

ALEKSANDAR BLAGOJEVIĆ*, GORDAN STOJIC**, MLADEN KURAVICA***, SANJA SIMIĆ****, ŽIVOTA ĐORĐEVIĆ*****

DEFINISANJE I VREDNOVANJE KRITERIJUMA ZA OCJENU EFIKASNOSTI ŽELJEZNIČKIH OPERATERA¹

DEFINING AND ASSESSMENT OF CRITERIA FOR THE EVALUATION OF EFFICIENCY AND EFFECTIVENESS OF RAILWAY UNDERTAKING

Datum prijema rada: 1.12.2017. god.
UDK: 656.1/.2(082)(0.034.4)

REZIME

Osnovni cilj evropske politike željezničkog transporta je osnivanje jedinstvenog željezničkog prostora. Otvaranjem željezničkog sektora tržišnoj konkurenciji željeznički operateri primorani su da se ponašaju kao i sva druga savremena preduzeća na drugim tržištima i u drugim industrijama, što znači da moraju konstantno razvijati i održavati konkurentske prednosti, odnosno da budu bolja od drugih. U današnjim konkurentski vrlo intenzivnim uslovima to je i najteže postići. Pred željezničkim operaterima je postavljen izazov koji podrazumijeva pronalaženje optimalnih rješenja da posluju efikasno i efektivno, da bi na transportnom tržištu ne samo opstali već i da razviju i održavaju svoje konkurentske prednosti. Širok je spektar kriterijuma koji mogu biti proučavani kada je u pitanju efikasnost željezničkih operatera. Cilj ovog istraživanja je da se definišu i vrednuju kriterijumi koji utiču na efikasnost željezničkih operatera i povećanje njihove konkurentske sposobnosti. **Ključne riječi:** željeznički operater, efikasnost, kriterijum, fazi AHP

SUMMARY

The main objective of the European policy of rail transport is the development of a single railway area. The opening of railway sector to market competition impose that railway undertakings behave like any other modern enterprises in other markets and in other industries. It means, they must constantly develop and maintain competitive advantages, and be better than others. In today's very intense competition conditions this is the most difficult to achieve. The railway undertakings are challenged to find optimal solutions to operate efficiently and effectively, in order not only to survive on the transport market, but also to develop and maintain a competitive advantage. A wide range of criteria can be studied when it comes to the efficiency of railway undertakings. The aim of this study is to define and evaluate the criteria that influence the efficiency of railway undertakings and increasing of their competitive ability and to propose a model for the evaluation of the effectiveness and efficiency of railway undertakings in order to increase the competitive ability.

Key words: Railway undertaking, efficiency, criteria, fuzzy AHP

* Dr Aleksandar Blagojević, dipl. inž. saob, Visoka škola za primijenjene i pravne nauke „Prometej“, Banja Luka, Knjaza Miloša 10a, aleksandar.blagojevic23@gmail.com

** Prof. dr Gordan Stojić, dipl. inž. saob, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, gordan_st@yahoo.com

*** Mladen Kuravica, Željeznice Republike Srpske, Doboj, Svetog Save 71, kuravicam@gmail.com

**** Sanja Simić, Saobraćajni fakultet, Doboj, Vojvode Mišića 52, sanja_88_simic@yahoo.com

***** Dr Života Đorđević, dipl. inž. maš, Železnice Srbije, Beograd, Nemanjina 6, zivota.djordjevic@srbrail.rs

¹ Ovaj rad je u skraćenoj verziji prezentovan na VI međunarodnom simpozijumu Novi Horizonti saobraćaja i komunikacija 2017. koji je održan 17. i 18. novembra 2017. godine na Saobraćajnom fakultetu u Doboju Univerziteta u Istočnom Sarajevu.

1. UVOD

Danas, savremeno poslovanje prvenstveno podrazumijeva izrazito zahtjevnu tržišnu borbu, bez obzira na to da li se radi o proizvodnji ili pružanju transportnih usluga. Oštra konkurencija zahtijeva da organizovanost kompanija postane centralna determinanta poslovanja, a aktivnosti koje se sprovode budu potpuno usklađene i finansijski isplative kako za nosioca, tako i korisnika usluga. U cilju opstanka na tržištu, kompanije nastoje da pronađu optimalan odnos između uložених resursa i ostvarenih ciljeva.

Željeznički sistem u Evropi nalazi se u ciklusu velikih promjena. Promjene se događaju u svim dijelovima saobraćajnog sistema, a najveći je u željezničkom sektoru i to na području organizacije preduzeća i položaja željeznice u saobraćajnom sistemu država. Imajući u vidu da je većina željezničkih uprava bila organizovana na nacionalnom nivou, a da su pri tome imali monopolski položaj na nacionalnom željezničkom tržištu, kao logično rješenje nametnulo se uvođenje jedinstvenog željezničkog tržišta i konkurencije na njemu. Evropska unija želi efikasniju željeznicu, koja nije sputana granicama država i koja će poslovati po principima tržišne ekonomije. Otvaranjem željezničkog sektora tržišnoj konkurenciji, željeznički operateri primorani su da se ponašaju kao i sva druga savremena preduzeća na drugim tržištima i u drugim industrijama, što znači da moraju konstantno razvijati i održavati konkurentne prednosti, odnosno da budu bolji od drugih. U današnjim konkurentski vrlo intenzivnim uslovima to je i najteže postići. Pred željezničkim operaterima je postavljen izazov koji podrazumijeva pronalaženje optimalnih rješenja da posluju efikasno i efektivno, da bi na transportnom tržištu ne samo opstali, već i da razviju i održavaju svoje konkurentne prednosti. Da bi se ocijenilo pravilno izvođenje operacija u prevozu putnika i robe željeznicom, odnosno efikasnost željezničkih operacija, neophodno je definisati i odrediti odgovarajuće indikatore. Imajući u vidu da efektivnost u željezničkom saobraćaju čini broj usluga u ponudi i sadržaji usluga koje su realizovane, neophodno je da se odrede kriterijumi koji mogu da definišu efikasnost.

Donošenje odluke o izboru kriterijuma za ocjenu efikasnosti i efektivnosti željezničkih operatera je veoma složen proces i spada u domen strateških odluka. Donošenje ove odluke je u funkciji upravljanja željezničkim operaterom i kao takva, ova aktivnost je složena, kreativna i permanentna. Da bi donijeli odluku o izboru kriterijuma za ocjenu efikasnosti i efektivnosti željezničkih operatera, neophodno je vrednovanje predloženih varijantnih rješenja različitih kriterijuma. Kako ih vrednovati ključno je pitanje kod opredjeljenja metode. Širok je spektar kriterijuma koji mogu biti proučavani kada je u pitanju efikasnost i efektivnost željezničkih operatera. U većini slučajeva postoji više kriterijuma koji su vrlo često međusobno konfliktni. Za izbor najbolje metode vrednovanja ili odlučivanja kod izbora kriterijuma dosadašnja iskustva i literatura iz ove oblasti ukazuju da problem treba rješavati metodama višekriterijumskog odlučivanja. U ovom radu je eksperimentisano sa jednom od najpopularnijih metoda za donošenje odluka danas – Fazi analitičko-hijerarhijski proces (FAHP).

2. FAZI ANALITIČKO-HIJERARHIJSKI PROCES (FAHP)

Metoda Analitičko-hijerarhijski proces (AHP) koju je razvio Tomas Saaty je vrlo raširena, u upotrebi je već preko 25 godina i razvijen je veći broj softvera za njenu podršku u primjeni. Ova metoda predstavlja alat u analizi odlučivanja, kreiran da pruži pomoć donosiocima odluke u rješavanju kompleksnih problema odlučivanja u kojima učestvuje veći broj donosilaca odluke, veći broj kriterijuma i u višestrukim vremenskim periodima. Detaljna objašnjenja ove metode su data u mnogim literaturama koja tretiraju teoriju odlučivanja. U tom smislu u radu se prikazuje novi pristup metode AHP primjenom intervalnih fuzzy brojeva i primjena modifikovane metode fuzzy AHP u definisanju i vrednovanju kriterijuma koji utiču na ocjenu efikasnosti i efektivnosti željezničkih operatera.

Različite metode za prevođenje prethodno pomenute AHP metode u njen fazi oblik date su u literaturi (Bottani, 2005; Mikhailov, 2002). Dalje, u radu (Van Laarhoven i Pedrcyz, 1983) predlaže se prva studija koja uvodi principe fazi logike u AHP metod, u kojoj se koriste trouglasti fazi brojevi. Istovremeno, istraživanje iz Buckley (1985) inicira

da se trapezoidnim fazi brojevima izražavaju procjene donosilaca odluka dok su autori studije (Boender i sar. 1989) predstavili modifikaciju fazi višekriterijumske metode koja je predložena u radu Chang (1996). U istraživanju iz rada (Chang, 1996) težine kriterijuma se izračunavaju kao minimizacija logaritamske regresione funkcije. Na taj način, težine alternativa se računaju po svakom kriterijumu ponaosob, dok se agregacijom izračunatih težina može odrediti fazi konačan rezultat alternativa. Studija (Cebi i Bayraktar, 2003) predstavlja jedan novi pristup za rješavanje fazi AHP (FAHP) koji koristi trouglaste fazi brojeve. Ovaj pristup nazvan je prošireni analitički metod koji se može sumirati na sljedeći način: definisati funkciju pripadnosti za svaki atribut i pod-atribut, zatim izračunati njihov stepen pripadnosti i na kraju primijeniti fazi AHP za agregaciju težina. Takođe, Vesković S., i dr. (2015) primjenjuju FAHP za vrednovanje kriterijuma obaveza javnog prevoza.

Fazi skupovi generalno koriste trouglaste, trapezoidne i Gausove fazi brojeve, koji konvertuju neizvjesne brojeve u fazi brojeve. Korišćenje komplikovanijih fazi brojeva, kao što su trapezoidni ili Gausovi, omogućava precizniji opis problema odlučivanja. Međutim, trouglasti fazi brojevi se takođe dosta primjenjuju i to naročito u sljedećim okolnostima:

- kada postoji veća kompleksnost izračunavanja kao posljedica složenosti funkcija,
- kada se pojednostavljaju fazi matematičke operacije usljed korišćenja trouglastih fazi brojeva,
- kada se teže definišu funkcije pripadnosti kao posljedica složenosti fazi brojeva i
- kada trouglasti fazi brojevi efikasno reprezentuju procjene koje su donijete od strane većeg broja donosilaca odluka.

Za rješavanje problema definisanja i vrednovanja kriterijuma za ocjenu efikasnosti i efektivnosti željezničkih operatera u ovom radu korišćeni su trouglasti fazi brojevi (Chang, 1996).

3. KRITERIJUMI ZA OCJENU EFIKASNOSTI I EFEKTIVNOSTI ŽELJEZNIČKIH OPERATERA ZA TRANSPORT PUTNIKA

U svrhu definisanja i vrednovanje kriterijuma izvršeno je istraživanje najčešće korišćenih kriterijuma za efikasnost i efektivnost željezničkih

preduzeća iz dostupne literature. Na osnovu sprovedenog istraživanja zaključeno je da se koristi veći broj kriterijuma. Grupisanje kriterijuma u željezničkom sistemu se može izvršiti na različite načine. Sa aspekta nivoa mjerenja moguće je definisati kriterijume na strateškom, taktičkom i operativnom nivou. Željeznički sistemi predstavljaju kompleksne sisteme sa brojnim, međusobno uslovljenim podsistemima, procesima i aktivnostima. Svaki podsistem, proces ili aktivnost karakterišu određeni kriterijumi. Na osnovu literature i određenih saznanja definisani su sljedeći kriterijumi za operatere za transport putnika koji su prikazani u tabeli 1, a po sličnom principu se mogu definisati i kriterijumi za operatere za transport robe.

Detaljna obrazloženja, suština i značenje svih grupa kriterijuma dati su u nastavku rada. Svi kriterijumu su sa linearnom preferencijom i ocjenjuju se prema lingvističkoj skali značaja date u tabeli 2.

3.1. Kriterijumi grupe resursa (kapaciteta)

Prva grupa kriterijuma je razmatrana na osnovu dužine mreže, ukupnog broja zaposlenih i raspoloživog broja vozni sredstava željezničkih operatera. Efikasnost i efektivnost koju željeznički operateri postižu obavljajući svoju djelatnost, zavisi od rezultata rada koji su postignuti korišćenjem resursa (kapaciteta). Postoji potreba da se zna stanje resursa i u kojoj mjeri su resursi korišćeni. Kriterijum dužina mreže se odnosi na karakteristike mreže i uveliko utiče na efikasnost željezničkog operatera, odnosno za operatere je bitno da željeznička mreže bude razgranata i dobro povezana, a osim toga bitno je da je dobro povezana i sa međunarodnim linijama. Raspoloživi broj vozni sredstava je jedan od ključnih kriterijuma konkurentnosti željezničkih operatera na otvorenom transportnom tržištu. Osnovna sredstva željezničkih operatera koja imaju funkciju sredstava rada u procesu proizvodnje transportnih usluga su vozna sredstva. Vozna sredstva obuhvataju vučna sredstva, odnosno lokomotive i druga sredstva sa sopstvenim pogonom i vučena sredstva, odnosno sve vrste kola za transport putnika. Za željezničkog operatera od posebnog je značaja postići optimalan kapacitet koji podrazumijeva takvo korišćenje vozni sredstava

Tabela 1. Kriterijumi za ocjenu efikasnosti i efektivnosti željezničkog operatera za transport putnika

Grupa	Kriterijumi
Kriterijumi resursa (kapaciteta)	Dužina mreže Raspoloživi broj voznih sredstava Broj zaposlenih
Operativni kriterijumi	Komercijalna brzina vozova za prevoz putnika Broj prevezenih putnika Putnički kilometri Vozni kilometri Realizacija reda vožnje – broj otkazanih vozova
Finansijski kriterijumi	Ukupan prihod Dobit po zaposlenom Troškovi električne energije Troškovi goriva Troškovi naknada za korišćenje željezničke infrastrukture
Kriterijumi kvaliteta usluga	Raspoloživost usluge Pogodnost - sposobnost ponuđenih usluga Stabilnost usluga Pouzdanost usluga
Kriterijumi bezbjednosti	Broj ozbiljnih nesreća po voznom kilometru Broj nesreća po voznom kilometru Broj incidenata po voznom kilometru

kojim će se postići relativno najpovoljniji odnos između trošenja njihovih upotrebnih svojstava, s jedne, i njihovog proizvodnog učinka, s druge strane. Liberalizacijom tržišta dolazi do sve jače konkurencije između operatera kako po obimu tako i po kvalitetu transportne usluge pa je veoma važno raspolagati sa savremenim voznim sredstvima. Broj zaposlenih jedan je od najosjetljivijih segmenata procesa restrukturiranja željezničkog sektora. Sistemi željezničkih preduzeća opterećeni su znatnim viškom broja zaposlenih koji je sve više izražen zbog negativnog trenda željezničkog saobraćaja, dok se s druge strane javlja deficit radne snage koja posjeduje znanja i iskustva potrebna za zadovoljavanje novih zahtjeva tržišta. Broj zaposlenih je važna komponenta efikasnog poslovanja željezničkih operatera jer u današnje vrijeme osnovu postizanja konkurentskih prednosti čine niski troškovi. Fiksni i operativni troškovi poslovanja pod sve većim su pritiskom i uglavnom bilježe trendove rasta. Željeznički operateri su po svojoj prirodi radno intenzivno industrija, što znači da jedan od glavnih pokretača troškova predstavlja trošak zaposlenih. Navedena tvrdnja poprima još veću težinu, ako se uzme u obzir činjenica da gotovo sve tranzicijske države, odnosno sistemi njihovih željeznica, imaju vrlo nepovoljnu produktivnost broja zaposlenih.

3.2. Kriterijumi operativne grupe

Druga grupa kriterijuma je razmatrana na osnovu komercijalne brzine vozova za prevoz putnika, broja prevezenih putnika, realizovanih putničkih i voznih kilometara, ali i realizacije reda vožnje-broj otkazanih vozova. Komercijalna brzina se može posmatrati kao operativni i kao kriterijum kvaliteta usluge. Efikasnost i efektivnost željezničkih operatera indirektno zavise od komercijalne brzine i vremena zadržavanja u željezničkim stanicama. Ako se uzme u obzir da organizacione mjere ne mogu značajno uticati na brzinu i vrijeme puta u toku obrta kola, može se zaključiti da, prema tom kriterijumu, odvijanje željezničkog saobraćaja zavisi od vremena zadržavanja, odnosno kriterijuma koji mogu biti pod uticajem organizacionih mjera. Drugim riječima, manje vrijeme zadržavanja, znači manji obrt kola i efikasniji transport. U uslovima daljeg razvoja željezničkog saobraćaja i uslovima sve većih zahtjeva koje privreda i stanovništvo postavljaju u pogledu brzine putovanja, odnosno transporta putnika, brzina saobraćajnih sredstava igraće sve značajniju ulogu u odlučivanju korisnika transporta pri izboru saobraćajnog puta. Zato će brzina transporta svakako biti jedan od najvažnijih faktora, koji se mora imati u vidu kada se vrše uporedne analize efikasnosti željezničkih operatera. Kriterijumi proizvodnog zadatka, transporta putnika, kao osnovne

djelatnosti željezničkog operatera, izražavaju se kroz broj prevezenih putnika. Željeznički operater transportom putnika ubire određene prihode preko kriterijuma koji daju mogućnost sagledavanja količine izvršenog rada. U transportu putnika to su putnički kilometri (proizvod broja prevezenih putnika i daljine prevoza). Željeznički operater izvršavajući transport izvršava određeni rad u putničkim kilometrima, što se smatra ostvarenom transportnom uslugom za koje se naplaćuje cijena za putnički kilometar. U kvantitativne kriterijume spadaju: broj otpremljenih i prispjelih putnika, kao i broj putnika koji tranzitiraju posmatranu prugu ili područje, ostvareni, odnosno planirani, putnički kilometri. Za svaku stanicu utvrđuje se broj otpremljenih putnika na osnovu računa o prodatim voznim kartama ili potrebnim službenim kartama. Broj prispjelih putnika posebno se ne evidentira, nego se obično uzima uslovno da je jednak broju otpremljenih putnika. *Putnički kilometri* određuju se po formuli: $\sum AL = \sum_{i=1}^m (\sum_{j=1}^n A_j l_j)_i$, gdje je $j=1,2,\dots,n$ - broj različitih struktura putnika sa veličinom toka „ A_j ” prema dužinama relacija njihovog putovanja „ l_j ” na posmatranom pravcu, odnosno dionici „ j ”. *Vozni kilometri* karakterišu rad lokomotiva i kola (elektro ili dizel motornih garnitura) na jednoj mreži ili po pojedinim prugama i određuju se na sljedeći način: $\sum NL = \sum_{i=1}^m (\sum_{j=1}^n N_j l_j)_i$, gdje je: „ N_j ” - broj putničkih vozova na posmatranoj relaciji „ j ”, dužine „ l_j ” kilometara, na pruži, dionici ili željezničkom transportnom preduzeću. Analogno se mogu odrediti *kolski kilometri* putničkih vozova ako se u prethodnom obrascu umjesto $\sum_{j=1}^n N_j l_j$ uzme $\sum_{j=1}^n N_j l_j m_j$, gdje je „ m_j ” srednji broj kola u sastavu voza na relaciji „ j ”. Realizacija reda vožnje (broj, odnosno procenat otkazanih vozova) označava odvijanje prevoza po tačno predviđenom redu vožnje. Organizacija saobraćaja predviđena redom vožnje uslovljena je u transportu putnika da zadovolji potrebe putnika te su polasci i dolasci vozova opredjeljeni ovim ciljevima. Održavanje reda vožnje posebno je važno u međunarodnom i međugradskom saobraćaju jer se na te prevoze nadovezuju brojne priključne veze istih i drugih saobraćajnih sredstava. Broj otkazanih vozova u velikoj mjeri utiče na efikasnost željezničkog saobraćaja i opredjeljenje putnika za izbor i vrstu transportne usluge.

3.3. Kriterijumi finansijske grupe

Treća grupa kriterijuma je razmatrana na osnovu ukupnog prihoda, dobiti po zaposlenom, troškovima električne energije, troškovima goriva i troškovima naknada za korišćenje željezničke infrastrukture. Prihod željezničkog operatera se ostvaruje prodajom proizvoda i usluga. Osnovna djelatnost željezničkog operatera je transport putnika i transport robe, a prihodi iz ove djelatnosti utvrđuju se kao transportni prihodi. U tom smislu, prihod predstavlja pouzdan kriterijum efikasnosti, ali i preduslov opstanka preduzeća. Ukoliko ne ostvari prihod, preduzeće ne može da opstane na tržištu. Otuda i obaveza željezničkih operatera da dobro spoznaju funkciju tražnje za njihovim uslugom, jer na taj način mogu da procjenjuju kojem nivou prihoda treba da teže odnosno da ga ostvare. Ukupan prihod preduzeća se realizuje kao proizvod transportne usluge i cijene usluge. Za transportnu uslugu, kao specifičan proizvod, odnos utrošenih proizvodnih faktora (troškova proizvodnje, usluge) i ostvarenih prihoda je utoliko značajniji jer se istovremeno sa proizvodnjom ostvaruje i njena konačna potrošnja, realizuju efekti ulaganja u proces transporta i ostvaruju proizvodni ciljevi (finansijski rezultat poslovanja željezničkog operatera). Transportni troškovi se definišu kao vrijednost činilaca utrošenih u procesu proizvodnje transportnih usluga, odnosno u procesu transporta putnika. U tom smislu, prema ekonomskoj suštini procesa proizvodnje transportnih usluga, osnovna struktura transportnih troškova obuhvata troškove predmeta rada koji su vrlo heterogena grupa ulaganja u proces transporta, a čine ih troškovi električne energije i troškovi goriva. Visina ovih troškova za određeni obim proizvodnje i tehnološki proces rada, uslovljena je objektivno normiranim utrošcima prema količini, strukturi i vrijednosti u određenom realnom vremenu i u velikoj mjeri utiče na ocjenu efikasnosti i efektivnosti operatera. Troškovima naknada za korišćenje željezničke infrastrukture se direktno utiče na stanje na transportnom tržištu. Novouvedene naknade utiču na mjesto i ulogu domaćeg/domaćih operatera na tržištu. U zavisnosti od stanja u kome se nalazi domaći operater (stanje tehničkih sredstava, tehnologije, organizacije, komercijalnog sektora i dr.) zavisice i njegov opstanak. Kada je domaći operater/operateri u stanju da pruži odgovarajući nivo kvaliteta transportne usluge,

visokim naknadama se destimuliše konkurencija na željezničkom tržištu. Ukoliko su naknade visoke neće postojati interes privatnog sektora za uvođenje novih operatera. Takođe ni strani operateri neće dolaziti u države i na željeznice gdje su ove naknade visoke. Sa druge strane, niske naknade povećavaju broj operatera i na slobodnom tržištu pobjeđuju bolje opremljeni, sposobniji, konkurentniji prevoznici. Ovo posebno važi za zemlje u tranziciji i zemlje u kojima su tek uvedene naknade. U zemljama i na željezničkim tržištima koja su nerazvijena i gdje domaći operater/operateri ne može da pruži odgovarajući nivo kvaliteta usluge, situacija je upravo obrnuta. Tamo visoke naknade može da podnese samo bolji, a to je obično strani operater, tako da se „guši” domaći. Niskim naknadama se stimuliše konkurencija pa će opet u ravnopravnim uslovima teško biti „odbraniti” domaćeg operatera. Iz ovoga se može izvući veoma važan zaključak, a to je da naknade direktno utiču na ocjenu efikasnosti operatera.

3.4. Kriterijum grupe kvaliteta usluge

Četvrta grupa kriterijuma je razmatrana na osnovu raspoloživosti usluge, pogodnosti-sposobnosti ponuđenih usluga, stabilnosti usluga i pouzdanosti usluga. Kvalitet usluge je ono što predstavlja ogledalo željezničkih operatera, ono što kupac vidi kao njihovu sliku. Kupac ne vidi poslovne prostore, opremu, tehnologiju, sistem upravljanja ili organizacionu strukturu. Sve što vidi jeste kvalitet usluge transporta. Kvalitet usluge željezničkih operatera predstavljaju ključne kompetencije, odnosno održive konkurentne prednosti u odnosu na druge operatere i značajno utiču na ocjenu efikasnosti i efektivnosti željezničkih operatera. Pogodnost-sposobnost ponuđenih usluga jeste kriterijum čiji je cilj da se željeznički operater prilagodi zahtjevima korisnika usluge u pogledu potrebnih kapaciteta, pokretljivosti i elastičnosti kako bi zadovoljili traženu uslugu. Pouzdanost je srž kvaliteta usluge željezničkog operatera imajući u vidu da se pouzdanost javlja kao najznačajnija kvalitativna karakteristika sa aspekta korisnika. Istraživanja pokazuju da je značajno veći efekat pouzdanosti kao mjere kvaliteta, na zadovoljstvo korisnika usluga nego korisnika proizvoda. Ovo proizilazi, prvenstveno, iz specifičnosti transportne usluge: involviranost korisnika u procesu proizvodnje, te sinhronizovanost procesa

proizvodnje i potrošnje, što ujedno otežava mjerenje i održavanje zadanog ranga pouzdanosti usluge. S toga je nivo pouzdanosti željezničke usluge veoma važan za željezničkog operatera.

3.5. Kriterijum grupe bezbjednosti

Četvrta grupa kriterijuma je razmatrana na osnovu broja ozbiljnih nesreća, nesreća i incidenata po voznom kilometru. Bezbjednost je bitan činilac u opredjeljenju korisnika transporta za pojedine saobraćajne grane, a time i značajan faktor veličine transporta i prihoda. Pored uticaja na veličinu transporta i prihoda, bezbjednost saobraćaja utiče na efikasnost operatera, tim što se željezničkim nesrećama oštećuju i uništavaju sredstva rada velike vrijednosti, prouzrokuju velike materijalne štete i prekidi saobraćaja koji takođe predstavljaju trošak željezničkom operateru. Ozbiljna nesreća označava svaki sudar ili iskliznuće vozova iz šina koje rezultira smrću najmanje jedne osobe ili ozbiljnim povredama pet ili više osoba ili veliko oštećenje vozničkih sredstava (označava oštećenje koje odmah može biti procijenjeno od strane željezničkog istražnog organa na ukupnu vrijednost od najmanje 2 miliona evra), infrastrukture ili čovjekove okoline, kao i svaku drugu sličnu nesreću sa očiglednim uticajem na regulisanje bezbjednosti na željeznici ili upravljanje bezbjednosti. Nesreća označava neželjeni ili nenamjerni iznenadni događaj ili poseban lanac takvih događaja koji imaju teške posljedice. Nesreće se dijele u sljedeće kategorije: sudari, iskliznuće iz šina, nesreće na pružnim prelazima, nesreće prema osobama prouzrokovane od strane vozničkih sredstava u pokretu, požari i ostalo. Incident označava svaki događaj, koji nije nesreća ili ozbiljna nesreća, a koji je povezan sa saobraćajem vozova i utiče na bezbjednost funkcionisanja. U cilju održavanja bezbjednosti na visokom nivou Evropska unija je u svojim dokumentima propisala granicu zajedničkih bezbjednosnih ciljeva.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Ocjena kriterijuma izvršena je na osnovu Fuzzy AHP metode. U ocjenjivanju relativne važnosti pojedinih kriterijuma za svaku grupu učestvovali su eksperti iz željezničkog sektora u BiH. Oni su popunili anketu u kojoj su ocijenili važnost svakog kriterijuma prema lingvističkoj skali preferencije

za svaku grupu. U tabeli 2. prikazana je konverzija lingvističkih varijabli u trouglaste fazi brojeve (Kilincici i Onal, 2011).

U daljem radu primjenjuju se standardni koraci FAHP metode (Stević, Ž. i dr. 2015). Relativne fazi težine svakog kriterijuma prikazane su u tabeli 5.

Tabela 2. Lingvistička skala značaja

Lingvistička skala značaja	Trouglasti fazi brojevi	Recipročna vrednost trouglastih fazi brojeva
Jednako	(1,1,1)	(1,1,1)
Umjereno	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)
Snažno	(3/2,2,5/2)	(2/5,1/2,2/3)
Veoma snažno	(5/2,3,7/2)	(2/7,1/3,2/5)
Izrazito	(7/2,4,9/2)	(2/9,1/4,2/7)

Rješavanju problema izbora kriterijuma najvišeg značaja za ocjenu efikasnosti i efektivnosti željezničkih operatera između naprijed pomenutih grupa, pristupilo se primjenom FAHP pristupa. Radi ilustrovanog primjera izbora kriterijuma najvišeg značaja u ovom radu prikazan je primjer izbora kriterijuma za grupu resursa. U tabeli 3. predstavljena je fazi matrica poređenja kriterijuma iz grupe kriterijuma resursa (Dužina mreže – A1, Raspoloživa vozna sredstva – A2, Broj zaposlenih–A3).

Izvršena komparativna analiza primjenom metode FAHP pokazala je da poređenjem tri kriterijuma iz grupe resursa, koji utiču na ocjenu efikasnosti i efektivnosti željezničkih operatera, najveću težinu po ocjeni eksperata ima kriterijum „Raspoloživa vozna sredstva” sa relativnom težinom 0.683. Takođe, analogno po istom principu izvršeno je poređenje kriterijuma po parovima za svaku grupu. Relativni rang važnosti pojedinih kriterijuma na osnovnu poređenja kriterijuma po parovima za sve grupe u transportu putnika dat je u tabeli 6.

Tabela 3. Komparaciona matrica za grupu kriterijuma resursa za transport putnika

		A1	A2	A3
A1	E1	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,2)
	E2	(1,1,1)	(2/7,1/3,2/5)	(2/5,1/2,2/3)
	E3	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,2)
	E4	(1,1,1)	(2/7,1/3,2/5)	(2/3,1,2)
	E5	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,2)
A2	E1	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)
	E2	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
	E3	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)
	E4	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E5	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
A3	E1	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)	(1,1,1)
	E2	(3/2,2,5/2)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)
	E3	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)	(1,1,1)
	E4	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	E5	(1/2,1,3/2)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)

Fuzzy težina kriterijuma izračunava se uzimanjem geometrijske sredine odgovora stručnjaka (Lee, 2009), ovo je prikazano u tabeli 4.

Iz tabele se može zaključiti da za grupu Kriterijuma resursa najveću relativnu težinu ima Raspoloživi broj voznih sredstava (0.683), za grupu Operativnih

kriterijuma Broj prevezenih putnika (0.228), za grupu Finansijskih kriterijuma Troškovi naknada za korišćenje željezničke infrastrukture (0.221), za grupu Kriterijumi kvaliteta usluga Pogodnost –

sposobnost ponuđenih usluga (0.367) i za grupu Kriterijum bezbjednosti najveću relativnu težinu ima kriterijum Broj ozbiljnih nesreća (0.571) na osnovu ankete eksperata željezničkog sektora.

Tabela 4. Fazi komparaciona matrica za kriterijume grupe resursa

	A ₁	A ₂	A ₃
A ₁	(1,1,1)	(0.350, 0.425, 0.543)	(0.602, 0.870, 1.605)
A ₂	(1.840, 2.352, 2.860)	(1,1,1)	(0.891, 1.319, 1.697)
A ₃	(0.623, 1.149, 1.661)	(0.589, 0.758, 1.122)	(1,1,1)

Tabela 5. Prosječne i normalizovane relativne težine kriterijuma za grupu resursa

Kriterijumi	W'	W
Dužina mreže – A1	0.094	0.064
Raspoloživa vozna sredstva-A2	1	0.683
Broj zaposlenih – A3	0.370	0.253

Tabela 6. Relativni rang važnosti pojedinih kriterijuma na osnovu poređenja po parovima za sve grupe u transportu putnika

Grupa	Kriterijumi	W'	W
Kriterijumi resursa (kapaciteta)	Dužina mreže	0.094	0.064
	Raspoloživi broj voznih sredstava	1	0.683
	Broj zaposlenih	0.370	0.253
Operativni kriterijumi	Komercijalna brzina vozova za prevoz putnika	0.739	0.168
	Broj prevezenih putnika	1	0.228
	Putnički kilometri	0.881	0.201
	Vozni kilometri	0.925	0.211
	Realizacija reda vožnje – broj otkazanih vozova	0.843	0.192
Finansijski kriterijumi	Ukupan prihod	0.973	0.215
	Dobit po zaposlenom	0.968	0.214
	Troškovi električne energije	0.880	0.195
	Troškovi goriva	0.702	0.155
	Troškovi naknada za korišćenje željezničke infrastrukture	1	0.221
Kriterijumi kvaliteta usluga	Raspoloživost usluge	0.595	0.219
	Pogodnost - sposobnost ponuđenih usluga	1	0.367
	Stabilnost usluga	0.641	0.235
	Pouzdanost usluga	0.487	0.179
Kriterijumi bezbjednosti	Broj ozbiljnih nesreća po voznom km	1	0.571
	Broj nesreća po voznom km	0.567	0.324
	Broj incidenata po voznom km	0.183	0.105

5. ZAKLJUČAK

Efikan železnički transport je veoma bitna komponenta ekonomskog razvoja na globalnom i nacionalnom nivou. S toga je od posebne važnosti restrukturirati željeznice i razviti njihove konkurentske sposobnosti. Da bi na transportnom tržištu ne samo opstali, već i da bi mogli da razvijaju i održavaju konkurentske prednosti, moraju da posluju efikasno i efektivno. Efektivnost i efikasnost transportnih aktivnosti značajno utiču na profitabilnost poslovanja svih subjekata uključenih u proces, ali se ne mogu obezbijediti bez velikih napora u cilju procesa upravljanja kvalitetom i transportnim aktivnostima. Na osnovu analize željezničkih operatera i pregleda literature iz ove oblasti identifikovani su kriterijumi za transport putnika koji utiču na ocjenu efikasnosti i efektivnosti (ukupno 20 kriterijuma), a koji su razvrstani u grupe. Korišćena metoda FAHP, pokazala je iz svake grupe kriterijume koji su prioritetni za ocjenu efikasnosti i efektivnosti željezničkih operatera. Pomoću ovih kriterijuma menadžment željezničkih operatera može pratiti proces upravljanja kvalitetom i transportnim aktivnostima, a takođe i definisati odgovarajuće korektivne akcije. Na taj način bi se prevazišla određena ograničenja i unaprijedio proces ocjene efikasnosti i efektivnosti željezničkih operatera.

Ovaj rad otvara mogućnost daljih pravaca istraživanja, koji mogu da budu identifikovanje novih kriterijuma koji se odnose na efikasnost i efektivnost željezničkih operatera, i istraživanje drugih metoda za vrednovanja kriterijuma primjenom različitih tehnika višekriterijumske analize.

ZAHVALNICA

Rad je proistekao iz istraživanja na Projektu 36030 koji je finansiralo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] Azadeh, A., & Salehi, V. (2014). *Modeling and optimizing efficiency gap between managers and operators in integrated resilient systems*, Process Safety and Environmental Protection 92, 766–778.
- [2] Blagojević, A. (2016). *Modeliranje efikasnosti i efektivnosti željezničkih operatera*, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija.
- [3] Blagojević, A., Okolić, S., & Sarić, Z. (2010). *Simulacija uticaja naknada za korišćenje željezničke infrastrukture na poslovanje Željeznica Republike Srpske*, Zbornik radova naučno-stručne konferencije o železnici „ŽELKON'10”, 227–230.
- [4] Boender, C.G.E., De Graan, J.G., & Lootsma, F.A. (1989). *Multiple-criteria decision analysis with fuzzy pairwise comparisons*, Fuzzy Sets and Systems 29, 133–143.
- [5] Bottani, E., & Rizzi, A. (2005). *A fuzzy multi-attribute framework for supplier selection in an e-procurement environment*. International Journal of Logistics Research and Applications, 8(3), 249–266.
- [6] Buckley, J. (1985). *Fuzzy hierarchical analysis*, Fuzzy Sets and Systems, 17(3), 233–247.
- [7] Cantos, P., Pastor, J.M., & Serrano, L. (2010). *Vertical and Horizontal Separation in the European Railway Sector and its Effects on Productivity*, Journal of Transport Economics and Policy 44, Part 2, 139–160.
- [8] Cebi, F., & Bayraktar, D. (2003). *An integrated approach for supplier selection*, Logistics Information Management, 16(6), 395–400.
- [9] Chang, D.A.Y. (1996). *Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP*, European Journal of Operational Research, 95(3), 649–655.
- [10] Jianjun, Wang. (2012). *The Research on Efficiency and Effectiveness of Rail Transport*, IERI Procedia 3, 126–130.
- [11] Kilincci, O., & Onal, S. (2011). *Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company*, Expert Systems with Applications 38, 9656–9664.
- [12] Mikhailov, L. (2002). *Fuzzy analytical approach to partnership selection in formation of virtual enterprises*, Omega, International Journal of Management Science Vol. 30 No. 5, 393–401.

- [13] Stević, Ž., Tanackov, I., Ćosić, I., Vesković, S., & Vasiljević, M. (2015). *Poređenje AHP i fuzzy AHP za procenu težine kriterijuma*, Zbornik radova V Međunarodnog simpozijuma „NOVI HORIZONTI'15”, 198–202.
- [14] Stojić, G. (2010). *Razvoj modela za vrednovanje načina upravljanja železničkom infrastrukturom*, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija.
- [15] Stojić, G., Tanackov, I., Vesković, S., Milinković, S., & Simić, D. (2009). *Modeling and evaluation of railway reform using fuzzy logic*, „IDEAL'09” Proceedings of the 10th international conference on Intelligent data engineering and automated learning, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 695–702.
- [16] Van Laarhoven, P.J.M., & Pedrcyz, W. (1983) *A fuzzy extension of Saaty's priority theory*, Fuzzy Sets and Systems 11, 229–241.
- [17] Vesković, S., Stević, Ž., Stojić, G., Rajilić, S., & Vasiljević, M. (2015). *Application of fuzzy AHP method for profit analysis of railway operators with PSO*, Zbornik radova naučno-stručne konferencije o železnici „ŽELKON'15”, 105–108.
- [18] Zadeh, L. A. (1965). *Fuzzy sets*. Information and control, 8(3), 338–353.