

ANALIZA AKTIVNOG OSIGURANJA NA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIM PRIJELAZIMA U FUNKCIJI SIGURNOSTI PROMETA NA PRUGAMA ŽFBH

1. Uvod

Željezničko-cestovni prijelazi (ŽCP) kolizijske su točke željezničkog i cestovnog prometa na kojima često dolazi do prometnih nesreća (izvanrednih događaja) s uglavnom teškim posljedicama kao što su smrtno stradavanje ili teško ozljeđivanje sudionika u prometu, i to uglavnom onih u cestovnome prometu. ŽCP-i su ozbiljan problem prometne sigurnosti u svijetu i u Federaciji Bosne i Hercegovine (FBiH). Svake godine, na oko 114 000 ŽCP-a u Europskoj uniji, više od 370 ljudi izgubi život, a 340 biva ozbiljno ozljeđeno u više od 1300 nesreća. U prometnim nesrećama na ŽCP-ima uglavnom stradavaju sudionici u cestovnome prometu i njihova imovina, iako u nesrećama u kojima sudjeluju teška cestovna motorna vozila teško stradavaju i željeznički putnici i radnici te na željezničkim vozilima nastaju veća oštećenja. Pritom treba imati u vidu to da planiranim povećanjem brzina i broja vlakova na pojedinim prugama znatno raste rizik povećanja broja nesreća s teškim posljedicama uzrokovanih naletima željezničkih vozila na cestovna na ŽCP-ima.



Slika 1. Željeznička mreža Bosne i Hercegovine [1]

Sve do sada provedene analize uzroka prometnih nesreća upućuju na zaključak da su u pravilu za njih odgovorni vozači cestovnih motornih vozila i drugi sudionici u prometu (pješaci i biciklisti). Uvažavajući pritom i prometno-tehničke i dinamičke karakteristike željezničkog sustava nameće se potreba za dodatnim analizama problematike sigurnosti prometa na ŽCP-ima s aspekta korisnika cesta. Pritom treba koristiti iskustva, odnosno rezultate opservacija i istraživanja te problematike na paneuropskoj razini, u cilju ujednačavanja pristupa u rješavanju specifične problematike te smanjenja broja teških prometnih nesreća na ŽCP-ima.

2. Mreža pruga u Federaciji BiH i pojam sigurnosti u željezničkom prometu

Ukupna građevinska dužina pruga u FBiH iznosi 608 + 495 km, od čega je [1]:

- 540 + 042 jednokolosiječnih i
- 68 + 453 dvokolosiječnih pruga.

Sustavom 25kV, 50Hz elektrificirano je 440 + 927 km mreže željezničkih pruga. Na pružnoj mreži Željeznica Federacije BiH (ŽFBH) nalazi se 195 ŽCP-a s različitim vrstama osiguranja, odnosno 0,33 ŽCP-a po kilometru pruge. Na slici 1 prikazana je pružna mreže u BiH.

U željezničkome sustavu, kao umjetno stvorenome sustavu koji utječe na okolinu, sigurnost željezničkog prometa opisuje se kao pojam isključivanja štetnih ili konfliktnih situacija, pojava ili događaja u njegovu tijeku. Željeznički promet definiran je tehnološkim procesom, koji podrazumjeva određenu tehničko-tehnološku regulaciju. To znači da se promet vlakova mora fizički regulirati tako da što manje ugrožava okolinu u kojoj teče.

Jedna od najprihvatljivijih definicija sigurnosti željezničkog prometa glasi: „Sigurnost je najveća moguća vjerovatnoća da će cjelokupni prometni sustav ili određeni njegov podsustav sigurno funkcionirati, uz unaprijed određene radne uvjete. Ako iz bilo kojeg razloga dođe do pojave ugroženosti pravilnog odvijanja željezničkog prometa, ugrađeni uređaji moraju biti tako projektirani, programirani i izvedeni da bezuvjetno, pouzdano i automatski prelaze na veći nivo sigurnosti, pa i po cijenu ukupne obustave prometa“ [2].

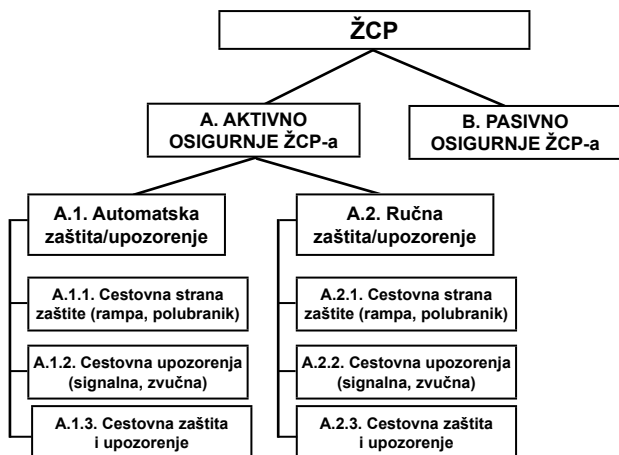
Najteži zadatak koji se postavlja pred željeznicu u vezi sigurnosti jest spriječiti konfliktnu situaciju unutar samoga željezničkog prometa i u odnosu na druge vrste prometa sa kojima se željeznica nalazi u istome okružju. Zadaća bezuvjetnog, pouzdanog i automatskog prijelaza jest veća razina sigurnosti i nju mogu

ostvariti samo uređaji koji imaju ugrađene elemente za detekciju i mjerenje određene fizičke veličine te elemente za obradu prispjelih podataka. Uzimajući u obzir činjenicu da je promet ipak realna pojava, s realnim elementima, treba težiti tomu da se otklone uzroci nepoželjnih pojava ili događaja, u cilju postizanja sigurnog tijeka željezničkog prometa.

3. Vrsta osiguranja i gustoća ŽCP-ova na prugama ŽFBH

3.1. Vrste osiguranja ŽCP-a na prugama ŽFBH

Da bi se zaštitilo nesigurno područje ŽCP-a i izbje-gao izvanredni događaj, prema klasifikaciji *Europske željezničke agencije (ERA)*, na prostoru željeznica u Europi postoji 68 različitih izvedbi osiguranja ŽCP-a. Osnovna podjela osiguranja željezničko-cestovnih prijelaza prema ERA-i prikazana je na *slici 2*.



Slika 2. Vrste osiguranja ŽCP-a prema ERA-i [3]

Prema vrsti osiguranja prometa, na prugama ŽFBH ŽCP-i su osigurani:

- prometnim znakovima „Andrijin križ“ i „STOP“
- branikom kojim se rukuje ručno
- svjetlosno-zvučnom signalizacijom i
- svjetlosno-zvučnom signalizacijom s polubranicima.

Kada se promatraju vrste osiguranja ŽCP-a koje se koriste na pružnoj mreži ŽFBH, one odgovaraju podjeli koja je prikazana na *slici 2*. i koje se dijele na:

1. aktivan sustav osiguranja dinamičkim (promjenjivim) signalima koji sudionicima u cestovnome prometu najavljuju približavanje vlaka a koja može biti:

- automatska-optička + zvučna
- automatska-optička + zvučna + fizička (polubranik)
- branik (fizička) kojim rukuje željeznički radnik
- neposredna zaštita o kojoj brine željeznički radnik

2. pasivni sustav osiguranja statičkim signalima čiji su oblik, boja, položaj i značenje propisani odgovarajućim aktima iz područja željezničkog i cestovnog prometa.

PASIVNO	AKTIVNO OSIGURNJE			UKUPNO
„Andrijin križ“	Svjetlo + zvuk	Branik s ručnim postavljanjem	Svjetlo + zvuk + polubranik	
152	3	13	27	195

Tablica 1. ŽCP-i na prugama ŽFBH prema vrsti osiguranja [4]

Prema vrsti osiguranja, podaci o broju ŽCP-a na prugama ŽFBH prikazani su u *tablici 1*.

Najveći broj ŽCP-a (77,8 %) zaštićen je pasivnim sustavom osiguranja, odnosno prometnim znakovima „Andrijin križ“ i „STOP“. Najslabije su zastupljeni prijelazi osigurani svjetlosno-zvučnom signalizacijom (1,52 %).

3.2. Gustoća ŽCP-a na prugama ŽFBH

Ukupna građevinska dužina pruga ŽFBH u eksploataciji iznosi 608+495 kilometara. Uzimajući količnik broja ŽCP-a i dužinu pruga u eksploataciji dobije se podatak da se u prosjeku na svaka tri kilometra željezničke pruge nalazi jedan ŽCP u razini. Najnepovoljnija gustoća i raspored ŽCP-a je na Području infrastrukture Tuzla (pruga 14), gdje se na svakih 1,5 kilometara pruge nalazi jedan ŽCP, a potom na Području infrastrukture Bihać (pruga 17), gdje se na svaka dva kilometra pruge nalazi jedan ŽCP.

3.3. Prostorni raspored ŽCP-a na mreži pruga ŽFBH





Infrastruktura ŽFBH prostorno je organizirana na pet područja infrastrukture (PI):

- PI Zenica
- PI Sarajevo
- PI Tuzla
- PI Mostar
- PI Bihać.

3.3.1. Područje infrastrukture Zenica

Ukupna dužina pružne mreže na PI-u Zenica iznosi 167+673 km. Dužina dvokolosiječnih pruga iznosi 160+121 km ili oko 91 % ukupne dužine mreže, dok dužina jednokolosiječnih pruga iznosi 7+552 km ili oko 5 % ukupne dužine mreže. Dužina pruga industrijskih kolosijeka iznosi 6+770 km ili oko 4 % ukupne dužine pružne mreže. Na pružnoj mreži PI-a Zenica nalazi se 12 ŽCP-a, odnosno oko 0,071 ŽCP po kilometru pruge, tj. u prosjeku jedan ŽCP na 13+970 km pruge. Pored tih 12 ŽCP-a, na PI-u Zenica (pruga 12.5 Jelina – Željezara Zenica – Zenica) nalaze se još tri ŽCP-a. Na sedam lokacija na pružnoj mreži PI-a Zenica na kojima ne postoje odobreni prijelazi zabilježena su intenzivna kretanja pješaka. Prema vrsti osiguranja, ŽCP-i na PI-u Zenica razvrstani su na sljedeći način [4]:

- sedam ili 58,33 % ŽCP-a osigurano je svjetlosno-zvučnom signalizacijom s polubranicima

PRUGA	Aktivni sustav osiguranja			Pasivni sustav osiguranja	Σ	Dužina (km)	ŽCP /km
							
Pruga 11 Sarajevo – Čapljina	0	5	0	1	6	170,4	0,029
Pruga 12 Doboj – Sarajevo	1	19	2	17	39	155,2	0,25
Pruga 12.3 Podlugovi – Vareš	0	0	0	8	8	23,5	0,34
Pruga 12.5 Jelina – Zenica	0	0	1	1	2	6,8	0,294
Pruga 13 Doboj - Tuzla	1	0	4	9	14	29,3	0,48
Pruga 14 Brčko – Banovići	1	4	5	64	74	82,5	0,91
Pruga 15 Živinice– Kalesija	0	0	1	2	3	24,3	0,123
Pruga 17 B.Otoka – M.Brod	0	0	0	49	49	99,8	0,49
UKUPNO	3	27	13	152	195	591,8	0,33

Tablica 2. Pregled gustoće ŽCP-a na prugama ŽFBH s vrstama osiguranja [4]

- pet ili 41,66 % ŽCP-a osigurano je samo prometnim znakovima koji obilježavaju mjesto križanja ceste i željezničke pruge, ili pružaju informaciju o blizini križanja ceste i željezničke pruge, ili pružaju informaciju o približavanju mjestu križanja ceste i željezničke pruge.

3.3.2. Područje infrastrukture Sarajevo

Ukupna dužina pružne mreže na PI-u Sarajevo iznosi 135+087 km. Na tome području nalazi se ukupno 31 ŽCP, odnosno oko 0,23 ŽCP-a po kilometru pruge, tj. u prosjeku jedan ŽCP na 4,36 km pruge. Na tri lokacije na pružnoj mreži PI-a Sarajevo na kojima ne postoje odobreni prijelazi zabilježena su intenzivna kretanja pješaka. ŽCP-i na tome području razvrstani su na sljedeći način [4]:

- jedan ili 3,22 % ŽCP-a osigurano je branicima ili mehaničkim branicima kojima se upravlja ručno, ali bez svjetlosno-zvučne signalizacije
- 13 ili 41,93 % ŽCP-a osigurano je svjetlosno-zvučnom signalizacijom s polubranicima
- 14 ili 45,16 % ŽCP-a osigurano je samo prometnim znakovima koji obilježavaju mjesto križanja ceste i željezničke pruge, ili pružaju informaciju o blizini križanja ceste i željezničke pruge, ili pružaju informaciju o približavanju mjestu križanja ceste i željezničke pruge
- tri ili 9,67 % ŽCP-a na kojima nije evidentirana nikakva signalizacija ni oprema.

3.3.3. Područje infrastrukture Mostar

Područje infrastrukture Mostar teritorijalno obuhvaća dijelove područja Hercegovačko-neretvanskog kantona kroz koji se prostire mreža željezničkih pruga. Ukupna dužina pružne mreže na PI-u Mostar iznosi 133+490 km. Na pružnoj mreži tog PI-a nalazi se šest ŽCP-a, od kojih je jedan privremenoga karaktera, odnosno oko 0,04 ŽCP-a po kilometru željezničke pruge, odnosno u prosjeku jedan ŽCP na 22,2 km željezničke pruge. Na pet lokacija na pružnoj mreži PI-a Mostar na kojima ne postoje odobreni prijelazi zabilježena su intenzivna kretanja pješaka. Od ukupnog broja ŽCP-a na PI-u Mostar samo jedan, odnosno 16,7 %, je izvan funkcije, dok je ostalih pet, odnosno 83,3 %, u funkciji. Prema vrsti osiguranja, ŽCP-i na PI-u Mostar razvrstani su na sljedeći način [4]:

- jedan ili 16,7 % ŽCP-a osigurano je branicima ili mehaničkim branicima kojima se upravlja ručno
- pet ili 66,6 % ŽCP-a osigurano je samo svjetlosno-zvučnom signalizacijom
- jedan ili 16,7 % ŽCP-a osigurano je znakovima „Andrijin križ“ i „STOP“.

3.3.4. Područje infrastrukture Tuzla

Ukupna dužina pružne mreže na PI-u Tuzla iznosi 141+145 km. Na pružnoj mreži tog PI-a nalazi se ukupno 101 ŽCP, odnosno oko 0,76 ŽCP-a po kilometru željezničke pruge, odnosno u prosjeku jedan ŽCP na 1,4 km pruge, što je najveća gustoća na pružnoj mreži ŽFBH. Na jednoj lokaciji na pružnoj mreži PI-a Tuzla na kojemu ne postoji odobren prijelaz zabilježena su intenzivna kretanja pješaka. Od 101 ŽCP-a na PI-u Tuzla njih 10 (9,9 %) je nelegalno, a 91 (91,1 %) je legalan, tj. aktivan. Prema vrsti osiguranja, aktivni ŽCP-i na PI-u Tuzla razvrstani su na sljedeći način [4]:

- osam ili 7,92 % ŽCP-a osigurano je svjetlosno-zvučnom signalizacijom s branicima ili mehaničkim branicima kojima se upravlja ručno
- dva ili 1,98 % ŽCP-a osigurano je svjetlosno-zvučnom signalizacijom s polubranicima
- dva ili 1,98 % ŽCP-a osigurano je samo svjetlosno-zvučnom signalizacijom
- 75 ili 74,25 % ŽCP-a osigurano je samo prometnim znakovima koji obilježavaju mjesto križanja ceste i željezničke pruge, ili pružaju informaciju o blizini križanja ceste i željezničke pruge, ili pružaju informaciju o približavanju mjestu križanja ceste i željezničke pruge
- 14 ili 13,86 % ŽCP-a na kojima nije evidentirana nikakva signalizacija ni oprema.

3.3.5. Područje infrastrukture Bihać

Ukupna dužina pružne mreže na PI-u Bihać iznosi 99+844 km. Na pružnoj mreži PI-a Bihać nalazi se ukupno 45 ŽCP-a, odnosno oko 0,46 ŽCP-a po kilometru željezničke pruge, tj. u prosjeku jedan ŽCP na 1,94 km željezničke pruge. Prema vrsti osiguranja, ŽCP-i na PI-u Bihać razvrstani su na sljedeći način [4]:

- 38 ili 84,44 % ŽCP-a osigurano je samo prometnim znakovima koji obilježavaju mjesto križanja ceste i željezničke pruge, ili pružaju informaciju o blizini križanja ceste i željezničke pruge, ili pružaju informaciju o približavanju mjestu križanja ceste i željezničke pruge
- sedam ili 15,56 % ŽCP-a na kojima nije evidentirana nikakva signalizacija ni oprema.

3.4. Kategorija cesta na lokacijama ŽCP-a

Ovisno o kategorizaciji cesta, lokacije ŽCP-a su sljedeće:

- gradske ulice
- magistralne ceste
- regionalne ceste
- lokalne ceste

- nekategorizirane ceste koje služe povremenoj ili stalnoj javnoj uporabi i imaju različitu namjenu.

Najveći broj križanja, točnije 51 %, nalazi se na nekategoriziranim cestama. Križanje pruge s magistralnom cestom izvedeno je u osam slučajeva, s regionalnim cestama u 12 slučajeva, s lokalnim cestama u 71 slučaju, a u ostalim slučajevima riječ je o križanju pruge s nekategoriziranim cestama. Križanja s magistralnim cestama nalaze se na PI-u Bihać i ŽCP-i nemaju tehničko osiguranje, pa se ispred tih ŽCP-a vlakovi zaustavljaju, a željeznički radnik ručno osigurava ŽCP i regulira cestovni promet. Najveća frekvencija vlakova i cestovnih vozila je na pruzi 12. Zenica – Sarajevo, tj. na dionici od Visokog do Semizovca koja se na više mjesta križa s regionalnom cestom R-445 Semizovac – Podlugovi – Visoko – Kakanj. Na toj dionici vozi oko 40 vlakova na dan i oko 10 000 cestovnih vozila na dan [4].

Gledano s aspekta lokacije ŽCP-a na PI-u Zenica, odnosno s aspekta cestovne infrastrukture i križanja pruge s određenom cestom, njih 11 nalazi se na mreži lokalnih cesta, a jedna na mreži regionalnih cesta. Ako se promatra površina na mjestu križanja ceste i željezničke pruge, svih 12 ŽCP-a ima drvenu površinu.

Na PI-u Sarajevo najveći broj ŽCP-a, točnije njih 22 ili 70,96 %, nalazi se na mreži lokalnih cesta. Na mreži regionalnih cesta nalazi se pet ŽCP-a ili 16,12 %, na nekategoriziranim putevima tri ŽCP-a ili 9,67 %, a na mreži magistralnih cesta jedan ŽCP ili 3,22 %. Ako se promatra površina na mjestu križanja ceste i željezničke pruge, najveći broj ŽCP-a, odnosno njih 14 ili 48,38 %, ima drvenu površinu, 11 ili 35,48 % betonsku površinu, tri ili 9,67 % zemljanu površinu, dva ili 6,45 % površinu od gume a jedan ili 3,22 % asfaltiranu površinu.

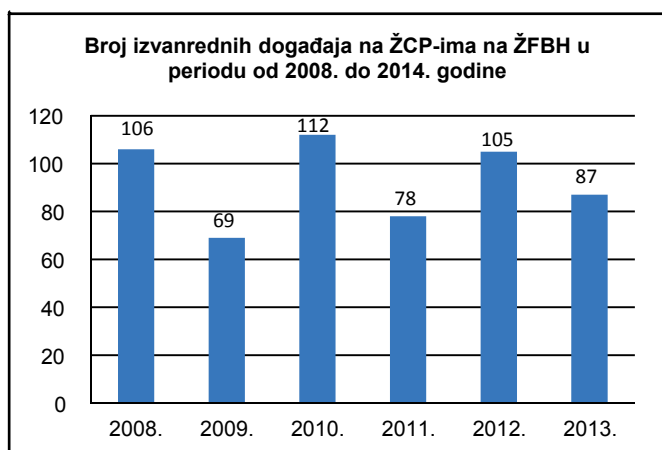
Na PI-u Mostar svi ŽCP-i nalaze se na mreži lokalnih cesta. S aspekta površinske podloge najveći broj ŽCP-a, odnosno njih četiri ili 66,6 %, ima površinu od gume, jedan ili 16,7 % betonsku površinu a jedan ili 16,7 % drvenu površinu.

Najveći broj ŽCP-a na PI-u Tuzla, točnije njih 65 ili 64,34 %, nalazi se na mreži lokalnih cesta i gradskih prometnica. Na mreži regionalnih cesta nalaze se dva ŽCP-a, odnosno njih 1,99 %, dok se na poljskim i poljoprivrednim cestama nalaze 34 ŽCP-a, odnosno njih 33,66 %. Kada se promatra površina na mjestu križanja ceste i željezničke pruge, najveći broj ŽCP-a, odnosno njih 71 ili 70,29 %, ima površinu od tucanika, 16 ili 15,88 % asfaltiranu površinu, 10 ili 9,84 % drvenu površinu, dva ili 1,98 % površinu od kocaka a dva ili 1,98 % gumenu površinu.

Najveći broj ŽCP-a na PI-u Bihać, točnije njih 32 ili 71,74 %, nalazi se na mreži lokalnih cesta. Na mreži magistralnih cesta nalazi se šest ŽCP-a ili 13,04 %, dok se na poljskim i poljoprivrednim cestama nalazi njih sedam ili 15,21 %. Najveći broj ŽCP-a, točnije njih 35 ili 77,77 %, ima drvenu površinu, dok je ostalih 10 ili 22,23 % bez jasno definirane površine, odnosno ima površinu od tucanika.

4. Analiza i posljedice izvanrednih događaja na ŽCP-ima na prugama ŽFBH u periodu 2008. – 2014.

Na pružnoj mreži ŽFBH nalazi se ukupno 195 ŽCP-a, odnosno oko 0,33 ŽCP-a po kilometru željezničke pruge. Kada se u obzir uzmu veličina mreže željezničkih pruga, broj ŽCP-a i broj izvanrednih događaja na ŽCP-ima, do izražaja dolaze znatne negativnosti koje treba rješavati.



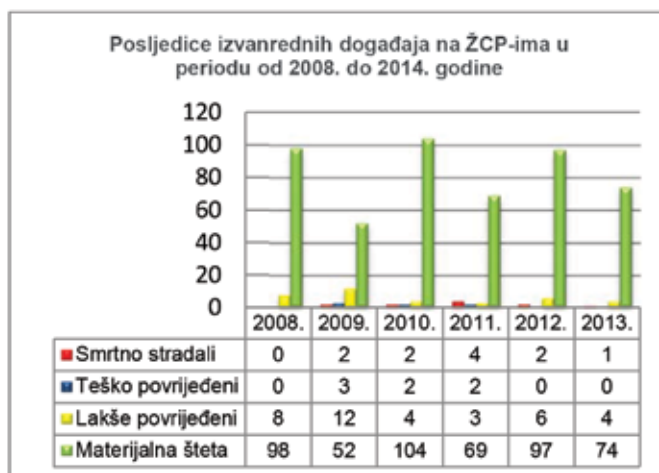
Slika 3. Pregled broja izvanrednih događaja na ŽCP-ima u promatranome razdoblju [5]

U razdoblju od 2008. do 2014. u izvanrednim događajima na ŽCP-ima na prugama ŽFBH poginulo je 11, teže je ozlijeđeno sedam a lakše 37 osoba. Smrtno posljedice i ozljede zabilježene su i na ŽCP-ima osiguranima tehničkom zaštitom i na ŽCP-ima osiguranima prometnim znakovima „Andrijin križ“ i „STOP“. Izvanredni događaji na ŽCP-ima imaju negativne posljedice koji se mogu promatrati kroz:

- smrtna stradanja prilikom izvanrednih događaja
- ozljede sudionika u izvanrednim događajima
- materijalnu štetu
- kašnjenja zbog obustave željezničkog prometa.

Na pružnoj mreži ŽFBH u promatranome, petogodišnjem razdoblju dogodilo se 557 izvanrednih događaja na ŽCP-ima. Ako se promatraju posljedice izvanrednih događaja, razlikuju se lakša i teža stradanja osoba,

smrtni slučajevi, materijalna šteta te oštećenja nastala na prometno-tehničkoj opremi i elementima osiguranja ŽCP-a. Podaci o posljedicama izvanrednih događaja na ŽCP-ima prikazani su na slici 4.



Slika 4. Podaci o posljedicama izvanrednih događaja na ŽCP-ima u periodu 2008. – 2014. [5]

Kategorizacija izvanrednih događaja na ŽCP-ima s obzirom na vrstu osiguranja (pasivnu i aktivnu) prikazana je na slici 5.



Slika 5. Pregled broja izvanrednih događaja na ŽCP-ima prema vrsti osiguranja u periodu od 2008. do 2014. [5]

Na slici 5 vidljivo je da je broj izvanrednih događaja veći na ŽCP-ima s aktivnim osiguranjem. U promatranome razdoblju 87,44 % izvanrednih događaja dogodilo se na ŽCP-ima s aktivnim osiguranjem, a 12,56 % na ŽCP-ima s pasivnim osiguranjem. Presudan utjecaj na veliki broj izvanrednih događaja na ŽCP-ima s aktivnim osiguranjem imaju lomovi polubranika, koji su ponajprije posljedica toga što vozači cestovnih vozila ne poštuju prometna pravila i zakone.

U razdoblju od 2008. do 2014. na ŽCP-ima na pružnoj mreži ŽFBH dogodilo se 557 izvanrednih događaja, što je, u prosjeku, 93 izvanredna događaja u jednoj kalen-

darskoj godini. U promatranome razdoblju na Području infrastrukture Sarajevo dogodilo se 268 izvanrednih događaja, na Području infrastrukture Zenica 214 izvanrednih događaja, na Području infrastrukture Tuzla 65 izvanrednih događaja, na Području infrastrukture Bihać osam izvanrednih događaja, a na Području infrastrukture Mostar dva izvanredna događaja.

U tablici 3 prikazani su troškovi posljedica izvanrednih događaja na željeznicama u Europskoj uniji. Prikazan je cjenovni faktor posljedica izvanrednih događaja u odnosu na kupovnu moć pojedinih zemalja Europske unije.

Država	Fatalne nesreće	Teže povrede	Lakše povrede	Fatalne nesreće	Teže povrede	Lakše povrede
	Cjenovni faktor (€)			Cjenovni faktor prilagođen kupovnoj moći (€)		
Austrija	1.760.000	240.300	19.000	1.685.000	230.100	18.200
Belgija	1.639.000	249.000	16.000	1.603.000	243.200	15.700
Cipar	704.000	92.900	6.800	798.000	105.500	7.700
Češka Rep.	496.000	67.100	4.800	932.000	125.200	9.100
Danska	2.200.000	272.300	21.300	1.672.000	206.900	16.200
Estonija	352.000	46.500	3.400	630.000	84.400	6.100
Finska	1.758.000	230.600	17.300	1.548.000	205.900	15.400
Francuska	1.617.000	225.800	17.000	1.493.000	216.300	16.200
Njemačka	1.661.000	229.400	18.600	1.069.000	206.500	16.700
Grčka	836.000	109.500	8.400	808.000	139.700	10.700
Mađarska	440.000	59.000	4.300	1.836.000	108.400	7.900
Irska	2.134.000	270.100	20.700	1.493.000	232.600	17.800
Italija	1.430.000	183.700	14.100	534.000	191.900	14.700
Latvija	275.000	36.700	2.700	575.000	72.300	5.200
Litvanija	275.000	38.000	2.700	2.055.000	78.500	5.700
Luksemburg	2.332.000	363.700	21.900	2.055.000	320.200	19.300
Malta	1.001.000	127.800	9.500	1.445.000	183.500	13.700
Nizozemska	1.782.000	236.600	19.000	1.672.000	221.500	17.900
Norveška	2.893.000	406.000	29.100	2.055.000	288.300	20.700
Poljska	341.000	46.500	3.300	630.000	84.500	6.100
Portugal	803.000	107.400	7.400	1.055.000	141.000	9.700
Slovačka	308.000	42.100	3.000	699.000	96.400	6.900
Slovenija	759.000	99.000	7.300	1.028.000	133.500	9.800
Španjolska	1.122.000	138.900	10.500	1.302.000	161.300	12.200
Švedska	1.870.000	273.300	19.700	1.576.000	231.300	16.600
Švicarska	2.574.000	353.800	27.100	1.809.000	248.000	19.100
V. Britanija	1.815.000	235.100	18.600	1.617.000	208.900	16.600

Tablica 3. Cjenovni faktor posljedica izvanrednih događaja u zemljama EU-a u odnosu na kupovnu moć stanovništva [4]

5. Pojam i analiza crnih točaka i opasnih mjesta na ŽCP-ima na pružnoj mreži ŽFBH

5.1. Identifikacija crnih točaka i opasnih dionica na željezničkoj mreži

Za učinkovito funkcioniranje sigurnosnog sustava željezničkog prometa potrebno je ažurno pratiti pojave koje dovode do nastanka izvanrednog događaja na željezničkoj mreži, u kojima stradaju osobe i nastaje materijalna šteta. Neophodnost stalnog praćenja i iznalaženja novih saznanja o mogućnostima poboljšanja sigurnosti u željezničkome prometu treba biti kontinuirana orijentacija svih društvenih struktura koje u tome procesu mogu dati doprinos. Tijekom provođenja pojedinih aktivnosti u segmentu sigurnosti u željezničkome prometu treba se osigurati suradnja, koordinacija i razmjena informacija između svih sudionika u provođenju tih aktivnosti. Isto tako treba osigurati povrat predviđenih informacija kako bi se mogli vrednovati rezultati provedenih aktivnosti [5].

Metode, odnosno tehnike na temelju kojih se vrednuju rezultati mjera i aktivnosti na području sigurnosti u željezničkome prometu mogu biti razne, a ovise o vrsti i karakteru mjere. Najčešće se mogu koristiti sljedeće metode:

- analiza izvanrednih događaja – koriste se statističke metode uspoređivanja učestalosti izvanrednih događaja i njihovih posljedica i sl.
- uspoređivanje statističkih podataka o prometnoj sigurnosti
- ispitivanje mišljenja kroz anketiranje ili intervjuiranje sudionika u željezničkome prometu,
- promatranje, koje podrazumijeva promatranje djelovanja poduzetih mjera na mikrolokaciji ŽCP-a.

Iz dostupnih statistika većine europskih zemalja jasno je da je nedovoljno izvješćivanje o izvanrednim događajima najveća neizvjesnost koja utječe na identifikaciju opasnih dionica željezničke mreže, odnosno identifikaciju opasnih mjesta na željezničkoj mreži. Veliku poteškoću predstavlja dostupnost detaljnih podataka o izvanrednim događajima izvan policije, a to je velika prepreka za dobro i pouzdano identificiranje opasnih dionica, odnosno opasnih mjesta, te donošenje odluka o njihovu saniranju.

5.2. Pojam i definicija crnih točaka na željezničkoj mreži

U svijetu ne postoji jasno definiran i usvojen globalni okvir i kriterij za definiranje crne točke, odnosno

opasne lokacije, na željezničkoj mreži. Metodološki pristupi i kriteriji za njihovo definiranje razlikuju se između pojedinih država. Međutim, sve metodologije i kriteriji svode se na nekoliko osnovnih pristupa koji se najčešće koriste za definiranje crnih točaka. Na temelju navedenog, prijedlog osnovnih kriterija za definiranje crnih točaka na željezničkoj mreži može se prikazati kroz tri osnovna pristupa, i to kroz [6]:

- lokacije gdje se događa neobično mnogo izvanrednih događaja, i/ili
- lokacije gdje su rizici od pojave izvanrednih događaja vrlo visoki, i/ili
- lokacije gdje je težina izvanrednih događaja vrlo velika.

Svaki od tih kriterija vodi do identifikacije crnih točaka s nešto drugačijim karakteristikama, odnosno teži:

- pružiti mnogo crnih točaka na vrlo opterećenim dionicama
- favorizirati crne točke na prugama s malim opsegom prometa
- staviti prioritet na crne točke na prugama s nedovoljno velikim brzinama.

Kako bi se izbjegle bilo kakve pogreške, često je poželjno pronaći definiciju crne točke, odnosno opasne dionice, koja prikazuje više od jednog kriterija, a na temelju pondera, ranga i sl. Uobičajeno je da se koriste podaci o izvanrednim događajima za razdoblje dulje od jedne godine. Obično se optimalnim smatra razdoblje od tri godine. Crne točke često su jasno definirane lokacije kao što su kolodvor, most, tunel, ŽCP itd. Međutim, vrlo često teško je identificirati takvo određeno mjesto na dionici između kolodvora. Jedan od razloga može biti izvjesna nepreciznost tijekom prijavljivanja lokacije na kojoj je došlo do izvanrednog događaja. Drugi razlog može biti to što se mnogi izvanredni događaji dešavaju na uvjetno teškim dionicama, a da tamo zaista nije zabilježena koncentracija izvanrednih događaja. Zbog toga umjesto o crnim točkama treba govoriti o opasnim dionicama ili crnim dionicama na željezničkoj mreži. Kada se analiziraju dionice između kolodvora, uobičajeno je da se provedu odvojene procedure za identifikaciju crnih točaka i opasnih dionica.

U BiH na razini države, kao i na razini Federacije BiH, ne postoji jedinstvena metodologija za definiranje i identifikaciju opasnih dionica i opasnih mjesta na željezničkoj mreži. Opasne dionice jesu dijelovi željezničke mreže sa znatno smanjenom razinom sigurnosti u odnosu na ostale dijelove željezničke mreže. Za identifikaciju opasnih dionica na željezničkoj mreži analiziraju se različiti pokazatelji od kojih su najvažniji [6]:

- broj izvanrednih događaja
- broj poginulih osoba

- broj teže i lakše ozlijeđenih osoba
- materijalna šteta
- kašnjenja/zastoji u prometu.

U svrhu metodologije rangiranja sigurnosnih parametara na ŽCP-ima na prugama ŽFBH dat je prijedlog za definiranje opasnog mjesta na željezničkoj mreži. *Opasno mjesto predstavlja prostorni obuhvat, odnosno segment željezničke pruge u dužini od 500 m, na kome se učestalo dešavaju izvanredni događaji, odnosno objekti i elementi koji zbog svojih slabih karakteristika mogu biti faktor nastanka izvanrednih događaja (ŽCP-i).* Ako se ŽCP promatra kao specifična lokacija, on se kao opasno mjesto može definirati prostornim obuhvatom segmenta željezničke pruge u dužini od 500 m te prostornim obuhvatom segmenta ceste u dužini od 250 m na kojemu se učestalo dešavaju izvanredni događaji, odnosno prometne nesreće.

Upravljanje crnim točkama, opasnim mjestima i opasnim dionicama vrlo je složen postupak koji se sastoji od velikog broja iterativnih procedura i faza. Broj procedura i faza te način i karakteristike cjelokupnog postupka razlikuju se između pojedinih zemalja, i to ovisno o angažmanu i potpori državnih tijela, međusobnoj usklađenosti i suradnji odgovarajućih institucija i tijela mjerodavnih za tu oblast, načinu prikupljanja podataka, dostupnosti potrebnih podataka, preciznosti i točnosti podataka itd. Osnovne faze analize sigurnosti prometa na željezničkoj mreži u cilju identifikacije potreba za rekonstrukcijom i sanacijom mogu se svrstati u četiri faze [6]:

- opća analiza stanja i tendencija povećanja razine sigurnosti prometa na cjelokupnoj željezničkoj mreži
- analiza stanja po pružnim dionicama i mapiranje rizika po tim dionicama
- analiza stanja po kilometrima pruge i određivanje najopasnijih kilometarskih položaja
- detaljna analiza stanja i problema na najopasnijim kilometrima pruge u cilju definiranja problema i donošenja prijedloga mjera.

5.3. Važnost i problemi identifikacije crnih točaka na željezničkoj mreži

Identifikacija dijelova željezničke mreže (ŽCP-i) na kojima bi trebalo djelovati s aspekta sigurnosti željezničkog prometa može se provoditi na temelju identifikacije i analize opasnih dionica (ŽCP-a), odnosno „crnih dionica“ i „crnih točaka“. Pri izboru metoda koje će se koristiti za identifikaciju opasnih dionica, neophodno je primjenjivati međunarodna iskustva i najbolju praksu, ali i imati u vidu specifičnosti u pogledu načina i dosljednosti evidentiranja izvanrednih događaja i

njihovih posljedica. Korištene definicije o opasnim dionicama i crnim točkama na cestovnoj mreži mogu se primijeniti i na željezničku mrežu. U skladu s time mogu se izdvojiti dva osnovna pokazatelja za definiranje i primjenu metodologije pri identifikaciji opasnih dionica i crnih točaka te njihovo rangiranje, i to:

- kolektivni rizik i
- individualni rizik.

Kolektivni rizik (KR) jest rizik društvene zajednice. On predstavlja stopu rizika izraženu kao broj izvanrednih događaja po pružnome kilometru. Individualni rizik (IR) predstavlja stopu rizika izraženu kao broj izvanrednih događaja po milijardi prijeđenih kilometara vozila. Stopa izvanrednih događaja po milijardi prijeđenih kilometara vlakova uzima u obzir opće učinke prometnog tijeka.

5.4. Metodologija utvrđivanja crnih točaka i opasnih dionica na ŽFBH

Metodologija rangiranja sigurnosnih parametara na ŽCP-ima jest sveobuhvatan, složen i kontinuiran proces. Navedena metodologija jedan je od najvažnijih strukturnih dijelova sveobuhvatnog i složenog sustava upravljanja sigurnošću na ŽCP-ima. U biti sustav upravljanja sigurnošću na ŽCP-ima sastoji se od nekoliko posebnih procesa koji teku kontinuirano, a koji su usmjereni ka istome cilju, a to je povećanje razine sigurnosti prometa. Osnovni procesi, odnosno faze u sklopu navedenog sustava upravljanja sigurnošću na ŽCP-ima, jesu [6]:

1. prikupljanje podataka
2. formiranje i ažuriranje baze podataka
3. definiranje sigurnosnih parametara
4. analiza i vrednovanje sigurnosnih parametara
5. definiranje metodološkog postupka
6. primjena metodološkog postupka
7. rangiranje
8. definiranje prioriteta
9. definiranje planova mjera
10. poduzimanje mjera
11. praćenje učinaka
12. analiza učinaka
13. usvajanje zaključaka.

Svaki od navedenih procesa u sklopu sustava sigurnosti na ŽCP-ima sastoji se od nekoliko osnovnih faza. Pojedini procesi međusobno su ovisni, pojedini teku paralelno, a pojedini kontinuirano i ciklično. Jedan od osnovnih procesa u sklopu navedenog sustava si-

gurnosti na ŽCP-ima jest rangiranje. Osnovne faze u sklopu metodologije rangiranja sigurnosnih parametara na ŽCP-ima jesu:

- prikupljanje podataka
- definiranje i primjena metodološkog postupka
- rangiranje prioriteta.

U sklopu početne faze prikupljanja podataka prvo je bilo potrebno definirati područje obuhvata analize, gdje su u obzir uzeti svi ŽCP-i na pružnoj mreži ŽFBH. Na temelju prikupljenih podataka formirana je baza podataka sa svim ŽCP-ima, njihovim osnovnim podacima i sigurnosnim parametrima. U formiranoj bazi podataka za svaki ŽCP nalaze se sljedeći podaci i sigurnosni parametri:

- ID ŽCP-a
- evidencija o obnovi infrastrukture na ŽCP-u
- područje infrastrukture
- kategorija, broj i naziv pruge na ŽCP-u
- kategorija i oznaka cestovne prometnice na ŽCP-u
- stacionaža ŽCP-a na mreži željezničkih pruga
- stacionaža ŽCP-a na mreži cestovnih prometnica
- naziv ŽCP-a
- vrsta ŽCP-a s aspekta legalan/nelegalan
- vrsta osiguranja ŽCP-a
- stanje osiguranja
- prisustvo križanja u neposrednoj blizini ŽCP-a
- pružanje i geometrija ceste prema ŽCP-u
- vrsta i stanje kolničke konstrukcije na ŽCP-u
- brzina vlakova na pruzi na kojoj je pozicioniran ŽCP
- PGDS vozila na cestovnoj prometnici koja se križa s ŽCP-om
- propusna moć pruge na kojoj se nalazi ŽCP
- broj i vrste izvanrednih događaja na ŽCP-u
- broj i karakter izvanrednih događaja s obzirom na vrstu posljedica na ŽCP-u
- posljedice izvanrednih događaja na ŽCP-u.

Primjena metodološkog postupka na ŽCP-ima sastoji se od definiranja sigurnosnih parametara koji će biti obuhvaćeni te definiranje kriterija za svaki sigurnosni parametar, odnosno vrednovanje i ocjenu svakoga sigurnosnog parametra za svaki ŽCP. Sigurnosni parametri na ŽCP-ima mogu se okvirno razvrstati u dvije osnovne skupine, i to:

- prvu skupinu – prometno-sigurnosni parametri
- drugu skupinu – sigurnosni parametri kao pokazatelji tijeka prometa.

Prvu skupinu čine prometno-sigurnosni parametri čije su karakteristike podložne promjenama koje mogu

utjecati na poboljšanje ili pogoršanje stanja sigurnosti i tijeka prometa na ŽCP-ima, odnosno utjecati na povećanje ili smanjenje broja i posljedica izvanrednih događaja. Navedene prometno-sigurnosne parametre možemo izravno mjenjati i utjecati na njihove karakteristike.

Drugu skupinu čine sigurnosni parametri kao pokazatelji tijeka prometa, na čije karakteristike ne možemo izravno utjecati, niti ih mijenjati. Karakteristike tih sigurnosnih parametara neizravno ovise o karakteristikama prve skupine sigurnosnih parametara. Ti sigurnosni parametri jesu pokazatelji tijeka prometa u zoni ŽCP-a s aspekta sigurnosti. Pri utvrđivanju rizika na ŽCP-ima može se koristiti samo podatak o izvanrednim događajima u kojima je bilo poginulih, a negdje se mogu koristiti i podaci o izvanrednim događajima u kojima je bilo ozlijeđenih. U većem broju država evidentiraju se samo izvanredni događaji u kojima je bilo poginulih i ozlijeđenih osoba. Da bi se korektno uzeli u obzir razlozi za isticanje opasnosti na dionici ceste i pruge, potrebno je uzeti u obzir sve prometne nesreće, odnosno izvanredne događaje. S druge strane, da bi se u obzir uzele znatne razlike u posljedicama izvanrednih događaja u kojima je bilo poginulih ili povrijeđenih osoba te materijalne štete, koristi se postupak ponderiranja izvanrednih događaja. Ponderi su određeni u skladu s ukupnim društvenim posljedicama pojedinih vrsta izvanrednih događaja, u cilju da se ukupan broj izvanrednih događaja svede na izvanredne događaje s materijalnom štetom. Ponderiranje izvanrednih događaja i posljedica izvanrednih događaja može se izvoditi na razne načine i dodjeljivanjem različitih vrijednosti pondera pojedinim vrstama i posljedicama izvanrednih događaja, što ovisi o različitim utjecajnim faktorima u pojedinim zemljama. Ponderirana vrijednost izvanrednih događaja (PVID) može biti [6]:

- opća ponderirana vrijednost izvanrednih događaja ($PVID_{m.š.o.}$)
- ponderirana vrijednost izvanrednih događaja korigirana težinom posljedica izvanrednih događaja ($PVID_{m.š.k.}$).

Opća ponderirana vrijednost prometnih nesreća ($PVID_{m.š.o.}$) jest vrijednost po kojoj je ponderiranje izvedeno prema ponderiranoj vrijednosti svedenog broja izvanrednih događaja s materijalnom štetom, a izračunava se korištenjem sljedeće formule:

$$PVVD_{m.š.o.} = (VD_{m.š.} \times 1 + VD_{povr.} \times 20 + VD_{pog.} \times 150)$$

gdje je:

- $VD_{m.š.}$ – broj izvanrednih događaja s materijalnom štetom

- $VD_{povr.}$ – broj izvanrednih događaja s ozlijeđenim osobama

- $VD_{pog.}$ – broj izvanrednih događaja s poginulim osobama

- 1, 20, 150 – koeficijenti, ponderi koji dovode u relativan odnos vrijednosti izvanrednih događaja s ozlijeđenim osobama prema vrijednosti izvanrednih događaja s materijalnom štetom i vrijednosti izvanrednih događaja s poginulim osobama prema vrijednosti izvanrednih događaja s materijalnom štetom, odnosno vrijednosti kojima se ukupan broj izvanrednih događaja svodi na jedinstvenu ponderiranu vrijednost.

Ponderirana vrijednost izvanrednih događaja korigirana težinom posljedica izvanrednih događaja ($PVVD_{m.š.k.}$) jest vrijednost po kojoj je ponderiranje izvedeno prema ponderiranoj vrijednosti svedenog broja izvanrednih događaja s materijalnom štetom korigiranih težinom posljedica izvanrednih događaja, a izračunava se korištenjem sljedeće formule:

$$PVVD_{m.š.k.} = (VD_{m.š.} \times 1 + VD_{povr.} \times 20 + VD_{pog.} \times 150) \times \left(1 + \frac{N_{pog.}}{N_{l.povr.} + N_{t.povr.} + N_{pog.}} \right)$$

gdje je:

- $N_{pog.}$ – broj poginulih osoba u izvanrednim događajima
- $N_{t.povr.}$ – broj teže ozlijeđenih osoba u izvanrednim događajima
- $N_{l.povr.}$ – broj lakše ozlijeđenih osoba u izvanrednim događajima.

U sklopu prijedloga metodološkog postupka na ŽCP-ima na pružnoj mreži ŽFBH, prema kriterijima sigurnosnih parametara pokazatelja tijeka prometa, uzeta je u obzir ponderirana vrijednost izvanrednih događaja korigirana težinom posljedica izvanrednih događaja ($PVVD_{m.š.k.}$) [6]. Prioriteti ŽCP-a na pružnoj mreži ŽFBH rangirani su na temelju definiranih prometno-sigurnosnih parametara te njihovih kriterija, odnosno ljestvice bodovanja. U *tablici 5* prikazano je rangiranje ŽCP-a na pružnoj mreži ŽFBH na temelju prometno-sigurnosnih parametara. U toj je tablici redosljed ŽCP-a postavljen od najniže prema najvišoj ocjeni s aspekta primijenjenoga metodološkog postupka. Dakle, na vrhu ljestvice su najnesigurniji ŽCP-i koji imaju najnižu ocjenu, a na samome dnu su najsigurniji ŽCP-i, s najvišom ocjenom. Nakon što je ljestvica rangirana i definirana, ŽCP-i su podjeljeni u skupine prema vrsti rizika od nastanka izvanrednih događaja. Navedena podjela izvedena je slično kao prema protokolu EuroRAP-a (europskog programa za procjenu sigurnosti na cestama). Svaka riziko skupina, odnosno svaki ŽCP, je prema stupnju opasnosti, odnosno utvrđenoj ocjeni u postupku rangiranja, označen jednom od boja koja odgovara pojedinoj

vrsti rizika. Navedeno označivanje provedeno je u posljednjoj koloni *tablice 5*, dok su skupine rizika, rasponi ocjena i identifikacijske boje prikazani u *tablici 4*. Rasponi ocjena u pojedinim skupinama rizika određeni su na temelju najniže i najviše ocjene [6].

Skupina rizika	Raspon ocjena	Identifikacijska boja
Visoki rizik	0-39	
Srednje visoki rizik	39-50	
Srednji rizik	50-61	
Srednje niski rizik	61-72	
Niski rizik	>72	

Tablica 4. Skupine rizika [6]

ID ŽCP-a	Vrsta osiguranja ŽCP-a		Stanje osiguranja		Prisustvo križanja i priključaka u neposrednoj blizini ŽCP-a	Pružanje i geometrija cestovne prometnice prema ŽCP-u	0	Vrsta i stanje površine kolne konstrukcije na ŽCP-u, odnosno na mjestu križanja sa željezničkom prugom	Brzina vlakova na pruzi na kojoj je pozicioniran ŽCP (km/h) (putnički/teretni)	PGDS vozila na cestovnoj prometnici koja se križa s željezničkom prugom na ŽCP-u (vozila/dan)	PGDS vlakova na željezničkoj pruzi koja se križa sa cestovnom prometnicom na ŽCP-u, T-teretni (pari vlakova/dan); P-putnički (pari vlakova/dan)	Rangiranje prema kriterijima prometno-sigurnosnih parametara
T/14./133+950/Nelegalan	0	0	3	2	4	1	5	7	5			
S/12/212+820/Poljice	0	0	6	6	2	0	3	10	5			
Z/12/195+173/Jehovina	0	0	6	4	4	5	3	9	3			
S/12/217+656/Dobrinje I	0	0	6	5	4	5	3	7	5			
S/12/214+570/Nelegalan	0	0	10	5	2	1	3	10	5			
Z/12/134+050/Vinište-Knezovići	4	5	3	2	4	5	3	7	3			
M/11./155+550/Šurmanci	0	0	6	4	4	5	3	9	5			
T/14./88+645/Čehaje	4	7	3	2	4	1	5	6	5			
T/14./129+312/Konjuh	2	7	2	2	10	1	5	3	5			
B/17./20+686/Hrščevac	0	0	6	4	4	1	5	8	10			
T/14./60+216/Nelegalan	0	0	7	6	2	1	7	10	5			
T/14./104+947/Gornja Tinja	2	5	7	5	4	1	5	5	5	39		
S/12.3./11+400/Dabravine	0	0	10	1	2	0	7	10	10	40		
T/14./77+816/Cvijanovići 4	2	7	7	1	2	1	5	10	5	40		
S/12/229+483/Lješevo	4	7	3	2	4	5	3	8	5	41		
Z/12/174+032/Vraca	4	5	3	5	4	5	3	10	3	42		

T/13./22+085/Dobošnica 1	0	0	10	10	2	0	3	10	7	42
S/12/230+919/Fazića kuće	4	7	3	3	4	5	3	8	5	42
T/14./87+376/Metlik	2	7	6	5	4	1	5	7	5	42
T/14./93+521/Uroža	2	5	4	3	10	1	5	7	5	42
Z/12/135+730/Vinište	2	4	6	2	4	5	10	7	3	43
T/14./113+900/Nelegalan	0	0	10	10	2	1	5	10	5	43
T/14./123+135/Ljubače	2	7	6	4	4	1	5	9	5	43
T/14./80+669/Ormanica 2	2	5	6	5	4	1	5	10	5	43
T/14./95+370/Seona	2	5	3	3	10	1	5	9	5	43
T/14./115+268/Plane	2	5	3	2	10	5	5	6	5	43
T/14./77+341/Cvijanovići 3	2	7	7	5	2	1	5	10	5	44
B/17./69+650/Nelegalan	0	0	10	10	4	1	5	4	10	44
B/17./94+903/Kestenovac	0	0	10	7	2	1	5	9	10	44
T/14./127+011/Maline 2	2	7	6	5	4	5	5	6	5	45
T/14./65+903/Mali Bukvik 1	0	0	10	10	2	1	7	10	5	45
T/14./128+074/Strašanj	2	7	5	4	10	1	5	6	5	45
T/14./86+700/Kosica	2	5	8	8	4	1	5	7	5	45
T/14./91+074/Srebrenik Kiseljak	2	5	8	8	4	5	5	3	5	45
T/14./86+237/Špionica-Badel	4	7	6	5	4	1	5	9	5	46
S/12/219+289/Buzići	4	5	6	5	4	5	3	9	5	46
B/17./27+671/Drenova Glavica	0	0	10	10	2	1	5	8	10	46
T/14./126+296/Maline 1	2	5	9	9	4	1	5	6	5	46
T/15./5+350/Nelegalan	0	0	10	10	2	4	3	7	10	46
T/15./9+620/Nelegalan	0	0	10	10	2	3	3	9	10	47
T/15./11+380/Nelegalan	0	0	10	10	2	3	3	9	10	47
T/15./12+185/Nelegalan	0	0	10	10	2	3	3	9	10	47
T/15./21+480/Nelegalan	0	0	10	10	2	3	3	9	10	47
T/15./23+030/Nelegalan	0	0	10	10	2	3	3	9	10	47
S/12/228+887/Kokoruš	4	5	5	4	7	5	3	9	5	47
B/17./59+287/Za Spahiće II	0	0	10	10	2	1	10	5	10	48
T/14./135+350/Donja Višća	2	5	10	10	4	1	5	6	5	48
T/14./77+134/Cvijanovići 2	2	7	10	7	2	1	5	10	5	49
S/12/248+395/Kisikana	2	7	7	3	10	8	5	3	5	50
T/13./11+242/Bistračka ulica	4	7	6	5	10	5	3	3	7	50
S/12.3./5+580/Bulbulušići	2	5	2	1	10	9	7	4	10	50
T/14./122+519/Breze	2	7	10	10	4	1	5	6	5	50
T/14./128+866/Otpad	2	7	10	10	4	1	5	6	5	50
B/17./64+116/Mrkonjić lug	4	5	6	5	10	1	5	4	10	50
B/17./28+809/Rasimov	2	5	6	4	4	5	5	9	10	50

T/13./26+619/Berkovac	4	7	7	7	4	5	3	6	7	50
B/17./62+898/Mujadžići	0	0	6	4	10	5	10	5	10	50
B/17./24+728/Pekarov	2	7	6	4	4	5	5	8	10	51
S/12/223+245/Mulići	4	5	6	5	9	5	3	9	5	51
T/13./10+285/Bistrac 2	4	7	10	10	4	1	3	5	7	51
T/13./14+910/SFOR baza	0	0	6	5	10	10	3	10	7	51
T/14./84+819/Špionica 3	4	5	10	10	4	1	5	7	5	51
T/14./67+415/Bukvik 1	2	7	10	7	2	1	7	10	5	51
B/17./32+435/Sulejmanović	2	7	6	5	4	5	5	7	10	51
T/14./70+350/Prijedor 2	2	7	10	10	2	1	5	10	5	52
T/14./119+525/Poljana 2	2	7	10	10	2	1	5	10	5	52
T/14./119+053/Poljana 1	2	7	6	6	10	1	5	10	5	52
T/14./70+920/Prijedor 3	2	7	10	10	2	1	5	10	5	52
T/14./72+486/Skakavac 1	2	7	10	10	2	1	5	10	5	52
T/14./72+816/Skakavac 2	2	7	10	10	2	1	5	10	5	52
T/14./80+185/Ormanica 1	2	7	10	10	2	1	5	10	5	52
T/14./82+357/Špionica 1	2	7	10	10	2	1	5	10	5	52
T/14./97+921/Bjelave	2	7	10	10	2	1	5	10	5	52
T/14./106+466/Majeвица	2	7	10	10	2	1	5	10	5	52
T/14./73+978/Bosanska Bijela 1	2	7	10	10	2	1	5	10	5	52
T/14./74+361/Bosanska Bijela 2	2	7	10	10	2	1	5	10	5	52
T/14./76+687/Cvijanovići 1	2	7	10	10	2	1	5	10	5	52
B/17./36+568/Hukanovići	2	7	6	4	4	5	5	9	10	52
T/14./97+344/Krečana	2	7	6	4	10	6	5	8	5	53
B/17./28+061/Predusjek	2	7	10	1	4	5	5	9	10	53
T/14./123+604/Zekića rampa	2	7	10	10	4	1	5	9	5	53
T/14./132+071/Golubinjak	2	7	4	4	10	10	5	6	5	53
T/14./132+920/Nelegalan	4	7	10	10	4	1	5	7	5	53
T/14./139+286/Nelegalan	4	7	10	10	4	1	5	7	5	53
B/17./25+178/Šerkin	2	5	6	4	10	5	5	6	10	53
M/11./165+219/Struge	12	7	2	1	10	8	3	6	5	54
T/13./5+825/Termoelekt. 2	4	7	10	10	2	1	5	8	7	54
T/14./63+546/Bukovac 4	2	7	10	10	2	1	7	10	5	54
T/14./64+817/Vitanovići 2	2	7	10	10	2	1	7	10	5	54
T/14./100+768/Klisure	4	7	10	10	2	1	5	10	5	54
T/13./5+512/Termoelekt. 1	4	7	10	10	2	1	5	8	7	54
T/14./121+517/Kiseljak	2	5	10	10	10	1	5	6	5	54
B/17./30+863/Todin	2	5	7	7	4	5	5	9	10	54
S/12.3./4+090/Potkraj	2	4	6	5	10	5	7	6	10	55

T/15./3+425/Ciljuge	4	7	9	9	4	3	3	6	10	55
T/14./62+186/Bukovac 2	2	7	10	3	10	1	7	10	5	55
S/12.3./0+700/Ina I	4	5	2	1	10	9	7	7	10	55
S/12.3./1+440/Ina II	4	5	2	1	10	9	7	7	10	55
T/14./103+705/Tinja	2	5	6	5	10	10	5	5	5	55
T/14./101+824/Potpeć	2	5	9	9	10	5	5	5	5	55
B/17./33+504/Tarzanov	2	5	7	5	10	5	5	5	10	56
Z/12.5/3+442/Banlozi	2	5	5	5	7	5	7	10	10	56
T/14./61+437/Bukovac 1	2	7	7	10	7	1	7	10	5	56
T/14./63+158/Bukovac 3	2	7	10	10	4	1	7	10	5	56
B/17./32+815/Kecmanov	2	5	7	6	10	5	5	6	10	56
B/17./100+781/Bušević	2	5	10	7	4	5	5	9	10	57
S/12/197+923/Gora	13	7	7	5	7	5	3	7	3	57
S/12/207+778/Kakanj	13	7	6	4	10	5	3	6	3	57
B/17./22+926/Prskavac	2	7	8	8	4	5	5	8	10	57
T/13./24+760/Dobošnica 2	4	7	10	10	2	5	3	9	7	57
T/13./28+008/Miričina	4	7	10	10	4	5	3	7	7	57
B/17./71+070/Bijelo Brdo	2	5	10	10	10	1	5	4	10	57
S/12/221+000/Poriječani	15	7	3	3	10	5	3	6	5	58
S/12.3./2+550/Župča	4	10	2	1	10	9	7	5	10	58
B/17./78+119/Račić II	2	5	10	7	4	5	5	10	10	58
S/12/234+298/Alića Han	14	7	4	4	10	9	3	2	5	58
T/13./9+078/Bistrac 1	4	7	10	10	10	1	3	6	7	58
Z/12/186+297/Drivuša	13	5	5	5	10	5	3	9	3	58
T/14./69+885/Prijedor 1	2	5	7	5	10	10	5	9	5	58
T/14./67+100/Mali Bukvik	2	7	10	10	7	1	7	10	5	59
T/14./136+511/Grobovi	4	7	6	6	10	10	5	6	5	59
B/17./101+381/Toplica	2	5	10	10	2	5	5	10	10	59
T/14./125+428/Šerići	2	7	8	8	10	10	5	4	5	59
B/17./77+408/Račić I	0	5	10	10	4	5	5	10	10	59
T/14./120+028/Poljana 3	2	5	6	6	10	10	5	10	5	59
B/17./70+371/Pritoka	4	5	10	10	10	1	5	4	10	59
S/12/233+651/Podlugovi II	13	7	6	4	10	5	3	7	5	60
Z/12/188+890/Janjici	13	7	7	4	10	5	3	8	3	60
S/12/232+405/Podlugovi I	14	7	6	5	10	8	3	2	5	60
B/17./23+321/Mujagići	4	7	5	5	10	5	5	9	10	60
B/17./61+518/Pokoj	4	5	10	10	10	1	5	5	10	60
B/17./74+210/Ripač trafo	2	5	10	10	4	5	5	9	10	60
S/12/209+662/Doboj	4	5	10	10	10	5	3	8	5	60

B/17./75+373/Ripač	2	5	10	10	4	5	5	10	10	61
T/14./113+717/Brgule 2	2	7	10	10	10	5	5	7	5	61
S/12.3./7+395/Bukovik	0	0	7	7	10	9	10	8	10	61
T/13./12+891/Oštrolušani	12	7	6	4	10	5	3	7	7	61
T/13./1+035/Tuzla 1	10	7	10	5	7	1	5	9	7	61
B/17./57+664/Za Spahiće I	4	7	10	10	4	1	10	5	10	61
B/17./50+530/Salihov	2	5	10	10	4	5	5	10	10	61
T/14./64+497/Vitanovići 1	2	7	5	6	10	10	7	9	5	61
B/17./35+931/Salkin	2	5	10	10	4	5	5	10	10	61
B/17./36+159/Nurijin	2	5	10	10	4	5	5	10	10	61
B/17./37+033/Stari Majdan	2	5	10	10	4	5	5	10	10	61
T/14./92+161/Ingram	2	5	10	10	10	6	5	9	5	62
B/17./34+000/Krečana	4	5	7	7	10	5	10	4	10	62
Z/12/189+964/Slap	13	7	10	5	10	5	3	6	3	62
S/12/238+932/D. Vogošća	13	7	7	6	10	9	3	2	5	62
S/12.3./12+160/Hodžići	2	7	8	5	4	9	7	10	10	62
B/17./63+400/Čehića kanal	4	5	10	10	10	5	5	4	10	63
S/12.3./8+033/Trtorići	0	0	10	10	4	9	10	10	10	63
T/13./0+373/Tuzla	9	7	7	6	10	10	5	2	7	63
T/14./89+916/Sladna.	14	7	6	5	10	8	5	3	5	63
T/14./111+928/Mramor jug.	9	7	10	10	10	1	5	6	5	63
B/17./35+813/Almazov	4	5	10	10	4	5	5	10	10	63
B/17./65+252/Blok I Bihać	4	5	10	10	10	5	5	4	10	63
B/17./66+458/Blok II Bihać	4	5	10	10	10	5	5	4	10	63
B/17./72+447/Drag. krivina	4	5	10	10	10	5	5	4	10	63
T/14./131+637/Križaljka	7	5	10	10	10	10	5	2	5	64
B/17./62+231/Vojni	4	5	10	10	10	5	5	5	10	64
S/12/217+080/Dobrinje II.	12	7	8	8	10	5	3	7	5	65
T/14./120+371/Poljana 4	2	5	10	8	10	10	5	10	5	65
S/12/227+375/Banjer	14	7	10	10	10	5	3	2	5	66
T/14./109+789/Mramor	10	7	10	10	10	5	5	4	5	66
T/15./4+722/Bašagovci	4	7	9	9	10	10	3	4	10	66
S/12/246+850/Reljevo II	4	7	10	10	10	9	5	6	5	66
Z/12/183+580/Perin Han	13	7	8	10	10	5	3	8	3	67
S/12/210+870/Čatići	13	7	10	10	10	5	3	4	5	67
M/11./166+867/Gabela	12	7	7	7	10	8	3	9	5	67
T/13./13+619/Koksara	12	7	6	6	10	10	3	6	7	67
S/12/248+704/Rajlovac	14	7	10	6	10	5	5	6	5	68
B/17./24+521/Mračajski	4	5	10	10	7	5	10	7	10	68

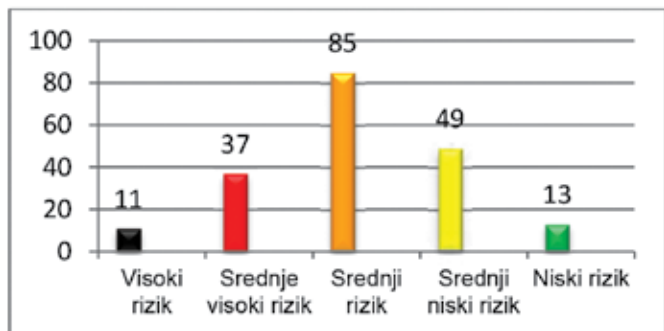
B/17/46+933/Čuvarnica 13	4	5	10	10	10	5	10	4	10	68
B/17/48+363/Čuvarnica 14	4	5	10	10	10	5	10	4	10	68
B/17/51+812/Čuvarnica 16	4	5	10	10	10	5	10	4	10	68
B/17/52+167/Čuvar. 16a	4	5	10	10	10	5	10	4	10	68
B/17/53+650/Čuvarnica 17	4	5	10	10	10	5	10	4	10	68
B/17/74+175/Blok II Ripač	6	5	10	10	10	5	5	7	10	68
S/12/241+675/Semizovac	13	7	10	10	10	5	3	6	5	69
S/12/231+716/Ljubinići	13	7	10	10	10	5	3	7	5	70
T/14./71+623/Prijedor škola	4	7	10	10	10	10	5	9	5	70
Z/12.5/4+616/Blok I	4	5	10	10	10	5	7	10	10	71
S/12/226+300/Visoko	14	7	10	10	10	5	3	8	5	72
S/12/238+380/Malešići	16	7	10	10	10	9	3	2	5	72
M/11./138+849/Bačevići	12	7	10	10	10	8	3	8	5	73
T/14./121+829/Kiseljak	21	5	10	10	10	1	5	6	5	73
T/14./68+663/Bukvik 2.	12	7	10	10	10	8	7	5	5	74
S/12/257+600/Sušica	15	7	10	10	10	10	5	3	5	75
M/11./135+369/Rulna staza	12	7	10	10	10	9	3	10	5	76
B/17/54+925/Za Srbijane	6	5	10	10	10	5	10	5	10	77
T/13./12+055/Tvor. Soda	14	7	10	10	10	10	3	6	7	77
T/14/74+986/Bos. Bijela 3	14	7	10	10	10	10	5	8	5	79
T/14/83+431/Špionica 2	10	7	10	10	10	10	10	7	5	79
M/11/148+052/Žitomisljići	15	5	10	10	10	8	10	8	5	81
Z/12.5/4+834/Blok IA	10	10	10	10	10	6	7	10	10	83

Tablica 5. Rangiranje ŽCP-a na pružnoj mreži ŽFBH na temelju prometno-sigurnosnih kriterija

6. Identifikacija mjera za poboljšanje sigurnosti prometa na ŽCP-ima

Nakon što je završen postupak rangiranja sigurnosnih parametara na ŽCP-ima na pružnoj mreži ŽFBH provedena je analiza dobivenih rezultata na temelju prometno-sigurnosnih parametara i sigurnosnih parametara pokazatelja tijekom prometa.

Analizom postupka rangiranja prometno-sigurnosnih parametara utvrđeno je da od ukupnog broja (195) analiziranih ŽCP-a njih 11 ili 5,64 % pripada skupini najopasnijih, odnosno najnesigurnijih ŽCP-a, koji su označeni crnom bojom kao identifikacijskom bojom skupine visokog rizika. Na slici 6 prikazano je učešće analiziranih ŽCP-a po pojedinim skupinama rizika prema metodološkome postupku rangiranja prometno-sigurnosnih parametara.



Slika 6. Analizirani ŽCP-i prema metodološkom postupku rangiranja prometno-sigurnosnih parametara

Važno je napomenuti da u analiziranome periodu na od ukupno 195 evidentiranih ŽCP-a na njih 149 ili 76,41 % nisu zabilježeni izvanredni događaji. Na temelju navedenog može se zaključiti da treba kontinuirano evidentirati sigurnosne parametre na ŽCP-ima u sklopu Sektora za organizaciju i sigurnost prometa, provoditi rangiranja, analizirati rezultate i predlagati prioritete za poduzimanje preventivnih mjera za rješavanje problema u svrhu povećanja razine sigurnosti tijekom prometa.

7. Zaključak

Istraživanja provedena u ovome radu ponajprije su usmjerena na ŽCP-e kao na kolizijske točke, odnosno segmente željezničke i cestovne mreže s relativno malim prostornim obuhvatom, ali s vrlo velikim utjecajem na stanje sigurnosti određenog područja.

Stanje u oblasti željezničkog i cestovnog prometa u Federaciji BiH promatrano s aspekta sigurnosti prometa nije na zadovoljavajućoj razini. Jedan od najvažnijih negativnih čimbenika takvog stanja su izvanredni događaji na ŽCP-ima u kojima najčešće ima poginulih i teško ozlijeđenih osoba. Prijedlog metodologije rangiranja sigurnosnih parametara na ŽCP-ima obuhvatio je 21 najvažniji sigurnosni parametar na mikrolokaciji te njihov kvantitativni i kvalitativni utjecaj na cjelokupno stanje sigurnosti prometa na ŽCP-ima.

Predloženi metodološki postupak može se proširiti dodatnim sigurnosnim parametrima, što će doprinijeti još preciznijem postupku ocjenjivanja te povećati učinkovitost i olakšati međusobnu usporedbu i reangiranje prioriteta. Uloga i važnost predložene metodologije rangiranja sigurnosnih parametara ogleda se u tome što su njome obuhvaćeni svi evidentirani ŽCP-i prema jedinstvenome i sustavnome metodološkom postupku. Na temelju jedinstvenog i sveobuhvatnog metodološkog postupka omogućeni su ocjenjivanje, međusobno uspoređivanje i rangiranje ŽCP-a prioriteta za poduzimanje konkretnih mjera u svrhu povećanja razine sigurnosti. Primjena metodologije rangiranja sigurnosnih parametara na ŽCP-ima na pružnoj mreži ŽFBH obuhvatila je 195 ŽCP-a. Evidentiranje, prikupljanje i

analiza podataka i sigurnosnih parametara obuhvatila je period od 2008. do 2014. godine.

Osnovni zaključci i preporuke koje se svojom važnošću i ulogom nameću kao prioritet u cilju poboljšanja stanja sigurnosti na ŽCP-ima jesu:

Potrebno je usuglasiti zakonsku legislativu, osobito u oblasti odgovornosti i upravljanja ŽCP-ima.

- Potrebno je razviti sustav upravljanja sigurnošću na ŽCP-ima, s odgovarajućim stručnim timovima, obvezama, odgovornostima, ciljevima i zadacima.
- Potrebno je uskladiti nadležnosti, obveze, odgovornosti, ciljeve i zadatke između upravitelja cesta i upravitelja pruga u zajedničkoj zoni interesa, odnosno zoni ŽCP-a.
- Potrebno je usvojiti metodologiju rangiranja prioriteta za poduzimanje konkretnih mjera na povećanju razine sigurnosti na ŽCP-ima.
- Potrebno je formirati bazu podataka o sigurnosnim parametrima i izvanrednim događajima na ŽCP-ima.
- Potrebno je jasno precizirati elemente financijske konstrukcije u području ulaganja u sigurnost ŽCP-a.
- Potrebno je poboljšati elemente edukacije u prometu, s težištem na sigurnosti ŽCP-a, i voditi se primjerom željezničkih uprava iz okružja.

Literatura:

- [1] Izjava o mreži, Željeznice Federacije Bosne i Hercegovine, 2013. godina (18. 11. 2014.)
- [2] Beširević, Sadik. Organizacija željezničkog saobraćaja. Sarajevo 1997. (18. 11. 2014.)
- [3] <http://www.transport-research.info> (20. 11. 2014.)
- [4] Studijska informacija. Stanje osiguranja na ŽCP-ima na prugama ŽFBH i mjere za povećanje sigurnosti na ŽCP-ima kroz ekonomsku cijenu osiguranja. ŽFBH Sarajevo, kolovoz 2012. (20. 11. 2014.)
- [5] Lindov, Osman, Omerhodžić, Adnan, Tatarić, Adnan. Metodologija rangiranja sigurnosnih parametara na željezničko-cestovnim prijelazima u FBiH. Sarajevo 2011. (28. 11. 2014.)
- [6] Lindov, Osman, Omerhodžić, Adnan, Alikadić, Adnan. Aplikacija metodologije rangiranja sigurnosnih parametara na željezničko-cestovnim prijelazima. Sarajevo 2011. (2. 12. 2014.)

UDK: 656.21; 656.216; 656.25

Adresa autora:

mr. sc. Igor Marković, dipl. ing. prom.
 Željeznice Federacije Bosne i Hercegovine
 Musala 2, 71 000 Sarajevo
 e-mail: igor.markovic@zfbh.ba
 mr. sc. Damir Dinar, dipl. ing. prom.
 Željeznički školski centar Sarajevo
 Ložionička 8, 71 000 Sarajevo
 e-mail: damir.dinar@zfbh.ba

SAŽETAK

Sigurnost prometa na ŽCP-ima na pružnoj mreži ŽFBH relativno je zapostavljena i u biti aktivna je samo u slučajevima kada se dogode izvanredni događaji fatalnih posljedica. Ova tematika dobija na važnosti time što će se projektima obnove željeznica u BiH povećati opseg željezničkog prometa, i to paralelno s redovitim godišnjim rastom stupnja motorizacije. Specifičnost sigurnosti željezničkog i cestovnog prometa ogleda se kroz ŽCP-e. U sklopu rada predstavljeni su prijedlog metodologije za rangiranje sigurnosnih parametara i identifikaciju crnih točaka, kao i primjena metodologije na ŽCP-ima na pružnoj mreži ŽFBH. Poseban aspekt odnosi se na detaljno evidentiranje najvažnijih sigurnosnih parametara koji su propisani zakonskom legislativom, kao i na postavljanje kriterija za njihovo ocjenjivanje i međusobnu usporedbu. Cilj je da se sa znanstvenog stajališta sustavno pristupi problemu sigurnosti na ŽCP-ima te da se primjenom metodoloških postupaka definiraju ŽCP-i koji su prioritetni kada je riječ o poduzimanju hitnih mjera sanacije i rekonstrukcije u cilju povećanja stupnja sigurnosti prometa.

Ključne riječi: sigurnost, željezničko-cestovni prijelazi, ŽFBH

SUMMARY

Analysis of Active Safety at Level Crossing for Safer Railway Traffic at ŽFBH

Traffic safety on level crossing at the ŽFBH railway network has relatively been neglected in essence is active only in cases when extraordinary events occur with fatal consequences. This subject becomes more significant as the projects of reconstruction of railways in BiH increases in volume the rail transport increases in parallel with the permanent annual growth of motorization. The specificity of the safety of railway and road traffic can be seen through the level crossing. In this paper is presented a proposed methodology for ranking security parameters, identification of hot spots, as well as the application of the methodology in level crossing at the railway network of ŽFBH. A particular aspect relates to detail the most important safety parameters prescribed by the law legislatives, as well as setting criteria for their evaluation and mutual comparison. The aim is to make the system approach to the problem of security on the level crossing from a scientific point of view, and that the application of methodological procedures define the priority of level crossing and to take urgent measures for rehabilitation and reconstruction in order to improve the level of safety of traffic

Key Words: Safety, Railway Level Crossings, ŽFBH