Dr Dragutin Jovanović,
ppuk. dipl. inž.
Dr Miloš Ivić,
dipl. inž.

BEZBEDNOST PREVOŽENJA KAO KRITERIJUM OPTIMIZACIJE ORGANIZOVANJA ŽELEZNIČKOG SAOBRAĆAJA

Uvod

Železnica, kao privredna grana, svoju delatnost obavlja raznovrsnim i složenim tehničkim sredstvima. Osnovni zadatak — prevoženje putnika i tereta nastoji da se obavlja uz pravilan prihvata, utovar, smeštaj, istovar i bezbednu vožnju. Bezbednost prevoženja predstavlja stalnu brigu celokupne železničke organizacije i korisnika železničkih usluga.

Prevoženja železnicom za potrebe VJ, obično u vanrednim uslovima, odlikuju se mnoštvom ljudstva (putnika) i masovnošću tereta (raznovrsnih MTS), kao i nizom drugih specifičnosti vezanih za tehnološki proces železničkog saobraćaja. Sve to, na određeni način, utiče na bezbednost prevoženja, što postaje vrlo značajan kriterijum organizovanja železničkog saobraćaja.

Radi sveobuhvatnijeg sagledavanja procesa organizovanja železničkog saobraćaja i višekriterijumskog izbora optimalnog načina u složenim uslovima, u radu se bezbednost razmatra kao jedan od kriterijuma organizovanja i daje mogući matematički model za njegovo određivanje.

Karakteristike kriterijuma bezbednosti prevoženja

Bezbednost odvijanja železničkog saobraćaja pri prevoženju masovnih

tokova tereta u vanrednim uslovima predstavlja značajan kriterijum organizovanja saobraćaja. To je, ujedno, jedan od značajnijih elemenata kvaliteta železničke saobraćajno-transportne usluge u posmatranim uslovima.

Za potrebe razmatranja bezbednosti železničkog saobraćaja u uslovima prevoženja masovnih tokova tereta potrebno je istaći određene specifičnosti, kao što su:

- kretanje vozova relativno velike mase kao samostalnih saobraćajno-transportnih jedinica,

- kretanje vozova relativno velikim brzinama i postojanje relativno velike kinetičke energije potencijalno opasnog dejstva;

- prevoženje velikog broja ljudi u jednom vozu (kod putničkih vozova), što ponekad odgovara veličini malog naselja;

- učešće tehničkih sredstava i tereta velike vrednosti u procesu prevoženja;

- sleđenje vozova u kraćim vremenskim intervalima i u kraćim prostornim razmacima;

- istovremeno korišćenje jednokolosečne pruge za saobraćaj vozova u oba smera, što dovodi do većeg broja ukrštanja i preticanja;

- veoma često ograničeno vreme prevoženja masovnih tokova tereta, a

time stvaranje potrebe za primenom raznih načina organizovanja železničkog saobraćaja, i dr.

Bezbednost odvijanja železničkog saobraćaja zavisi od većeg broja faktora. Osnovni faktori bezbednosti železničkog saobraćaja (sl. 1), jesu ljudi (ljudski faktor), tehnička sredstva (tehnički faktor), organizacija železničkog saobraćaja (organizacioni faktor), tereti sa svojim karakteristikama, odnosno struktura prevoza (faktor prevoza) i okruženje.

Tehnički faktor svoj uticaj na bezbednost ispoljava preko raznih tehničkih sredstava i sistema, kao što su: pruga, pružna postrojenja, kolosečna postrojenja, vučna vozila, signalno-sigurnosni i telekomunikacioni uređaji, stabilna postrojenja elektrovuče, i sl. Pruga, pružna i kolosečna postrojenja ugrožavaju bezbednost odvijanja želez-

ničkog saobraćaja ukoliko dođe do pucanja šina, promena na kolosečnom zastoru, istrošenosti kolosečnog pribora, deformacije pragova, promene razmaka šina, neispravnosti uređaja za sprečavanje putovanja šina, neispravnosti skretnica i sl. Vučna i vučena sredstva utiču na bezbednost saobraćaja svojim eventualnim neispravnostima. Najčešće neispravnosti vučnih sredstava i uređaja za njihov pogon nastaju na osovinskom sklopu, u sistemu za kočenje, na vučno-odbojnom uređaju, na pogonskom i pomoćnom uređaju dizel i elektrovozila, i sl. Kod vučnih sredstava neispravnosti se javljaju, uglavnom, na osovinskom sklopu, vučno-odbojnom uređaju i sistemu za kočenje.

Signalno-sigurnosni i telekomunikacioni uređaji samom prirodom i svrhom svog postojanja direktno utiču na nivo bezbednosti železničkog saobraćaja.

Sl. 1 — Faktori bezbednosti železničkog saobraćaja

ja. Posebno su uticajni, s aspekta bezbednosti, stanični SS i TK uređaji, prostorni signali, SS i TK uređaji na putnim prelazima.

Stabilna postrojenja elektrovuče ispoljavaju uticaj na bezbednost železničkog saobraćaja preko neispravnosti na kontaktnoj mreži u vidu njenog mehaničkog oštećenja, nestanka napona, kvara u elektrovučnim podstanicama i postrojenjima za sekcionisanje, i dr. Bezbednost železničkog saobraćaja za-

visi od osnovnih tehničkih karakteristika koje su zavisne od konstruktivnih rešenja, pouzdanosti, kvaliteta proizvodnje, stanja ispravnosti, kvaliteta održavanja, opremljenosti i dr.

Da bi se uočio uticaj bilo kojeg od navedenih faktora na bezbednost železničkog saobraćaja, neophodno je, za jedan duži period, sagledati vanredne događaje na železnici, njihove uzroke i posledice.

Sl. 2 — Klasifikacija vanrednih događaja na železnici

Pod vanrednim događajem na železnici podrazumeva se svaki događaj koji je imao najmanje jednu od sledećih posledica: smrt, težu telesnu ozledu ili ugrožavanje života lica, materijalnu štetu, prekid saobraćaja vozova, ugrožavanje ili otežavanje odvijanja saobraćaja. Prema mestu, uzrocima nastanka i posledicama koje su prouzrokovali, ili su mogli prouzrokovati, dele se na četiri grupe. To su: udesi, nezgode, vanredni događaji na putnim prelazima i smetnje [1], (sl. 2).

Udes je vanredni događaj na železnici, koji ima za posledicu: smrt ili težu ozledu lica, veliku materijalnu štetu ili veći prekid saobraćaja.

Nezgoda je vanredni događaj na železnici koji za posledicu ima: ugrožavanje železničkog saobraćaja, materijalnu štetu ili prekid saobraćaja.

Vanredni događaj na putnom prelazu ili van njega na železničkom području je događaj koji nastaje usled nedozvoljenog i neopreznog kretanja lica, putnih vozila i krupne stoke na putnim prelazima, zatim ispadanje, uskakanje i iskakanje iz voza, pad putnih vozila na prugu, i dr. Posledice ovih vanrednih događaja obično su: usmrćenje, teže telesne ozlede, prekid saobraćaja i materijalna šteta.

Smetnja je vanredni događaj koji ima za posledicu prekid saobraćaja, njegovu otežavanje ili materijalnu štetu, ali koji nije ugrozio bezbednost železničkog saobraćaja. Pregled broja vanrednih događaja po vrstama i uzrocima, nastalih u razdoblju od 1980. do 1987. godine (tabela 1), govori da zantan broj vanrednih događaja na želez-

Tabela 1.

Pregled vanrednih događaja po vrstama i uzrocima

Vrsta vanred. događaja, vrsta uzorka	Godina							
	1980.	1981.	1982.	1983.	1984.	1985.	1986.	1987.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Udesi	384	386	304	278	306	327	278	220
Nezgode	1883	1861	1901	1991	1884	1819	1710	1672
Vanredni događaji na putnim prelazima	530	512	508	471	476	517	571	470
Vanredni događaji izvan putnih prelaza	389	505	580	602	617	610	554	589
Smetnje	6716	6938	6600	6713	6857	8486	8681	
Ukupno	10043	10249	9959	10075	10184	11805	11794	
Lični propusti pri vršenju žel. službe	2483	2571	2469	2710	2675	2561	2298	
Tehnički uzroci	5871	5801	5756	5694	5698	7409	7569	
Viša sila	142	162	113	112	152	169	180	
Nepažnja putnika i trećih lica	1547	1715	1621	1559	1659	1666	1747	

nici nastaje usled određenih tehničkih uzroka.

Vanredni događaji u toku odvijanja železničkog saobraćaja, koji imaju teže posledice (svi vanredni događaji izuzev smetnji), jednim delom su uzrokovani tehničkim nedostacima (tabela 2).

Tabela 2.

Pregled učešća vanrednih događaja (bez smetnji) s uzrokom tehničkih nedostataka u ukupnom broju vanrednih događaja na JŽ (prostor bivše SFRJ)

Go-dina	Ukupan broj vanrednih događaja bez smetnji u železnič. saobraćaju	Broj vanrednih događaja bez smetnji nastalih usled tehn. nedost.	%
1	2	3	4
1983.	3342	445	13,31
1984.	3283	357	10,8
1985.	3273	431	13,6
1986.	3113	397	12,7
1987.	2953	301	10,2

Tehnička sredstva i sistemi, posmatrani pojedinačno, imaju različit udeo u nastanku vanrednih događaja. U tabeli 3. prezentirani su podaci za samo dve godine, odakle se vidi da je u 1986. godini od svih vanrednih događaja 64,2% nastalo usled određenih tehničkih nedostataka, i to na sledećim tehničkim sistemima i sredstvima: vučnim vozilima, ostalim vozilima, prugama, stabilnim postrojenjima elektrovučne, signalno-sigurnosnim i telekomunikacionim postrojenjima, i dr.

Organizacioni faktor svoj uticaj na bezbednost železničkog saobraćaja ispoljava preko svih pet osnovnih delatnosti na železnici. Posebno značajan uticaj na bezbednost železničkog saobraćaja ispoljava red vožnje kao tehničko-tehnološki dokument.

Svaki od analiziranog skupa mogućih načina organizovanja železničkog saobraćaja, u uslovima masovnih prevoženja, predstavlja, u suštini, tehničko-tehnološki dokument kojim se stva-

Tabela 3.

Pregled broja i uzroka vanrednih događaja nastalih usled tehničkih nedostataka u 1985. i 1986. godini

Vrsta tehničkog uzorka	Broj vanred. događaja nastalih usled tehničkih nedostataka na JŽ		Učešće u ukupnom broju vanred. događaja na JŽ u 1986. godini %
	1985.	1986.	
1	2	3	4
Vučna vozila	5930	6267	53,1
Ostala vozila	523	510	4,3
Pruga	600	436	4,1
SS i TK postroj.	151	124	1,1
Stabilna postrojenja elektrovuče	205	182	1,6
Ukupno	7409	7569	64,2

ra deo organizacije saobraćaja. Takvi oblici organizovanja železničkog saobraćaja preko svojih pojedinih elemenata, kao što su intervali sleđenja (vrsta — način i vrednost), intervali ukrštanja ili organizacija vuče utiču na bezbednost saobraćaja. Svaki način organizovanja železničkog saobraćaja, odnosno svako kretanje vozova, nosi određeni stepen opasnosti od ugrožavanja sopstvenog kretanja i kretanja drugih vozova, pogotovo što se saobraćaj odvija na jednokolosečnoj pruzi.

Ukrštanje na jednokolosečnoj pruzi, po pravilu, nosi sa sobom potencijalnu opasnost po učesnike u saobraćaju, a vanredni događaji, koji tom prilikom nastaju, imaju veoma teške posledice. Za bezbednije obavljanje radnje ukrštanja izgrađuju se posebna postrojenja na kolosečnom putu (stanice i ukrsnice). Po pravilu, za vreme ukrštanja u tim mestima obavljaju se i druga kretanja, koja se vremenski mogu podudariti sa saobraćajem voza. Mogu-

ća podudaranja izbegavaju se odgovarajućom organizacijom i tehničkim sredstvima.

Znatan broj udesa na železnici nastaje usled kolizije dva ili više istovremenih kretanja. Tako nastaju sudari (kada se vozovi kreću istovremeno po istom koloseku u suprotnim smerovima), naleti (kada se vozovi kreću po istom koloseku i u istom smeru, a različitim brzinama). Bočno ugrožavanje može se pojaviti na skretnici ili ukrštanju, dok se iskliznuće može pojaviti usled neprilagođene brzine u krivini pruge, na mestima oštećenja ili loma šine i na skretnici. Udesi nastali opisanim načinima učestvuju u ukupnom broju svih vanrednih događaja na železnici sa 3,8% u 1980. godini, do 2,35% u 1986. godini. Trend promene broja udesa na železnici (sl. 3), ukazuje na određeni tempo pada.

Sl. 3 — Trend promene broja udesa na JŽ

U strukturi udesa najveće učešće imaju iskliznuća vozova, potom naleti i, na kraju, sudari (tabela 4).

Sl. 4 — Struktura udesa na JŽ

Tabela 4.

Pregled strukture udesa

Godina	Broj udesa pri vršenju železn. saobrać.	Struktura udesa			
		sudar vozova	nalet vozova	iskliznuće vozova	ostali udesi
1	2	3	4	5	6
1980.	384	14	23	198	149
1981.	386	14	40	195	137
1982.	304	11	24	173	96
1983.	278	11	33	149	85
1984.	306	7	48	145	106
1985.	327	11	43	153	120
1986.	278	7	30	144	97
1987.	220	11	26	116	67
Ukupno	2870	101	293	1457	1019

Iskliznuća vozova, koja su u strukturi udesa najčešća, imaju određeni tempo pada (sl. 4). Naleti i sudari vozova u posmatranom vremenskom periodu imaju dosta stabilno kretanje, ne ispoljavaju izraženiji tempo pada niti rasta.

Posledice ovih udesa u posmatranom periodu su veoma teške: povrede 82,3% (478 lica) i pogibija 17,7% (103 lica) (sl. 5).

Sl. 5. — Nastradala lica u udesima na JŽ

Bezbednost železničkog saobraćaja u znatnoj meri zavisi od čoveka kao elementarnog faktora celokupnog procesa organizacije, regulisanja, kontrole i odvijanja železničkog saobraćaja. U

tom celokupnom procesu učestvuju različite kategorije ljudi, od železničkog osoblja (izvršno stanično, pružno, manevarsko lokomotivsko i vozopratno), putnika, kao predmeta prevoženja, do pešaka. Svaka od navedenih kategorija različito utiče na bezbednost železničkog saobraćaja. Analize vanrednih događaja (udesu i nezgoda) u železničkom saobraćaju u 1987. godini pokazuju da je čovek uzrok vanrednih događaja u 86,9% slučajeva. Lični propusti železničkog osoblja uzrok su vanrednih događaja u 49,4% slučajeva, dok je u 37,5% slučajeva uzrok nepažnja putnika i trećih lica [2, 3].

Udesi u železničkom saobraćaju jednim delom nastaju zbog propusta železničkog osoblja (sudari, i naleti vozova), a jednim delom (iskliznuća) zbog tehničkih nedostataka, kao što su: neispravnosti na kočionom uređaju, osovinskom sklopu, vučno-odbojnom uređaju, naprsnuću šine, neispravnosti na skretnicama, i dr. Prema podacima datim u [3] udesi nastali u 1986. godini uzrokovani su:

- ličnim propustima železničkog osoblja u 37% slučajeva;
- nepažnjom putnika i trećih lica u 4,7% slučajeva;
- nepovoljnim stanjem tehničkih sredstava u 50% slučajeva,
- elementarnim nepogodama u 8,3% slučajeva.

Najčešći propusti železničkih radnika su:

- propuštanje voza pored signala koji zabranjuje dalju vožnju;
- jednovremeni ulazak vozova čiji se putevi seku ili dodiruju;
- nezaustavljanje voza u stanici u kojoj mora stati;
- puštanje voza na zauzeti kolosek;
- nepravilno postavljanje skretnica;
- prekoračenje propisane brzine i nepropisano kočenje;

— nepažnja pri manevrisanju i neblagovremena obustava manevra pred očekivani voz;

— nedovoljna zaštita voza ili ugroženog mesta;

— neobaveštenost voznog osoblja o ulasku voza u skretanje ili na zauzeti kolosek;

— otpremanje voza bez primljenog dopuštenja iz stanice;

— nedozvoljeno manevrisanje preko granice manevrisanja;

— odbegla vozila;

— neblagovremeno prekidanje putnog saobraćaja na putnim prelazima;

— nepoštivanje propisa o održavanju i kontroli tehničke ispravnosti vozila i drugih tehničkih sredstava, i dr.

Priroda navedenih propusta ukazuje na to da stručno znanje železničkog osoblja mora pratiti razvoj i modernizaciju železnice, odnosno njenu automatizaciju izraženu kroz uvođenje novih tehničkih sistema.

Brojna istraživanja i analize govore da na propuste i greške železničkog osoblja u železničkom saobraćaju utiču:

- psihofizičko stanje radnika, posebno mašinovođe;
- sposobnosti;
- tehnička kultura;
- životni i radni uslovi;
- motivisanost za izvršavanje osnovnih delatnosti, i dr.

Definisanje modela za određivanje bezbednosti prevoženja

Za optimalizaciju organizacije železničkog saobraćaja, pri prevoženju masovnih tokova tereta, prema kriterijumu bezbednosti odvijanja saobraćaja, treba pronaći one uticajne elemente koji kod različitih varijanata poprimaju različite vrednosti. Analiza faktora bezbednosti ukazuje na to da se po-

jedine varijante organizovanja železničkog saobraćaja po pitanju učešća i uticaja pojedinih faktora razlikuju, a to znači da se mogu upoređivati i rangirati, prema količini — broju kolizionih tačaka.

Do kolizije među vozovima dolazi zbog višestrukog korišćenja jednokolosečne pruge, jer se vozovi kreću u tovarenom i netovarenom smeru, bilo da se radi o namenskom odvijanju železničkog saobraćaja za potrebe VJ, bilo o odvijanju redovnog saobraćaja prema definisanom redu vožnje.

Prilikom odvijanja železničkog saobraćaja na jednokolosečnoj pruzi kolizija predstavlja ukrštanje dva voza. Ono se obavlja u stanicama ili drugim, za tu priliku određenim, službenim mestima.

Prema tome, bezbednost odvijanja železničkog saobraćaja pri određenoj varijanti organizovanja može se odrediti izrazom:

$$B_{pr} = \frac{10^3}{K_{uk}} \quad (1)$$

gde je:

K_{uk} — broj ukrštanja koji se odnosi na jedan par vozova.

Iz izraza se vidi da je B_{pr} obrnuto proporcionalna broju ukrštanja. Na bezbednost odvijanja železničkog saobraćaja svakako utiče i vrednost staničnog intervala ukrštanja (sl. 6) i vrednost

Sl. 6 — Stanični interval ukrštanja

staničnog intervala nejednovremenog dolaska vozova u stanicu (sl. 7). Stanični intervali, koji, u suštini, predstavljaju svojevrstne tehnološke vremenske norme, utvrđeni su za svaku stanicu. Po vrednosti bitno se ne razlikuju kod različitih varijanata organizovanja železničkog saobraćaja, pa je za upoređivanje varijanata dovoljna vrednost broja ukrštanja vozova.

Sl. 7 — Stanični interval nejednovremenog dolaska vozova u stanicu

Ukoliko se na pruzi odvijaju samo saobraćaj vozova za potrebe VJ (bez odvijanja »civilnog« saobraćaja), tada se svi vozovi tretiraju kao teretni, bez obzira na to da li prevoze ljudstvo ili ne. U tom slučaju dolazi do ukrštanja teretnih vozova suprotnih smerova (sl. 8).

Sl. 8 — Ukrštavanje teretnog voza netovarenog smera s vozovima tovarnog smera

Tada je broj ukrštanja jednak broju ukrštanja teretnih vozova među so-

bom koji se odnosi na jedan par vozova i može se izraziti [4]:

$$K_{uk} = K_{uk}^t = \frac{T' + T'' + T_{zad}}{I_t} - \Delta K \quad (2)$$

gde je:

T' i T'' — čisto vreme vožnje jednog para vozova na deonici [min],

T_{zad} — vreme zadržavanja vozova, kao i gubici na ubrzanje i zaustavljanje koje se odnosi na jedan par vozova [min],

I_t — interval između vozova jednog smera [min],

ΔK — korekcije uslovljene odnosom $(T' + T'' + T_{zad}) : I_t$ ima vrednost od 0 ÷ 1.

Kako je interval sleđenja vozova jednog smera:

$$I_t = \frac{1440}{N_v} \quad (3)$$

to zamenom izraza (3) u izraz (2) dobija se konačan izraz za određivanje broja ukrštavanja:

$$K_{uk}^t = \frac{(T' + T'' + T_{zad}) N_v}{1440} - \Delta K \quad (4)$$

Ukoliko se javlja potreba za istovremenim odvijanjem i ostalog saobra-

ćaja za potrebe društva i privrede, tada se ukupan broj ukrštanja mora uvećati za broj ukrštanja teretnih vozova (vozova koji obavljaju prevoženje za potrebe VJ) s putničkim vozovima:

$$K_{uk} = K_{uk}^t + K_{uk}^p \quad (5)$$

gde je:

K_{uk}^p — broj ukrštanja teretnih s jednim parom putničkih vozova.

Kako se istovremeno odvija kretanje putničkih i teretnih vozova, odnosno vozova različitih brzina, mora se odrediti broj preticanja teretnih vozova putničkim koji se odnosi na jedan par teretnih vozova.

$$K_{pret} = K_{pret}^p \cdot \frac{N_p}{N_t} \quad (6)$$

gde je:

K_{pret}^p — broj preticanja teretnih vozova parom putničkih vozova,

N_p — broj putničkih vozova.

Broj ukrštanja teretnih jednim parom putničkih vozova, (sl. 9) može se odrediti izrazom:

$$K_{uk}^p = \frac{T' + T'_{zad} + T'_p + T'' + T''_{zad} + T''_p}{I_t} - 2\Delta K$$

$$K_{uk}^p = \frac{(T' + T'' + T'_{zad} + T''_{zad} + T'_p + T''_p) N_t}{1440} - 2\Delta K \quad (7)$$

Sl. 9 — Ukrštavanje teretnih vozova s jednim parom putničkih

Sl. 10 — Preticanje teretnih vozova s jednim parom putničkih

Broj preticanja teretnih vozova parom putničkih (sl. 10) može se utvrditi izrazom:

$$K_{\text{pret}}^p = \frac{T' + T'_{\text{zad}} + T'_p + T'' + T''_{\text{zad}} - T''_p}{l_t} - 2\Delta K \quad (8)$$

Prema tome, ako se uz odvijanje železničkog saobraćaja za potrebe VJ istovremeno odvija i deo ostalog saobraćaja, tada se broj ukrštanja mero-davan za ocenu kriterijuma bezbednosti organizovanja železničkog saobraćaja, za potrebe ovog rada, može predstaviti kao zbir ukrštanja teretnih vozova među sobom K_{uk}^t i sa putničkim K_{uk}^t (izraz 5). Deo zadržavanja pri ukrštanju istovremeno se odnosi i na preticanje.

Kod delimično paketnih grafikona saobraćaja vozova, taj se tip grafikona uslovno, za određivanje broja ukrštavanja, posmatra kao običan nepaketni grafikon, tako što se linije (trase) svaka dva voza uzimaju kao jedna trasa. U tim uslovima par teretnih vozova N_t zamenjuje se parom uslovnih paketa N_{us} .

Tada se umesto vremena vožnje na deonici $(T' + T'' + T_{\text{zad}})$ uzima vreme vožnje para uslovnih paketa $(T' + T'' + T_{\text{zad}}^{\text{pak}} + 2/\gamma)$, a to približno iznosi $(1 + 0,25\gamma_{\text{pak}})(T' + T'' + T_{\text{zad}})$ [4].

Tada se broj ukrštanja uslovnih paketa koji otpada na jedan par tih paketa može odrediti pomoću izraza:

$$K_{\text{uk}}^{\text{us}} = \frac{(1 + 0,25\gamma_{\text{pak}})(T' + T'' + T_{\text{zad}}) N_{\text{us}}}{1440} - \Delta K \quad (9)$$

Zaključak

Bezbednost prevoženja železnicom u uslovima pojave masovnih tokova tereta i putnika, u ovom radu, posmatra se kao jedan od mogućih kriterijuma radi izbora optimalnog načina organizovanja železničkog saobraćaja, odnosno utvrđivanja njihovog ranga — redosleda.

Analiza osnovnih faktora bezbednosti železničkog saobraćaja pokazala je da je kod pojedinih varijanti organizacije različito njihovo učešće i uticaj, pa je kao osnova modela za utvrđivanje bezbednosti prevoženja masovnih tokova tereta železnicom, uzeta količina — broj kolizionih tačaka.

S obzirom na to da se najčešće razmatra organizacija železničkog saobraćaja na jednokolosečnoj pruzi, gde kolizija predstavlja ukrštanje dva voza, koje se obavlja u stanicama ili drugim službenim mestima, predloženo je da se vrednost kriterijuma bezbednosti od-

redi prema broju ukrštanja koji se odnosi na jedan par vozova. Model za određivanje broja ukrštanja dat je za slučaj odvijanja saobraćaja vozova samo

za potrebe VJ (vojnih vozova), kao i za slučaj istovremenog odvijanja i ostalog saobraćaja za potrebe društva i privrede.

Literatura:

- [1] Uputstvo o postupcima za slučaj vanrednog događaja, Beograd, ZJŽ, 1988.
- [2] Jovanović, D.: Faktori bezbednosti železničkog saobraćaja, Zbornik radova savetovanja »Bezbednost putnog i železničkog saobraćaja u oružanim snagama«, Zagreb, jun 1989.

- [3] Jovanović, D.: Stanje bezbednosti železničkog saobraćaja, Zbornik radova savetovanja »Bezbednost putnog i železničkog saobraćaja u oružanim snagama«, Zagreb, jun 1989.
- [4] Eror, S.: Organizacija železničkog saobraćaja I, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1989.