

VIŠEKRITERIJUMSKI MODEL KOMPARATIVNOG VREDNOVANJA INDIKATORA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA

Brankica Bubić, Tijana Gačić, Mihajlo Vučinović, Željko Stević¹

Saobraćajni fakultet Doboj, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Bosna i Hercegovina,
email: brankica.bubic22@gmail.com, djekic.tijana@hotmail.com, vucinovic28@gmail.com,
zeljko.stevic@sf.ues.rs.ba

Rezime: Bezbjednost saobraćaja predstavlja jedno od ključnih pitanja javne bezbjednosti, a analiza indikatora rizičnog ponašanja učesnika u saobraćaju omogućava identifikaciju prioritarnih oblasti za preventivno djelovanje. U ovom radu analiziraju se indikatori bezbjednosti saobraćaja na nivou policijskih uprava u Republici Srpskoj, s ciljem utvrđivanja njihovog značaja te rangiranja posmatranih policijskih uprava prema nivou bezbjednosti. Primenjen je integrisan VKO model za rangiranje policijskih uprava na osnovu indikatora bezbjednosti saobraćaja. Za određivanje težine kriterijuma, posredstvom kojih se vrši analiza značaja indikatora bezbjednosti saobraćaja, u korištena je SWARA metoda, dok je za konačno rangiranje policijskih uprava u odnosu na definisane indikatore korištena MARCOS metoda. Rezultati istraživanja omogućili su identifikaciju najznačajnijih faktora koji utiču na bezbjednost saobraćaja, kao i izdvajanje policijskih uprava sa najpovoljnijim i najnepovoljnijim vrijednostima posmatranih pokazatelja. Simulacijom ulaznih vrijednosti, formirana su 42 nova scenarija. Dobijeni rezultati mogu poslužiti kao osnova za kreiranje ciljanih preventivnih mjera i unapređenje strategija bezbjednosti saobraćaja, sa posebnim fokusom na indikatore koji imaju najveći uticaj na konačno rangiranje.

Ključne riječi: SWARA, MARCOS, indikatori bezbjednosti saobraćaja

MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING MODEL OF COMPARATIVE EVALUATING TRAFFIC SAFETY INDICATORS

Abstract: Traffic safety is one of the key issues of public safety, and the analysis of indicators of risky behaviour of traffic participants enables the identification of priority areas for preventive action. This paper analyzes traffic safety indicators at the level of police administrations in the Republic of Srpska, with the aim of determining their importance and ranking the observed police administrations according to the level of security. An integrated MCDM model was applied to classify police administrations based on traffic safety indicators. The SWARA method was used to determine the weight of the criteria, through which the importance of traffic safety indicators is analyzed, while the MARCOS method was used for the final ranking of police administrations in relation to the defined indicators. The results of the research enabled the identification of the most significant factors that affect traffic safety, as well as the selection of police departments with the most favourable and unfavourable values of the observed indicators. By simulating the input values, 42 new scenarios were formed. The results obtained can serve as a basis for the creation of targeted preventive measures and the improvement of traffic safety strategies, with a special focus on the indicators that have the greatest impact on the final ranking.

Keywords: SWARA, MARCOS, road safety indicators

1. UVOD

Bezbjednost saobraćaja je oblast koja proučava odnos između saobraćaja i drugih društvenih aktivnosti. Ona se bavi istraživanjem uzroka koji dovode do štetnih posljedica u saobraćaju, sa ciljem da se saobraćajni proces unaprijedi i učini bezbjednijim. Osnova svrha ove discipline je smanjivanje negativnih posljedica saobraćaja, uz istovremeno omogućavanje njegovog nesmetanog odvijanja. Stanje bezbjednosti u saobraćaju može se posmatrati i putem različitih pokazatelja, odnosno indikatora bezbjednosti. Ti indikatori se uglavnom odnose na ponašanjem korisnika drumskog saobraćaja. To mogu biti procenat upotrebe sigurnosnih pojaseva, procenat i veličina prekoračenja brzine, stopa vozača koji voze pod uticajem alkohola, upotreba mobilnih telefona i slično (Lipovac, 2008).

Saobraćajne nezgode predstavljaju sve veći globalni problem. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije, godišnje u saobraćajnim nezgodama život izgubi oko 1,19 miliona ljudi, dok između 20 i miliona zadobije povrede, a mnogi od njih ostaju invalidi (WHO, 2021). Prema izvještajima Ministarstva unutrašnjih poslova, u periodu sprovođenja Strategije bezbjednosti saobraćaja na putevima Republike Srpske od 2013-2022. godine poginulo je 1230 lica, dok je 31 880 lica zadobilo povrede u saobraćaju.

¹ Željko Stević: zeljko.stevic@sf.ues.rs.ba

Oko 25% smrtnih slučajeva u saobraćajnim nezgodama je povezano sa alkoholom na području EU. (Kovačević i ostali 2017). Upotreba mobilnog telefona tokom vožnje je jedan od vodećih uzroka ometanja vozača. Vizuelne aktivnosti poput slanja poruka i korišćenja društvenih mreža, značajno narušavaju performanse vozača i povećavaju rizik od saobraćajnih nezgoda (Adamu i ostali, 2025). Istraživanje koje su sprovedli Kargar i dr. (2023) pretražili su baze podataka od 2000. do 2020. te su dobili zbirnu prevalenciju upotrebe sigurnosnih pojaseva, koja je iznosila 43,94% među vozačima, 38,47% među suvozačima i 15,32% među putnicima na zadnjim sjedištima. Najniža upotreba sigurnosnih pojasa primijećena je u Aziji i u Africi, dok je najveća upotreba prijavljena u Evropi i Americi. U 2024. godini najčešći uzrok saobraćajnih nezgoda na putevima Republike Srpske bila je neprilagođena i nepropisana brzina vozila, kao i vožnja pod uticajem alkohola (Republički zavod za statistiku). Kutela i dr. (2025) u svojoj studiji su zaključili da je tokom ljetnih mjeseci zabilježeno znatno veće povećanje prekoračenja brzine od oko 25% kada se gledaju agregirani modeli, a kada se gledaju disagregirani modeli taj procenat prekoračenja iznosi 40%. U 2021. godini u SAD-u bilo je preko 12 000 smrtnih slučajeva koji se pripisuju prekoračenju brzine, što ističe ozbiljnost problema.

Problem istraživanja odnosi se na ispitivanje zastupljenosti i poštovanja ključnih indikatora bezbjednosti saobraćaja, odnosno vožnje pod uticajem alkohola, prekoračenja dozvoljene brzine, upotrebe mobilnog telefona tokom vožnje, korišćenja sigurnosnog pojasa (vozača, suvozača i putnika) te zaštite djece do 12 godina u vozilu. U cilju vrednovanja navedenih indikatora i rangiranja policijskih uprava, u radu je primijenjena SWARA metoda za određivanje težina kriterijuma, dok je za konačno rangiranje alternativa korišćena MARCOS metoda.

Rad je strukturisan u četiri osnovne cjeline. U drugom poglavlju je detaljno predstavljena primijenjena metodologija, odnosno SWARA i MARCOS metode. Treće poglavlje obuhvata rezultate istraživanja sa prikazom postupka proračuna. U četvrtom dijelu je sprovedena analiza osjetljivosti radi provjere stabilnosti i validacije predloženog modela. Završni dio rada sadrži zaključna razmaranja. Cilj ovog rada je da se, na osnovu odabranih indikatora bezbjednosti saobraćaja, primjenom SWARA i MARCOS metode izvrši rangiranje policijskih uprava Republike Srpske radi utvrđivanja njihovog nivoa uspješnosti i identifikovanja prostora za unapređenje.

2. METODOLOGIJA

2.1. SWARA metoda

SWARA metoda, koju su razvili Keršulienė i ostali (2010), predstavlja metodu višekriterijumskog odlučivanja koja omogućava određivanje relativne važnosti kriterijuma na osnovu stručnih procjena kroz postupni proces njihovog rangiranja i dodjeljivanja težina. Postupak određivanja relevantnih težinskih koeficijenata primjenom SWARA metode prikazan je kroz sljedeće korake:

Korak 1. Kriterijumi se rangiraju u padajućem redoslijedu, na osnovu slobodne procjene, odnosno njihovog očekivanog značaja. Najznačajniji kriterijum je na prvom mjestu, dok je najmanje značajan kriterijum na posljednjem mjestu.

Korak 2. Nakon što se prethodni rang utvrdi, slijedi određivanje relativne važnosti tog kriterijuma (kriterijuma C_j), u odnosu na sljedeći (C_{j+1}), i tako redom za svaki sljedeći kriterijum.

Korak 3. Određivanje koeficijenta k_j :

$$k_j = \begin{cases} 1 & \text{ako je } j = 1 \\ S_j + 1 & \text{ako je } j > 1 \end{cases} \quad (1)$$

Korak 4. Određivanje proračuna težina q_j :

$$q_j = \begin{cases} 1 & \text{ako je } j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j} & \text{ako je } j > 1 \end{cases} \quad (2)$$

Korak 5. Proračun težinskih koeficijenata na osnovu sljedeće formule:

$$W_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (3)$$

u formuli, W_j predstavlja relativnu težinu kriterijuma j , a n predstavlja broj kriterijuma.

2.2. MARCOS metoda

MARCOS metoda predstavlja savremeni pristup višekriterijumskom odlučivanju zasnovan na analizi odnosa alternativa, u odnosu na idealno i antiidealno rješenje, čime se omogućava određivanje njihove

ukupne korisnosti i konačno rangiranje (Stević i dr. 2020). Algoritam za sistemsko rangiranje i ocjenjivanje alternativa primjenom MARCOS metode, predstavljen je u sljedećim koracima:

Korak 1. Formiranje početne matrice odlučivanja. Višekriterijumski modeli uključuju definisanje skup od n kriterijuma i m alternativa. U slučaju grupnog odlučivanja, eksperti ocjenjuju svaku alternativu prema kriterijumima, a njihove ocjene se potom objedine u zajedničku matricu.

Korak 2. Formiranje proširene početne matrice. U ovoj matrici se definiše idealno rješenje (AI) i antiidealno rješenje (AAI), koje zavisi od tipa kriterijuma.

Korak 3. Normalizacija proširene početne matrice. Elementi normalizovane matrice $N=[n_{ij}]_{m \times n}$.

$$n_{ij} = \frac{x_{ai}}{x_{ij}} \quad \text{ako je } j \in C \quad (4)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ai}} \quad \text{ako je } j \in B \quad (5)$$

Korak 4. Otežavanje normalizovane matrice. Otežana normaizovana matrica se dobija, tako što se normalizovana matrica pomnoži sa težinama kriterijuma w_j .

$$V_{ij} = n_{ij} \times W_j \quad (6)$$

Korak 5. Proračun stepena korisnosti alternativa K_i . Izračunavaju se stepeni korisnosti alternativa u odnosu na idealno i antiidealno rješenje.

$$K_i^- = \frac{S_i}{S_{aai}} \quad (7)$$

$$K_i^+ = \frac{S_i}{S_{ai}} \quad (8)$$

Gdje $S_i = (1, 2, 3, \dots, m)$, predstavlja sumu elemenata otežane matrice V_{ij} .

$$S_i = \sum_{j=1}^n V_{ij} \quad (9)$$

Korak 6. Određivanje funkcije korisnosti alternativa. Funkcija korisnosti predstavlja kompromis posmatrane alterative u odnosu na idealno i antiidealno rješenje.

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1-f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1-f(K_i^-)}{f(K_i^-)}} \quad (10)$$

3. ANALIZA INDIKATORA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA

U ovoj studiji analizirani su indikatori bezbjednosti saobraćaja po policijskim upravama u Republici Srpskoj, na osnovu obrađenih podataka za 2024. godinu. Analizom podataka iz različitih policijskih uprava u Republici Srpskoj moguće je uočiti određene razlike u nivou poštovanja saobraćajnih propisa. U ovom radu su indikatori predstavljeni kao kriterijumi na osnovu kojih je izvršeno vrednovanje posmatranih alternativa, odnosno policijskih uprava (Tabela 1).

Tabela 1. Početna matrica odlučivanja

	Alkohol	Zaštita Djece Do 12 Godina	Upotreba Mobilnog Telefona	Upotreba Pojasa, Vozač	Uptreba Pojasa, Suvozač	Upotreba Pojasa, Zadnje Sjedište	Prekorače nje Brzine
PU Gradiška	1.3	46.6	12.8	71.6	65.4	25.3	37.5
PU Prijedor	1.2	52.7	10.8	72.4	69.3	28.6	33.4
Pu Banja Luka	0.4	54.8	15.7	76.5	77.1	42.7	41.5
PU Doboj	2.1	35.8	10.6	72.3	68.6	15.9	35.3
PU Mrkonjić Grad	0.8	41.0	10.9	58.8	59.1	20.8	43.9
Pu Bijeljina	0.4	37.7	15.6	70.1	63.5	18.8	50.9
PU Zvornik	1.7	44.2	13.8	74.0	73.4	22.7	48.1
PU Istočno Sarajevo	0.4	50.6	10.3	68.5	67.2	28.6	35.0
PU Foča	1.0	42.7	13.8	56.4	50.8	24.4	47.5
Pu Trebinje	0.8	43.0	13.6	52.7	49.7	19.0	50.0
min/max	min	max	min	max	max	max	min

Radi lakšeg prikaza i dalje analize u okviru VKO, svakom kriterijumu dodijeljena je odovarajuća oznaka: alkohol – C1, zaštita djece do 12 godina – C2, upotreba mobilnog telefona – C3, upotreba pojasa, vozač – C4, upotreba pojasa, suvozač – C5, upotreba pojasa, zadnje sjedište – C6, prekoračenje brzine C7. Takođe policijskim upravama su dodijeljene odgovarajuće oznake: PU Gradiška – A1, PU Prijedor – A2, PU Banja Luka – A3, PU Doboj – A4, PU Mrkonjić Grad – A5, PU Bijeljina – A6, PU Zvornik – A7, PU Istočno Sarajevo – A8, PU FOČA – A9, PU Trebinje – A10.

3.1. Određivanje težine kriterijuma pomoću SWARA metode

Na osnovu procjene važnosti, kriterijumi su poređani od najznačajnijeg ka najmanje značajnom. Vrijednost Sj dodijeljena je svakom kriterijumu kako bi se odredilo koliko je on manje važan u odnosu na prethodno rangirani. Indikatoru prekoračenja brzine data je primarna vrijednost jer on predstavlja ključni faktor rizika koji simultano utiče i na samu vjerovatnoću nastanka saobraćajne nezgode. Drugi najznačajniji indikator je upotreba alkohola, zbog njegovog direktnog uticaja na psihofizičku sposobnost vozača i visoku interakciju sa saobraćajnim nezgodama. Kao ključni element pasivne bezbjednosti, koji primarno štiti osobu koja upravlja vozilom treći rang je dodijeljen korišćenju pojasa kod vozača. Upotreba mobilnog telefona rangirana je kao četvrti faktor zbog velike prisutnosti kognitivne distrakcije u vožnji. Sljedeći rang je dodijeljen korišćenju pojasa kod suvozača te zaštiti djece do 12 godina, s obzirom na njihovu ranjivost kao putnika u vozilu. Te je na posljednjem mjestu korišćenje pojasa na zadnjem sjedištu, on se izdvaja kao faktor za sprečavanje sekundarnih pojava u vozilu. S ovim kriterijumom bi se zaokružila hijerarhija uticaja pomenutih indikatora na ukupnu bezbjednost saobraćaja. Nakon određivanja koeficijenta Kj pristupa se određivanju proračuna težina qj:

$$q_1 = \frac{q_7 - 1.000}{k_2 - 1.122} = 0,735$$

Poslednji korak jeste proračun težina kriterijuma Wj:

$$W_7 = \frac{q_7 - 1.000}{q_k - 4.882} = 0,205$$

Postupak i rezultati primene SWARA metode za određivanje težina kriterijuma predstavljeni su u Tabeli 2.

Tabela 2. Postupak i rezultati SWARA metode

	Sj	Kj=Sj+1	qj	Wj
C7	1.000	1.000	1.000	0.205
C1	0.122	1.122	0.891	0.183
C4	0.211	1.211	0.736	0.151
C3	0.111	1.111	0.662	0.136
C5	0.154	1.154	0.574	0.118
C2	0.081	1.081	0.531	0.109
C6	0.089	1.089	0.488	0.100
Σ			4.882	

U tabeli 3 prikazana je proširena matrica odlučivanja koja, pored postaranih alternativa, uključuje i idealno (AI) i antiidealno (AAI) rješenje. Idealno rješenje predstavlja najbolju vrijednost kriterijuma, dok antiidealno rješenje predstavlja najnepovoljnije vrijednosti, pri čemu je u posljednjem redu naznačeno da li se kriterijum maksimizira ili minimizira.

Tabela 3. Proširena matrica odlučivanja

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
AAI	2.1	35.8	15.7	52.7	49.7	15.9	50.9
A1	1.3	46.6	12.8	71.6	65.4	25.3	37.5
A2	1.2	52.7	10.8	72.4	69.3	28.6	33.4
A3	0.4	54.8	15.7	76.5	77.1	42.7	41.5
A4	2.1	35.8	10.6	72.3	68.6	15.9	35.3
A5	0.8	41.0	10.9	58.8	59.1	20.8	43.9
A6	0.4	37.7	15.6	70.1	63.5	18.8	50.9
A7	1.7	44.2	13.8	74.0	73.4	22.7	48.1
A8	0.4	50.6	10.3	68.5	67.2	28.6	35.0
A9	1.0	42.7	13.8	56.4	50.8	24.4	47.5
A10	0.8	43.0	13.6	52.7	49.7	19.0	50.0
AI	0.4	54.8	10.3	76.5	77.1	42.7	33.4
max/min	min	max	min	max	max	max	min

Nakon proširenja početne matrice, formira se normalizovana matrica donošenja odluka (Tabela 4).

$$n_{11} = \frac{x_{ai}}{x_{11}} = \frac{0,4}{1,3} = 0,308$$

Tabela 4. Normalizovana matrica donošenja odluka

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
AAI	0.190	0.653	0.656	0.689	0.645	0.372	0.656
A1	0.308	0.850	0.805	0.936	0.848	0.593	0.891
A2	0.333	0.962	0.954	0.946	0.899	0.670	1.000
A3	1.000	1.000	0.656	1.000	1.000	1.000	0.805
A4	0.190	0.653	0.972	0.945	0.890	0.372	0.946
A5	0.500	0.748	0.945	0.769	0.767	0.487	0.761
A6	1.000	0.688	0.660	0.916	0.824	0.440	0.656
A7	0.235	0.807	0.746	0.967	0.952	0.532	0.694
A8	1.000	0.923	1.000	0.895	0.872	0.670	0.954
A9	0.400	0.779	0.746	0.737	0.659	0.571	0.703
A10	0.500	0.785	0.757	0.689	0.645	0.445	0.668
AI	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Wj	0.183	0.109	0.136	0.151	0.118	0.100	0.205

U sljedećem koraku se proračunava ponderisana normalizovana matrica, vrijednosti ponderisane normalizovane matrice će se dobiti tako što prethodnu normalizovanu matricu pomnožimo sa vrijednostima kriterijuma dobijenih korišćenjem SWARA metode (Tabela 5).

$$V_{11} = n_{11} \times W_1 = 0,308 \times 0,183 = 0,056$$

$$S_1 = V_{11} + V_{12} + V_{13} + V_{14} + V_{15} + V_{16} + V_{17} = 0,056 + 0,092 + 0,109 + 0,141 + 0,100 + 0,059 + 0,182 = 0,740$$

Tabela 5. Ponderisana normalizovana matrica donošenja odluke

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Si
AAI	0.035	0.071	0.089	0.104	0.076	0.037	0.134	0.546
A1	0.056	0.092	0.109	0.141	0.100	0.059	0.182	0.740
A2	0.061	0.105	0.129	0.143	0.106	0.067	0.205	0.815
A3	0.183	0.109	0.089	0.151	0.118	0.100	0.165	0.913
A4	0.035	0.071	0.132	0.142	0.105	0.037	0.194	0.716
A5	0.091	0.081	0.128	0.116	0.090	0.049	0.156	0.711
A6	0.183	0.075	0.090	0.138	0.097	0.044	0.134	0.760
A7	0.043	0.088	0.101	0.146	0.112	0.053	0.142	0.685
A8	0.183	0.100	0.136	0.135	0.102	0.067	0.195	0.918
A9	0.073	0.085	0.101	0.111	0.077	0.057	0.144	0.649
A10	0.091	0.085	0.103	0.104	0.076	0.044	0.137	0.640
AI	0.183	0.109	0.136	0.151	0.118	0.100	0.205	1.000

Prikazani rezultati u tabeli 6, dobijeni su korišćenjem MARCOS metode.

$$K_1 = \frac{S_1}{S_{aai}} = \frac{0,740}{0,546} = 1,356, \quad K_1^+ = \frac{S_1}{S_{ai}} = \frac{0,740}{1,000} = 0,740, \quad fK_- = \frac{K_1^+}{K_1^+ + K_1^-} = \frac{0,740}{0,740 + 1,356} = 0,353, \quad fK_+ = \frac{K_1^-}{K_1^+ + K_1^-} = \frac{1,356}{0,740 + 1,356} = 0,647, \quad fK_1 = \frac{K_1^+ + K_1^-}{1 + \frac{1-f(K_1^+)}{f(K_1^+)} + \frac{1-f(K_1^-)}{f(K_1^-)}} = \frac{0,740 + 1,356}{1 + \frac{1-0,647}{0,647} + \frac{1-0,353}{0,353}} = 0,621$$

Tabela 6. Rezultati SWARA-MARCOS modela

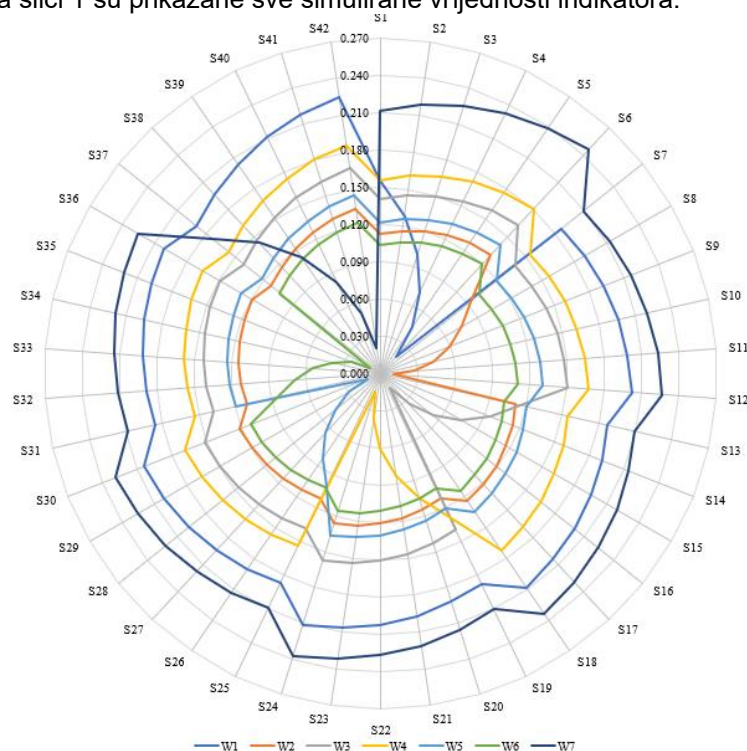
	Ki-	Ki+	fKi-	fKi+	fKi	Rank
A1	1.356	0.740	0.353	0.647	0.621	5
A2	1.492	0.815	0.353	0.647	0.683	3
A3	1.673	0.913	0.353	0.647	0.766	2
A4	1.311	0.716	0.353	0.647	0.600	6
A5	1.303	0.711	0.353	0.647	0.596	7
A6	1.392	0.760	0.353	0.647	0.637	4
A7	1.254	0.685	0.353	0.647	0.574	8
A8	1.682	0.918	0.353	0.647	0.770	1
A9	1.188	0.649	0.353	0.647	0.544	9
A10	1.173	0.640	0.353	0.647	0.537	10

Primjenom integrisanog VKO modela koji se sastoji od SWARA i MARCOS metode, dobijeni su rezultati istraživanja. Rezultati pokazuje da je Poljska uprava Istočno Sarajevo, to jest A8 zauzela je prvo mjesto,

što znači da ima najpovoljniju kombinaciju vrijednosti analiziranih indikatora, to jest bolje rezultate kod kriterijuma koji se minimiziraju i povoljnije vrijednosti kod kriterijuma koji se maksimiziraju u odnosu na ostale uprave. Dok je policijska uprava Trebinje, odnosno A10 zauzela poslednje mjesto u rangui.

4. ANALIZA OSJETLJIVOSTI

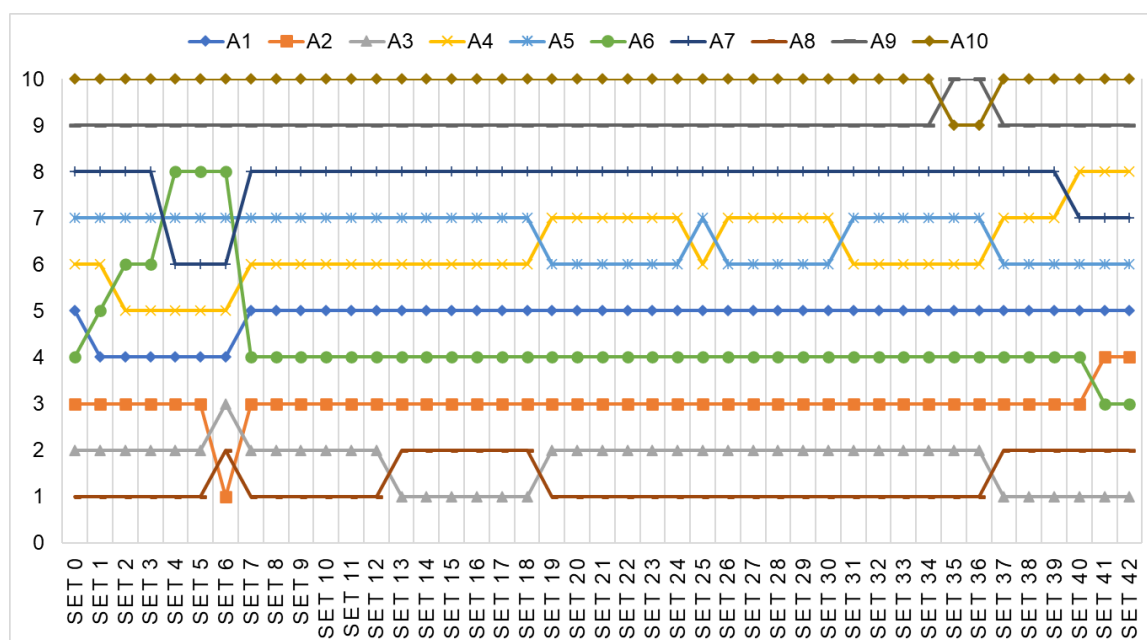
Da bi se izvršile provjere stabilnosti dobijenih rezultata pristupljeno je formiranju 42 scenarija u okviru kojih su simulirane nove vrijednosti kriterijuma tj. indikatora bezbjednosti saobraćaja. Kriterijumi su modelirani na način da mijenjaju sopstvenu vrijednost u intervalu od 15 do 90%. U prvih šest scenarija C1 mijenja svoju vrijednost tako što se sopstvena vrijednost smanjuje za 15% u prvom scenariju, pa do 90% u šestom scenariju, pri čemu se vrijednosti ostalih indikatora povećavaju tako da uvijek njihova suma čini jedan. Na slici 1 su prikazane sve simulirane vrijednosti indikatora.



Slika 1. Vrijednosti indikatora u analizi osjetljivosti

Rezultati sprovedene analize osjetljivosti ukazuju na visok stepen stabilnosti dobijenog rangiranja, uprkos značajnim varijacijama vrijednosti kriterijuma kroz ukupno 42 definisana scenarija. Promjene u rangui alternativa javljaju se u relativno ograničenom broju slučajeva i uglavnom su kratkotrajnog karaktera, što potvrđuje pouzdanost primijenjenog modela. Najbolje rangirana alternativa, A8, zadržava vodeću poziciju u gotovo svim scenarijima, dok se odstupanja registruju samo u uslovima izraženih promjena težina pojedinih indikatora. Konkretno u scenariju 6, najbolje rangirana PU više nije prvorangirana, jer je njen značaj opao za 90%. Tu dolazi do njenog privremenog pada na drugo mjesto i preuzimanja prve pozicije od strane alternative A3. Ovakvo ponašanje ukazuje na to da A8 svoju prednost dominantno zasniva na indikatorima čiji značaj u tim scenarijima biva umanjen, dok istovremeno dolazi do relativnog jačanja indikatora koji favorizuju A3.

Sa druge strane, najlošije rangirane alternative, poput A10 i A9, pokazuju minimalne oscilacije u rangui i zadržavaju svoje pozicije pri dnu rang-liste, bez značajnijih pomaka ka višim rangovima. Najlošije rangirana alternativa je zapravo A10, u scenariju 35 ona se podiže na 9. mjesto. Ukupno posmatrano, može se zaključiti da promjene u težinama kriterijuma, čak i u širokom opsegu od 15% do 90%, ne dovode do značajnih poremećaja u strukturi rangiranja, već samo do manjih i lokalizovanih varijacija, čime se potvrđuje pouzdanost i konzistentnost dobijenih rezultata.



Slika 2. Rezultati analize osjetljivosti

Dijagram prikazuje konzistentnost rangiranja policijskih uprava (1–10) kroz 42 različita scenarija (SET 0–42), odnosno u kojoj mjeri pojedine uprave zadržavaju ili mijenjaju svoju poziciju na rang listi. Jasno se uočava da su uprave označene kao A9 i A10 najkonzistentnije, jer gotovo u potpunosti zadržavaju svoje pozicije (rang 9 i 10), uz minimalne oscilacije poput povremene zamjene mjesta. Sličan obrazac stabilnosti prisutan je i kod A2, A3 i A8, ali na boljim rangovima (1–3), što ukazuje na njihovu dosljednu poziciju pri vrhu rang liste bez značajnijih promjena.

Uprave A4, A5 i A7 pokazuju umjerenu varijabilnost, krećući se između susjednih rangova (najčešće 6–8), što znači da dolazi do manjih pomjeranja u zavisnosti od scenarija, ali bez većih odstupanja. A1 je relativno stabilna u sredini rang-liste (oko 4–5), dok A6 pokazuje najizraženiju promjenu – sa početno viših pozicija brzo opada i stabilizuje se na nižem rang, što ukazuje na osjetljivost na promjene uslova. Ukupno gledano, dijagram jasno razlikuje uprave koje zadržavaju stabilan rang kroz sve scenarije od onih koje pokazuju određeni stepen varijabilnosti, pri čemu su promjene uglavnom ograničene na pomjeranja za jedno ili dva mjesta, a ne na velike skokove unutar rang-liste.

5. ZAKLJUČAK

Sprovedeno istraživanje bezbjednosti saobraćaja na nivou policijskih uprava u Republici Srpskoj zasnovano je na primjeni kombinovanog SWARA–MARCOS modela, pri čemu je SWARA metoda korišćena za određivanje težina indikatora, a MARCOS metoda za konačno rangiranje alternativa. Dobijeni rezultati ukazuju na jasnu diferencijaciju između policijskih uprava, pri čemu se kao najbolje rangirana izdvaja alternativa A8, dok se najslabije rangirana pokazala alternativa A10. Takođe, visoke pozicije zauzimaju i A3 i A2, što ukazuje na njihove relativno povoljne performanse u pogledu analiziranih indikatora bezbjednosti saobraćaja.

Analiza osjetljivosti, sprovedena kroz 42 scenarija sa značajnim varijacijama vrijednosti indikatora, pokazala je da je dobijeno rangiranje u velikoj mjeri stabilno. Promjene u redoslijedu alternativa javljaju se u ograničenom broju scenarija i uglavnom su posljedica ekstremnih promjena značaja pojedinih indikatora, dok najbolje rangirana alternativa u najvećem broju slučajeva zadržava svoju poziciju ili bilježi minimalna odstupanja. Slično tome, najlošije rangirane alternative, poput A9 i A10, ne pokazuju značajnije pomake ka višim pozicijama, čime se dodatno potvrđuje pouzdanost modela.

Doprinos istraživanja ogleda se u primjeni integrisanog SWARA–MARCOS pristupa u oblasti bezbjednosti saobraćaja, čime je omogućen objektiv i sistematičan način ocjene i poređenja policijskih uprava. Detaljnija analiza pokazuje da su razlike u rangiranju posljedica kumulativnog efekta više indikatora, gdje najbolje rangirane uprave ostvaruju stabilno dobre rezultate bez izraženih slabosti, dok slabije rangirane karakterišu nepovoljne vrijednosti u ključnim segmentima ili izraženija varijabilnost. Srednje rangirane uprave (poput A4, A5 i A7) pokazuju uravnotežene, ali ne i dovoljno konkurentne performanse za vrh rang liste. Rezultati analize osjetljivosti dodatno potvrđuju pouzdanost modela, jer većina uprava zadržava svoje pozicije ili bilježi minimalna odstupanja kroz različite scenarije, pri čemu

se promjene najčešće svode na pomjeranja za jedno mjesto, dok značajnija odstupanja nastaju samo u uslovima ekstremnih promjena težina pojedinih indikatora, što potvrđuje stabilnost i pouzdanost dobijenog rangiranja. Dobijeni rezultati mogu poslužiti kao značajna podrška donosiocima odluka u identifikaciji prioriteta oblasti djelovanja i unapređenju stanja bezbjednosti saobraćaja.

Kao smjernice za dalja istraživanja, preporučuje se proširenje skupa indikatora, primjena i poređenje sa drugim višekriterijumskim metodama, kao i sprovođenje vremenske i prostorne analize kako bi se obezbijedio još potpuniji uvid u stanje i trendove bezbjednosti saobraćaja.

LITERATURA

- [1] Adamu, I. A., Jada, B. U., Sani, A., & Olayemi, O. R. (2025). The Role of Mobile Phone Distraction in Road Traffic Accidents. *Journal of Systematic, Evaluation and Diversity Engineering*.
- [2] Brown, J., Hatfield, J., Du, W., Finch, C. F., & Bilston, L. E. (2010). Population-level estimates of child restraint practices among children aged 0–12 years in NSW, Australia. *Accident Analysis & Prevention*, 42(6), 2144–2148.
- [3] Kargar, S., Ansari-Moghaddam, A., & Ansari, H. (2023). The prevalence of seat belt use among drivers and passengers: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the Egyptian Public Health Association*, 98(1), 14.
- [4] Keršulienė, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, 11(2), 243-258.
- [5] Kovačević, N., Tripković K., Marković M., Mladenović J. S., 2017 – Rizično ponašanje vozača u Srbiji. Bezbednost saobraćaja u lokalnoj zajednici“, 12. Međunarodna Konferencija „Bezbednost saobraćaja u lokalnoj zajednici“ Srbija, Tara, Hotel Omorika, 19 - 22. april 2017
- [6] Kutela, B., Ngeni, F., Ruseruka, C., Chengula, T. J., Novat, N., Shita, H., & Kinero, A. (2025). The influence of roadway characteristics and built environment on the extent of over-speeding: An exploration using mobile automated traffic camera data. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 17, 120-130.
- [7] Lipovac, K. P. 2008. Bezbednost saobraćaja, Beograd
- [8] Republički zavod za statistiku, Ovo je Republika Srpska, 2024, Banja Luka.
- [9] Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A., & Chatterjee, P. (2020). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to COMpromise solution (MARCOS). *Computers & industrial engineering*, 140, 106231.
- [10] World Health Organization Road traffic injuries, 2021.