



**Drago Pupavac**  
dr. sc. socio.

Veleučilište u Rijeci  
drago.pupavac@veleri.hr



**Marko Kršulja**  
dr. sc. tech.

Tehnički fakultet u Puli  
marko.kršulja@unipu.hr

# PROCJENA INDEKSA UČINKOVITOSTI ŽELJEZNICA DRŽAVA JUGOISTOČNE EUROPE

*Učinkovit, troškovno efikasan, siguran i konkurentan željeznički promet imperativ je koji se postavlja pred europski željeznički sustav. Neučinkovitost ili slaba uporaba resursa bilo kojeg nacionalnog željezničkog sustava znači usporavanje europskog prometnog sustava u modalnom zaokretu ka željeznici i održivom razvoju. Mjerenje učinkovitosti europskih željeznica ima za cilj prepoznati čimbenike učinkovitosti, razviti objektivnu metriku te spriječiti zaostajanje pojedinih nacionalnih željezničkih sustava.*

UDK: 005.336:625.1

## 1. Uvod

U pronalasku puta i načina da postane prometna industrija za 21. stoljeće željeznička industrija nalazi se pred kombinacijom brojnih suvremenih i tradicionalnih izazova. Povećanje potražnje, uključujući potražnju „digitalnih“ putnika, povećanje kapaciteta, efikasnije i efektivnije upravljanje imovinom, modalni zaokret ka željezničkome prometu označavaju prioritete u funkciji osiguranja uspjeha u budućnosti. Zahtjev za modalnom promjenom (sa zračnog na željeznički promet, s pomorskog na željeznički promet, s cestovnog na željeznički promet) koji je vidljiv diljem svijeta zahtijeva troškovno efikasan, učinkovit, siguran i konkurentan željeznički promet [1]. I dok prometni stručnjaci ističu brojne prednosti željezničkoga prometa i nužnost modalne promjene, u javnosti i medijima željeznički promet često je predmetom brojnih kritika (nedostatni kapaciteti, visoki troškovi, kašnjenja vlakova i sl.) [2–8]. Unatoč tome, željeznički promet na putu je transformacije u suvremenu, digitalnu, čistu, zelenu i održivu industriju budućnosti. Na tome putu željeznica se osim na tehnologije neophodno mora osloniti na svoje zaposlenike. Pravi zaposlenici, na pravome radnom mjestu, u pravo vrijeme, s pravim kvalifikacijama čimbenik su inovacija i unaprjeđenja poslovanja [9].

Modalni zaokret ka željeznici, odnosno 30 posto opsega cestovnoga teretnog prijevoza na željeznički prijevoz do 2030. odnosno 50 posto opsega do 2050., do-

godit će se samo ako željeznički promet postane atraktivniji, s odgovarajućom infrastrukturom i kapacitetima. Ako odgovarajuća infrastruktura nije na raspolaganju, željeznička poduzeća moraju raditi s onim što imaju. Optimiranje poslovanja u takvoj situaciji jedina je opcija. Optimiranje razine servisa isporuke, minimiziranje ukupnoga vremena ukrcaja, iskrcaja i prekrcanja samo su neka od mogućih rješenja.

Kao 12 ključnih sposobnosti za željeznice budućnosti izdvajaju se [10]: **1) automatsko vođenje vlakova** – vlakovi će voziti bliže jedan drugome, čime će se znatno povećati kapaciteti na pojedinim linijama, **2) minimalne smetnje u željezničkome prometu** – pružanje usluga utemeljenih na zahtjevima kupaca vode željeznicu ka pružanju izvrsne usluge u lancu mobilnosti, **3) logistika na zahtjev** – cjelovita integriranost željeznice u intermodalne lance, **4) veća vrijednost od podataka** – informacijski sustav koji prikuplja, analizira, tumači, predviđa i dijeli informacije koje podržavaju brze, točne i korisne poslovne odluke, **5) optimalna uporaba energije** – željeznice održavaju i unaprjeđuju svoju poziciju ekološki najprihvatljivijega oblika prijevoza, **6) usluge podešene u sekundu** – povećana operativna fleksibilnost u realnome vremenu, **7) niskotarifne željeznice** – novi modeli poslovanja za pružanje svih vrsta željeznih usluga, **8) stalna raspoloživost i ispravnost imovine** – optimirano održavanje, **9) pametni vlakovi** – vlakovi svjesni sebe i svojega okružja, **10) željeznički**

**kolodvori i pametna gradska mobilnost** – željeznica kao okosnica urbane mobilnosti s kolodvorima u središtima pametnih gradova, **11) ekološka i socijalna održivost** – željeznica daje veći doprinos svim oblicima održivosti te **12) brza i pouzdana primjena inovacija**.

Učinkovitost je imperativ koji se postavlja pred menadžment željezničkih poduzeća za 21. stoljeće. Što se više resursa željezničkih poduzeća protrati ili ne koristi tijekom procesa proizvodnje željezničkih usluga, to je menadžment neučinkovitiji, a željeznička usluga podložnija kvarenju. Procjena učinkovitosti željezničkoga prometa nije jednostavna zadaća iz brojnih razloga. Jedan od njih svakako je široki raspon usluga koje željeznička poduzeća nude na prijevoznome tržištu: usluge putničkoga prijevoza, usluge prijevoza robe i usluge pristupa infrastrukturi. Široki raspon usluga zahtijeva integralan pristup mjerenju učinkovitosti željezničkoga prometa. Jednostavni dinamički pokazatelji rada kao što su ostvareni putnički kilometri ili ostvareni tonski kilometri nisu dovoljni. Osim tih podataka trebaju biti uvršteni i podaci o sigurnosti prometa, kvaliteti željezničkih usluga, troškovima i točnosti u provedbi željezničkih usluga. Holistički pristup mjerenju učinkovitosti željezničkoga prometa treba omogućiti usporedbu različitih željezničkih sustava neovisno o njihovoj veličini, mjereno duljinom željezničke mreže, ostvarenim prihodom, brojem zaposlenih ili zemljopisnim i demografskim varijablama.

Mjerenje učinkovitosti željezničkoga prometa samo statičkim (prevezene tone robe i prevezeni putnici) i dinamičkim (bruto tonski kilometri, neto tonski kilometri, putnički kilometri) pokazateljima rada pokazalo se nedostatnim. Nadalje, takav pristup ne omogućuje usporedbu različitih željezničkih sustava s obzirom na broj zaposlenih u željezničkome prometu, duljinu pružne mreže, broj stanovnika i veličinu države. Kako bi se otklonili ti nedostaci, za mjerenje učinkovitosti europskih željezničkih sustava *Boston Consulting Group* (BCG) razvio je indeks učinkovitosti željeznica (*Railway Performance Index – RPI*). Prvo izvješće objavljeno je 2012. [11], a potom su uslijedila izvješća o učinkovitosti 25 europskih željeznica iz 2015. [12] i 2017. [13]. Izuzev slovenskih željeznica, željeznice drugih novonastalih država na području bivše Jugoslavije nisu bile obuhvaćene tim izvješćima. U skladu s time u ovome radu pokušat će se na znanstveno utemeljen način procijeniti indeks učinkovitosti odabranih željeznica država jugoistočne Europe te ih potom svrstati u odgovarajuće skupine. Tako će biti omogućena objektivna usporedba učinkovitosti željeznica država jugoistočne Europe u odnosu na druge europske željeznice.

## 2. Teorijski okvir i problem istraživanja

Politika EU-a usmjerena je ponajprije na uspostavu jedinstvenoga europskog željezničkog prostora, tj. sustava željezničkih mreža na razini EU-a, kojim bi se omogućio rast opsega željezničkoga sektora na osnovi tržišnoga natjecanja, tehničkoga usklađivanja i zajedničkoga razvoja prekograničnih veza. U tu svrhu EU nastoji [14] 1) otvoriti i restrukturirati željezničko tržište, 2) povećati konkurentnost uspostavom jednakih uvjeta za poduzeća, 3) razviti infrastrukturu u cilju osiguravanja interoperabilnosti, 4) poboljšati učinkovitost upotrebe infrastrukture i sigurnost te 5) osigurati poštene cijene za potrošače.

Europski nacionalni željeznički sustavi suočavaju se s izazovom održavanja visokih performansi u razdobljima krize i povećane štednje. Unatoč proračunskim ograničenjima nekoliko je država nedavno usvojilo ambiciozne planove ulaganja za svoje nacionalne željezničke sustave, potičući i omogućujući njegovu transformaciju. Tako je Italija 2016. predstavila desetogodišnji program podržan plani-

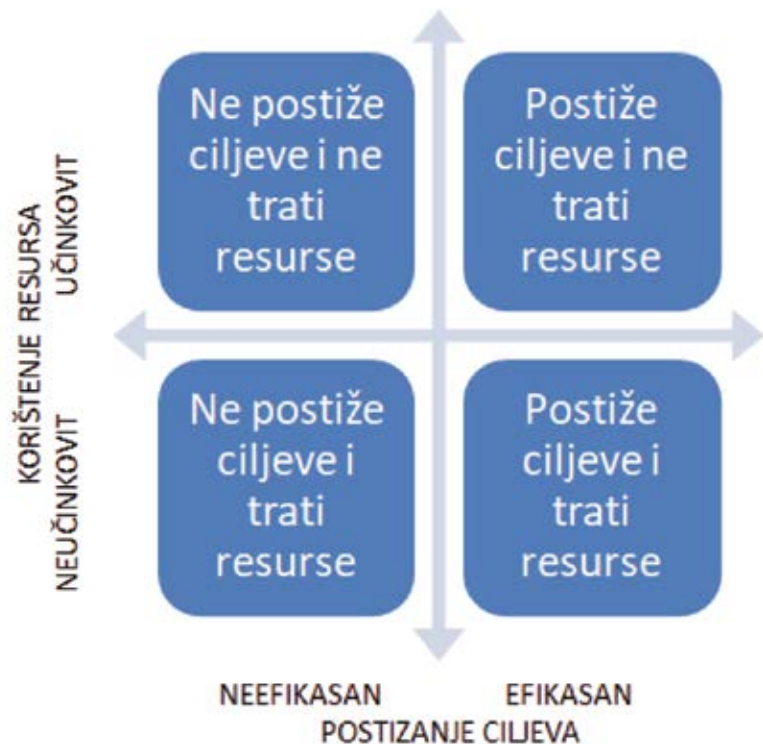
ranim ulaganjima od 100 milijardi eura, uključujući 73 milijarde eura namijenjenih poboljšanju infrastrukture. Velika Britanija je 2014. objavila petogodišnji program ulaganja od 38 milijardi funti u svoj sustav. Belgija je 2013. odobrila plan ulaganja vrijedan 25 milijardi eura, koji će se provoditi tijekom 12 godina [15]. Indija do 2030. planira uložiti u željezničku infrastrukturu više od 715 mlrd. USD [16], Australija više od 100 mlrd. AUD, a Novi Zeland više od 1,2 mlrd. USD. Francuska planira uložiti 100 mlrd. € u željezničku infrastrukturu do 2040. godine [17]. Regulatori i kreatori politike koji razmatraju hoće li provoditi slične ambiciozne programe moraju odgovoriti na kritično pitanje kako država treba upravljati svojom investicijskom politikom u cilju promicanja visoke razine učinkovitosti željezničkoga sustava u idućemu razdoblju.

Takav pristup zahtijeva ostvarivanje visoke razine efikasnosti i učinkovitosti menadžera u željezničkome prometu. Efikasnost menadžera u željezničkome prometu odnosi se na korištenje organizacijskih resursa u postizanju organizacijskih ciljeva. Ako se resursi koriste za postizanje ciljeva, kaže se da su me-

nađeri efikasni, no u stvarnosti radi se o kontinuumu u rasponu od neefikasnog do efikasnog. Menadžerska učinkovitost označava udio ukupnih organizacijskih resursa koji pridonose proizvodnosti tijekom procesa proizvodnje. Što je taj udio veći, menadžer je učinkovitiji. Što se više resursa potraži ili ne iskoristi tijekom procesa proizvodnje, menadžment je neučinkovitiji. Menadžerska učinkovitost također se može prikazati na kontinuumu s rasponom od neučinkovit do učinkovit. Ako je menadžment neučinkovit, to znači da vrlo mali udio ukupnih resursa pridonosi proizvodnosti tijekom procesa proizvodnje, ako je pak učinkovit, to znači da velik udio ima doprinos. Tako menadžment može biti efikasan, a da nije učinkovit i obratno.

Odnos između menadžerske efikasnosti i učinkovitosti prikazan je na slici 1.

Na slici 1. vidljivo je da menadžment može biti relativno neefikasan i relativno neučinkovit te da je pritom napredak organizacije u postizanju ciljeva vrlo malen, primarno zbog velike neučinkovitosti ili slabe uporabe resursa tijekom procesa proizvodnje. Suprotno tomu,



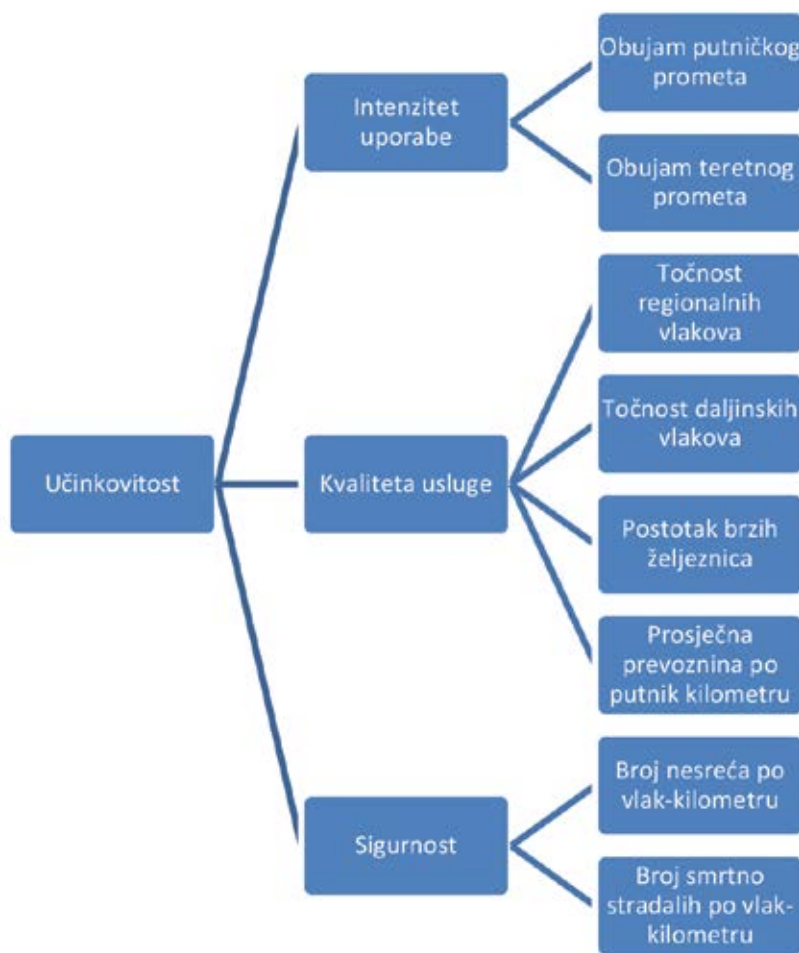
Izvor: [8]

Slika 1. Različite kombinacije menadžerske efikasnosti i menadžerske učinkovitosti

menadžer je efikasan (znatan napredak u ispunjavanju organizacijskih ciljeva) unatoč neučinkovitosti ako je potražnja za gotovim proizvodima toliko velika da menadžer može dobiti jako visoku cijenu za prodanu jedinicu te tako apsorbirati troškove neučinkovitosti. Menadžer pritom postiže ciljeve, ali trati resurse. Na primjer, željeznički prijevoznik može apsorbirati mnogo menadžerske neučinkovitosti kada mu je subvencionirana cijena prijevoznih usluga. Menadžment u takvoj situaciji ima priliku biti efikasan unatoč neučinkovitosti. Za maksimiranje organizacijskoga uspjeha važno je uspostaviti balans između efikasnosti i učinkovitosti.

U skladu s time, a za potrebe mjerenja učinkovitosti europskih željeznica u teretnome i putničkome prometu, BCG je razvio indeks učinkovitosti željeznica (RPI). Temeljni cilj takvoga pristupa jest prepoznati čimbenike koji determiniraju učinkovitost željezničkih sustava te uspostava metriku koja će omogućiti mjerenje učinkovitosti različitih željezničkih sustava europskih država. Kao krajnji cilj ističe se unaprjeđenje ekonomske efikasnosti željezničkoga prometa, unaprjeđenje kvalitete željezničkih usluga i smanjivanje zapreka za tijek željezničkoga prometa diljem europskoga kontinenta. Radi se o prvome sveobuhvatnom pristupu koji omogućuje komparativnu analizu europskih željezničkih sustava jer su do tada prevladavali parcijalni pristupi koji su u razmatranje uzimali samo jedan čimbenik poput proizvodnosti rada, stupnja liberalizacije željezničkoga tržišta ili javnih izdataka za željeznice. Prvo izvješće o učinkovitosti europskih željeznica objavljeno je 2012. Prvotni plan bio je da se ažurirana izvješća objavljuju na godišnjoj razini, no nakon toga uslijedila su još samo dva izvješća, i to 2015. i 2017. Tijekom promatranoga petogodišnjeg razdoblja željeznički sustavi pojedinih europskih država općenito su ostali unutar istih razina uspješnosti. Očito je potrebno nekoliko godina da opadanja ili poboljšanja učinkovitosti željezničkoga sustava budu vidljiva korisnicima željezničkih usluga u kratkome roku.

Navedena izvješća indikator su za usporedbu učinkovitosti europskih željezničkih sustava u trima područjima koja tvore RPI kao kompozitni indeks: **1) intenzitet uporabe** – u kojoj se mjeri željeznički promet koristi u putničkome prijevozu i u kojoj mjeri u teretnome pri-



Izvor: 13

Slika 2. Dimenzije indeksa učinkovitosti željeznica

jevozu, **2) kvaliteta usluge** – koliko su vlakovi točni, brzi i dostupni i **3) sigurnost** – poštuju li se najviši sigurnosni standardi (cf. sliku 2).

Svaka od navedenih triju dimenzija RPI-a ima jednaku vrijednost (maksimalno 3,33) u formiranju ukupnoga indeksa učinkovitosti. Za svaku od dimenzija izvedbe željeznice pojedinih država klasificirane su kao „izvršne“ za ponderiranu ocjenu od 2,7 ili višu, „vrlo dobre“ (od 2,0 do 2,6), „dobre“ (od 1,3 do 1,9) i „loše“ (manje od 1,3 ). Tako dobivene pojedinačne ocjene zbrajaju se kako bi se dobila ukupna vrijednost indeksa (RPI<sub>max</sub>=10), koja određuje poziciju pojedinih željezničkih sustava.

Na temelju provedene analize europske željeznice svrstane su u tri skupine: 1)

željeznice prve razine (6 ≤ RPI ≤ 10), 2) željeznice druge razine (4,5 ≤ RPI < 6) i 3) željeznice treće razine (RPI < 4,5).

Kao glavni nedostaci te metodologije izdvajaju se: 1) stavlja veće težište na putnički prijevoz u odnosu na teretni željeznički prijevoz, a razlog je nedostupnost i manja pouzdanost informacija o kvaliteti usluga teretnog prijevoznika; 2) preferira zemljopisno veće države u odnosu na relativno male jer dimenzija kvalitete usluge obuhvaća željeznice velikih brzina koje su imanentne velikim državama, i 3) države s manjom kupovnom moći favorizirane su u odnosu na države s većom kupovnom moći jer cijene prijevoznih usluga nisu usklađene s paritetom kupovne moći.

U nastavku je dan detaljniji opis pojedinih dimenzija koje tvore RPI te rang pojedinih europskih željeznica po svakoj dimenziji:

- 1) **intenzitet uporabe** – s ciljem mjerenja intenziteta uporabe BCG analizira dva pokazatelja od kojih svaki ima jednaku relativnu vrijednost od 50 posto, a to su:
- opseg putničkoga prijevoza = (broj putnika × broj prijeđenih kilometara) / broj stanovnika države
  - opseg teretnoga prijevoza = (tone prevezene robe × broj prijeđenih kilometara) / broj stanovnika države.

Na temelju podataka sa slike 3. razvidno je da najbolji uspjeh po toj dimenziji ostvaruju švicarske željeznice 3,1, dok najslabije ostvarenje imaju irske željeznice od 0,5.

Prosječna ocjena koju ostvaruju europske željeznice po toj dimenziji iznosi 1,81 (SD = 0,67). Medijan iznosi 1,8, što znači da pola europskih željeznica po toj

dimenziji ostvaruje vrijednost veću od 1,8, a pola manju. Na temelju dobivenih podataka željeznice se po toj dimenziji mogu svrstati u četiri skupine:

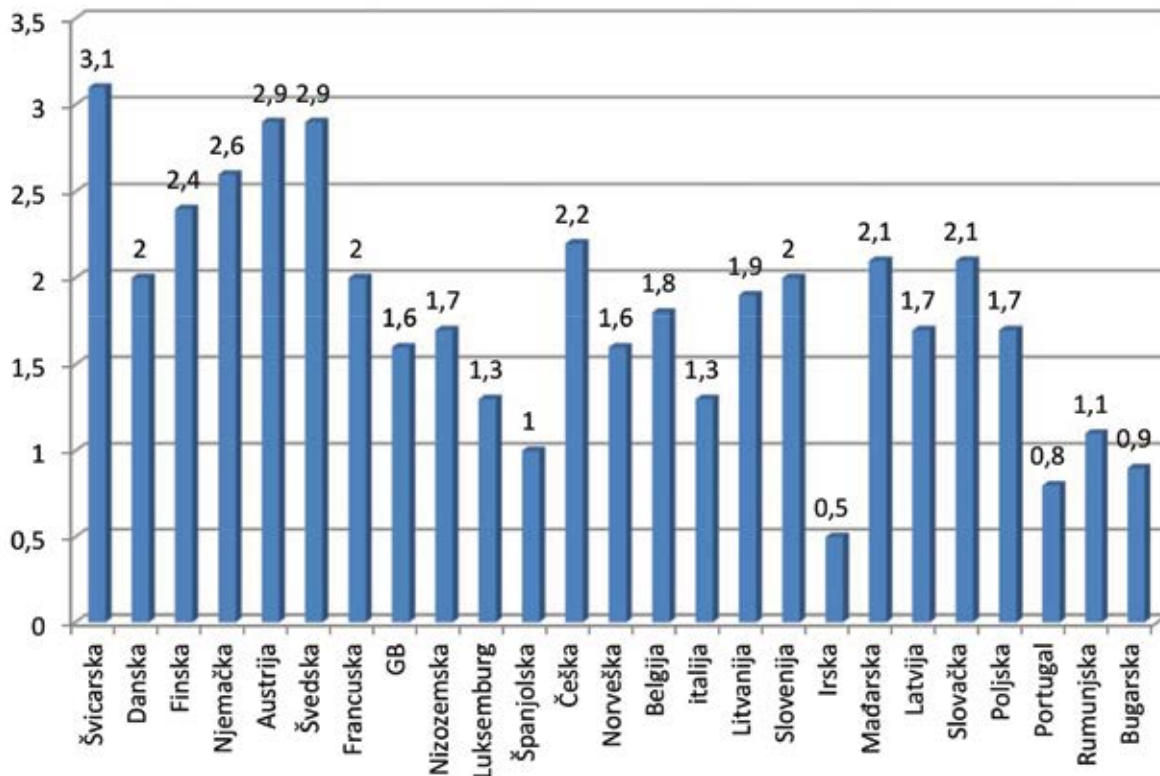
- željeznice prve skupine ili „izvršne“ one su koje ostvaruju ponderiranu ocjenu od 2,7 ili višu: švicarske, austrijske i švedske
- željeznice druge skupine ili „vrlo dobre“ one su koje ostvaruju ponderiranu ocjenu od 2,0 do 2,6: danske, finske, njemačke, francuske, češke, slovenske, mađarske i slovačke
- željeznice treće skupine ili „dobre“ one su koje ostvaruju ponderiranu ocjenu od 1,3 do 1,9: britanske, nizozemske, luksemburške, norveške, belgijske, litvanske, latvijske i poljske
- željeznice četvrte skupine ili „loše“ one su koje ostvaruju ponderiranu ocjenu manju od 1,3: španjolske, irske, portugalske, rumunjske i bugarske.

2) **kvaliteta usluge** – s ciljem mjerenja kvalitete usluge BCG analizira četiri pokazatelja od kojih svaki ima jednaku relativnu vrijednost od 25 posto, a to su:

- točnost regionalnih vlakova – postotak kašnjenja kraćih od pet minuta
- točnost daljinskih vlakova – postotak kašnjenja kraćih od 15 minuta
- postotni udio željeznica velikih brzina – udio u daljinskome prijevozu (broj putnika × broj prijeđenih kilometara)
- prosječna cijena prijevozne usluge po kilometru.

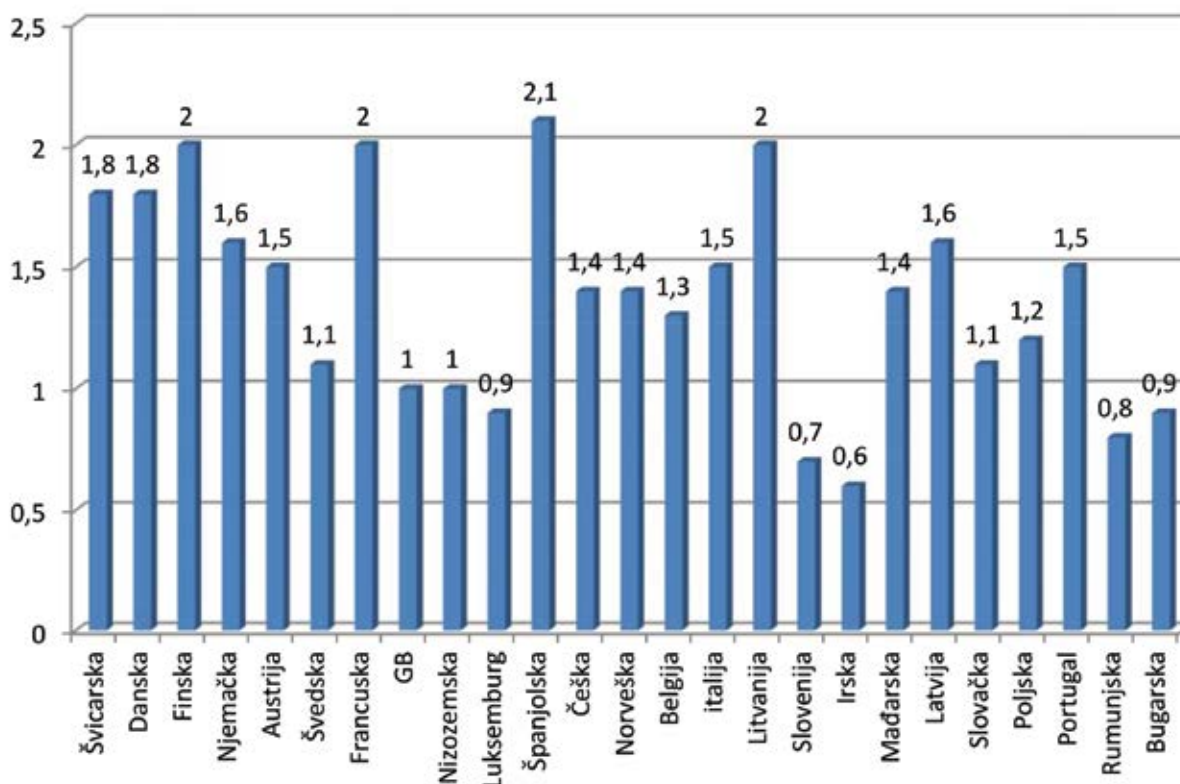
Na temelju podataka sa slike 4. razvidno je da najbolji uspjeh po toj dimenziji ostvaruju španjolske željeznice (2,1), dok su najslabije irske željeznice (0,6).

Prosječna ocjena koju ostvaruju europske željeznice po toj dimenziji iznosi 1,37 (SD = 0,43). Medijan iznosi 1,4, što znači da pola europskih željeznica po toj di-



Izvor: 13

Slika 3. Učinak europskih željeznica u dimenziji intenziteta uporabe



Izvor: 13

Slika 4. Učinak europskih željeznica u dimenziji kvaliteta usluge

menziji ostvaruje vrijednost veću od 1,4, a pola manju. Po toj dimenziji ni jedna željeznica ne ostvaruje ponderiranu ocjenu od 2,7 ili više te se ni jedna ne može svrstati u prvu skupinu ili skupinu izvrsnih. Na temelju dobivenih podataka europske željeznice se po toj dimenziji mogu svrstati u sljedeće tri skupine:

- željeznice druge skupine ili „**vrlo dobre**“ one su koje ostvaruju ponderiranu ocjenu od 2,0 do 2,6: finske, francuske, španjolske i litvanske.
- željeznice treće skupine ili „**dobre**“ one su koje ostvaruju ponderiranu ocjenu od 1,3 do 1,9: švicarske, danske, njemačke, austrijske, češke, norveške, belgijske, talijanske, mađarske, latvijske i portugalske
- željeznice četvrte skupine ili „**loše**“ one su koje ostvaruju ponderiranu ocjenu manju od 1,3: švedske, britanske, nizozemske, luksemburške, slovenske, irske, slovačke, Poljske, rumunjske i bugarske.

3) **sigurnost** – s ciljem mjerenja sigurnosti BCG analizira samo dva pokazatelja od kojih svaki ima jednaku relativnu vrijednost od 50 posto, a to su:

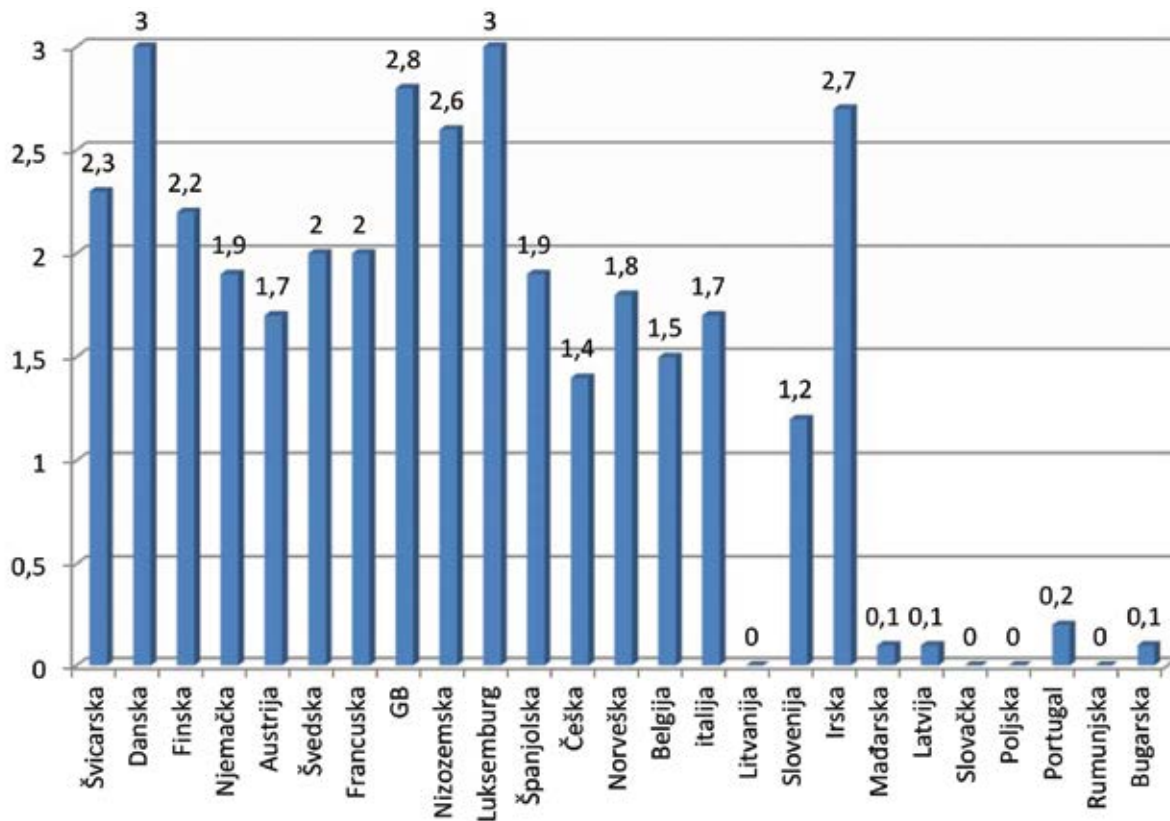
- broj nesreća po vlak-kilometru
- broj smrtno stradalih po vlak-kilometru.

Na temelju podataka sa slike 5. razvidno je da najbolji uspjeh po toj dimenziji ostvaruju danske (3,0) i luksemburške (3,0) željeznice, dok najslabije ostvarenje ima veći broj željeznica. Prosječna ocjena koju ostvaruju europske željeznice po toj dimenziji iznosi 1,45 (SD = 1,07). Velika vrijednost standardne devijacije upućuje na velike razlike u dimenziji sigurnosti među europskim željeznicama. Medijan iznosi 1,7, što znači da pola europskih željeznica po toj dimenziji ostvaruje vrijednost veću od 1,7, a pola manju. Na temelju dobivenih podataka željeznice se po toj dimenziji mogu svrstati u četiri skupine:

- željeznice prve skupine ili „**izvrsne**“ one su koje ostvaruju ponderiranu ocjenu od 2,7 ili više: danske, britanske i irske

- željeznice druge skupine ili „**vrlo dobre**“ one su koje ostvaruju ponderiranu ocjenu od 2,0 do 2,6: švicarske, finske, švedske, francuske
- željeznice treće skupine ili „**dobre**“ one su koje ostvaruju ponderiranu ocjenu od 1,3 do 1,9: njemačke, austrijske, španjolske, češke, norveške, belgijske i talijanske
- željeznice četvrte skupine ili „**loše**“ one su koje ostvaruju ponderiranu ocjenu manju od 1,3: litvanske, slovenske, mađarske, latvijske, slovačke, poljske, portugalske, rumunjske i bugarske.

Zbrojem dobivenih pojedinačnih ocjena po dimenzijama dobiva se ukupna vrijednost indeksa učinkovitosti željeznica ( $RPI_{max} = 10$ ). Ukupni indeks učinkovitosti određuje rang pojedinih željezničkih sustava. Na temelju podataka sa slike 6. razvidno je da su po indeksu učinkovitosti švicarske željeznice s vrijednošću indeksa od 7,2 na prvome mjestu, a željeznice Rumunjske i Bugarske s indeksom od 1,9 na posljednjemu mjestu.



Izvor: 13

Slika 5. Učinak europskih željeznica u dimenziji sigurnosti

Prosječni indeks učinkovitosti europskih željeznica iznosi 4,62 (SD = 1,49). Medijan iznosi 4,8, što znači da pola europskih željeznica ima vrijednost indeksa učinkovitosti veću od 4,8, a pola manju. Na temelju dobivenih vrijednosti indeksa učinkovitosti željeznice se dijele u tri razine:

- **željeznice prve razine** koje ostvaruju indeks učinkovitosti između  $6 \leq RPI \leq 10$ : švicarske, danske, finske, njemačke, austrijske, švedske, francuske
- **željeznice druge razine** koje ostvaruju indeks učinkovitosti od  $4,5 \leq RPI < 6$ : britanske, nizozemske, luksemburške, španjolske, češke, norveške, belgijske i talijanske
- **željeznice treće razine** koje ostvaruju indeks učinkovitosti manji od  $RPI < 4,5$ : litvanske, slovenske, irske, mađarske, latvijske, slovačke, poljske, portugalske, rumunjske i bugarske.

U nastavku je dan usporedni prikaz odabranih željeznica država jugoistočne Europe (cf. tablicu 1.).

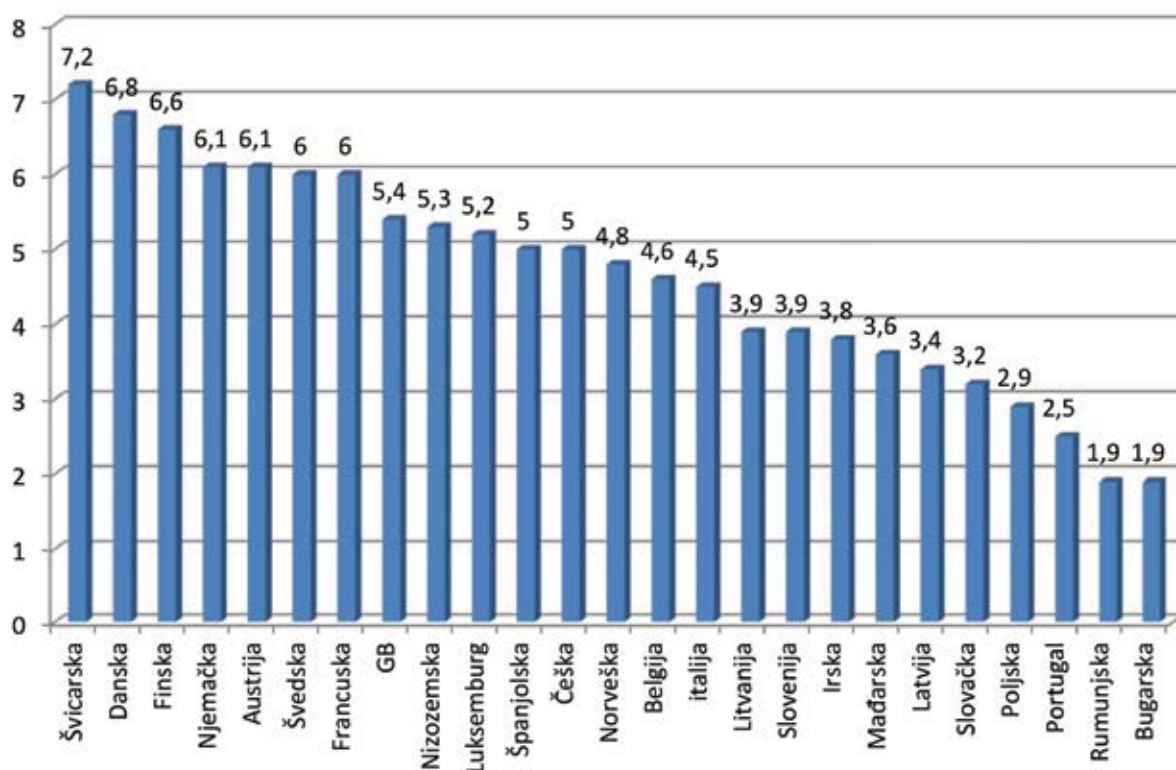
Na temelju podataka iz tablice 1. razvidna je niska razina dvokolosiječnosti pruga odabranih država jugoistočne Europe, a poznato je da samo dvokolosiječne pruge, pored velikoga kapaciteta, mogu pružiti promet odnosno prijevozne usluge visoke kvalitete. Premda se može zaključiti da je željeznička mreža u Republici Hrvatskoj i Republici Srbiji solidno razvijena, razvidna je niska razina elektrificiranosti željezničkih pruga tih dviju država.

### 3. Metodologija istraživanja

*Boston Consulting Group* je kao izvor sekundarnih podataka koristio podatke iz baze Međunarodne željezničke unije (UIC), no s obzirom na to da pojedine države ne dostavljaju sve tražene podatke, nisu mogle biti uvrštene u ovu analizu. U skladu s time za procjenu indeksa učinkovitosti željeznica država jugoistočne

Europe odlučeno je da se pođe od indeksa logističke učinkovitosti i njegova podindeksa koji se odnosi na kvalitetu prometne infrastrukture. Zašto se takav pristup čini opravdanim? Prvo, države s najvećim LPI indeksom istodobno su najkonkurentnija gospodarstva. Drugo, kvaliteta infrastrukture puno je veća u državama s visokim indeksom logističke učinkovitosti, dok je u državama s niskim indeksom logističke učinkovitosti željeznička i cestovna infrastruktura često vrlo problematične razvijenosti i kvalitete. Loša infrastruktura implicira veće transportne troškove, duge rokove isporuke, kašnjenja u isporuci i negativne ekonomske posljedice [19]. Tako je, na primjer, za otpremu 20-stopnoga kontejnera od glavne kenjijske luke Mombase do glavnoga grada Nairobija, na udaljenosti od 430 kilometara, potrebno 29,8 sati.

Za otpremu iste pošiljke na sličnoj udaljenosti u Sjevernoj Americi treba samo šest sati [20]. Treće, države s niskim lo-



Slika 6. Rang europskih željeznica po indeksu učinkovitosti

gističkim performansama odlikuje loša pravna regulativa, niska razina kvalitete usluga i nedostatne investicije. Četvrto, zamiječeno je opadanje razine kvalitete željezničkih usluga početkom devedesetih godina prošloga stoljeća. U fokusu su bili točnost, pouzdanost, brzina i cijene.

Europska komisija početkom ovoga stoljeća prepoznala je problem te izdvojila tri glavna razloga za slabljenje kvalitete usluga u željezničkom prometu: 1) nedostatna infrastruktura (uključujući nedovoljnu infrastrukturu namijenjenu

teretnome prijevozu, uzimajući američke željeznice za primjer Europi), 2) neujednačen pristup pojedinim granama prometa, posebno što se tiče internalizacije vanjskih troškova u cestovnome prometu, i 3) nedostatak intramodalne konkurencije, što je postao glavni fokus politike europskih željeznica u narednome desetljeću. Smatralo se da će forsiranje liberalizacije željezničkoga sektora rezultirati višom razinom kvalitete željezničkih usluga. Takva očekivanja bila su utemeljena na djelovanju tržišnoga mehanizma, no s obzirom na to da su re-

zultati izostali, fokus se usmjerava prema investicijama u željeznički promet, odnosno koridorski pristup (cf. sliku 7.).

Taj pristup temeljio se na dvanaestogodišnjim ulaganjima od 145 mlrd. € do 2020. (za rješavanje uskih grla u infrastrukturi 120 mlrd., 5 mlrd. za povećanje infrastrukture – duže i teže vlakove, 2 mlrd. za terminale i 18 mlrd. za primjenu ERTMS-a [jedinstvenoga europskog sustava signalizacije]).

Ta je investicija trebala rezultirati povećanjem opsega teretnoga prijevoza za oko 75 posto na promatranim koridorima. Danas na kontinentu postoji 11 željezničkih teretnih koridora. Njima se doprinosi povećanju udjela željezničkoga sektora u prijevozu robe, koji danas čini oko 19 posto ukupnoga opsega prijevoza.

U skladu s time, a da bi se procijenila visina indeksa učinkovitosti željeznica država jugoistočne Europe, najprije treba istražiti povezanost između LPI indek-

Tablica 1. Osnovne značajke odabranih željeznica država jugoistočne Europe

Država	Km pruga	Gustoća pružne mreže		Dvokolosiječne	Elektrificirano
		m/km <sup>2</sup>	m/1000 stanovnika		
Hrvatska	2722	48,08	616,39	9,30 %	36 %
Srbija	3809	49,23	518,23	7,00 %	31 %
BiH	ŽRS	417	17,00	5,89 %	73,92 %
	ŽFBiH	608,5	23,30	11,24 %	72,46 %
Crna Gora	327,72	18,02	400,64	sve jednokolosiječne	65 %
Sjeverna Makedonija	696	26,92	340,84	sve jednokolosiječne	33,6 %

Izvor: autor

sa, njegova podindeksa „infrastruktura“ i RPI indeksa. Ako se utvrdi postojanje pozitivne i jake veze, pristupit će se formiranju odgovarajućega konkluzivnog modela kojim će se analitički iskazati odnos između promatranih indeksa. Nakon toga procijenit će se ukupni indeks učinkovitosti željeznica odabranih država jugoistočne Europe te će potom željeznice pojedinih država biti svrstane u pripadajuću razinu.

**4. Podaci**

Podaci za provedbu korelacijske i regresijske analize nalaze se u tablici 2.

**5. Rezultati istraživanja i diskusija**

Na temelju podataka iz tablice 2. provedena je korelacijska analiza kako bi se utvrdilo postojanje smjera i jačine veze između odabranih varijabli (cf. tablicu 3.).



Izvor: 21

Slika 7. Međunarodni koridori opremljeni ERTMS sustavom

**Tablica 2. Vrijednosti indeksa logističke učinkovitosti, njegova podindeksa „infrastruktura“ i indeksa učinkovitosti željeznica**

Država	LPI	Infrastruktura	RPI
Švicarska	3,99	4,19	7,2
Danska	3,82	3,75	6,8
Finska	3,92	4,01	6,6
Njemačka	4,23	4,44	6,1
Austrija	4,1	4,08	6,1
Švedska	4,2	4,27	6
Francuska	3,9	4,01	6
GB	4,07	4,21	5,4
Nizozemska	4,19	4,29	5,3
Luksemburg	4,22	4,24	5,2
Španjolska	3,73	3,72	5
Češka	3,67	3,36	5
Norveška	3,73	3,95	4,9
Belgija	4,11	4,05	4,6
Italija	3,76	3,79	4,5
Litvanija	3,63	3,57	3,9
Slovenija	3,18	3,19	3,9
Irska	3,79	3,77	3,9
Mađarska	3,43	3,48	3,6
Latvija	3,33	3,24	3,4
Slovačka	3,34	3,24	3,2
Poljska	3,43	3,17	3
Portugal	3,41	3,09	2,4
Rumunjska	2,99	2,88	1,9
Bugarska	2,81	2,35	1,9

Izvor: autor

( $r = 0,96$ ;  $p < 0,01$ ) ne iznenađuje jer je infrastruktura sastavni dio indeksa logističke učinkovitosti.

Evidentno je postojanje statistički jake i pozitivne veze između indeksa logističke učinkovitosti i indeksa učinkovitosti željeznica EU-a ( $r = 0,82$ ;  $p < 0,01$ ) te infrastrukture i indeksa učinkovitosti željeznica ( $r = 0,84$ ;  $p < 0,01$ ).

U skladu s time provedena je regresijska analiza kako bi se analitički izrazio odnos između indeksa infrastrukture i indeksa učinkovitosti željeznica (cf. tablicu 4.).

Odnos između indeksa infrastrukture i indeksa učinkovitosti željeznica može se matematički izraziti na sljedeći način:  
 $RPI = -4,3012 + 2,4186 \times Infra$

Na temelju tako dobivenog modela i podataka o veličini indeksa infrastrukture odabranih država jugoistočne Europe moguće je procijeniti indeks učinkovitosti njihovih željeznica (cf. tablicu 5.).

Na temelju podataka iz tablice 5. može se zaključiti da sve željeznice odabranih država jugoistočne Europe ostvaruju indeks učinkovitosti manji od  $RPI < 4,5$ , što ih svrstava u skupinu željeznica treće razine. Željeznice Republike Hrvatske ostvaruju najveći  $RPI = 2,98$  među oda-

**Tablica 3. Korelacijska analiza**

	LPI	Infra	RPI
LPI	1		
Infra	0,968787	1	
RPI	0,824357	0,844956	1

Na temelju podataka iz tablice 3. razvidno je postojanje pozitivne i jake statističke veze između promatranih varijabli. Statistički jaka veza između indeksa logističke učinkovitosti i infrastrukture



**Tablica 4. Rezultati i tumačenje regresijske analize**

Objašnjavajuća varijabla X = infrastruktura		Ovisna varijabla Y = 71,39511		
RPI = -4,3012 + 2,4186 * Infrastruktura				
Parametar	Ocjena	Stand. pogreška ocjene	t-vrijednost	p-vrijednost
Odsječak	-4,3012	1,19030	-3,6135	0,0015
Nagib	2,4186	0,31921	7,5767	0
Koeficijent determinacije $r^2 = 0,714$ (RP %)				
Standardna greška regresije $s = (0,8176)$				
<b>Komentar:</b>				
<b>Ocjena odsječka znatna je na razini 0,05.</b>				
<b>Ocjena nagiba znatna je na razini od 0,05. Varijabla infrastruktura utječe na varijablu RPI.</b>				

Izvor: autor

po svojoj veličini spadaju u skupinu malih država i koje svojom površinom ne odudaraju znatno od površine RH (cf. tablicu 6.).

Na temelju podataka iz tablice 6. razvidno je da RH raspolaže jednom od najkraćih pružnih mreža u usporedbi s odabranim državama. Samo željeznice Danske raspolažu kraćom željezničkom mrežom. Na prugama RH ostvaruje se najmanji broj putničkih kilometara. Zanimljivo je da se na željeznicama Danske ostvaruje gotovo devet puta veći opseg prometa mjeren putničkim kilometrima nego na željeznicama RH. Da bi se omogućila kvalitetnija usporedba, izračunan je omjer putnika kao omjer M<sub>PKM</sub> i broja stanovnika države. I po tome podatku željeznice RH ostvaruju najslabiji rezultat. Naime, dok stanovnik Švicarske na godinu u prosjeku putuje 2083 km, stanovnik RH u prosjeku na godinu putuje samo 190 km ili gotovo 11 puta manje. Najveću točnost u prometu ostvaruju željeznice Danske od 97 posto. Točnost se odnosi na putničke vlakove koji stižu na vrijeme ili kasne manje od šest minuta. Podaci za švicarske željeznice odnose se na kašnjenja kraća od tri minute pa je njihova točnost u usporedbi s ostalim željeznicama malo podcijenjena. Po broju nesreća željeznice RH prednjače. S trogodišnjim prosjekom od 78,66 nesreća nalaze se na začelju po sigurnosti. Broj nesreća na prugama u RH je 11 puta veći nego na prugama

**Tablica 5. Procjena indeksa učinkovitosti odabranih država jugoistočne Europe**

Država	Indeks infrastrukture	Matematički model	RPI
Hrvatska	3,01	-4,3012 + 2,4186 × 3,01	2,98
Srbija	2,60	-4,3012 + 2,4186 × 2,60	1,99
Bosna i Hercegovina	2,42	-4,3012 + 2,4186 × 2,42	1,55
Crna Gora	2,57	-4,3012 + 2,4186 × 2,57	1,91
Sjeverna Makedonija	2,47	-4,3012 + 2,4186 × 2,47	1,67

Izvor: autor

branim državama, čime su u rangu poljskih željeznica (RPI = 3,0), a ispred željeznica Portugala, Rumunjske i Bugarske. Željeznice Republike Srbije i željeznice Crne Gore po RPI indeksu su ispred željeznica Rumunjske i Bugarske, dok su

željeznice Sjeverne Makedonije i Bosne i Hercegovine na europskome začelju.

U cilju dodatnoga rasvjetljavanja mjesta željeznica RH u nastavku je provedena usporedba sa željeznicama država koje

**Tablica 6. Usporedna analiza željeznica Republike Hrvatske sa željeznicama odabranih europskih država**

Država	Belgija	Nizozemska	Švicarska	Danska	Austrija	Hrvatska
<b>Demografski podaci</b>						
Površina (km <sup>2</sup> )	30689	41543	41285	42933	83879	56594
Stanovništvo	11549888	17407585	9606033	5822763	8901064	3854000
GDP/p.c. (€)	35900	41870	59970	49180	38250	17486
<b>Željeznica</b>						
Pružna mreža (km)	3607	3058	5304	2539	4917	2722
M <sub>PKM</sub>	10025	17095	20010	6332	12579	734
Putnici (omjer)	0,868	0,982	2,083	1,087	1,413	0,190
Prihodi €	8	Na	Na	19	16	Na
Točnost (%)	88	92,25	90,15	97	96,75	Na
Nesreće (trogodišnji prosjek)	28,6	28,3	42,3	7	48,6	78,66
Omjer nesreća (%)	0,285	0,165	0,211	0,111	0,386	10,716
	(350,52)	(604,06)	(473,05)	(904,57)	(258,83)	(9,33)

Izvor: autor

Danske, a 1,62 puta veći nego na pruga- ma Austrije. Omjer nesreća pokazuje po- stotak nesreća koje se dogode na jedan Mpkm. U zagradama nalaze se podaci o broju prijedanih kilometara potrebnom da bi se dogodila jedna nesreća. Na pri- mjer, da bi se dogodila jedna nesreća na željeznicama RH, potrebno je prijeći 9,33 mil. pk. dok je na prugama Danske po- trebno prijeći 904,57 mil. pk. I po tome kriteriju sigurnosti željeznice RH nalaze se na začelju.

## 6. Zaključak

*Boston Constalting Group* (BCG) je za potrebe mjerenja učinkovitosti europskih željezničkih sustava razvila indeks učin- kovitosti željeznica (RPI). Maksimalna vri- jednost indeksa iznosi 10 bodova. Indeks je kompozitni pojam i sastoji se od triju dimenzija: 1) intenzitet uporabe, 2) kva- liteta usluge i 3) sigurnost. Najbolje su ocijenjene željeznice Švicarske s vrijed- nosti indeksa od 7,2. Slijede ih željeznice

Danske (RPI = 6,8) i Finske (RPI = 6,6), dok su na začelju željeznice Rumunjske i Bugarske s indeksom od samo RPI = 1,9. Od željeznica država jugoistočne Europe jedino su slovenske željeznice bile obu- hvaćene tim izvješćima i s indeksom RPI = 3,9 spadaju u skupinu željeznica treće razine. Prosječni indeks učinkovitosti eu- ropkih željeznica iznosi 4,62, što znači da bi se općenito europske željeznice moglo svrstati u skupinu željeznica dru- ge razine.

Glavni nalaz ovoga rada upućuje na is- podprosječnu razinu učinkovitosti že- ljeznica država jugoistočne Europe u europskome željezničkom prostoru. Že- ljeznice RH ostvaruju najveći procijenje- ni indeks učinkovitosti RPI = 2,98 među odabranim željeznicama država jugoi- stočne Europe. Po indeksu učinkovitosti željeznice Republike Hrvatske nalaze se u rangu željeznica Poljske, a ispred želje- znica Portugala, Rumunjske i Bugarske. Željeznice država Sjeverne Makedonije

i Bosne i Hercegovine po procijenjeno- me indeksu učinkovitosti nalaze se na europskome začelju. Željeznice država jugoistočne Europe po indeksu učin- kovitosti željeznica spadaju u skupinu eu- ropkih željeznica treće razine. Rezultati istraživanja upućuju na pozitivnu i jaku povezanost između indeksa učinkovitosti europskih željeznica i indeksa razvijeno- sti transportne infrastrukture, što dovo- di do zaključka da su s ciljem dostizanja prosječne učinkovitosti željeznica europskih država neophodna znatna investicijska ulaganja u modernizaciju i izgradnju nove željezničke infrastrukture.

Moderna željeznička infrastruktura na- meće se kao temeljni čimbenik povećanja konkurentnosti željeznica država jugoi- stočne Europe u ukupnome europskom logističkom prostoru te su zato rezultati istraživanja namijenjeni nositeljima uku- pnoga prometnog razvoja te menadžer- ima u željezničkome prometu na svim razinama upravljanja.

## LITERATURA:

- [1] Pupavac, D. (2017). Prometna ponuda i prometna potražnja, Veleučilište u Rijeci, Rijeka.
- [2] BBC (2014) Rail regulator to investigate rail work delay chaos, dostupno na: <http://www.bbc.co.uk/news/uk-englandlondon-30607689> (pristup 14/04/2023.).
- [3] Telegraph (2013) British trains among best in Europe, dostupno na: <http://www.telegraph.co.uk/news/uknews/roadand-rail-transport/10528441/British-trains-among-best-in-Europe.html> (pristup: 15/04/2023.).
- [4] Rail Technology Magazine (2015) Thousands claim for refunds after Clapham Junction chaos, dostupno na: <http://www.railtechnologymagazine.com/Inbox/thousands-claim-for-refunds-after-clapham-junction-chaos/105529> (pristup: 14/04/2023.).
- [5] The Guardian (2014) The 10 most crowded trains in the UK, dostupno na: <http://www.theguardian.com/uknews/2014/sep/10/10-most-crowded-uk-trains> (pristup: 14/04/2023.).
- [6] DW (2022). Željeznice bez voznog reda, dostupno na: <https://www.dw.com/hr/%C5%BEeljeznice-bez-voznog-reda/a-62787492>, (pristup: 12/04/2023.).
- [7] <https://www.sabor.hr/hr/press/pripocpenja/nakon-30-godina-zanemarivanja-krajnje-vrije-> me-za-ozbiljne-investicije-u-hrvatsku, pristup: 11/04/2023.).
- [8] Fraszczyk, A., Lamb, T., Milanov, M. (2016). Are railways really that bad? An evaluation of rail systems performance in Europe with a focus on passenger rail, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Elsevier, vol. 94(C), pp. 573–591.
- [9] Pupavac, D., Zelenika, R. (2004). Upravljanje ljudskim potencijalima u prometu, Veleučilište u Rijeci, Rijeka.
- [10] Goodall, R., et. al. (2020). Railways Discovering Mechatronics and Monitoring – An Overview, *IFAC Papers OnLine* 53–2 pp. 8488–8493, dostupno na: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com), pristup: 11.02.2023.
- [11] Duranton, S., Audier, A., Hazan, J. The 2012 european railway performance index : Understanding what drives performance. Technical report, Boston Consulting Group, 11 2012.
- [12] Duranton, S., Audier, A., Hazan, J., Gauche, V. The 2015 european railway performance index : Exploring the link between performance and public cost. Technical report, Boston Consulting Group, 05 2015.
- [13] Duranton, S., Audier, A., Hazan, J., Langhorn, M.P., Gauche, V. The 2017 european railway performance index. Technical report, Boston Consulting Group, 04 2017.
- [14] <https://www.consilium.europa.eu/hr/policies/single-eu-railway-area>.
- [15] [https://www.railjournal.com/in\\_depth/railway-performance-index-shines-a-light-on-investment-policies/](https://www.railjournal.com/in_depth/railway-performance-index-shines-a-light-on-investment-policies/).
- [16] <https://www.ibef.org/industry/indian-railways>
- [17] <https://www.reuters.com/world/europe/france-plans-invest-100-billion-euros-rail-infrastructure-by-2040-2023-02-24/>.
- [18] Certo, S., Certo, T. (2010). *Moderni menadžment*, 10. Izdanje, Mate, Zagreb.
- [19] Rodrigue, J.P., Comtois, C., Slack, B. (2017). *The Geography of Transport Systems*. 4th Edition, Routledge, New York.
- [20] CPCS Transcom (2010) Analytical Comparative Transport Costs Study Along the Northern Corridor Region
- [21] Europska komisija
- [22] <https://ipi.worldbank.org>
- [23] EU Open Data Portal, 2018.
- [24] Eurostat, 2020.
- [25] UIC, 2020.
- [26] SLJH, različita godišta.

**SAŽETAK****PROCJENA INDEKSA UČINKOVITOSTI ŽELJEZNICA DRŽAVA JUGOISTOČNE EUROPE**

Temeljni cilj ovoga rada jest procijeniti indeks učinkovitosti željeznica država jugoistočne Europe koje nisu obuhvaćene izvješćima Boston Consulting Groupa (BCG) o učinkovitosti 25 europskih željeznica iz 2012., 2015. i 2017. godine. Svrha rada jest omogućiti usporedbu učinkovitosti željeznica država jugoistočne Europe i europskih željeznica obuhvaćenih izvješćima BCG-a. Rezultati istraživanja temelje se na sekundarnim izvorima podataka, metodama deskriptivne statistike te statističkim metodama korelacijske i regresijske analize. Glavni nalaz ovoga rada upućuje na ispodprosječnu razinu učinkovitosti željeznica jugoistočne Europe te nužnost znatnih investicijskih ulaganja u modernizaciju i izgradnju nove željezničke infrastrukture s ciljem dostizanja razine učinkovitosti željeznica razvijenih europskih država.

**Ključne riječi:** indeks učinkovitosti željeznica, države jugoistočne Europe, željeznička infrastruktura

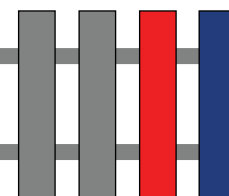
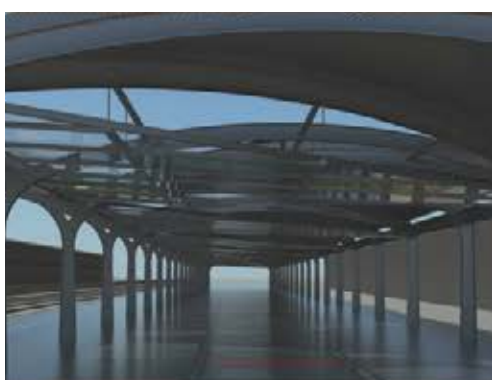
**Kategorizacija:** stručni rad

**SUMMARY****ESTIMATION OF THE RAILWAY PERFORMANCE INDEX OF SOUTHEAST EUROPEAN COUNTRIES**

The main goal of this paper is to evaluate the efficiency index of the railways of South-Eastern European countries that are not included in the Boston Consulting Group (BCG) reports on the efficiency of 25 European railways from 2012, 2015 and 2017. The purpose of the paper is to enable a comparison of the efficiency of the railways of Southeast Europe and European railways included in the BCG reports. The results of the research are based on secondary data sources, methods of descriptive statistics and statistical methods of correlation and regression analysis. The main finding of this paper points to the below-average level of efficiency of railways in Southeast Europe and the necessity of significant investments in the modernization and construction of new railway infrastructure with the aim of reaching the efficiency of the railways of developed European countries.

**Key words:** railway performance index, southeast European countries, railway infrastructure

**Categorization:** professional paper



**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: 29 00  
 e-mail: [zpd@zpd.hr](mailto:zpd@zpd.hr)  
[www.zpd.hr](http://www.zpd.hr)