

prof. dr. sc. Siniša Vilke, dipl. ing. prom.

# REKONSTRUKCIJA ŽELJEZNIČKOG PROMETNOG SUSTAVA U FUNKCIJI RAZVOJA RIJEČKE LUKE – IZGRADNJA NOVE NIZINSKE PRUGE RIJEKA – ZAGREB

## 1. Uvod

Bitan preduvjet za učinkovito djelovanje Rijeke kao tranzitne luke za srednjoeuropske zemlje te za daljnji gospodarski razvitak područja u njezinome zaleđu jest osuvremenjivanje kopnenih prometnih veza između zaleđa i luke. Postojeće kopnene prometnice, ponajprije željeznica, ne mogu udovoljiti suvremenim tehnološko-prometnim zahtjevima.

Za riječki prometni pravac od iznimne je važnosti implementacija transeuropskih cestovnih i željezničkih pravaca kroz modernizaciju ili dodatnu izgradnju kako bi preko kopnenih prometnih čvorišta Ljubljana i Zagreb uspješno povezivali Trst, Kopar i Rijeku s prometnom infrastrukturom Europe.

Riječko prometno čvorište, koje obuhvaća područje Kvarnerskoga zaljeva s otokom Krkom i dio Istre s Rašom i Pulom, polazna je i ciljna točka bivšeg B-ogranka V. paneuropskoga koridora kao dijela Mediteranskoga prometnog koridora i važan segment budućega longitudinalnog europskog Jadransko-jonskoga koridora. Bivši B-ogratak V. paneuropskoga koridora Rijeka – Karlovac – Zagreb – Budimpešta transverzalan je pravac koji povezuje srednju Europu sa sjevernim Jadranom te, u širem smislu, s mediteranskim prostorom.

U radu su analizirani postojeći planovi modernizacije željezničkog čvorišta Rijeka s težištem na izgradnji nove nizinske pruge Rijeka – Zagreb te je determiniran njihov interakcijski učinak na razvoj riječke luke. Postojeće željezničko prometno čvorište zbog svojega zagušenja i niske razine usluge predstavlja usko grlo čitavoga riječkog prometnog sustava.

## 2. Zemljopisna i prometna obilježja riječke luke

S obzirom na to da je Jadransko more najdublje uvučeni dio u europsko kopno, logično je da srednjoeuropskim zemljama upravo sjeverni Jadran omogu-

čuje najbliži pristup svjetskome moru kroz Tršćanski i Riječki zaljev. Prirodna pogodnost riječke luke jest ta da je dinarska planinska barijera na prometnome pravcu kroz sjeverni Jadran najniža i najuža. Kvarnerski zaljev je od svojega zaleđa odvojen razmjerno niskim „Hrvatskim gorskim pragom“ s niskim prijevojima koji omogućuju najlakši prelazak iz srednjeg Podunavlja u Sredozemlje. Na sjevernoj strani zaljeva nalaze se Postojnska vrata, preko kojih prolazi prometni put prema istočnoalpskome prostoru. Navedene okolnosti olakšale su izgradnju željezničkih pruga i cesta iz kontinentalnoga zaleđa prema riječkoj luci. S druge strane morski putovi koji se nadovezuju na luku Rijeka, a odnose se kako na Mediteran tako i na velika tržišna područja istočno od Sueza, upravo su na tome pravcu najkraći i najpovoljniji [1].

Sjevernojadranski prometni pravac jest najkraći, prirodni i najekonomičniji put kojim je Europa povezana sa Sredozemljem te plovidbom kroz Sueski kanal i s većinom zemlja Azije i Afrike te s Australijom. Taj pravac povezuje dva gospodarski nadopunjujuća svijeta: industrijski razvijene zemlje zapadne Europe i azijsko-afričke zemlje u razvoju, među kojima se ističu one s ogromnim gospodarskim potencijalom: Kina, Japan te Južna Koreja.

Treba istaknuti to da je put robe koja prolazi kroz Sueski kanal, a čije je odredište u Europi, kraći za 2121 Nm ili približno šest dana plovidbe ako prolazi kroz sjevernojadranske luke u odnosu na okolni pravac koji vodi do luka Sjevernoga mora.

Tablica 1. Željeznička udaljenost sjevernojadranskih i sjevernoeuropskih luka do nekih srednjoeuropskih gospodarskih središta

Željeznica	Rijeka	Koper	Trst	Hamburg	Rostock
<b>Budimpešta</b>	592	634	626	1406	1166
<b>Bratislava</b>	602	650	639	1022	980
<b>Prag</b>	806	854	810	686	644
<b>Beč</b>	580	599	584	990	984
<b>Linz</b>	557	549	517	911	923

Izvor: Izradio autor.

Važne prometne veze iz nepomorskih srednjoeuropskih zemalja do morskih luka na Jadranu križaju se na prostoru Hrvatske, Slovenije i Italije s drugim važnim prometnim tokovima koji vode iz zapadne i srednje Europe prema jugoistočnoj Europi i Bliskome istoku. Prometno povezivanje podunavskoga i jadranskoga

zemljopisnog područja predstavlja povezivanje nacionalnih područja s Mediteranom i njegovim zaleđem, čime se i kontinentalne zemlje srednje Europe povezuju sa zemljama Sredozemlja.

### 3. Planovi razvoja riječke luke i željeznički promet u povezivanju luke sa zaleđem

Luka Rijeka je zbog svojega zemljopisno-prometnog položaja postala čvorište kopnenih i pomorskih putova na bivšem B-ograncu V. paneuropskog koridora na relaciji Rijeka – Zagreb. Taj prometni koridor ima najvažniju ulogu u prometnome sustavu Republike Hrvatske jer povezuje Podunavlje i Jadran, a važan je i kao poveznica srednjoeuropskih zemalja s Jadranom i Mediteranom. Jadranska orijentacija Hrvatske upravo ističe prioritet prometnog povezivanja panonskog i jadranskog područja.

Prema planu razvoja riječke luke, najveće povećanje opsega prometa očekuje se u prijevozu kontejnerima te su zbog toga i investicije u dogradnju i izgradnju kontejnerskih terminala najvažnije. Završena je dogradnja Kontejnerskog terminala Brajdica, u tijeku je izgradnja novog terminala na Zagrebačkoj obali, a kao sljedeća faza planira se gradnja novoga kontejnerskog terminala na otoku Krku.

Kako bi se dostigla učinkovita usklađenost podstava željezničkog prometa u sustavu integralnoga i multimodalnoga prijevoza, tijekom 2020. dovršena je rekonstrukcija željezničkog dijela terminala Brajdica. Produljen je željeznički izvlačnjak kako bi se na utovarne kolosijeka moglo dostavljati više vagona za prijevoz kontejnera i dograditi tri kolosijeka.

Novi kontejnerski terminal na Zagrebačkoj obali, u zapadnome dijelu luke, obuhvaćao bi u svojoj konačnoj fazi 1400 m nove obale koja će moći prihvatiti najsuvremenije brodove za kontejnerski promet, a njegov godišnji kapacitet iznosio bi 800 000 TEU. U tijeku je izgradnja prve faze terminala kao i željezničkog dijela terminala, a završetak radova očekuje se krajem 2021.

Predviđa se da bi se približno 60 posto kontejnera otpremalo i dopremalo željeznicom, a 40 posto kamionima. Kao željeznički terminal nove luke koristila bi se već sagrađena željeznička postrojenja, dok bi se na postojećim kolosijecima u neposrednoj blizini planiranog pristaništa obavljao utovar i istovar kontejnera.

Predviđena je izgradnja novoga kontejnerskog terminala na otoku Krku te slijedom toga i projekt gradnje novoga Krčkog mosta višenamjenskih karakteristika. Kontejnerski terminal nalazio bi se u sklopu slobodne

gospodarske zone koja bi obuhvaćala postojeći naftni terminal te druge poslovne i gospodarske sadržaje. Terminal bi imao ukupni kapacitet pretovara veći od 2,5 mil. TEU, a s kopnom bi bio povezan novim cestovno-željezničkim mostom. Kako bi se ta količina kontejnera mogla transportirati na terminal i u unutrašnjost, neophodno je sagrađiti novu nizinsku prugu Rijeka – Zagreb.

U devedesetim godinama prošloga stoljeća udio željezničkog prometa u otpremi/dopremi tereta iz riječke luke i u nju iznosio je približno 90 posto. Nakon što je sagrađena autocesta Rijeka – Zagreb, velik dio robe preusmjeren je na prijevoz cestom te danas udio prijevoza tereta željeznicom iznosi približno 30 posto. Analizirajući kontejnerski promet, udio željeznice u ukupnome kopnenom prijevozu robe čije je ishodište ili odredište u riječkoj luci kreće se između 20 i 30 posto.

Analiza kretanja kontejnerskoga prometa riječke luke pokazuje izrazito smanjenje njegova opsega nakon 2008. zbog svjetske gospodarske krize. Nakon nekoliko godina stagnacije te oscilirajućeg opsega prometa od 2014. opseg prometa počeo je rasti, ostvarujući do danas najveće povećanje u strukturi generalnog tereta. U 2019. opseg kontejnerskoga prijevoza povećao se za 19,5 posto u odnosu na 2018.

Tablica 2. Udio kopnenog prometa u kontejnerskome prekrcaju riječke luke

Godina	Lučki prekrcaj (TEU)	Cestovni promet (TEU)	Željeznički promet (TEU)	Kamioni %	Vagoni %
2007.	145.040	107.130	34.202	75,8	24,2
2008.	168.761	131.033	40.667	76,7	23,7
2009.	122.745	100.516	30.909	76,4	23,5
2010.	121.442	89.865	31.577	74	26
2011.	130.052	101.872	28.180	78,4	21,6
2012.	126.680	103.777	22.903	82	18
2013.	131.310	102.868	28.442	78,4	21,6
2014.	149.838	115.586	34.252	77,2	22,8
2015.	161.883	124.725	37.158	77,1	22,9
2016.	177.401	132.984	44.417	75	25
2017.	210.377	147.173	63.204	70	30
2018.	227.375	162.422	64.953	71,5	28,5
2019.	271.817	168.643	103.174	62	38

Izvor: Izradio autor prema statističkim podacima Jadranskih vrata d.d. – Adriatic Gate Container Terminal.

Od 2007. do 2016. željeznica je kao ekološki prihvatljivija prometna grana u odnosu na cestovni promet u kopnenome kontejnerskom prijevozu sudjelovala s udjelom između 21 i 26 posto.

Iznimka je 2012. kada je taj udio iznosio 18 posto. U posljednje tri godine uočen je pozitivan trend koji se ogleda u znatnome porastu opsega dopreme/otpreme kontejnera željeznicom, koji je u 2019. iznosio više od 103 tisuća TEU s udjelom od 38 posto u kopnenome prometu.

## 4. Glavne odrednice rekonstrukcije riječkoga željezničkog prometnog sustava

Riječko željezničko čvorište omeđeno je s južne strane lukom, sa sjeverne i istočne strane gradskim stambenim prostorom, a sa zapadne strane industrijskim postrojenjima. Redefinirana koncepcija čvorišta pretpostavlja implementiranje sadržaja namijenjenih za putnički prijevoz u gradski prostor, dok se kapaciteti za teretni prijevoz uglavnom smještaju na periferne lokacije kao što su Krasica, Kukuljanovo, Bakar, Ivani, Bršica, Krk i druge.

Željezničko čvorište Rijeka bit će sa zapadne strane ograničeno tunelom Učka i Rašom odnosno lukom Bršica, a sa sjeverne strane dvokolosiječnom prugom Jurdani – Škrljevo i novom željezničkom obilaznicom. Čvorište će s istočne strane završavati u kolodvoru Škrljevo na postojećoj pruzi, a obuhvaćat će nove kolodvore Ivani, Krasica i Krk na novoj pruzi.

S obzirom na to da se najvažniji projekt rekonstrukcije i modernizacije riječkoga željezničkog prometnog sustava odnosi na izgradnju nove nizinske pruge Rijeka – Zagreb, on je svoubuhvatno opisan u nastavku rada. Uvođenje željeznice u gradski i prigradski prijevoz grada Rijeke i pripadajući projekti kao što je projekt izgradnje nizinske pruge Rijeka – Kopar – Trst nisu detaljno razmotreni u ovome radu.

### 4.1. Projekt izgradnje nizinske pruge Rijeka – Zagreb

Ideje o izgradnji nove željezničke pruge postoje već 60 godina. Osamdesetih godina prošlog stoljeća iskristalizirala su se dva projekta: varijanta drežničke i kupske pruge. Obje su trase nizinskih karakteristika, pruga bi u oba slučaja imala dva kolosijeka i bila bi elektrificirana izmjeničnim sustavom 25kV~Hz [2] [3]. Treća razmatrana varijanta podrazumijeva izgradnju drugog kolosijeka na dionici postojeće pruge Ogulin – Škrljevo [4].

#### 4.1.1. Postojeća željeznička pruga Rijeka – Zagreb

Postojeća pruga Rijeka - Zagreb sagrađena je davne 1873., po prometnoj eksploataciji jedna je od najzahtjevnijih pruga u Europi te svojim tehničko-tehnološkim značajkama ne zadovoljava transportnu potražnju. Ukupna duljina pružne trase je 227,8 kilometara, dok je zračna udaljenost između Zagreba i Rijeke 130 kilometara.

Sadašnja je pruga jednokolosiječna i osigurana relearnim signalno-sigurnosnim sustavom. Nakon izmjene sustava napajanja i sustava osiguranja pruge i kolodvora godišnji kapacitet pruge povećan je sa 6,5 milijuna na devet milijuna tona tereta. Prijevозна i propusna moć pruge ograničeni su njezinim tehničko-tehnološkim značajkama. Pružnu trasu karakteriziraju premali polumjeri i preveliki usponi ( $R_{\min} = 275 \text{ m}$ ,  $I_{\max} = 28\%$ ,  $H_{\max} = 836,40 \text{ m.n.m.}$ ), pa po njoj vlakovi voze prosječnom brzinom od 60 km/h, a na nekim dijelovima brzinom od 40 km/h ili čak manjom.

Pruga je građevinski u vrlo dobrome stanju, elektrificirana je sustavom 25 kV AC (50 Hz) te omogućuje vrijeme putovanja putničkih vlakova od četiri sata, a teretnih od osam sati. Pruga je na cijeloj svojoj duljini osposobljena za opterećenje od 22,5 tona po osovini i ima karakteristike D4.

Na mnogim dijelovima pruge trasa je nepotrebno produljena, izbjegavani su dulji tuneli te skupi vijadukti. Jednim dijelom trasa prolazi vrlo nestabilnim i geološki nepovoljnim terenom, što je rezultiralo stalnom opasnošću za sigurnost prometa i visokim troškovima održavanja pruge. Tijekom 145 godina eksploatacije na dionicama od Karlovca do Rijeke izvedene su mnogostuke dogradnje i rekonstrukcije.

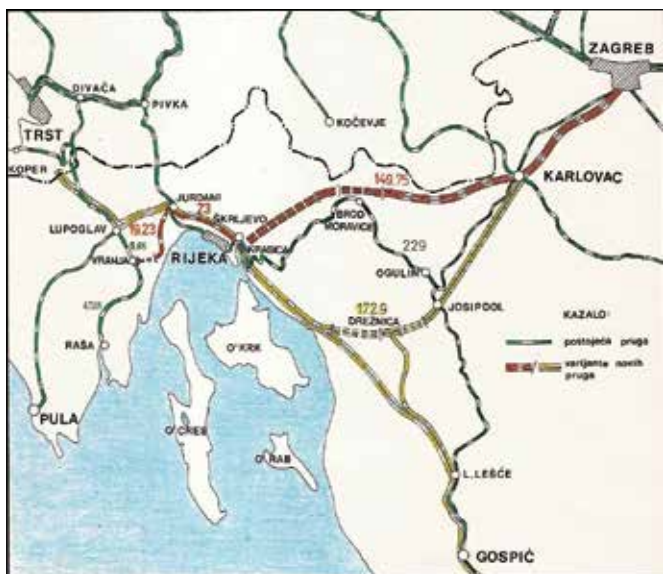
Pruga se sastoji od triju karakterističnih dionica: Rijeka – Lokve (nagib 26 mm/m), Lokve – Moravice (nagib 17 mm/m) i Moravice – Zagreb (nagib 8 mm/m). Dionica od Moravica do Rijeke ima značajke teške planinske pruge. Na njezinu većem dijelu nalaze se strmi nagibi nivelete, a u tlocrtnome vođenju trase (36,5 posto) dominira minimalni polumjer luka. Niveleta ima i dvije kulminacijske točke u tunelu Sleme (836,40 m.n.m.) i u kolodvoru Drivenik (816,15 m.n.m.). Između tih dviju točaka smješten je kolodvor Fužine (728 m.n.m.). U pogledu geometrijskih karakteristika trase Ogulin – Škrljevo, koja ubuhvaća maksimalni gradient od 28 promila (Škrljevo unutrašnjost), treba istaknuti to da se radi o jednoj od operativno najizazovnijih sekcija u Europi.

Sve navedene negativne značajke ograničavaju prijevoznu i propusnu moć postojeće pruge te povećavaju troškove njezine eksploatacije.

#### 4.1.2. Kupska i drežnička varijanta nove pruge

Kupska varijanta predviđala je trasu iznad postojeće željezničke pruge, a prvi je put detaljnije analizirana u projektu iz 1906. Ona iskorištava pogodnosti toka rijeke Kupe, koja se na niskoj nadmorskoj visini najviše približava Kvarnerskome zaljevu te se na taj način ostvaruje najkraća veza Zagreba i Rijeke. Prema toj varijanti, trasa bi od Karlovca pratila dolinu rijeke Kupe do njezina izvora, a zatim bi prolazila kroz tunel ispod Risnjaka dug 25 kilometara, čime bi se premostila planinska barijera do Krasice kao najpovoljnije lokacije za krajnji teretni kolodvor nove pruge.

Na taj način savladala bi se planinska zapreka koja razdvaja Panonsku nizinu od Jadrana, i to na mjestu gdje se Alpe dotiču s Dinarskim gorjem. Duljina kupske trase iznosila bi 149,7 km te bi bila 78,9 km kraća u odnosu na postojeću trasu Zagreb – Rijeka. Pruga bi obuhvaćala 22 tunela ukupne duljine 51,73 km i veći broj vijadukata i mostova ukupne duljine 10,12 km. Najviša kota nivelete bila bi na 272 m.n.m. odnosno bila bi 564 metra niže od postojeće pruge (836 m.n.m.). Najveći uzdužni nagib iznosio bi sedam promila ( $i = 7\text{‰}$ ), minimalni polumjer zavoja 3000 metara ( $R_{\min} = 3000 \text{ m}$ ), a osovinsko opterećenje pruge 225 kN.



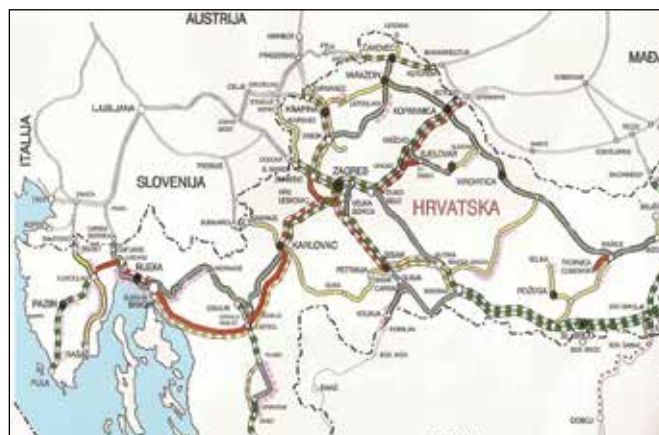
Slika 1. Kupska i drežnička varijanta nove dvokolosiječne pruge Zagreb – Rijeka

(Izvor: Božičević, J.: Prometna valorizacija Hrvatske, Zagreb, 1992., str. 23.)

Drežnička varijanta potječe još iz vremena prvih priprema za izgradnju Jadranske željeznice Zemun – Karlovac – Rijeka, odnosno iz 1863. kada je gradnja pruge dodijeljena belgijskome konzorciju (otuda i naziv „belgijska trasa“). Ta trasa poslije je detaljno razrađena u projektu Mađarskih državnih željeznica 1906. te u projektu iz 1921. [5].

Treba napomenuti to da drežnička varijanta u pogledu prometne eksploatacije i održavanja ima određene nedostatke u odnosu na kupsku trasu. Naime, ona je dulja za 23 kilometara, dok je najviša točka nivelete na koti 467,00 metara, što je u odnosu na kupsku varijantu više za 195 metara.

Iako je kupska varijanta najkraća i u pogledu eksploatacijskih troškova najpovoljnija, od projekta se odustalo iz nekoliko razloga. Osim što izgradnja te pruge zahtijeva veća ulaganja, prednost je drežničke varijante u tome što je trasa pruge jednim dijelom (oko 50 km) zajednička s trasom nove jadranske pruge i što omogućuje povoljnije povezivanje s kolodvorom na Krasici. Međutim, glavni je razlog prihvaćanja drežničke trase taj što je ona povoljnija u kontekstu razmatranja mreže brzih pruga jer bi se iz Drežnice odvajala buduća pruga prema Dalmaciji.



Slika 2. Prijedlog razvitka mreže pruga Hrvatskih željeznica 2020.

(Izvor: Strategija prometnog razvitka RH, Ministarstvo pomorstva, prometa i veza, Zagreb, 1999., str. 52.)

Izgradnjom pruge visoke učinkovitosti prema drežničkoj varijanti otvorili bi se i novi ulaz u Europu i gravitacijsko područje riječke luke sa sjeveroistočne strane. Taj pravac zaobilazi područje Alpi s istočne strane i predstavlja učinkovitu prometnu vezu jer je od relacije kroz Alpe prema srednjoj Europi duži samo oko 12 posto (60 km). U skladu s time taj je koridor vrlo povoljan alternativni pravac za vezu sjevernojadranskoga prostora sa srednjoeuropskim. Eksploatacijom nove pruge s učinkovitim tehničkim elementima može se postići višestruko povećanje prijevozne moći analiziranog koridora uz maksimalno smanjenje troškova prijevoza.

Prema projektu izgradnje nizinske željezničke pruge, njezina se trasa proteže od Zagreba preko Jastrebarskog do Karlovca, a potom prolazi pokraj Duge Rese i Ogulina do Josipdola. Nakon toga slijedi najzahtjevnija dionica, ona od Josipdola do Novog Vinodolskog preko

Velike Kapele. Na toj dionici predviđena je izgradnja triju velikih tunela ukupne duljine 33 kilometara. Predviđeno je to da nastavak pruge prolazi pokraj Crikvenice i Kraljevice te da potom preko Bakra ulazi u Rijeku. Zbog skraćivanja trase i uvođenja većih brzina skratilo bi se vozna vremena. Naime, predviđa se da bi putovanje od Zagreba do Rijeke trajalo približno jedan sat, za razliku od sadašnja tri sata i 45 minuta, a prijevoz tereta iz riječke luke do Budimpešte samo pet sati, u odnosu na postojećih 10 sati i 30 minuta.

### 4.1.3. Prometne i tehničko-eksploatacijske značajke nizinske pruge Rijeka – Zagreb

Nova pruga visoke učinkovitosti Rijeka – Zagreb bila bi suvremena dvokolosiječna željeznička pruga za mješoviti prijevoz. Njezina trasa ima tehničke elemente karakteristične za nizinske pruge. Pruga bi se nalazila na nižim kotama, s puno kvalitetnijim radijusima te s manjim otporima.

Tehnički elementi trase utvrđeni su u ovisnosti o projektnoj voznoj brzini vlakova, i to od 160 do 200 km/h za putničke vlakove te od 100 do 120 km/h za teretne vlakove.

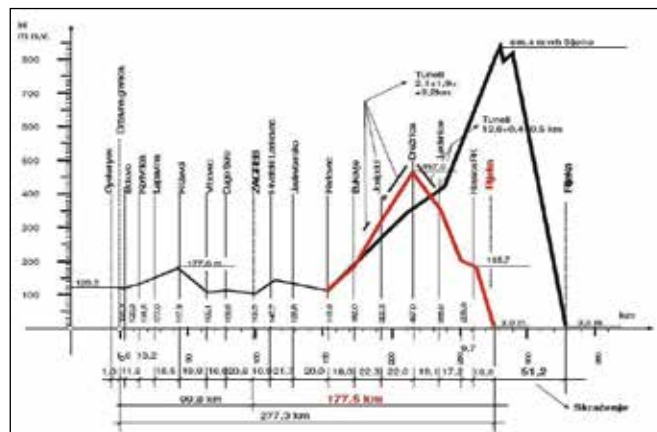
Polumjeri lukova relativno su veliki, pa je najmanji polumjer na otvorenome terenu  $R_{min} = 3500$  metara, a u tunelima  $R_{min} = 6500$  metara. Također, velik dio trase nalazio bi se na pravcu, što bi rezultiralo znatnim skraćivanjem prometnoga koridora.

Niveleta pruge, koja bi imala nagibe do najviše  $i_{max} = 12,5$  mm/m na otvorenome terenu odnosno do maksimalno  $i_{max} = 8$  mm/m u tunelima, omogućila bi veliku prijevoznu moć pruge. Također, znatno bi se smanjio utrošak energije, što bi dovelo do veće ekonomičnosti i rentabilnosti prijevoza. Korisna dužina glavnih kolosijeka iznosila bi 750 m, a najveća dopuštena masa vlakova 26 t/o. Primjenjivao bi se izmjenični jednofazni sustav elektrifikacije AC 25 kV/50 Hz kao i suvremeni signalno-sigurnosni i telekomunikacijski uređaji u skladu s europskim specifikacijama.

Duljina postojeće pruge DG – Botovo – Zagreb – Rijeka na području Hrvatske iznosi 328,7 km. Nakon što se provede projekt nove nizinske pruge, duljina pruge na dionici Zagreb – Rijeka bit će kraća za 57 km.

Dio pruge od državne granice (Botova) do Dugog Sela ne zahtijeva veće rekonstrukcije, nego je uz postojeći kolosijek predviđena dogradnja drugoga kolosijeka.

Dionica od Dugog Sela do Hrvatskog Leskovca, koja prolazi kroz zagrebačko željezničko čvorište, rješavat će se u sklopu čvorišne problematike južnom obilaznom prugom.



Grafikon 1. Pojednostavljeni uzdužni profil pruge Botovo – Zagreb – Rijeka

(Izvor: Idejni projekt željezničke pruge DG – Botovo – Zagreb – Rijeka, Pregledna situacija po varijantama, uzdužni profil, opis po varijantama i dionicama, IGH d.d., 2008., Zagreb

Sadašnja trasa na dionici od Hrvatskog Leskovca do Karlovca odnosno Belaja sagrađena je za male brzine i relativno malo osovinsko opterećenje pa je predviđena izgradnja nove trase. Ta je dionica pretežno ravničarskoga karaktera. Prelazak pruge preko podvodnoga terena, ponajprije u blizini Karlovca zbog rijeka Korane, Kupe i Mrežnice, bit će omogućen izgradnjom visokih nasipa, mostova i vijadukata.

S obzirom na to da su na nekim dijelovima pruge predviđene rekonstrukcija postojeće jednokolosiječne pruge i dogradnja drugoga kolosijeka, a na drugim dijelovima izgradnja nove pruge u cijelosti, ta je dionica vrlo složena. Prednosti nove trase, koja će izbjegavati prolazak kroz naselja, jesu [7]:

- maksimalno moguće skraćivanje trase
- horizontalni elementi omogućuju postizanje brzina većih od 250 km/h u budućnosti
- minimalno dizanje trase od Hrvatskog Leskovca do Orlovca (na najvišem mjestu doseže se 40 metara ekstremne visinske razlike)
- izrazito povoljni uvjeti eksploatacije.

Trasa pružne dionice Belaj – Skradnik slijedi jugozapadni smjer, a njezini se terenski uvjeti mogu smatrati relativno povoljnima, iako se ne radi o ravničarskome terenu. U prosjeku se radi o terenu veće nadmorske visine u odnosu na prvu dionicu, ali znatno čvršćega tla brežuljkaste strukture. Pojednostavljena izgradnja je dionice očituje se i u činjenici da je u cijelosti predviđena izgradnja nove pruge te da je potrebno voditi računa samo o zadanim tehničko-tehnološkim elementima, a ne o njihovu usklađivanju s postojećom prugom.

Unatoč relativno kratkoj duljini te dionice (31,600 kilometara), njezina bi dostupnost bila vrlo velika s ob-

zirom na to da bi na njoj bili smješteni kolodvori Belaj, Gaj i Skradnik. Prometno značenje kolodvora Skradnik ogleda se u povezanosti s postojećim prugama, ličkom i riječkom, preko kolodvora Josipdol, Oštarije i Ogulin.

Izgradnja dionice nove pruge Skradnik – Krasica najsloženiji je pothvat jer se radi o gorsko-planinskom terenu s planinskim lancima čiji su vrhovi viši od 1000 metara. Zbog toga je predviđena izgradnja brojnih i dugačkih građevnih objekata, osobito tunela. Na toj su dionici također projektirane tri varijante trase, označene kao A, B, i C, s time da se prve dvije pružaju čitavom dionicom, dok je treća varijanta parcijalna (duljine 15 kilometara) te predstavlja korektor varijante C [7].

Između krajnjih kolodvora Skradnik i Krasica na svakoj od osnovnih varijanti projektirana su po dva kolodvora od kojih je najvažniji kolodvor Drežnica, koji će postati tehničko čvorište razdvajanja i usmjeravanja prometa prema Splitu s Jadransko-jonskog željezničkog pravca.

Treba napomenuti to da se samo oko 25 posto te pružne dionice nalazi na zemlji, od 15 do 18 posto (ovisno o varijanti) iznad zemlje odnosno na mostovima i vijaduktima, a čak od 56 do 69 posto u tunelima. Među planiranim tunelima ističu se tri najdulja: Kapela 1, duljine 9,5 kilometara, Kapela 2, duljine 14 kilometara, te Vinodol, duljine 9,3 kilometara. Tunnel Vinodol prolazit će kroz Vinodolsku dolinu, a nadovezat će se na vijadukt Veli Dol, duljine 4,7 kilometara. Unatoč velikome broju tunela, eksploatacija pruge na toj dionici može biti lakša i jeftinija u odnosu na druge dionice jer su normirane vrijednosti graničnih tehničkih elemenata puno strože u tunelima nego na otvorenome prostoru.

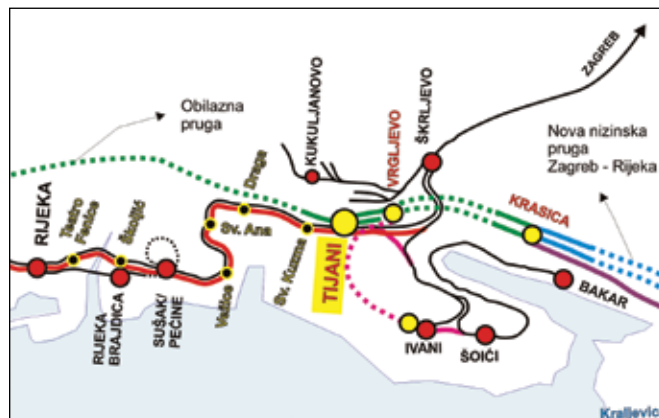
Ako projekt izgradnje nove pruge ne bio prihvaćen, treća razmatrana varijanta pretpostavlja izgradnju drugog kolosijeka na dionici Ogulin – Škrljevo. U tome bi slučaju duljina nove pruge ostala ista kao duljina postojeće pruge te bi iznosila 220 km. Ta treća opcija povećala bi kapacitet pruge u znatno manjoj mjeri u odnosu na prugu preko Drežnice, troškovi eksploatacije bili bi visoki, brzina pruge pretežno bi ostala na istoj razini, dok bi investicijski troškovi bili puno manji.

#### 4.1.4. Istočni dio željezničkog čvorišta Rijeka

Nova nizinska pruga Rijeka – Zagreb završavala bi u kolodvoru Ivani, gdje bi se povezala s terminalom za rasute terete u Bakru, kontejnerskim terminalom na Brajdici i drugim terminalima u luci. Nakon izgradnje nove pruge kolodvori Ivani i Krasica poprimili bi novu funkciju te postali početni i krajnji dio pruge [8].

Tehničko-tehnološke značajke trase nove pruge (nagib nivelete od 12,5‰ i minimalni polumjer zavoja od 3000 m) omogućile bi promet teretnih vlakova mase od

2000 do 3800 t i dužine do 750 m primjenom sustava dvostruke vuče. S druge strane, značajke trasa postojećih pruga koje bi povezale postojeće lučke bazene (Bakar, Sušak i Rijeka) s kolodvorom Krasica vrlo su nepovoljne (nagib nivelete od 25 do 28‰ i minimalni polumjer zavoja od 275 do 300 m) te bi u skladu s time omogućile promet teretnih vlakova mase od 500 do 1000 t te dužine do 360 m. Uvođenjem dvostrukoga sustava vuče omogućio bi se promet vlakova mase 1500 t.



Slika 3. Položaj kolodvora Tijani na mreži pruga u zapadnome dijelu čvorišta Rijeka

(Izvor: Riječki željeznički prometni sustav: Analiza postojećeg stanja riječkog željezničkog prometnog sustava i razvojne mogućnosti do 2040. godine, Željezničko projektno društvo d.d., Zagreb, 2009.)

Kolodvor Ivani nalazi se pored željezničke pruge, vezu s prugom ima samo s jedne strane, a njegovo odvajanje od pruge Škrljevo – Bakar izvedeno je odvojnomo skretnicom. Nova funkcija kolodvora obuhvaćat će pripremu i distribuciju vlakova prema drugim željezničkim kapacitetima u čvorištu Rijeka i iz njih. Pruga koja će povezivati kolodvore Ivani i Krasica imat će podjednake tehničko-tehnološke karakteristike kao nova pruga visoke učinkovitosti Zagreb – Rijeka.

Tako nagib pruge od kolodvora Ivani do Krasice neće prelaziti 12,5‰, odnosno otpora od 14 daN/t. U kolodvoru Ivani predviđena je mogućnost slaganja vlakova u smjeru unutrašnjosti kao i u Krasici te se na taj način omogućuje međusobno upotpunjavanje i zamjenjivanje kolodvora tijekom prometne eksploatacije.

Kolodvor Tijani bit će rasputnica za novu nizinsku prugu Rijeka – Zagreb i postojeću riječku prugu, a ujedno će predstavljati početnu točku buduće riječke obilaznice Tijani – Opatija-Matulji. Navedeni će se kolodvor koristiti za regulaciju prometa iz smjera Krasice odnosno Škrljeva prema Ivanima i postojećoj pruzi. Nakon izlaza iz Tijana pružna trasa prolazi kroz tunel dužine 330 m te nastavlja ispod postojeće željezničke pruge Zagreb – Rijeka i željezničke pruge Škrljevo – Bakar.

Nakon tunela dužine 400 m pružna trasa prati teren na koti +200 m.n.m. do ulaza u treći tunel (155 m) i zatim vodi do teretnog kolodvora Krasica. Na pružnoj trasi Tijani – Krasica nalaze se tri polumjera zavoja:  $R_1 = 2000$  m,  $R_2 = 1000$  m i  $R_3 = 700$  m. U Tijanima je željeznička pruga smještena na koti +201 m.n.m., a kolodvor Krasica na koti +190 m.n.m. Na navedenoj dionici maksimalni nagib nivelete iznosi 10‰.

Ulazak nove pruge u riječko željezničko čvorište predviđen je preko Novog Vinodolskog i Crikvenice s uzdužnim ulazom u budući teretni kolodvor na Krasici. Kolodvor Krasica je početni odnosno krajnji kolodvor nove pruge, a vrlo je važan jer će se iz njega regulirati promet na samoj pruzi te distribuirati vlakovi unutar riječkoga čvorišta. Pruga će iz Krasice u Rijeku biti dovedena tunelom ispod Škrljeva te spojem na staru prugu Zagreb – Rijeka u Tijanima.

Do kolodvora Krasica buduća pruga ima nizinske karakteristike jer nagib osi pruge u smjeru kolodvora Drežnica odnosno Skradnik iznosi 8 mm/m, dok od kolodvora prema riječkome čvorištu nagibi pružne osi iznose i više od 25 mm/m [9]. U skladu s time u teretnome kolodvoru Krasica veće jedinice vlakova koji će voziti u smjeru nove pruge (vlakovi mase od 1800 do 3600 t i dužine 750 m) sastavljat će se od manjih jedinica vlakova (vlakovi mase od 750 do 1500 t i dužine od 360 do 450 m) koji stižu iz utovarnih mjesta u riječkome željezničkom čvorištu (Bakar, Rijeka Brajdica, Škrljevo).

S druge strane od većih jedinica vlakova koji stižu iz unutrašnjosti sastavljat će se manji vlakovi te usmjeravati prema određnim lokacijama unutar čvorišta. Tako bi se uloga teretnoga kolodvora Krasica sastojala od amortiziranja velikih kapaciteta nove nizinske dvokolosiječne pruge i kapaciteta željezničkih pruga unutar čvorišta.

Predviđena trasa nove dvokolosiječne pruge od kolodvora Krasica prema budućemu kontejnerskom terminalu na otoku Krku i kolodvoru Omišalj počinje na koti 183 m.n.m. te se na novome Krčkom mostu spušta na kotu 67 m.n.m. Navedena pruga posjeduje nizinske karakteristike jer će najveći pad nivelete iznositi 10‰, a ukupni otpor pruge od 12,5 do 14 daN/t. Tako bi se vlakovi s Krka izvlačili bez rastavljanja, jednostavnom promjenom smjera vožnje prema unutrašnjosti i obratno.

Jedan od ključnih objekata riječkoga željezničkog prometnog sustava bio bi željeznički most Krk, smješten istočnije od postojećega mosta. Planira se izgradnja pružnoga odvojka prema zračnoj luci Rijeka. Osim što bi bio u funkciji putničkog prijevoza, u budućnosti bi bio i u funkciji teretnog prijevoza.

Prelaskom pruge na Krk omogućit će se prijevoz putnika iz zračne luke u Rijeku i obratno te će se cijela regija kvalitetno prometno povezati sa zračnim prometnim sustavom. Kolodvor Omišalj bit će početni kolodvor prema novoj nizinskoj pruzi Rijeka – Zagreb iz smjera Krka i novoga kontejnerskog terminala.

## 5. Utjecaj rekonstrukcije željezničke infrastrukture na razvoj riječke luke

Željeznička infrastruktura i suprastruktura jedan su od osnovnih elemenata tehničke opreme pretovarnih dijelova luke o čijim kapacitetima i učinkovitoj eksploataciji ovisi planirani opseg prekrcanja tereta. Može se reći to da je preduvjet za daljnji učinkoviti rad Rijeke kao tranzitne luke za srednjoeuropske zemlje modernizacija kopnenih prometnih veza između zaleđa i luke.

Puštanjem u promet autoceste Rijeka – Zagreb i riječke obilaznice punoga profila dostignuta je određena razina povezanosti u cestovnome prometu, dok učinkovitost povezivanja riječke luke željezničkom infrastrukturom nije na odgovarajućoj razini. Postojeće željezničke pruge ne udovoljavaju suvremenim tehnološko-prometnim zahtjevima. Pored tehnički zastarjele pruge Rijeka – Zagreb ne postoje izravne željezničke veze Rijeke s prugama u Istri te dalje s lukama Kopar i Trst kao ni izravne željezničke veze s lukom Ploče [10].



Slika 4. Tehnološka shema željezničkog čvorišta Rijeka

(Izvor: Riječki željeznički prometni sustav: Analiza postojećeg stanja riječkog željezničkog prometnog sustava i razvojne mogućnosti do 2040. godine, Željezničko projektno društvo d.d., Zagreb, 2009.)

Izgradnja i osuvremenjivanje željezničkih kapaciteta trebaju pratiti dinamiku razvoja riječke luke. Međuvisnot luke i kopnenih veza sa zaleđem riješit će se izgradnjom novih željezničkih pruga, povezanih u prometni sustav riječkoga željezničkog čvorišta.

Pored izgradnje nove nizinske pruge Rijeka – Zagreb najvažniji projekti riječkoga željezničkog prometnog sustava jesu izgradnja riječke željezničke obilaznice („kota 200”), koja će obuhvatiti nove putničke sadržaje, izgradnja višenamjenskoga mosta za otok Krk, željezničke pruge do Krka, ranžirnoga i lučkoga kolodvora na Krku koji će biti u skladu s novim kontejnerskim terminalom te željezničkog tunela Učka i dvokolosiječne željezničke pruge koja će povezivati Rijeku s lukama Kopar i Trst. Željezničko povezivanje bivšeg V. paneuropskoga prometnog koridora i njegova B-ogranka kao dijelova sadašnjeg Mediteranskoga prometnog koridora omogućilo bi stvaranje sustava sjevernojadranskih luka koji bi mogao konkurirati velikim lukama sjeverne i zapadne Europe.

Nova pruga Rijeka – Kopar – Trst bit će okosnica sjevernojadranskoga prometnog pravca, a u sklopu nje gradit će se novi željeznički tunel kroz Učku. Izgradnjom nove pruge Rijeka – Trst i novog tunela kroz Učku skratilo bi se vrijeme putovanja do Pule sa sadašnjih šest sati (prijevoz željeznicom obilazno preko Ljubljane i Pivke ili kombiniranim prijevozom vlak – autobus – vlak) na približno tri i pol sata.

Također, željeznička veza Zagreba s Trstom novom riječkom prugom i novom prugom kroz Istru skratila bi vrijeme putovanja za približno jedan sat u teretnome prijevozu te za dva do tri sata u putničkome prijevozu u odnosu na postojeću željezničku vezu preko Ljubljane. Duljina željezničke relacije Zagreb – Rijeka – Trst nakon provedbe navedenih projekata iznosila bi 251 kilometar.<sup>1</sup>

U širem kontekstu, za valorizaciju riječke luke i pripadajućega prometnog pravca vrlo je važno njegovo povezivanje na najvažniji sustav europskih unutarnjih vodnih putova Rajna – Majna – Dunav. Za realizaciju prometnoga koridora Podunavlje – Jadran kao suvremene veze riječke luke sa srednjoeuropskim i crnomorskim tržištima neophodno je izgraditi novu željezničku prugu Rijeka – Zagreb, urediti vodni put rijeke Save za dostizanje IV. klase plovnosti, izgraditi drugi željeznički kolosijek između Zagreba i Siska, izgraditi višenamjenski kanal Dunav – Sava te rekonstruirati riječko i zagrebačko željezničko čvorište. Na taj način ostvario bi se kombinirani prometni koridor između luka Rijeke i Vukovara dug 566,9 km koji bi povezivao VII. dunavski koridor, X. paneuropski koridor te B-ogranak V. paneuropskoga prometnog koridora [11].

Postojeća željeznička udaljenost od Zagreba do granice sa Slovenijom (Dobove) iznosi 28,9 kilometara,

a preusmjeravanjem robnih tokova na novu prugu visoke učinkovitosti prijevoz preko područja Republike Hrvatske u smjeru Italije bio bi više od osam puta duži, što bi hrvatskome gospodarstvu osiguralo znatan impuls kroz dodatne prihode.

## 6. Zaključak

Riječka je luka zbog svojega geoprometnog položaja postala čvorište kopnenih i pomorskih putova na dijelu Mediteranskoga prometnog koridora, na bivšem B- ogranku V. paneuropskoga koridora na relaciji Rijeka – Zagreb. Taj prometni koridor ima najvažniju ulogu u prometnome sustavu Republike Hrvatske jer povezuje Podunavlje i Jadran, a u pogledu položaja Hrvatske kao srednjoeuropsko-podunavske i jadransko-mediteranske zemlje važan je i kao poveznica srednjoeuropskih zemalja s Jadranom i Mediteranom.

Riječko željezničko čvorište danas je još uvijek usko grlo riječke luke. Zato je u bliskoj budućnosti neophodno rekonstruirati riječki željeznički prometni sustav i izgraditi nove kvalitetne željezničke veze sa zaleđem koje će biti u skladu sa suvremenim spoznajama o tehnologiji željezničkog prometa i pratiti dugoročni razvoj riječkoga lučkog sustava.

Riječka luka ima prednost u odnosu na luke Kopar i Trst zbog mogućnosti povezivanja na europski sustav unutarnjih vodnih putova Rajna – Majna – Dunav preko rijeke Save. Nova riječno-željeznička veza uspostavila bi se, osim eksploatacijom nove nizinske pruge Rijeka – Zagreb, izgradnjom višenamjenskoga kanala Dunav – Sava i uređenjem rijeke Save na IV. klasu plovnosti. Tako koncipirani koridor Podunavlje – Jadran duljine 566,9 kilometara bio bi najkraći kombinirani prijevozni put od sjevernoga Jadrana prema podunavskim zemljama srednje Europe koji bi spajao luku Rijeka, bivši B-ogranak V. paneuropskog koridora i VII. dunavski koridor.

Razvoj riječke luke treba sagledavati u kontekstu izgradnje nove nizinske pruge Rijeka – Zagreb. Kao dodatni važni željeznički projekti ističu se izgradnja pruge kroz tunel Učku koja bi povezivala Rijeku, Istru i luku Kopar te izgradnja željezničke pruge do budućega kontejnerskog terminala na otoku Krku.

Zaključuje se da bez usklađivanja razvojnih planova riječke luke i pripadajućega željezničkog čvorišta, s težištem na rekonstrukciji nizinske pruge Rijeka – Zagreb, koji moraju biti usklađeni s predviđenim opsegom prometa, nije moguće osigurati racionalno prostorno širenje lučkoga sustava te stvaranje novih željezničkih kapaciteta.

<sup>1</sup>Modernizacija i izgradnja..., op.cit.



**Literatura:**

- [1] Vilke, S.; Brčić, D., Kos, S.: Northern and Southern European traffic flow land segment analysis as part of the redirection justification, *The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 11 (2017)
- [2] Božičević, J.: "Prometna valorizacija Hrvatske", *Znanstveni savjet za promet HAZU*, Zagreb, 1992.
- [3] Božičević, J.: "Razvitak hrvatskog gospodarstva sa stajališta razvitka prometa", *Ekonomski pregled*, 52 (7-8), str. 753-773, 2001.
- [4] Studija okvirnih mogućnosti izgradnje drugog kolosijeka i rekonstrukcije željezničke pruge na dionici Ogulin – Delnice – Škrlevo, (Prethodna financijska i ekonomska procjena projekta), IPP d.o.o., Zagreb, 2014.
- [5] Desselbrunner, D.: Plan izgradnje ravničarske pruge Zagreb – Rijeka sa baznim tunelom ispod planine Risnjak, Zbornik radova sa savjetovanja „Značenje Riječkog pravca kao veze Jadrana s unutrašnjošću Jugoslavije i Europe“, Zagreb, 1984.
- [6] <http://www.hgk.hr> (01.12.2019.)
- [7] Idejni projekt željezničke pruge DG – Botovo – Zagreb – Rijeka, (Pregledna situacija po varijantama, uzdužni profil, opis po varijantama i dionicama), IGH d.d., Zagreb, 2008.
- [8] Vilke, S.; Šantić, L.; Glad, M.: Redefining of the Rijeka Railway Junction, *Promet–Traffic & Transportation*, 23 (2011), 6, 443 – 451
- [9] Riječki željeznički prometni sustav: Analiza postojećeg stanja riječkog željezničkog prometnog sustava i razvojne mogućnosti do 2040. godine, *Željezničko projektno društvo d.d.*, Zagreb, 2009.
- [10] Dundović, Č., Vilke, S., Šantić, L.: Značenje željezničke pruge visoke učinkovitosti Zagreb – Rijeka za razvoj riječke luke, *Pomorstvo*, god. 24., br.2, Rijeka, 2010.
- [11] Dundović, Č., Vilke, S.: Izgradnja višenamjenskog kanala Dunav – Sava u funkciji prometne integracije Podunavlja i Jadrana, *Pomorstvo – Journal of Maritime Studies*, god.23, br. 2 (2009).
- [12] Krpan, Lj.; Vilke, S.; Milković, M.: A model of the selection of an optimal railroad route by applying the multiple-criteria analysis, *Tehnički vjesnik – Technical gazette*, Vol. 24 (4), 2017., 1155-1164.
- [13] Vilke, S.; Grubisic, N.; Krljan, T.: The Reconstruction of the Railway Transport System in the service of Port of Rijeka Development, 30th European Conference on Operational Research, Dublin, 23.-26. June, 2019.
- [14] Modernizacija i izgradnja željezničke pruge Državna granica – Botovo – Zagreb – Rijeka - Studija opravdanosti, HŽ Infrastruktura, IGH d.d., Željezničko projektno društvo d.d., Zagreb, 2009.

**UDK: 625.11**

Adresa autora:

prof. dr. sc. Siniša Vilke, dipl. ing. prom.  
Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci  
Studentska 2, 51000 Rijeka  
[sinisa.vilke.pfri@gmail.com](mailto:sinisa.vilke.pfri@gmail.com)

**SAŽETAK**

*REKONSTRUKCIJA ŽELJEZNIČKOG PROMETNOG SUSTAVA U FUNKCIJI RAZVOJA RIJEČKE LUKE – IZGRADNJA NOVE NIZINSKE PRUGE RIJEKA – ZAGREB*

*U ovome radu analizirana je važnost rekonstrukcije željezničkog čvorišta Rijeka za razvoj riječke luke. S obzirom na to da povezanost riječke luke željeznicom nije na odgovarajućoj razini, najvažniji projekt vezan uz riječki željeznički prometni sustav jest izgradnja nove nizinske pruge Rijeka – Zagreb.*

*U kontekstu učinkovitije međuovisnosti luke i željeznice rekonstrukcija prometnoga sustava riječkoga željezničkog čvorišta nalaže smještaj kapaciteta za teretni prijevoz na perifernim lokacijama kao što su Krasica, Kukuljanovo, Bakar, Ivani, Bršica i otok Krk, dok bi putnički prijevoz bio implementiran u gradski prostor. Provedbom projekata rekonstrukcije željezničkoga prometnog sustava znatno bi se skratile i poboljšale željezničke veze jugoistoka Europe s njezinim srednjim i zapadnim dijelom te bi se uvelike unaprijedili uvjeti eksploatacije na riječkome prometnom pravcu i razvoj riječke luke.*

**Ključne riječi:** željezničko čvorište Rijeka, željeznički prometni sustav, nizinska pruga Rijeka – Zagreb, riječka luka

**Kategorizacija:** stručni rad

**SUMMARY**

*RECONSTRUCTION OF THE RAILWAY TRANSPORT SYSTEM WITH THE AIM OF DEVELOPING THE PORT OF RIJEKA - CONSTRUCTION OF A NEW RIJEKA – ZAGREB LEVEL LINE*

*In this paper, an analysis was conducted of the importance of the reconstruction of the Rijeka railway hub for the development of the Port of Rijeka. Considering the fact that the level of connection of the port of Rijeka by rail is unsuitable, the most important project related to the Rijeka railway transport system is the construction of a new Rijeka – Zagreb level line.*

*In the context of more efficient interdependence of port and railway, the reconstruction of the transport system of the Rijeka railway hub requires the accommodation of freight transport capacity in peripheral locations, such as Krasica, Kukuljanovo, Bakar, Ivana, Bršica and the island of Krk, while passenger transport would be implemented in urban areas. The implementation of projects for the reconstruction of the railway transport system would significantly shorten and improve railway connections of Southeast Europe with its central and western part, and would greatly improve the conditions of operation on the Rijeka transport route and the development of the port of Rijeka.*

**Key words:** Rijeka railway hub, railway transport system, Rijeka – Zagreb level line, the port of Rijeka

**Categorization:** professional paper