prodavati kroz pet različitih kanala, među kojima su internetska prodaja te prodaja putem pametnih telefona. Izdavat će se isključivo elektroničke prijevozne karte. Uprava HŽ Putničkog prijevoza potpisala je ugovor s odabranom zajednicom ponuditelja koja se sastoji od tvrtki Scheidt & Bachmann GmbH iz Njemačke, KING ICT d.o.o. iz Zagreba i Četrta pot d.o.o. iz Slovenije. Investicija je vrijedna 43,3 milijuna kuna, a uključuje i stručni nadzor.

Novi sustav obuhvaća uvođenje centralnog sustava za prodaju karata koji od 0 do 24 sata podržava online prodaju karata kroz internetski portal HŽ Putničkog prijevoza i kroz aplikaciju za pametne telefone koju će korisnici besplatno moći instalirati na svoje mobitele.

Također, uvodi se prodaja karata na stabilnim automatima. Riječ je o bezgotovinskim automatima na kojima će korisnici u svako doba dana samostalno moći kupiti prijevoznu kartu kartičnim načinom plaćanja. Četiri stabilna automata bit će postavljena na Zagreb Glavnem kolodvoru, a po jedan automat u kolodvorima u Splitu, Osijeku, Vinkovcima, Rijeci, Varaždinu i Slavonskom Brodu. U planu je naknadno proširenje mreže stabilnih automata i na druga prodajna mjesta. Novi kanal prodaje uvodi se i kod konduktora koji će za kontrolu i prodaju karata u vlakovima koristiti 580 mobilnih terminala. Provest će se i modernizacija postojećeg načina prodaje karata putem stabilnih terminala na blagajnama. Riječ je o 222 terminala koji će biti postavljeni u službenim prodajnim mjestima (u kolodvorima i stajalištima). Uvest će se 150 tisuća smart kartica koje će zamijeniti postojeće kartonske iskaznice za mjesecne, višemjesečne i godišnje karte. Također, smart kartice će se upotrebljavati i za kupnju pojedinačnih karata kao prepaid kartice kojima će korisnici moći kupovati karte na blagajnama, automatima ili od konduktora u vlaku.

Integralni sustav prodaje i rezervacije karata bit će implementiran do kolovoza 2015. Da bi se uspostavio bilo koji kanal prodaje, prethodno je potrebno implementirati centralni sustav prodaje. Nakon stoga slijedi

paralelna implementacija svih kanala prodaje (internetska prodaja, prodaja putem aplikacije pametnim telefonima, stabilni automati, mobilni terminali za konduktore i stabilni terminali za blagajnike).

Dosadašnji koncept izdavanja prijevoznih karata nije prilagođen trendovima i zahtjevima tržišta. Danas postoji 196 prodajnih mjesta HŽ Putničkog prijevoza. Na njih 150 karte se prodaju putem stabilnih terminala, dok se na preostalih 46 prodajnih mjesta prijevozne karte ispostavljaju ručno. Na polovini prodajnih mjesta trenutačno je omogućeno kartično plaćanje karata.

Novi sustav obuhvaća prodaju i rezervaciju karata u unutarnjem i međunarodnom putničkom prijevozu, i to isključivo izdavanjem elektroničke prijevozne karte. Osim prikupljanja niza podataka važnih za poslovanje Društva, cilj HŽ Putničkog prijevoza jest povećati poslovne prihode podizanjem razine kvalitete usluge uvođenjem više načina na koji korisnici mogu kupiti kartu, omogućavanjem kupnje karata od 0 do 24 sata, ponudom novih tarifnih modela, skraćenjem vremena potrebnog za ispostavljanje karte te automatizacijom cijelog poslovnog procesa.

Pripremio Branimir Buković

ELEKTROCENTAR PETEK D.O.O.

OSNOVNE DJELATNOSTI:

IZVODENJE ELEKTROMONTAŽNIH RADOVA

MJERENJA I ISPITIVANJA U ELEKTROTEHNICI

IZVODENJE RADOVA NA OPREMI CESTA

(ENERGETIKA, CESTOVNA RASVJETA, VERTIKALNA I HORIZONTALNA SIGNALIZACIJA, ODOBJNA OGRADA...)

IZVODENJE GRADEVINSKIH RADOVA IZGRADNJE

KOMUNALNE INFRASTRUKTURE (VODA, KANALIZACIJA, PLIN)

VELEPRODAJA MATERIJALA I OPREME





ETANSKA CESTA 8 | IVANIĆ GRAD | TEL: 01 2831 222 | FAX: 01 2831 220



kartezavlak.hr

KUPITE **BUY**
SVOJU **YOUR**
KARTU **TICKET**
ONLINE

www.kartezavlak.hr

NAJAVA 6. MEĐUNARODNOG SAVJETOVANJA HDŽI-a:

»ULAGANJA U ŽELJEZNICU KAO PODRŠKA RAZVITKU GOSPODARSTVA«

Krajem prošle godine Predsjedništvo HDŽI-a počelo je pripremati šesto savjetovanje, a krajem siječnja ove godine Programsko vijeće donijelo je Odluku o održavanju 6. međunarodnog savjetovanja na temu »Ulaganja u željeznicu kao podrška razvitu gospodarstvu«, koje će se održati 28. i 29. svibnja 2014. u Zagrebu i Slavonskom Brodu. Savjetovanje će biti iznimna prilika da željeznička poduzeća i udruge te tvrtke željezničke industrije prezentiraju svoje planove i mogućnosti.

Hrvatsko društvo željezničkih inženjera u suradnji s partnerima Europskim savezom društava željezničkih inženjera (UEEIV), HŽ Infrastrukturom i HŽ Putničkim prijevozom organizira 6. međunarodno savjetovanje o željezničkoj infrastrukturi čija je svrha sagledavanje stanja i perspektive željezničkog prometa u Hrvatskoj. Otkada je Hrvatska u Europskoj uniji i otkada je njezina željeznička infrastruktura postala sastavni dio željezničke mreže EU-a, znatno se mijenjaju uvjeti funkcionaliranja željezničkog prometa u Hrvatskoj.

Europska komisija je krajem prošle godine donijela novu infrastrukturnu politiku Europske unije, kojom se utvrđuje osnovna prometna mreža, s devet prometnih koridora. Ubrzanim ulaganjima, osnovna mreža treba biti dovršena do 2030. te bi ona trebala bitno izmijeniti i unaprijediti prometne veze između Istoka i Zapada. U Hrvatskoj su već u tijeku veliki investicijski radovi na željezničkoj infrastrukturi, a s obzirom na njezino loše stanje, trebat će ih intenzivirati.

Imajući u vidu spomenute okolnosti i gospodarsku krizu na savjetovanju će biti pokrenuta rasprava o stvarnim posljedicama nove europske prometne politike za Hrvatsku i

regiju, kao i o mogućim utjecajima ulaganja u željeznicu na pozitivne trendove u gospodarstvu i brži izlazak iz recesije. Prvi dan savjetovanja u dvorani Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture bit će održan okrugli stol »Perspektive hrvatske i regionalne željezničke mreže u okviru nove infrastrukturne politike EU-a«, na kojemu će uz željezničke dužnosnike i stručnjake iz Hrvatske i regije sudjelovati dužnosnici iz europskih željezničkih udruženja.

Nakon rasprave na okrugloome stolu uslijedit će izlaganja u sklopu tematskih područja:

- Ulaganje u željezničku infrastrukturu u Hrvatskoj i regiji
- Željezničko tržište u regiji i mogućnosti pojedinih prijevoznika
- Važnost riječnih luka i perspektive intermodalnog prijevoza u Hrvatskoj i regiji
- Nova vozila i modernizacija
- Mogućnosti financiranja važnih projekata

Drugi dan savjetovanje će biti nastavljeno u Slavonskome Brodu. Predviđen je prijevoz svih sudionika od Zagreba do Slavonskog Broda novim elektromotornim vlakom HŽ Putničkog prijevoza uz zaustavljanje u Okučanima i obilazak tamošnjih radova na obnovi željezničke infrastrukture.

U Slavonskome Brodu, u dvorani tamošnje glazbene škole, savjetovanje će biti nastavljeno prezentacijama ra-



Pogled na dvoranu tijekom savjetovanja u hotelu »Adriatic« u Opatiji

zvojnih projekata, novih tehnologija i mogućnosti hrvatske i europske željezničke industrije, i to u sklopu tematskih područja:

- Infrastrukturni projekti (projekti gradnje novih pruga i modernizacija postojećih)
- Mogućnosti željezničke industrije
- Željeznička vozila (nova i modernizirana vozila).

U sklopu programa o gospodarskome potencijalu Brodsko-posavske županije okupljenima će govoriti predstavnici Hrvatske gospodarske komore Brodsko-posavske županije. Također treba naglasiti da će i tvrtke članice HDŽI-a imati priliku za predstavljanje i razmjenu mišljenja. Po završetku savjetovanja svim sudionicima osiguran je povratak u Zagreb istim elektromotornim vlakom.

I ovaj se put očekuje odaziv tristotinjak sudionika. Od triju ministarstava, i to od Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture, Ministarstva gospodarstva te Ministarstva regionalnog razvoja i fondova Europske unije, zamoljena su pokroviteljstva te se očekuje da će ona biti i prihvaćena.

Za članove Programskog savjeta toga važnog skupa predviđeni su ugledni željeznički stručnjaci, gospodarstvenici i znanstvenici na čelu s dr. sc. Klausom Rießbergerom predsjednikom UEEIV-a. U Organizacioni odbor savjetovanja ušli su svi članovi Predsjedništva te nekoliko članova HDŽI-a iz željezničkih društava i industrije na čelu s mr. Tomislavom Prpićem, predsjednikom HDŽI-a.

Nakon četiri savjetovanja održana u Opatiji i jednog održanog u Šibeniku, savjetovanje će prvi put biti održano u Zagrebu i Slavonskome Brodu. Gostovanje u prostorima Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture simbolično ističe važnost teme savjetovanja i trenutka u kojem se održava za željeznička društva i industriju, pa i za državu. Zaključci i preporuke sa savjetovanja moći će poslužiti upravnim tijelima EU-a, RH i zemalja u okružju, CER-u i međunarodnim finansijskim institucijama kao pomoć pri planiranju ulaganja u željezničku infrastrukturu.

Savjetovanje će biti iznimna prilika da željeznička poduzeća i udruge te tvrtke željezničke industrije prezentiraju svoje pla-

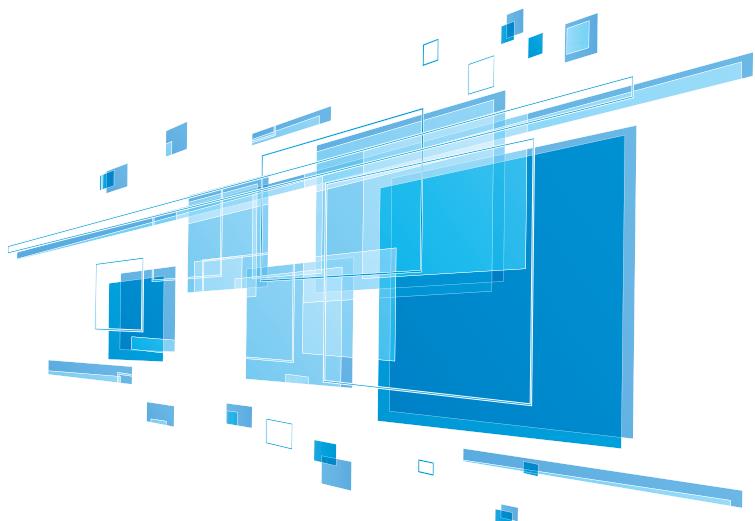
nove i mogućnosti. Bit će to prilika i za prezentaciju novih tehničko-tehnoloških dostignuća. Tvrte članice HDŽI-a na savjetovanju mogu predstaviti svoje proizvode i usluge, a ostale zainteresirane tvrtke i ustanove informacije mogu dobiti na adresi savjetovanje@hdzi.hr. Na kraju treba istaknuti to da članovi HDŽI-a i Organizacionog odbora savjetovanja ulažu veliki trud u organizaciju savjetovanja kako bi ono, unatoč recesiji i promjenama u željezničkome sektoru, bilo kvalitetnije od prethodnih.

Detaljnije obavijesti o savjetovanju mogu se dobiti na internetskoj stranici www.hdzi.hr, na adresi Petrinjska 89, 10000 ZAGREB, Hrvatska, na broju telefaksa ++385 (0)1 4577 709 ili na adresi e-pošte savjetovanje@hdzi.hr. Detaljniji izvještaj o savjetovanju bit će objavljen u sljedećem broju »Željeznica 21« te na intranetskome portalu i HDŽI-ovoj internetskoj stranici www.hdzi.hr. (MO)

6.

MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE O ŽELJEZNICI

Zagreb, 28.-29. svibnja 2014.



**Tema: ULAGANJA U ŽELJEZNICU KAO PODRŠKA
RAZVITKU GOSPODARSTVA**

SJEDNICE PROGRAMSKOG VIJEĆA I PREDSJEDNIŠTVA HDŽI-a

Programsko vijeće Hrvatskog društva željezničkih inženjera (HDŽI) održalo je 18. siječnja ove godine sjednicu na kojoj je analizirano djelovanje Društva u protekloj godini te je usvojen Plan aktivnosti za 2014. godinu. Među uspješno odradenim aktivnostima u protekloj godini istaknuti su organizacija stručnih panel-rasprava u više gradova u suradnji s HŽ Infrastrukturom, provedba marketinških aktivnosti, izdavanje stručnog časopisa »Željeznice 21« i elektroničkog biltena (newslettera), organizacija Sabora HDŽI-a i stručne ekskurzija na Mokru Goru, ažuriranje popisa članstva te uređenje interijera Kluba HDŽI-a. Glavne aktivnosti u ovoj godini vezane su uz organizaciju 6. međunarodnog savjetovanja HDŽI-a, stručno-edukativne aktivnosti, redizajn internetskih stranica Društva, administrativno-ustrojbeno djelovanje, redovito izlaženje časopisa »Željeznice 21« i elektroničkog biltena, aktivan rad s članovima te nastavak marketinških djelatnosti. Nakon sjednice Programskog vijeća održana je sjednica Predsjedništva HDŽI-a na kojoj je glavna tema bila priprema 6. međunarodnog savjetovanja HDŽI-a.

U subotu 18. siječnja ove godine održana je 2. sjednica Programskog vijeća Hrvatskog društva željezničkih inženjera (HDŽI). Sjednicu je otvorio predsjednik Društva mr. **Tomislav Prpić**, koji se osvrnuo na okružje u kome danas djeluje HDŽI. Analizirano je djelovanje Društva u protekloj godini te je dan pregled provedbe zadaća i ciljeva zacrtanih u Planu aktivnosti za 2013. godinu.

Među uspješno odradenim zadaćama istaknuti su organizacija stručnih panel-rasprava u više gradova u suradnji s HŽ Infrastrukturom, provedba marketinških aktivnosti, izdavanje stručnog časopisa »Željeznice 21« i elektroničkog biltena, organizacija Sabora HDŽI-a i stručne ekskurzije na Mokru Goru, ažuriranje popisa članstva te uređenje interijera Kluba HDŽI-a. Također, održani su sastanci s HDŽI-ovim povjereništvima Zagreb RK i Koprivnica u Koprivnici, s povjereništvima Osijek, Slavonski Brod, RPV i Vinkovci u Đakovu te s povjereništvima Rijeka i Pula u Pazinu te se općenito može zaključiti da je u prethodnoj godini suradnja s članstvom bila kvalitetnija i aktivnija. Istaknuto je to da se uspješno djelovanje HDŽI-a zasniva na programskim aktivnostima proizišlima iz statutarnih

odredbi u skladu s vrednotama Društva, uvažavajući situaciju u kojoj djelujemo. U provedbi programskih zadaća važnu ulogu ima njegovo praćenje koje se kontinuirano provodi tijekom cijele godine kako bi se povećala razina kvalitete i učinkovitosti.

U protekloj godini HDŽI je ostvario uspješan partnerski odnos s HŽ Infrastrukturom te osnažio suradnju s tvrtkama članicama i željezničkom industrijom u cjelini. Zahvaljujući takvom proaktivnom pristupu Društvo je prepoznato kao siguran partner i podrška u promociji novih projekata u željezničkome sektoru. U ovoj godini treba nastaviti s jačanjem suradnje, osobito s resornim ministarstvom i ostalim zainteresiranim subjektima. Posebnu pozornost treba posvetiti razvoju odnosa s tvrtkama članicama jer članstvo pravnih osoba u HDŽI-u omogućuje Društvu intenzivnije povezivanje sa željezničkom industrijom i daje oslonac u radu Društva.

Čelnštvo HDŽI-a je kroz provedbu svih dosadašnjih aktivnosti bilo vođeno idejom da svakom članu Društva omogući ravnopravnu zastupljenost u radu. Istodobno se od svih članova, osobito onih koji su uključeni u HDŽI-ova rukovodeća tijela, očekuje zalaganje usmjereno na provođenje planiranih aktivnosti i zadaća. Može se zaključiti da su u protekloj godini bile provedene mnogobrojne aktivnosti, što je svakako doprinijelo jačanju ugleda i afirmaciji Društva unutar željezničkog sektora. Zahvaljujući tome, ostvarena je uspješna suradnja i partnerski odnos s HŽ Infrastrukturom na raznim područjima, od organizacije panel-rasprava do tiskanja stručnog časopisa »Željeznice 21« i pružanja čvrste podrške radu HDŽI-a u predstojećem razdoblju.

Jačanje aktivnosti usmjerenih na stručno usavršavanje članstva rezultiralo je dalnjom uspješnom certifikacijom titule europskih željezničkih inženjera (*Eurailing*). Certifikacija omogućuje željezničkim stručnjacima da budu prepoznati i priznati u okvirima domaćega i europskoga željezničkog sektora. Istaknuto je unaprjeđenje kvalitete stručnog časopisa »Željeznice 21«, koji se sadržajno i tehnički lako može mjeriti s međunarodnim časopisima slične tematike. Časopis je obogaćen novim stručnim, informativnim i marketinškim sadržajima. Pohvaljeno je i redovito, mjesečno izlaženje elektroničkog biltena, koji zajedno sa stručnim časopisom omogućuje stalnu prisutnost Društva u medijima i stručnoj javnosti. Zamjećeno je i povećano zanimanje za izdavačku djelatnost Društva te je u skladu s time neophodno kontinuirano dopunjavati i ažurirati razdjelnik časopisa i elektroničkog biltena. Također treba navesti i kontinuitet uspješnog djelovanja Kluba

HDŽI-a, koji je nedavno vizualno osvježen u suradnji s HŽ Infrastrukturom.

Nakon upoznavanja s provedbom programa u prethodnoj godini, predsjednik HDŽI-a prezentirao je Program rada u 2014. godini. Kao i dosad, aktivnosti će biti usmjerene na sve članove Društva, a težiste će biti na individualnim članovima i njihovim stručnim potrebama. Program rada u predstojećem razdoblju, između ostalog, uključuje aktivnosti vezane uz organizaciju 6. međunarodnog savjetovanja HDŽI-a, aktivan rad s članstvom, stručno-edukativno djelovanje, redizajn internetskih stranica Društva, administrativno-ustrojbine aktivnosti, redovito izlaženje časopisa »Željeznice 21« i elektroničkog biltena te nastavak marketinške djelatnosti.

Veliki dio aktivnosti u ovoj godini bit će usmjeren na organizaciju 6. međunarodnog savjetovanja HDŽI-a o željeznicama, koje će biti središnje događanje u radu Društva u 2014. godini. Težiste savjetovanja je na ulaganju u razvoj i modernizaciju željeznice na važnim prometnim koridorima i ograncima koji čine okosnicu željezničke mreže u Hrvatskoj i regiji. Pritom je neophodno cijelovito sagledati stanje, mogućnosti i perspektive na nacionalnome i regionalnome željezničkom prijevoznom tržištu. Osim toga, savjetovanje ima zadaću okupiti predstavnike željezničkog sustava, željezničke industrije i pratećih djelatnosti te im omogućiti predstavljanje najsuvremenijih tehnologija i tehničkih dostignuća, čija primjena može imati veliki utjecaj na provedbu planiranih modernizacijskih projekata.

Savjetovanje treba pomoći u identificiranju aktualnog trenutka u željezničkome sektoru, kao i uloge koju željezница treba imati kao svojevrsna lokomotiva razvoja gospodarstva u cjelini. Aktivnosti koje se u zadnje vrijeme provode na restrukturiranju željezničkog sektora te znatna ulaganja čija je svrha modernizacija stabilnih i mobilnih željezničkih kapaciteta, omogućuju sagledavanje i ocjenjivanje dosad učinjenog, kako bi se u predstojećem razdoblju postigli još bolji rezultati. U sklopu tog savjetovanja predviđen je i stručni terenski obilazak tijekom kojeg će biti prezentiran dio rezultata procesa modernizacije željeznice.

Rad s članovima i stručno usavršavanje i dalje ostaju jedna od glavnih zadaća i misija HDŽI-a. Potrebno je pružati stalnu podršku članovima koji žele stjecati nova znanja u struci, nastaviti s organiziranjem stručno-edukativnih radionica, kao i omogućiti posjećivanje savjetovanja i drugih stručnih skupova. U cilju redovitog praćenja i provedbe spomenutih zadaća, izraditi će se edukacijski program koji će cijelovito sagledati potrebe i mogućnosti u edukaciji. Planirano je i informatičko osvremenjivanje Kluba HDŽI kako bi se na još bolji način prilagodio aktivnostima koje se u njemu održavaju, kao i svakodnevnim potrebama članova koji u njega redovito dolaze.

U sljedećem razdoblju planira se unaprijediti sve vrste izdavačko-informativnih aktivnosti Društva, što se posebno odnosi na revitalizaciju internetskih stranica Društva, koje trebaju postati važan alat u promociji Društva u elektroničkom medijskom prostoru. Stranice će doživjeti dizajnersko osvježenje te će biti nadopunjavane novim podatcima o djelovanju. Stalno ažuriranje novim sadržajima preduvjet je za postizanje njihove aktualnosti. Stručni časopis »Željeznice 21« i dalje treba obogaćivati novim stručnim, edukativnim i informativnim sadržajima te je neophodno poticati željezničke stručnjake na pisanje i suradnju s časopisom. Na taj će se način još više povećati njegova čitanost i potražnja i u domaćem i u regionalnom željezničkom okružju.

Potrebno je nastaviti s jačanjem interaktivnog odnosa s članstvom HDŽI-a u sklopu organizacijskih i ustrojbenih aktivnosti, kao i s usmjeravanjem programskih aktivnosti prema svim članovima Društva. Društvo treba biti još bolja stručna podrška članovima u trenutku u kojem se nalazi željezница te treba učinkovito odgovoriti na iskazani interes i želje članstva. Također treba poraditi na jačanju uloge povjerenika u radu Društva, osobito u dijelu prepoznavanja problema i potreba na lokalnoj razini i davanja prijedloga na koji način se HDŽI može uključiti u njihovo rješavanje.

Jedna od važnih aktivnosti ostaje suradnja Društva s međunarodnim organizacijama željezničkog usmjerjenja, osobito s Europskim savezom društava željezničkih inženjera (UEEIV). Predsjedništvo i Programsко vijeće HDŽI-a će i u sljedećem razdoblju pratiti provedbu programskih zadaća te usmjeravati aktivnosti u zacrtanome smjeru kako bi se postigla željena razina kvalitete i učinkovitosti u provedbi.

Tajnik HDŽI-a **Nenad Zaninović** osobito je pohvalio uspješno održene promidžbene aktivnosti koje omogućuju sigurnu budućnost te jačaju ugled i položaj Društva u domaćem i međunarodnom željezničkom sektoru. Nacionalni željeznički sustav prolazi kroz važne promjene i restrukturiranje u cilju liberalizacije željezničkog tržišta i usklađivanja sa smjernicama Europske unije, a osjećaj za stvarnost i zbivanja u sustavu omogućuju da HDŽI uspješno provodi svoje zacrtane zadaće. Istaknuto je to da racionalno vođenje financija Društva omogućuje stabilnu budućnost u predstojećem razdoblju.

Voditeljica marketinga **Željka Sokolović** prezentirala je promidžbene aktivnosti Društva provedene u prošloj godini. Upravo na tome području postignuti su izvrsni rezultati koji su još jednom dokazali važnu ulogu koju HDŽI ima u domaćem željezničkom sustavu. Veliko zanimanje željezničke industrije za suradnju s Društvom iskazano je kroz razne oblike promidžbenog djelovanja zasnovanog na kvalitetnim principima, što omogućuje dugoročnu suradnju. Voditelj Ureda za edukaciju i certificiranje **Borivoj Žilić** založio se za nastavak aktivne suradnje s UEEIV-om te

za nastavak certificiranja euroinženjera. Istaknuo je dosadašnje veliko zanimanje za certificiranje unutar domaćega željezničkog sektora, što je još jedna važna aktivnost koja pomaže u afirmaciji i jačanju ugleda HDŽI-a u okružju u kojemu djeluje.

Urednik stručnog časopisa »Željeznice 21« **Dean Lalić** u svojem izlagaju osvrnuo na provedbu planiranih aktivnosti, kao i na plan aktivnosti u ovoj godini. Časopis je osvremenjen dizajnom, ali i korištenjem papira bolje kvalitete na kojemu se tiska, što zajedno s većim brojem stranica omogućuje prezentaciju većeg broja pisanih i slikovnih priloga. Racionalizirani su troškovi u fazama pripreme i tiskanja te su time smanjeni i ukupni troškovi časopisa. Analiza kategorizacije objavljenih stručnih radova pokazuje da su u prethodnoj godini najzastupljenija stručna područja bila prometna infrastruktura, graditeljstvo i prijevoz putnika. U ovoj je godini potrebno poraditi na širenju kruga suradnika, osobito u stručnim područjima koja su dosad bila manje zastupljena.

Član Predsjedništva HDŽI iz povjereništva u Ogulinu **Milan Salopek** podnio je izvješće o ažuriranju popisa članova i o prikupljanju članarina po svim povjereništvima. Istaknuta je važnost interaktivne komunikacije i rada s članstvom te dodatnog truda koji povjerenici trebaju uložiti u ispunjavanje ustrojbenih aktivnosti.

Povjerenik HDŽI-ova povjereništva u Karlovcu **Željko Baršić** također se založio za aktivniju suradnju i rad u povjereništvima. Pohvalio je održavanje redovitih kontakata čelnštva HDŽI-a s članovima u cilju jačanja i homogeniziranja Društva te je predložio da Povjereništvo u Karlovcu bude domaćin jednog takvog okupljanja u ovoj godini. Povjerenik HDŽI-ova povjereništva u Slavonskome Brodu **Neno Kladarić** istaknuo je važnost osobnih kontakata povjerenika s članovima kao preduvjeta aktivnije komunikacije i razmjene informacija.

U izlaganjima su analizirane aktivnosti u koje treba uložiti dodatan napor kako bi se postigli bolji rezultati. Ponajprije se to odnosi na poticanje članova na aktivnije sudjelovanje u radu Društva, na učinkovitiji rad po povjereništvima te na jačanje samoinicijativnosti članova u pogledu novih aktivnosti HDŽI-a. Sjednici Programskog vijeća prethodila je radionica radne skupine koja je održana 17. siječnja, a na kojoj su analizirani i pripremani materijali za sjednicu Programskog vijeća. Ozbiljnost u pripremi i donošenju Plana aktivnosti za 2014. godinu preduvjet je uspješnog djelovanja HDŽI-a u ovoj godini. Nakon sjednice Programskog vijeća održana je i sjednica Predsjedništva na kojoj je glavna tema bila održavanje 6. međunarodnog savjetovanja HDŽI-a, kao i analiza dosad provedenih aktivnosti u organizaciji savjetovanja. (DL)

STRUČNA KONFERENCIJA UEEIV-a:

TREBA LI ŽELJEZNICA INŽENJERE?

Europski savez društava željezničkih inženjera (UEEIV) organizirao je stručnu konferenciju na temu koja svakako zanima željezničke inženjere ali i uprave poduzeća u željezničkom sektoru te mjerodavna državna tijela. Konferencija je održana u Beču 7. i 8. ožujka ove godine, a na njoj je sudjelovalo stotinjak stručnjaka iz željezničkog sektora, iz visokoškolskih obrazovnih institucija i željezničkih udruga. Uz predstavnike Europske komisije sudjelovalo je gotovo cijelo Predsjedništvo UEEIV-a te članovi iz većine nacionalnih društava članova UEEIV-a te iz željezničkih poduzeća.

Provokativan naziv stručne konferencije više je nego primjeren trenutku, ako se u vidu imaju vrlo raznolik sustav obrazovanja inženjera u zemljama EU-a, poteškoće pri njihovu zapošljavanju i napredovanju, obezvredjivanje tradicionalnih željezničkih struka i inženjera s jedne strane te tehnički razvoj i povećanje odgovornosti u radu stručnjaka s druge strane. Ti problemi osobito su izraženi u zemljama u tranziciji, a slobodno možemo ustvrditi da su ti problemi jako izraženi i u Hrvatskoj.

Konferencija je imala vrlo zanimljiv i aktualan sadržaj. Predavači iz više zemalja Europske unije potrudili su se iznijeti kvalitetne podatke o stanju visokog obrazovanja za željeznička inženjerska zanimanja, zapošljavanju mladih inženjera i njihovu dalnjem napredovanju te o potrebama za inženjerima u željezničkome sektoru.

Konferenciju je otvorio predsjednik UEEIV-a prof. dr. Klaus Rießberger. Okupljenima se obratio i Heinz Gschritter iz ÖBB Infrastrukture, koji je u svojoj prezentaciji detaljno obradio problematiku inženjerskoga kadra u svojem poduzeću, potkrepljujući ju obiljem podataka koji svjedoče o tome da ÖBB Infrastruktura daje veliku važnost svojim inženjerima, njihovu specijalističkom obrazovanju i korištenju na najbolji način. Velika pozornost pridaje se njihovu dugoročnjem vezanju za tvrtku, i to odgovarajućim napredovanjem i nagradivanjem.

Gerhard Troche iz Direkcije za mobilnost i transport Europske komisije u izlaganju pod naslovom »Željeznica ne može raditi bez inženjera« opisao je stanje, razvojne perspektive i izazove za željezničke inženjere u željezničkom sustavu EU-a te mjere i politiku EU-a u vezi s

tom problematikom. Iznio je podatke iz vizije Europske komisije o prometu prema kojima će se do 2050. opseg rada željeznice u putničkome prijevozu utrostručiti, a u teretnom prijevozu će više od 50 % opsega prijevoza na relacijama duljima od 300 kilometara prijeći na druge vrste prijevoza. Tomu će pridonijeti velika ulaganja u istraživanja, u prioritetne programe u visini od 70 bilijuna eura, u kojima će sudjelovati veliki broj inženjera. Iz tih ulaganja proizići će nova inovativna IT rješenja, željeznička vozila nove generacije, unaprijeđeni menadžment prometa itd. Uloga »demonstratora« u tome jest zatvaranje praznina u inovativnom lancu (stvaranje ideja na tržištu) te podrška snimanju tržišta i utjecaja na njega.

Philip Kropatschek iz tvrtke ÖBB Infra je u sklopu izlaganja pod naslovom »Iskustva mладог инженера« govorio o svojem razvojnom putu kao inženjera zaposlenog na infrastrukturnim projektima. Bila je riječ o afirmativnom izlaganju za mlade inženjere koji karijeru žele graditi na željezničkoj liniji jer je autor sudjelovao u nizu projekata, i to od onih manjih do onih impozantnih po veličini i stručnim zahtjevima, kao što su tunel Lanzer i Glavni bečki kolodvor.

Nakon izlaganja Daniela Wirtha iz AlpTransit Gotharda, o zadatcima željezničkog inženjera u velikim građevinskim projektima na željezničkoj liniji impresivno i emotivno govorio je Zbigniew Szafranski iz poljskog društva SITK. Gigi Gavrila iz rumunjskog Porra, govoreći o sudjelovanju inženjera u upravljačkim poslovima na željezničkoj liniji, iznio je mišljenje da sve EU-ove programe moraju voditi infrastrukturni menadžeri, a sve projekte unutar programa željeznički inženjeri.



Na konferenciji je sudjelovalo stotinjak gostiju iz 15 europskih zemalja

Luca Franceschini iz talijanskog društva CIFI govorio je o iskustvima mlađih željezničkih inženjera u Italiji, ističući informacijske i promotivne aktivnosti CIFI-a za buduće željezničke inženjere. Predstavnik DB-ova društva za kadrovske poslove iznio je, na temelju odgovarajućih analiza, optimistično mišljenje da se DB-ov sustav približava postizanju važnog cilja – zapošljavanju »top stručnjaka«.

O problematici rada inženjerskoga kadra u željezničkoj industriji govorio je Maxim Weidner iz Udruženja željezničke industrije u Njemačkoj, koje okuplja preko 170 tvrtki. Naglasio je da ta industrija stalno povećava broj zaposlenih i da joj nedostaje stručnjaka za rješavanje sve složenijih zadataća.

Richard Spooers iz Velike Britanije izvjestio je o radu Nacionalne akademije vještina za željezničke inženjere koju je početkom prošle godine osnovalo njihovo društvo željezničkih inženjera (NSARE) u cilju osposobljavanja diplomanata i pripravnika za željeznička zanimanja, ali i inženjera s iskustvom radi povećanja njihovih stručnih sposobnosti. Zahvaljujući ponudi usluga svoje akademije, NSARE je u članstvo privukla gotovo 300 tvrtki vezanih uz željeznicu.

Jocken Trinckauf i Jörn Pachl s tehničkih univerziteta u Dresdenu i Braunschweigu govorili su o visokoškolskome inženjerskom obrazovanju za željeznička zanimanja u Njemačkoj i EU-u te su istaknuli da taj sustav ima velike nedostatke. Istaknuli su i to da se taj obrazovni sustav vrlo razlikuje u zemljama EU-a te da bi trebalo provesti novu reformu.

Predsjednik Rießberger sažeо je poruke koje je Predsjedništvo UEEIV-a već sistematiziralo u obliku rezolucije:

- Sve više nedostaje inženjerskoga kadra.
- Inženjeri koji odlaze prirodnim odljevom nemaju odgovarajuću zamjenu.
- Potrebno se suprotstaviti sve većoj praznini.
- Nestali su specijalisti za neka važna pitanja (npr. kotač-tračnica).
- Predlaže se revizija nastavnih planova.
- Za rad na željezničkoj liniji neophodni su vježbanje i iskustvo.
- Željeznička poduzeća trebaju provjeriti radne uvjete inženjera.

Opširnije o ovoj važnoj temi i sadržaju izlaganja izvijestit ćemo u sljedećem broju.

Na kraju konferencije sudionici su obišli veliko gradilište novoga glavnog bečkog kolodvora, koji će od kraja sljedeće godine u cijelosti biti u upotrebi. (MO)

DENIVELACIJA PRUGA U ZAGREBU

Dana 22. siječnja 2014. održana je stručna rasprava o denivelaciji željezničkih pruga u gradu Zagrebu. Uime tima HŽ Infrastrukture rješenje izdizanja pruge i kolodvora na vijadukt prezentirao je dr. sc. Srećko Kreč, koji je istaknuo sve prednosti tog rješenja u odnosu na sadašnje stanje i eventualno spuštanje na podzemne etaže. Drugo rješenje predstavio je prof. Nenad Fabijanić uime tima s Arhitektonskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, koji se zalaže za integraciju gradskog prostora na način da se željeznička pruga i Glavni kolodvor spuste na podzemne etaže. Hrvatsko društvo željezničkih inženjera (HDŽI) sudjelovalo je na raspravi uz druge sudionike iz akademске i stručne zajednice.

U organizaciji Gradskog ureda za strategijsko planiranje i razvoj grada, dana 22. siječnja 2014. u prostorijama Tribine Grada Zagreba održana je stručna rasprava o denivelaciji željezničkih pruga na području grada Zagreba. Na skupu su prezentirana dva osnovna tehnička rješenja za budući razvoj željeznice u gradu Zagrebu – izdizanje pruge i Glavnog kolodvora na vijadukt te spuštanje željezničkih kapaciteta u središtu grada na podzemne etaže. U raspravi koja je potom uslijedila zaključeno je da oba rješenja treba detaljno analizirati i uskladiti kako bi se mogla usporediti prema jedinstvenim pokazateljima. U uvodnome izlaganju pročelnica Gradskog ureda za strategijsko planiranje i razvoj grada Jadranka Veselić Bruvo dala je kratki pregled geneze međuodnosa grada i željeznice na prostoru grada Zagreba.

Prva željeznička pruga u Zagrebu sagradena je 1862. godine. Njezina trasavodila je od Zidanog Mosta u Sloveniji preko Zagreba do Siska, a u Zagrebu je sagrađen Južni kolodvor (danasm Zapadni kolodvor). Od Južnog kolodvora pruga je pratila Savsku cestu, potom je mostomvodila preko rijeke Save i dalje na jug prema Sisku. Ubrzo nakon toga, godine 1870. u promet je puštena pruga Južni kolodvor – Dugo Selo – Zakany (Mađarska) te je time definiran osnovni prostorni raspored pruga u zagrebačkome željezničkom čvorištu. U to vrijeme željeznička pruga postala je glavni element za odluku o smještaju industrijskih postrojenja, tako da u široj okolini Južnog kolodvora i neposredno uz prugu počinju nici industrijska postrojenja. Sjeverno od pruge grade se Tvornica parketa 1873., Tvornica duhana 1882., Tvornica Franck 1892., a te iste godine nešto udaljenije i Pivovara. Južno od pruge grade se carinska skladišta, Vodovod 1878., Svilara (Bubara) 1892., Tvornica sapuna i kemijskih proizvoda 1895. te Munjara (električna centrala) 1910. godine. Takvom intenzivnom gradnjom tvorničkih pogona stvara se

prva neplanirana industrijska zona u gradu Zagrebu, vezana uz željezničku prugu.

U dijelu grada blizu Glavnoga kolodvora 1894. gradi se Strojarnica za potrebe željeznice. Neposredno uz prugu već 1863. gradi se stari Paromlin, a nakon požara 1907. na istome se mjestu gradi i novi Paromlin. Istočno od Strojarnice, uz Branimirovu ulicu grade se Tvornica ulja i Tvornica papira 1894. te kasnije i tvornica keksa »Union« 1911., formirajući drugu istočnu, spontano nastalu, industrijsku zonu vezanu uz željezničku prugu. Pruge su omogućile brzi gospodarski razvoj Zagreba, ali su stvorile i prostornu barijeru te su se ubrzo pojavile poteškoće u povezivanju prostora sa sjeverne i južne strane tih pruga. Već u 19. st. izrađivani su prvi prijedlozi za revidiranje željezničkog čvorišta, uglavnom na način da se željeznička veza na relaciji od današnje Držićeve ulice do Zapadnoga kolodvora ukine, a Glavni kolodvor premjesti na novu lokaciju kao čeoni kolodvor. Budući da se to iz raznih razloga nije ostvarilo, sredinom 20. stoljeća napuštena je ideja o ukidanju i demontiranju željezničkih pruga u središnjem dijelu grada.

Između dva svjetska rata, paralelno s idejom o demontiranju pruga, razvijana je i puno povoljnija ideja o podizanju pruge i Glavnog kolodvora na visoki nasip, što je naknadno i uvršteno u službene planove razvoja grada. Nakon Drugoga svjetskog rata razmatrane su ideje spuštanja željezničkih pruga ispod ulične mreže ili podizanja na vijadukt. U međuvremenu sagrađeni su mnogi podvožnjaci i nadvožnjaci radi boljeg povezivanja prostora sjeverno i južno od pruge. U novije vrijeme ponovno su aktualizirane dvije varijante rješavanja pruga u središnjem gradskom prostoru, i to podizanje pruge i Glavnog kolodvora na razinu +1 i spuštanje Zapadnog i Glavnog kolodvora na podzemnu razinu -2. Spuštanje pruga u podzemlje predloženo je na relaciji od Vrapčanske ulice na zapadu do Zavrtnice na istoku, uključujući Zapadni i Glavni kolodvor, kao i na relaciji uz Savsku cestu do Slavonske avenije. Varijanta podizanja pruga na vijadukt uključuje produženje postojećeg vijadukta od Zavrtnice do Zapadnog kolodvora te izgradnju novog vijadukta paralelno uz Savsku cestu do Zelenog mosta na rijeci Savi.



Stručna rasprava okupila je velik broj zainteresiranih stručnjaka

Rješenje izdizanja pruge i kolodvora na vijadukt prezentirao je u ime tima HŽ Infrastrukture dr. sc. Srećko Kreč, koji je istaknuo sve prednosti tog rješenja u odnosu na sadašnje stanje i eventualno spuštanje na podzemne etaže. Pružne dionice predviđene za izdizanje su Zapadni kolodvor – Glavni kolodvor – Heinzelova ulica, Glavni kolodvor – Zeleni most i Zapadni kolodvor – Zeleni most. Predstavljeno je postojeće i buduće stanje zagrebačkog čvorista, kao i opseg te organizacija željezničkog prometa na širemu gradskom području. Definirani su osnovni tehničko-tehnološki parametri za izdizanje pruge i platoa Glavnog kolodvora na etažu +1 (vijadukt), sa shemom nove kolosiječne slike i perona na Zagreb Glavnom kolodvoru i Zagreb Zapadnom kolodvoru. Preliminarna procjena troškova pokazuje da bi projekt izdizanja pruga stajao između 500 i 600 milijuna eura. Također, prikazana su neka od uspješnih rješenja izdizanja pruge u Europi.

U smjernicama Europske unije za razvoj prometnih sustava prioritet je stvaranje održivih, inteligentnih i učinkovitih oblika prijevoza, pri čemu željeznica ima ključnu ulogu. Na području grada Zagreba križaju se dva TEN-T koridora osnovne željezničke mreže, i to mediteranski koridor (RH2; bivši V.b koridor) te Orijent - mediteran koridor (RH1; bivši X. koridor). Istaknuta je važnost koju zagrebačko željezničko čvoriste ima u organizaciji gradskog, prigradskog, regionalnog i daljinskog putničkog prijevoza. U cilju daljnog razvoja pružne mreže na području čvorista predviđeni su projekti za dogradnju novih kolosijeka na postojećim prugama, obnova i elektrifikacija postojećih kolosijeka, izgradnja perona na postojećim kolodvorima te izgradnja novih stajališta. Spomenuta je i dugo najavljivana izgradnja tehničko-putničkog kolodvora koji će rasteretiti Glavni kolodvor i omogućiti reduciranje željezničkih kapaciteta u središtu grada. Upravo je izgradnja tehničko-putničkog kolodvora, kao i izgradnja

nove južna zaobilazna pruga preduvjet za cjelovitu rekonstrukciju Glavnog kolodvora.

Dr. sc. Srećko Kreč je osim ideje o podizanju pruga na vijadukt prezentirao i prijedlog cjelovitog razvoja željeznica u široj zagrebačkoj regiji kao i prognozu opsega željezničkog prometa do 2020. godine. Zaključeno je da se u prijedlog razvoja željeznica u široj zagrebačkoj regiji uklapaju obje varijante rješenja pruga i kolodvora u središtu grada. Također je istaknuto da je prijedlog gradnje podzemne željeznice, odnosno metroa, iznesen u sklopu prezentacije spuštanja kolosijeka na razinu -2, uklopiv u rješenje podizanja pruga na vijadukt. Naglašen je strateški položaj grada Zagreba na križanju europskih željezničkih koridora te važan finansijski čimbenik jer je spuštanje pruga u odnosu na izdizanje skuplje čak do pet puta. Izlaganje o varijanti spuštanja pruga u podzemlje održao je prof. Nenad Fabijanić u ime tima stručnjaka s Arhitektonskog fakulteta. U prezentaciji pod nazivom »Integrirani grad« dani su argumenti za spuštanje željezničkih pruga u središtu grada na razinu -2. Naglasak je stavljen na urbanističko uređenje prostora koji bi bili oslobođeni spuštanjem željezničkih kapaciteta i prenamjenom površina. Tako dobiveni novi prostori koristili bi se kao zelene površine, sportsko-rekreativne zone te poslovno-stambene zone. Projekt uređenja bivših željezničkih kapaciteta uključivao bi cijeli prostor južno od pruge, koji je sada nedovoljno i neadekvatno iskorišten, a smješten je u širemu gradskom centru. Posebno je impresivno bilo prikazano rješenje uređenja novog proširenog Trga sportova s velikom sportskom dvoranom, proširenim botaničkim vrtom, kao i uređenje Trga Francuske Republike.

Prof. dr. sc. Damir Pološki govorio je o građevinskim elementima spuštanja pruga, a dr. sc. Snješka Knežević o ulozi željeznice u oblikovanju središta grada. O ekonomskim učincima spuštanja željeznice u podzemlje govorio je prof. dr. sc. Silvije Orsag. U građevinsko-prometnom dijelu prezentacije analizirana je problematika dijagnosticiranja, kreiranja, valorizacije, monetarizacije i rangiranja novoga prometno-tehničkog rješenja koje bi nastupilo spuštanjem željezničke pruge u središtu grada. Analizirana je tehnologija izvođenja radova po fazama te povezanost tog rješenja s projektom izgradnje podzemne željeznice, odnosno metroa, u gradu Zagrebu. Naglašeni su pozitivni učinci na promet i rasterećenje postojećih prometnih sustava u središtu grada i okolici. Na kraju su prikazana i neka od uspješnih rješenja spuštanja pruge u Europi. Nakon uvodnih izlaganja u raspravi su sudjelovali stručnjaci s Prometnog, Arhitektonskog, Građevinskog i Geodetskog fakulteta, dogradonačelnice dr. sc. Sandra Švaljek i Vesna Kusin te predstavnici strukovnih udruženja građevinara, arhitekata, Instituta IGH te HDŽI-a. U raspravi je iniciran daljnji rad koji bi komparirao obje varijante po istoj metodologiji, posebno u odnosu na iskazane troškove gradnje, kao i na pozitivne i negativne učinke. Pritom treba uvažiti geološke i druge karakteristike šireg prostora, osobito s obzirom na seizmička djelovanja i tokove



Buduće stanje zagrebačkoga željezničkog čvorista
(prezentacija dr. sc. Srećka Kreča)

podzemnih voda, što može biti presudno prilikom izbora najpovoljnijeg rješenja. Također je predloženo da se po istoj metodologiji usporedi i rješenje koje predlaže željezničke pruge u sadašnjoj razini, kao i novo rješenje koje obuhvaća premještanje Glavnog kolodvora i okolnih pruga na novu lokaciju unutar čvorišta – južnije od sadašnje.

Predložena je izrada analize troška i dobiti (*cost-benefit*) za svaku varijantu kako bi se prilikom donošenja odluke vodilo računa o svim izravnim i neizravnim troškovima i koristima. Iznesene primjedbe i prijedlozi ocijenjeni su poticajnjima za nastavak rada na pronalaženju cjelovitoga i održivoga dugoročnog rješenja. Na kraju možemo zaključiti da je varijanta izdizanja željezničkih pruga i kolodvora na vijadukt u središnjem dijelu grada Zagreba, koju je razradio i prezentirao tim stručnjaka iz HŽ Infrastrukture, znatno kvalitetnije i cjelovitije obrađena, uz uvažavanje šireg spektra utjecaja na konačno rješenje. S druge strane, izlaganje pod nazivom »Integrirani grad« bilo je usmjereno više na središnji gradski prostor, a težište je stavljeno na arhitektonsko-kulturološke utjecaje. (DL)

DAN OTVORENIH VRATA NA FAKULTETU PROMETNIH ZNANOSTI

U znanstveno-sveučilišnom kampusu na Borongaju 20. veljače ove godine svečano je proslavljena trideseta obljetnica Fakulteta prometnih znanosti, otvorena je nova zgrada Fakulteta te su održani Dani otvorenih vrata Fakulteta. U novim znanstvenim i nastavnim prostorima okupili su se mnogi uvaženi profesori svih generacija, studenti, gospodarstvenici te dekani raznih fakulteta koje je predvodio rektor Zagrebačkog sveučilišta prof. dr. sc. Aleksi Bjeliš.

Domaćin toga stručnog okupljanja, dekan Fakulteta prometnih znanosti (FPZ) prof. dr. sc. Ernest Bazijanac, govorio je o proteklih 30 godina rada FPZ-a, na kojem danas studira 2197 studenata (među kojima i 750 izvanrednih), nastavu drže 124 nastavnika, a 67 zaposlenika sudjeluje u logistici neophodnoj za uspješno djelovanje FPZ-a. Od 1999. od 2014. upisano je i 315 doktoranata, od čega je 124 uspješno steklo tu najvišu znanstvenu titulu.

U svojemu izlaganju dekan je spomenuo i žalosne događaje u toj, sada »pročišćenoj«, akademskoj zajednici. Zahvalio je svim povjerenstvima koja su zajedno s članovima Senata vratili poljuljano povjerenje u FPZ. Time se pridonijelo i međunarodnoj rehabilitaciji te su dobivene dopusnice potrebne za izvođenje nastave. Uveden je stroži režim

studiranja, što su pozdravili i sami studenti. Prilikom upisa obavezna je viša A razina matematike, uz koju su i upisane sve potrebne kvote studenata. Dekan je zahvalio srodnim tehničkim fakultetima (Fakultet elektrotehnike i računarstva, Fakultet strojarstva i brodogradnje te Građevinski fakultet) na suradnji kao i na pomoći pri rješavanju teških unutarnjih kadrovskih promjena. Osnovni prigovori odnosili su se na nedovoljnu mobilnost, zanemaren znanstveno-istraživački rad te na više nego skromnu izdavačku djelatnost.

Izgradnju novootvorenog prostora za održavanje nastave, površine od 890 metara kvadratnih, s 20 % sredstava finansiralo je Sveučilište u Zagrebu, a ostala sredstva namirio je FPZ iz vlastitih sredstava. Ukupna vrijednost radova iznosi 7,3 milijuna kuna s PDV-om. Objekt ima energetski certifikat B koji je za 150.000 kuna skuplji od onog prvotno predviđenog C. Prodekan za poslovanje prof. dr. sc. Slavko Šarić rekao je da se očekuje da će se to povećano ulaganje vratiti kroz pet godina.

Veliki anfiteatar ima 220 sjedećih mjesta, koja su na svečanom otvorenju bila sva popunjena. Ostale prostorije čine učionice, prostori za boravak studenata, PC-laboratoriji i ostalo. Prof. dr. sc. Hrvoje Gold i jedan od studenta predstavili su međunarodnu suradnju na razmjeni studenata, projekte *Horizont (Obzor) 2020* i novi *Civitas 2020*. U prigodnoj prezentaciji predstavljeno je 11 novih laboratorija koji pridonose znanstvenoj izvrsnosti i praktičnome rješavanju prometnih poteškoća. Posebna novost je novosagrađena simulacijska maketa četiri međusobno povezana željeznička kolodvora u laboratoriju Zavoda za željeznice. O projektu koji je nakon mnogih posrtaja ipak uspio zaživjeti, ponajprije zahvaljujući upornosti sadašnje profesorske garniture, govorio je predstojnik te uspješne katedre prof. dr. sc Tomislav Josip Mlinarić. Osmišljavanju i izgradnje te željezničke makete pridonijeli su i željeznički stručnjaci kao i neke od tvrtki željezničke industrije. Oni će i nadalje svojim znanjima i iskustvima spremno pomagati u izvođenju nastave na FPZ-u. Na kraju navedimo jednu mudru i uvijek aktualnu izreku: »Ako mislite da je obrazovanje skupo, probajte neznanje«. (KoB)



Izlaganje dekanu FPZ-a Ernestu Bazijanu

Stolarija s etiketom



21. stoljeće učinilo je arhitekturu popularnijom i važnijom od mode!

Tako danas stolariju biramo s pažnjom koju posvećujemo izboru cipela ili sata: u isto vrijeme želimo stil i kvalitetu.

Gotovo 50 godina tradicije, uspjeh na europskom tržištu, ugledni međunarodni certifikati za kvalitetu i prilagodavanje željama naručitelja čine od Inles prozora i vrata savršeni suvremeni accessoire za ugodna doma ili vrhunskoga poslovnog prostora.



Ponudu za Inles za drvenu, aluminijsku i PVC stolariju, kao i Inlesov hit sezone, kombinaciju drvo-aluminij, možete dobiti u roku od 24 sata.



Inles primjenjuje boje na vodenoj osnovi sa znakom Plavi andeo (nisu štetne za okolinu).



Inles je jedini proizvođač stolarije na području Slovenije i Hrvatske s njemačkim RAL certifikatom za kvalitetu u građevinarstvu.



Sitolor d.o.o. - ekskluzivni zastupnik za Republiku Hrvatsku
Pavla Radića bb, Slavonski Brod
tel: 035/405-405
e-mail: prodaja@sitolor.hr
www.sitolor.hr





SPECIJALNI GRAĐEVINSKI RADOVI
SPegra
INŽENJERING d.o.o. Split



partner suvremene obnove ● spegra radovi



