

# OCJENA STANJA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA NA PUTEVIMA PRIMJENOM TOPSIS METODE, PRIMJER BOSNE I HERCEGOVINE

**Rezime:** *Bezbjednost saobraćaja na putevima je danas jedan od glavnih problema bezbjednosti uopšte u cijelom svijetu. Uobičajeno je da se stanje bezbjednosti saobraćaja na putevima iskazuje ukupnim brojem saobraćajnih nezgoda i/ili brojem poginulih i povrijeđenih osoba u saobraćajnim nezgodama i visinom materijalne štete. Često se ovi brojevi upoređuju sa brojem stanovnika, brojem motornih vozila, dužinom putne mreže, te se na taj način dobijaju relativni pokazatelji bezbjednosti saobraćaja. Međutim, ovi parametri pojedinačno ne mogu dati validnu opštu ocjenu o stanju bezbjednosti saobraćaja na putevima na nekom području, regionu ili državi. Takođe, na osnovu navedenih pojedinačnih parametara navedena područja, regioni ili države ne mogu se porediti jer svaki od navedenih parametara daje različite rezultate rangiranja. Osim toga, subjektivna procjenjivanja, posebno težine povreda i visine materijalne štete nastale u saobraćajnim nezgodama, doprinose složenosti ovog problema. U ovom radu se prezentira metoda čijom se primjenom može unaprijediti kvalitet analiza bezbjednosti saobraćaja na putevima i omogućiti vjerodostojnije poređenje stanja bezbjednosti na različitim područjima i u različitim uslovima. Metoda uzima u obzir i klasificira kriterije i podkriterije, integrisane težinske karakteristike i rezultatne vrijednosti matrice odlučivanja. U radu je predstavljena metoda ocjene stanja i rangiranja bezbjednosti saobraćaja na putevima primjenom TOPSIS metode sa praktičnom primjenom ove metode za područje Bosne i Hercegovine.*

**Ključne riječi:** *Bezbjednost saobraćaja, putevi, TOPSIS metoda, Bosna i Hercegovina*

## 1. UVOD

Bezbjednost saobraćaja na putevima je danas jedan od glavnih problema bezbjednosti uopšte u cijelom svijetu. Uobičajeno je da se stanje bezbjednosti saobraćaja na putevima iskazuje ukupnim brojem saobraćajnih nezgoda i/ili brojem poginulih i povrijeđenih osoba u saobraćajnim nezgodama i visinom materijalne štete. Često se ovi brojevi upoređuju sa brojem stanovnika, brojem motornih vozila, dužinom putne mreže, te se na taj način dobijaju relativni pokazatelji bezbjednosti saobraćaja. Međutim, ovi parametri pojedinačno ne mogu dati validnu opštu ocjenu o stanju bezbjednosti saobraćaja na putevima na nekom području,

regionu ili državi. Takođe, na osnovu navedenih pojedinačnih parametara navedena područja, regioni ili države ne mogu se porediti jer svaki od navedenih parametara daje različite rezultate rangiranja. Osim toga, subjektivna procjenjivanja, posebno težine povreda i visine materijalne štete nastale u saobraćajnim nezgodama, doprinose složenosti ovog problema. Mnoge metode rangiranja koje su zasnovane na konceptu fuzzy logike imaju za cilj rješavanje problema višekriterijuskog donošenja odluka (Multiple Criteria Decision Making – MCDM). Neke od tih metoda obradili su Balli i Korukoglu [1], Chon i Liang [7], Ding [8] Lee i Chou [14] i mnogi drugi. Jedna od najpoznatijih metoda rangiranja u sklopu MCDM je Tehnika za rangiranje prioriteta na osnovu sličnosti sa idealnim rješenjem (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution – TOPSIS) koju su predložili Hwang i Yoon [11]. Suština TOPSIS metode sastoji se u tome što se definišu idealna i neidealna (anti-idealna) rješenja koja su zasnovana na konceptu relativne bliskosti (udaljenosti) alterantive  $i$  od idealnog (anti-idealnog) rješenja, na osnovu čega se rangiraju prioriteti. U ovom radu se prezentira metoda čijom se primjenom može unaprijediti kvalitet analiza bezbjednosti saobraćaja na putevima i omogućiti vjerodostojnije poređenje stanja bezbjednosti na različitim područjima i u različitim uslovima. Metoda uzima u obzir i klasificira kriterije i podkriterije, integrisane težinske karakteristike i resultantne vrijednosti matrice odlučivanja. U radu je predstavljena metoda ocjene stanja i rangiranja bezbjednosti saobraćaja na putevima primjenom TOPSIS metode sa praktičnom primjenom ove metode za područje Bosne i Hercegovine.

## 2. FORMALIZAM I METODE VIŠEKRITERIJUMSKE ANALIZE

Posljednjih godina došlo je do brzog razvoja i upotrebe različitih metoda višekriterijumske analize. Razlozi ovog fenomena su i teorijske i praktične prirode:

- u teorijskom smislu višekriterijumska analiza je atraktivna jer se bavi nedovoljno struktuiranim problemima
- u praktičnom smislu višekriterijumska naliza nudi veliku pomoć u rješavanju svakodnevnih zadataka, izbora odluka i upravljačkih akcija, a takođe predstavlja alat za projektovanja i metodološku podršku u eksploataciji najraznovrsnijih sistema.

Bez obzira da li je u pitanju strategijska ili operativna odluka / upravljačka akcija, da li je u pitanju problem sa dominantno tehničkim ili pretežno ekonomskim sadržajem, ili se radi o multidisciplinarnom problemu, bez obzira da li je reč o problemu koji se tiče dijela sistema ili sistema u cjelini, metode višekriterijumske analize pružaju veliku pomoć u izboru pravih rješenja u zadacima odlučivanja i upravljanja u projektovanju i eksploataciji.

Suština višekriterijumske analize sastoji se u tome da se posmatra konačan skup alternativa (odluka, upravljačkih akcija, potencijalnih rešenja),  $A_i \in A$  i da se svaka alternativa vrednuje (opisuje) sa više kriterijuma (atributa, pokazatelja),  $K_j \in K$ . Postoje tri osnovna tipa višekriterijumskih zadataka (rješenja):

- Jedno rješenje (višekriterijumska optimizacija),
- Više dobijenih rješenja koja se rangiraju (višekriterijumsko rangiranje),
- Više rešenja problema koja se odvajaju (odvaja se skup dobrih od skupa loših rešenja)

Obzirom na prirodu kriterijuma, vrijednosti alternativa po kriterijumima,  $x_{ij}$ , su ili brojevi najraznovrsnijeg tipa, ili lingvistički iskazi (na primjer iz skupa izraza: veliki, srednji, mali, ili

binarni iskazi: da, ne). Obzirom da nisu svi kriterijumi podjednako važni, njihov se značaj predstavlja težinom kriterijuma . U ovom dijelu višekriterijumske analize (određivanje težina kriterijuma) dolazi do izražaja subjektivizam – pojedinačni ili grupni. Suština je da se subjektivizam u analizu uvodi na vrlo uređen način. Drugim rečima subjektivizam u višekriterijumskoj analizi je neminovnost, ali se on može kontrolisati i adekvatno tretirati.

U literaturi se može naći veliki broj metoda višekriterijumske analize, ali nisu sve podjednako, teorijski i praktično, interesantne i važne te su ovdje nabrojane neke od poznatijih: a) max-max; b) max-min; c) Hurwiczova (kombinacija max-max i max-min metoda), d) SAW (Simple Additive Weighting Method); e) TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution); f) PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod of Enrichment Evaluation); g) ELECTRE (ELimination Et Choice Translating REality); h) disjunktivna; i) konjunktivna, itd.

### 3. TOPSIS METODA

Ova metoda vrednuje alternative na osnovu njihove udaljenosti u odnosu na idealno i anti-idealno rešenje. Najbolja je alternativa koja ima najmanje rastojanje u odnosu na idealno rešenje i najveće rastojanje u odnosu na anti-idealno rešenje. Mjera kvaliteta alternative je relativna bliskost alternative idealnom rešenju, uzimajući u obzir njenu udaljenost od idealnog i anti-idealnog rešenja istovremeno. Ova mjera uključuje i informaciju o težinskim koeficijentima kriterijuma, te zaključujemo da ova metoda, kao i većina njih, tretira različitost važnosti kriterijuma kao jednu od značajnih prednosti u formulaciji problema. U tekstu koji slijedi daje se pregled koraka algoritma za rješavanje višekriterijumskog zadatka TOPSIS metodom. Polazna matrica ima oblik:

$$X = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_j & \dots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

**Korak 1.** – Normalizacija polazne matrice korištenjem faktora normalizacije:  $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$

**Korak 2.** – Određivanje normalizovane težinske matrice odluke. Težinska normalizovana vrijednost izračunava se kao:  $v_{ij} = r_{ij} \times w_j$  i  $i=1, 2, \dots, m$  and  $j = 1, 2, \dots, n$ , gdje je  $w_j$  težina

$j^{th}$  kriterija ili atributa  $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ .

**Korak 3.** Odrediti idealna ( $A^*$ ) i negativno idealna ( $A^-$ ) rješenja:

$$A^* = \{(\max_i v_{ij} | j \in C_b), (\min_i v_{ij} | j \in C_c)\} = \{v_j^* | j=1, 2, \dots, m\}$$

$$A^- = \{(\min_i v_{ij} | j \in C_b), (\max_i v_{ij} | j \in C_c)\} = \{v_j^- | j=1, 2, \dots, m\}$$

**Korak 4.** Izračunati udaljenosti svake alternative od pozitivno idealnog rješenja i negativno idealnog rješenja, respektivno kako slijedi:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^+)^2}, j = 1, 2, \dots, m$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^-)^2}, j = 1, 2, \dots, m$$

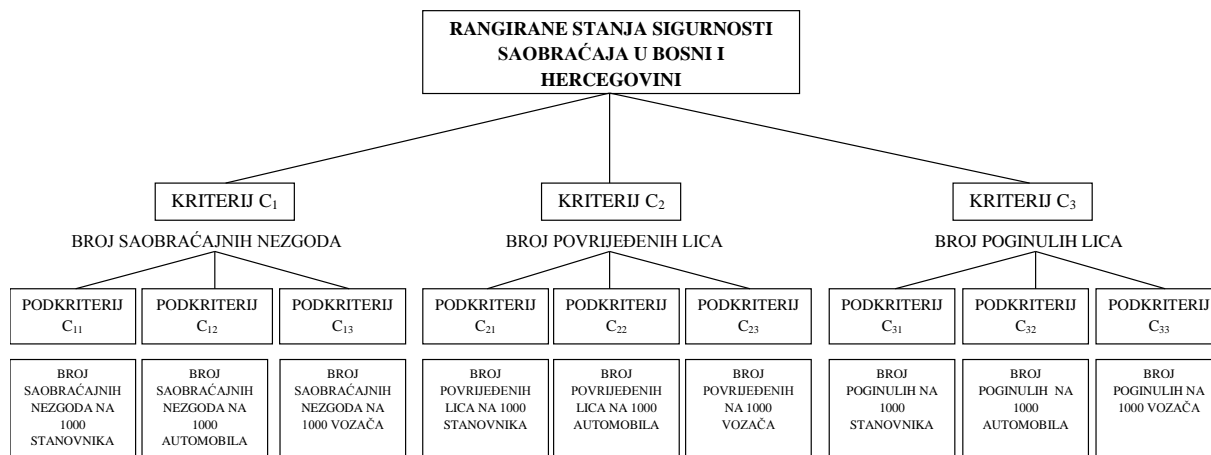
**Korak 5.** Izračunati relativnu bliskost do idealnog rješenja. Relativna bliskost alteranative  $A_i$  u odnosu na  $A^*$  se definiše na sljedeći način:

$$K_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}, i = 1, 2, \dots, m$$

**Korak 6.** Rangirati alternative

#### 4. NUMERIČKI PRIMJER: OCJENA STANJA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA U BOSNI I HERCEGOVINI

Primjenom opisane TOPSIS metode izvršena je analiza stanja bezbjednosti saobraćaja u Bosni i Hercegovini i izvršeno je rangiranje entiteta BiH i kantona FBiH. Izabrani kriteriji na osnovu kojih je izvršeno rangiranje su: broj saobraćajnih nezgoda, broj poginulih lica i broj povrijeđenih lica na putevima u BiH. Za svaki navedeni osnovni kriterij izabrani su podkriteriji koji predstavljaju relativan odnos vrijednosti osnovnog kriterija prema broju 1000, a koji predstavlja broj stanovnika, broj automobila i broj vozača (Slika 1.). Detaljnijim uvidom u podatke koji su prezentirani u Tabeli 1., 2., 3., i 4. može se uočiti da je rang određenog analiziranog subjekta različit, zavisno od parametra (pokazatelja) bezbjednosti saobraćaja. Tako na primjer, ako se posmatra broj saobraćajnih nezgoda u odnosu na 1000 stanovnika, automobila, vozača, kao kriterij bezbjednosti, tada je Bosansko-podrinjski kanton rangiran najbolje, a kanton Sarajevo najlošije (Tabela 3.) Međutim, ako se posmatra broj poginulih lica u odnosu na 1000 stanovnika, automobila, vozača, tada je kanton Sarajevo rangiran najbolje, a Hercegovačko-neretvanski kanton i kanton 10, najlošije (Tabela 4.). Analognim posmatranjem, stanje u Republici Srpskoj je povoljnije u odnosu na Federaciju BiH ako se posmatra kriterij broja saobraćajnih nezgoda i broja povrijeđenih lica, a nepovoljnije ako se posmatra kriterij broja poginulih lica što ukazuje da se u Republici Srpskoj događa manji broj saobraćajnih nezgoda nego u Federaciji BiH, ali su posljedice ovih nezgoda teže.



Slika 1. Hijerarhijska struktura za vrednovanje

Tabela 1. Stanovništvo, automobili i vozači u BiH 2015.

Redni broj	Kanton	Broj stanovnika	Broj registrovanih automobila	Broj vozača
1	Kanton Sarajevo (KSA)	413.593	133.948	165.378
2	Srednjo-bosanski kanton (SBK)	254.686	57.253	79.277
3	Bosansko-podrinjski kanton (BPK)	23.734	6.805	8.285
4	Posavski kanton (POK)	43.453	10.188	13.240
5	Zapadno-hercegovački kanton (ZHK)	94.898	29.744	34.851
6	Hercegovačko-neretvanski kanton (HNK)	222.007	67.176	81.937
7	Unsko sanski kanton (USK)	273.261	58.491	88.497
8	Tuzlanski kanton (TZK)	445.028	117.487	166.490
9	Zeničko-dobojski kanton (ZDK)	364.433	90.756	123.050
10	Kanton 10 (K10)	84.127	15.169	21.600
<b>Ukupno FBiH</b>		<b>2,219.220</b>	<b>587.017</b>	<b>782.605</b>
<b>Republika Srpska</b>		<b>1,228.423</b>	<b>279.399</b>	<b>475.838</b>
<b>UKUPNO BiH</b>		<b>3,447.643</b>	<b>886.416</b>	<b>1,258.443</b>

Tabela2. Saobraćajne nezgode, poginuli i povrijeđeni u BiH 2015.

Redni broj	Kanton	Broj saobraćajnih nezgoda	Broj poginulih lica	Broj povrijeđenih lica
1	Kanton Sarajevo	11475	15	1206
2	Srednjo-bosanski kanton	3311	22	657
3	Bosansko-podrinjski kanton	63	2	39

4	Posavski kanton	265	4	108
5	Zapadno-hercegovački kanton	668	9	461
6	Hercegovačko-neretvanski kanton	2127	35	1072
7	Unsko sanski kanton	3027	22	866
8	Tuzlanski kanton	2739	37	1849
9	Zeničko-dobojski kanton	4580	27	983
10	Kanton 10	723	12	170
<b>Ukupno FBiH:</b>		<b>28978</b>	<b>185</b>	<b>7411</b>
<b>Republika Srpska</b>		<b>9300</b>	<b>151</b>	<b>3493</b>
<b>UKUPNO BiH:</b>		<b>38278</b>	<b>336</b>	<b>10904</b>

Tabela 3. Rangiranje kantona FBiH i entiteta BiH u odnosu na broj saobraćajnih nezgoda 2015.

Redni broj	Kanton	Broj SN na 1000 stanovnika	Rang	Broj SN na 1000 automobila	Rang	Broj SN na 1000 vozača	Rang
1	KSA	27,74	<b>10</b>	85,67	<b>10</b>	69,39	<b>10</b>
2	SBK	13,00	<b>9</b>	57,83	<b>9</b>	41,76	<b>9</b>
3	BPK	2,65	<b>1</b>	9,26	<b>1</b>	7,60	<b>1</b>
4	POK	6,10	<b>2</b>	26,01	<b>4</b>	20,01	<b>4</b>
5	ZHK	7,04	<b>4</b>	22,46	<b>2</b>	19,17	<b>3</b>
6	HNK	9,58	<b>6</b>	31,66	<b>5</b>	25,96	<b>5</b>
7	USK	11,08	<b>7</b>	51,75	<b>8</b>	34,20	<b>7</b>
8	TZK	6,16	<b>3</b>	23,31	<b>3</b>	16,45	<b>2</b>
9	ZDK	12,57	<b>8</b>	50,46	<b>7</b>	37,22	<b>8</b>
10	K10	8,59	<b>5</b>	47,66	<b>6</b>	33,47	<b>6</b>
Entiteti							
<b>Federacija BiH</b>		13,06	<b>2</b>	49,36	<b>2</b>	37,03	<b>2</b>
<b>Republika Srpska</b>		7,57	<b>1</b>	33,28	<b>1</b>	19,54	<b>1</b>

Tabela 4. Rangiranje kantona FBiH i entiteta BiH u odnosu na broj poginulih u saobraćajnim nezgodama 2015.

Redni broj	Kanton	Broj poginulih u SN na 1000 stanovnika	Rang	Broj poginulih u SN na 1000 automobila	Rang	Broj poginulih u SN na 1000 vozača	Rang
------------	--------	--	------	--	------	------------------------------------	------

1	KSA	0,036	<b>1</b>	0,112	<b>1</b>	0,091	<b>1</b>
2	SBK	0,086	<b>6</b>	0,384	<b>7</b>	0,278	<b>7</b>
3	BPK	0,084	<b>5</b>	0,294	<b>2</b>	0,241	<b>4</b>
4	POK	0,092	<b>7</b>	0,393	<b>8</b>	0,302	<b>8</b>
5	ZHK	0,095	<b>8</b>	0,303	<b>4</b>	0,258	<b>6</b>
6	HNK	0,158	<b>10</b>	0,521	<b>9</b>	0,427	<b>9</b>
7	USK	0,081	<b>3</b>	0,376	<b>6</b>	0,249	<b>5</b>
8	TZK	0,083	<b>4</b>	0,315	<b>5</b>	0,222	<b>3</b>
9	ZDK	0,074	<b>2</b>	0,298	<b>3</b>	0,219	<b>2</b>
10	K10	0,143	<b>9</b>	0,791	<b>10</b>	0,556	<b>10</b>
Entiteti							
<b>Federacija BiH</b>		0,083	<b>1</b>	0,315	<b>1</b>	0,236	<b>1</b>
<b>Republika Srpska</b>		0,123	<b>2</b>	0,540	<b>2</b>	0,317	<b>2</b>

Tabela 4. Rangiranje kantona FBiH i entiteta BiH u odnosu na broj povrijeđenih u saobraćajnim nezgodama 2015.

Redni broj	Kanton	Broj povrijeđenih u SN na 1000 stanovnika	Rang	Broj povrijeđenih u SN na 1000 automobila	Rang	Broj povrijeđenih u SN na 1000 vozača	Rang
1	KSA	2,916	<b>6</b>	9,003	<b>2</b>	7,292	<b>2</b>
2	SBK	2,580	<b>4</b>	11,475	<b>6</b>	8,287	<b>6</b>
3	BPK	1,643	<b>1</b>	5,731	<b>1</b>	4,707	<b>1</b>
4	POK	2,485	<b>3</b>	10,601	<b>3</b>	8,157	<b>5</b>
5	ZHK	4,858	<b>10</b>	15,499	<b>8</b>	13,228	<b>10</b>
6	HNK	4,829	<b>9</b>	15,958	<b>10</b>	13,083	<b>9</b>
7	USK	3,169	<b>7</b>	14,806	<b>7</b>	9,786	<b>7</b>
8	TZK	4,155	<b>8</b>	15,738	<b>9</b>	11,106	<b>8</b>
9	ZDK	2,697	<b>5</b>	10,831	<b>4</b>	7,989	<b>4</b>
10	K10	2,021	<b>2</b>	11,207	<b>5</b>	7,870	<b>3</b>
Entiteti							
<b>Federacija BiH</b>		3,34	<b>2</b>	12,62	<b>2</b>	9,47	<b>2</b>
<b>Republika Srpska</b>		2,84	<b>1</b>	12,50	<b>1</b>	7,34	<b>1</b>

Koristeći raspoložive statističke podatke koji su prezentirani u Tabelama 1-4 i primjenjujući korake 1, 2 i 3 iz tačke 3. ovog rada dobili smo težinske faktore ( $W$ ), normalizovanu težinsku matricu i idealna ( $A^*$ ) i negativna idealna rješenja ( $A^-$ ). Prema tome težinski faktori su:

$$\begin{aligned}
 W_1 &= 0,014821 & W_6 &= 0,107603 \\
 W_2 &= 0,024837 & W_7 &= 0,132395
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_3 &= 0,035512 & W_8 &= 0,228474 \\
W_4 &= 0,060538 & W_9 &= 0,311242 \\
W_5 &= 0,084577
\end{aligned}$$

Normalizovana težinska matrica ima oblik:

$$V = \begin{pmatrix} 0,01056 & 0,01468526 & 0,022489 & 0,016861 & 0,019263 & 0,026134 & 0,015383 & 0,019516 & 0,028934 \\ 0,00495 & 0,00991348 & 0,013537 & 0,014916 & 0,024552 & 0,029699 & 0,036639 & 0,066967 & 0,088527 \\ 0,00101 & 0,00158700 & 0,002465 & 0,009501 & 0,012262 & 0,016869 & 0,035742 & 0,051220 & 0,077008 \\ 0,00232 & 0,00445884 & 0,006487 & 0,014371 & 0,022681 & 0,029232 & 0,039045 & 0,068424 & 0,096376 \\ 0,00268 & 0,00384984 & 0,006212 & 0,028089 & 0,033161 & 0,047404 & 0,040226 & 0,052732 & 0,082381 \\ 0,00365 & 0,00542773 & 0,008414 & 0,027921 & 0,034143 & 0,046886 & 0,066869 & 0,090801 & 0,136266 \\ 0,00422 & 0,00887133 & 0,011086 & 0,018325 & 0,031677 & 0,035069 & 0,034148 & 0,065549 & 0,079304 \\ 0,00234 & 0,00399639 & 0,005332 & 0,024024 & 0,033672 & 0,039799 & 0,035265 & 0,054884 & 0,070895 \\ 0,00478 & 0,00865078 & 0,012064 & 0,015597 & 0,023174 & 0,028629 & 0,031425 & 0,051847 & 0,069997 \\ 0,00327 & 0,00817046 & 0,010849 & 0,011685 & 0,023978 & 0,028205 & 0,060502 & 0,137867 & 0,177226 \end{pmatrix}$$

Tako da, primjenjujući **Korak 3.** dobijamo da su idealna i negativno idealna rješenja:

$$\begin{aligned}
A^* &= (0,00101 \quad 0,001587 \quad 0,002465 \quad 0,009501 \quad 0,012262 \quad 0,016869 \quad 0,015383 \quad 0,019516 \quad 0,028934) \\
A^- &= (0,01056 \quad 0,01468526 \quad 0,022489 \quad 0,028089 \quad 0,034143 \quad 0,047404 \quad 0,066869 \quad 0,090801 \quad 0,136266)
\end{aligned}$$

Nakon primjene koraka 4. dobijamo udaljenost svake alternative od idealnog i negativno idealnog rješenja (Tabela 5.), a nakon primjene koraka 5. dobijamo relativnu bliskost svake alterantive do idealnog rješenja koja je osnov za primjenu koraka 6. odnosno osnov za rangiranje alteranativa (Tabela 6.).

Tabela 5. Udaljenosti od idealnog i negativno idealnog rješenje

$S_1^*$	0,000853	$S_1^-$	0,020052
$S_2^*$	0,006807	$S_2^-$	0,004474
$S_3^*$	0,003731	$S_3^-$	0,008467
$S_4^*$	0,007812	$S_4^-$	0,003944
$S_5^*$	0,006314	$S_5^-$	0,005508
$S_6^*$	0,021029	$S_6^-$	0,000332
$S_7^*$	0,005932	$S_7^-$	0,005411
$S_8^*$	0,004618	$S_8^-$	0,007113
$S_9^*$	0,003440	$S_9^-$	0,007973
$S_{10}^*$	0,038422	$S_{10}^-$	0,004906

Tabela 6. Relativna bliskost do idealnog rješenja i rangiranje

Relativna bliskost	Kanton	Rang	Redoslijed kantona
$K_1^* = 0,959210$	Kanton Sarajevo (KSA)	1	1. KSA



$K_2^* = 0,396611$	Srednje-bosanski kanton (SBK)	7	2. ZDK
$K_3^* = 0,694155$	Bosanko-podrinjski kanton (BPK)	3	3. BPK
$K_4^* = 0,335521$	Posavski kanton (POK)	8	4. TZK
$K_5^* = 0,465926$	Zapadno-hercegovački kanton (ZHK)	6	5. USK
$K_6^* = 0,015538$	Hercegovačko-neretvanski kanton (HNK)	10	6. ZHK
$K_7^* = 0,477018$	Unsko-sanski kanton (USK)	5	7. SBK
$K_8^* = 0,606355$	Tuzlanski kanton (TZK)	4	8. POK
$K_9^* = 0,698605$	Zeničko-dobojski kanton (ZDK)	2	9. K10
$K_{10}^* = 0,113220$	Kanton 10 (K10)	9	10. HNK
Entitet			
$E_1^* = 0,406406$	Federacija BiH	2	1. RS
$E_2^* = 0,593594$	Republika Srpska	1	2.FBiH

Na osnovu provedene analize, čiji su rezultati predstavljeni u Tabeli 6. može se zaključiti da je stanje bezbjednosti saobraćaja u Republici Srpskoj povoljnije u odnosu na Federaciju BiH. Što se tiče stanja bezbjednosti saobraćaja po kantonima u FBiH stanje je najpovoljnije u kantonu Sarajevo, Zeničko-dobojskom kantonu i Bosansko-podrinjskom kantonu, a najnepovoljnije je u Hercegovačko-neretvanskom kantonu, Kantonu 10 i Posavskom kantonu.

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljena primjena TOPSIS metode za ocjenu bezbjednosti saobraćaja na putevima. Poznato je da se bezbjednost/sigurnost saobraćaja može iskazivati različitim pokazateljima (parametrima), počev od broja poginulih osoba u odnosu na broj putničkih vozila, do broja poginulih osoba na određeni broj stanovnika. Međutim, ako se želi upoređivati sigurnost saobraćaja na različitim područjima (teritorija regiona, države i sl.), tada se takvim poređenjem dolazi do različitih rezultata u rangiranju navedenih područja sa aspekta sigurnosti saobraćaja. Stoga je neophodno imati razrađenu metodologiju koja će kvantitativno i kvalitativno obuhvatiti više relevantnih parametara na osnovu kojih će se moći donijeti objektivna ocjena i na osnovu koje će se navedena područja moći rangirati. Predložena metoda obuhvata problematiku višekriterijumskog odlučivanja koja se sastoji od klasifikacije kriterija i podkriterija, integriranih težinskih karakteristika i vrijednosti koje ulaze u matricu odlučivanja. Obzirom da predložena metoda uključuje različite subjektivne i objektivne kriterije i da njihove vrijednosti imaju različite jedinice mjerenja, to su one normalizovane ili standardizovane u cilju eliminisanja tih različitosti. Na kraju, u cilju ilustracije proračuna i praktične prezentacije metoda, dat je praktični primjer ocjene bezbjednosti/sigurnosti saobraćaja na različitim administrativno-političkim i teritorijalnim jedinicama u Bosni i Hercegovini, odnosno u entitetima i u kantonima koji imaju različite pokazatelje sigurnosti saobraćaja na putevima. Kao krajnji rezultat primjene predložene metode izvršeno je rangiranje navedenih područja. Preporučuju se dalja istraživanja navedene problematike, posebno u domenu izbora i kvantifikacije objektivnih i subjektivnih kriterija i podkriterija za ocjenu bezbjednosti saobraćaja na putevima na različitim područjima.

## LITERATURA

- [1] Ballı, S. and Korukoğlu, S., "Operating system selection using fuzzy AHP and TOPSIS methods," *Mathematical and Computational Applications*, Vol. 14, No. 2, pp. 119-130 (2009)
- [2] Belton, V. and Stewart, T. J., *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*, Kluwer Academic Publisher, Boston (2002).
- [3] Chang, P. L. and Chen, Y. C., "A fuzzy multi-criteria decision making method for technology transfer strategy selection in biotechnology," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 63, No. 2, pp. 131-139 (1994).
- [4] Chen, C. T., "Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 114, No. 1, pp. 1-9, (2000).
- [5] Chen, C. T., "A fuzzy approach to select the location of the distribution center," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 118, No. 1, pp. 65-73 (2001).
- [6] Chen, S. H. and Hsieh, C. H., "Representation, ranking, distance, and similarity of L-R type fuzzy number and application," *Australian Journal of Intelligent Information Processing Systems*, Vol. 6, No. 4, pp. 217-229
- [7] Chou, T. Y. and Liang, G. S., "Application of a fuzzy multi-criteria decision-making model for shipping company performance evaluation," *Maritime Policy and Management*, Vol. 28, No. 4, pp. 375-392 (2001).
- [8] Ding, J. F., "Partner selection of strategic alliance for a liner shipping company using extent analysis method of fuzzy AHP," *Journal of Marine Science and Technology*, Vol. 17, No. 2, pp. 97-105 (2009).
- [9] Heilpern, S., "Representation and application of fuzzy numbers," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 91, No. 2, pp. 259-268 (1997).
- [10] Hsieh, C. H. and Chen, S. H., "A model and algorithm of fuzzy product positioning," *Information Sciences*, Vol. 121, No. 1-2, pp. 61-82 (1999).
- [11] Hwang, C. L. and Yoon, K., *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Application*, Springer, New York (1981).
- [12] Hsieh, C. H. and Chen, S. H., "A model and algorithm of fuzzy product positioning," *Information Sciences*, Vol. 121, No. 1-2, pp. 61-82 (1999).
- [13] Ji-Feng, D., "An integrated fuzzy TOPSIS method for ranking alternatives and its application", *Journal of Marine Science and Technology*, Vol. 19, No. 4, pp. 341-352 (2011)
- [14] Lee, H. S. and Chou, M. T., "A fuzzy multiple criteria decision making model for airline competitiveness evaluation," *Lecture Notes in Computer Science*, No. 4252, pp. 902-909 (2006).
- [15] Kulović, M., *Ocjena sigurnosti prometa na cestama primjenom integrirane Fuzzy Topsis metode*, Suvremeni promet-Modern Traffic, ISSN:0351-1898, Hrvatsko znanstveno društvo za promet, Zagreb, 2013.
- [16] Federalni zavod za statistiku, [www.fzs.ba](http://www.fzs.ba)
- [17] Republički zavod za statistiku Republike Srpske, [www.rzs.rs.ba](http://www.rzs.rs.ba)
- [18] BIHAMK, [www.bihamk.ba](http://www.bihamk.ba)
- [19] AMSRS, [www.ams-rs.com](http://www.ams-rs.com)