

FRI-20.21-1-SITSTL-01

ACTIVE AND PASSIVE ROAD SAFETY, LINKING DESIGN WITH FIELD PERFORMANCE OF
CLEAR ZONES IN BULGARIA¹

Eng. Metodi Steliyanov, PhD Student

Department of Transport,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Phone: (+359) 0876 308 849
E-mail: metodi@abv.bg

Assoc. Prof. Daniel Lyubenov, PhD

Department of Transport,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: (+359) 082 888 605
E-mail: dliubenov@uni-ruse.bg

Assist. Prof. Dzhemal Topchu, PhD

Department of Transport,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: (+359) 082 888 605
E-mail: dtopchu@uni-ruse.bg

Abstract: Run-off-road (ROR) crashes are a major contributor to fatalities and serious injuries on roads globally, with the World Health Organization's Global Status Report on Road Safety 2018 revealing that they accounted for approximately 22% of all fatal road traffic accidents worldwide. In Bulgaria, run of road crashes have accounted for between 15% and 31% of all crashes over the past decade, according to data reported by the Ministry of Interior. To prevent vehicle collisions with objects or rollovers and enhance road safety, it is crucial to implement engineering improvements that can be integrated into a comprehensive road safety strategy. These improvements should be focused on enhancing clear zones - areas adjacent to the roadway that are free of obstacles - to ensure that they are designed to appropriately absorb and dissipate the energy of a vehicle leaving the road.

Keywords: Clear zone, road design principles, countermeasures, design domain, run-off-road, roadway departure, road geometry, adjacent land, road agency savings.

ВЪВЕДЕНИЕ

Като елемент от системата Водач – Автомобил – Път, пътната инфраструктура е пряко свързана с безопасността на движението. Поради своя характер, произшествията, свързани с пътните условия се характеризират с високи коефициенти на тежест и смъртност, поради което следва да им се обърне по-съществено внимание.

С оглед на статистическите данни за делът на пътнотранспортните произшествия (ПТП) от този вид, включително и при напускане на лентата за движение, може да се отбележи, че е необходимо по-високо ниво на знания и квалификация на лицата, които ги регистрират. Необходими са също и задълбочен анализ и познания относно активната и пасивната безопасност (Balbuzanov T, 2021), която пътят, като сложно инженерно съоръжение предоставя на своите ползватели. Основната цел на този доклад е да се разгледат някои въпроси относно крайпътната зона за безопасност в съответствие с принципите на подхода „Безопасна Система“, и да се предложат възможности за инженерни подобрения.

¹ Докладът е представен на студентската научна сесия на 27. октомври 2023 в секция УИТСТЛ с оригинално заглавие на български език: АКТИВНА И ПАСИВНА ПЪТНА БЕЗОПАСНОСТ, СВЪРЗВАНЕ НА ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗПЪЛНЕНИЕ НА КРАЙПЪТНИ ЗОНИ ЗА БЕЗОПАСНОСТ В БЪЛГАРИЯ.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Автомобилният път представлява съвкупност от сложни инженерни съоръжения (Georgiev S, 1974), към които принадлежат земното платно, носещите пластове, настилка и другите инженерни конструктивни съоръжения: за водоотвеждане и дренаж, мостове, подпорните стени, тунелите, обезопасителни системи, системи за управление на трафикопотока и др. Този комплекс от съоръжения и оборудвания се разполагат по продължение на пътя в законово определена ивица определена като обхват на пътя. С което се цели да се осигури лекота и спокойствие при пътуването, висока икономическа ефективност на транспорта, при контролирана минимална умора на водачите и пътниците.

Това се постига чрез принципите на подходът на „Безопасна Система“, който служи като крайъгълен камък на стратегиите и планове за действие в областта на пътната безопасност (Austroads, 2015). Съгласно тази водеща световно приетата философия е недопустимо участник в движението да загине или да получи сериозни наранявания в резултат на свои грешки (NZ Transport Agency, 2012). Върху това разбиране се основава и целта за изграждане на цялостна система за мобилност, която е способна да предостави „прощаваща грешките пътна среда“ (фиг. 1).



Фиг. 1. Абстрактно представяне на *Безопасна Система* (ATC, 2009).

Стремежът за изграждане и поддържане на пътища с предвидими характеристики, които насърчават безопасни скорости на пътуване се позовава на следните логически връзки:

1. участниците в движението допускат грешки, вследствие на което някои пътнотранспортни произшествия стават неизбежни;

2. способността на човешкото тяло да издържи на силите породени при удар, без достигане до тежки наранявания и смърт е ограничена;
3. медицинската помощ трябва да е навременна и грижите след ПТП трябва да са адекватни;
4. за да гарантираме безопасното функциониране на системата за мобилност (при неизправност на един или повече от нейните компоненти) е необходимо синхронизирано и балансирано да подобрим всички компоненти изграждащи системата;
5. всеки, който участва в проектирането, изграждането, управлението, стопанисването, или е ползвател на системата за мобилност има споделена отговорност за създаването и поддържането на тази система така, че да не се достига до тежки наранявания и смъртност.

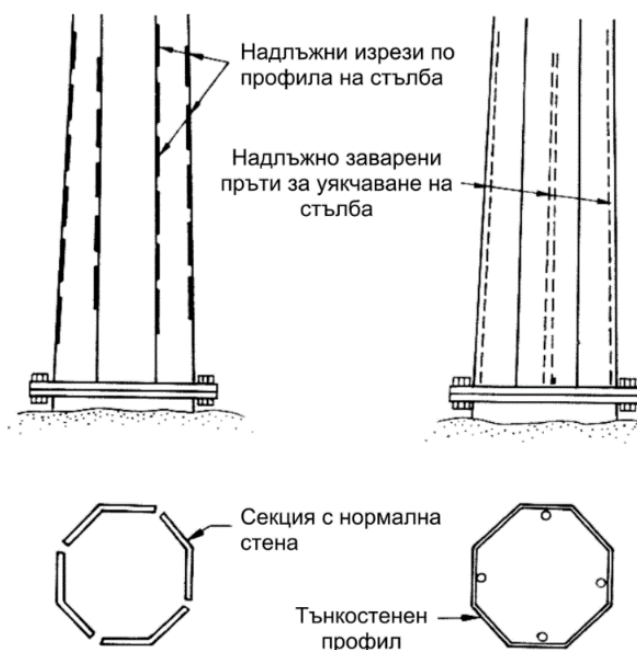
Следователно причините за ПТП трябва да бъдат елиминирани, а когато това не е възможно да бъдат сведени до минимум. Това се осъществява чрез проектиране и изграждане на пътна мрежа със съвременни характеристики за активна и пасивна безопасност, към които се включват всички проектантски, проекто-организационни, проекто-технологични и експлоатационни решения (Gelkov & Lyubenov, 2014).

Целта на активната пътна безопасност е да се намали възможността за възникване на пътнотранспортни произшествия, т.е. основният ѝ фокус е върху честотата на ПТП. В нея се включват мерките за:

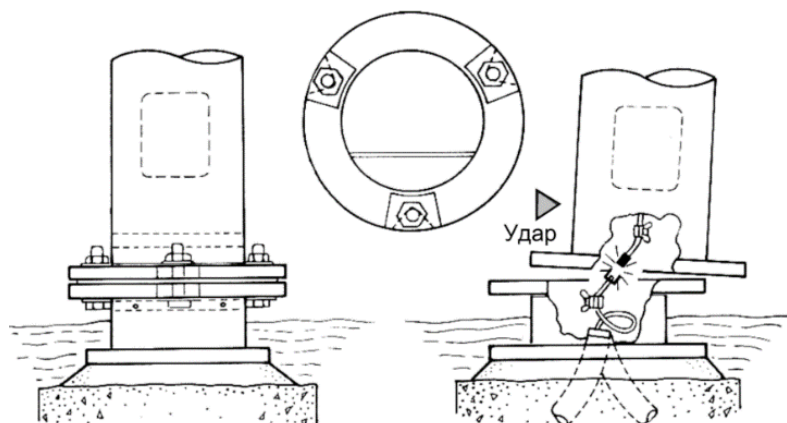
- промяна на поведението на участниците в движението;
- успокояване на трафика;
- прилагане на скоростни ограничения;
- прилагане на нормативната уредба;
- повишаване на правоприлагането и образованието;
- подобряване на геометричните характеристики;
- подобряване на видимостта;
- повишаване на експлоатационните фактори видимост и грапавост на настилка, и
- подобряване на инфраструктурата за пешеходци и велосипедисти.

При пасивната пътна безопасност стремежът е да се намали тежестта от последствията при ПТП, т.е. инженерните мерки са съсредоточени върху защитата на участниците в движението от вреда при инцидент. Традиционно това се постига с:

- инсталация на пътни обезопасителни системи (ПОС);
- средства за успокояване на трафика (неравности за принудително намаляване на скоростта, участъци с принудителна промяна на направленията на движение, шлюзове, кръгови кръстовища);
- пътна маркировка (разделителни, насочващи и стоп линии) и
- употреба на стълбове и опори с разрушаващо се сечение или елемент (фиг.2а и фиг.2б) (AS/NZS 1158.1.2:2010).



Фиг. 2а. Ударопоглътящи стълбове проектирани да спрат контролирано автомобил.



Фиг. 2б. Опора с плъзгаща се основа, позволяваща автомобиля да премине с цел минимални наранявания на пътниците.

При прилагане на горепосочените мерки е изключително важно да се познават:

- атрибутите на пътната мрежа;
- принципите и целите на проектиране на транспортните коридори съгласно 'Безопасна Система';
- контекстно-специфичните проектантски условия; и
- процедурата за остойностяване на параметрите на всеки проектантски елемент в съответствие с избрания проектантски интервал (фиг.3) (ТАС, 1999):
 - нормален проектантски диапазон (НПД) - стойността на избрания параметър отговаря на даден стандарт;
 - разширен проектантски диапазон (РПД) - стойността на избрания параметър е под НПД;
 - диапазон на проектантски изключения (ДПИ) - стойността на избрания параметър води до повишен риск при подвеждане под правна отговорност.



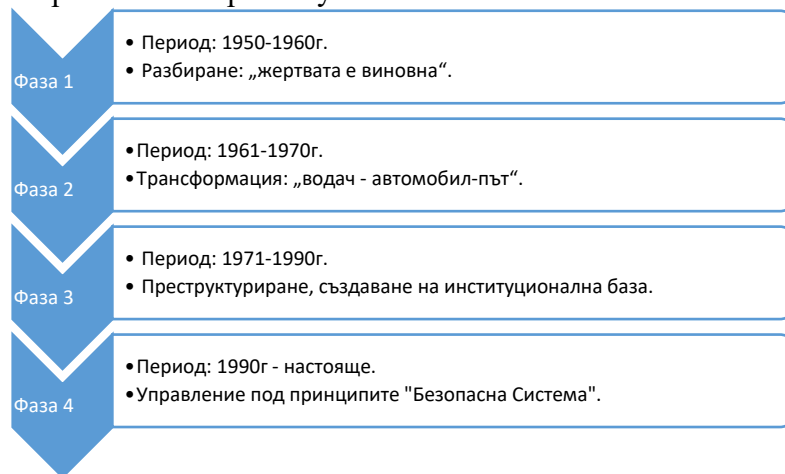
Фиг. 3. Концепция за избор на проектантски интервал.

Известно е, че геометричните характеристики на надлъжният и напречен пътен профил влияят на честотата и тежестта на ПТП за всички видове транспорт (AASHTO, 2018). Проектантски решения в РПД могат да бъдат приети от стопанина на пътя и приложени, ако бъде показано, че функционалните характеристики (особено по отношение на безопасността) за всички участници в движението са с приемлив стандарт.

На практика характеристиките на активната и пасивната пътна безопасност са силно свързани. Такъв пример е крайпътната зона за безопасност (КЗБ, "Road Clear Zone"), чиято идея е да постигне баланс между необходимостта да се осигури:

- оптимална зона за възстановяване на контрола над всички типове и видове МПС напуснали пътната лента;
- разходите за изграждането ѝ, след като е определен и анализиран риска за възникване на събитие при, което дадено МПС може да се отклони от желаната си посока за движение и продължи в непредвидено направление.

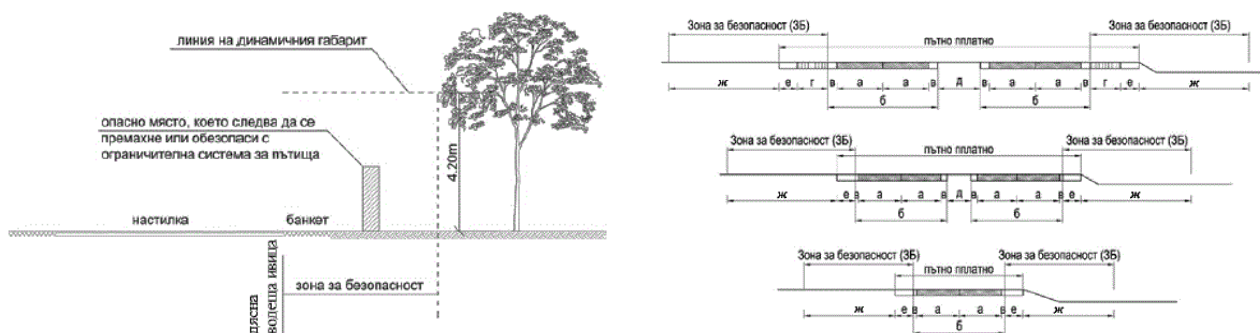
Тази концепция се прилага за първи път по време на третата фаза за управление на пътната безопасност (фиг.4) през 70-те години на 20 век в САЩ, след извършени проучвания през 60-те години на полоси за изпитване на автомобили принадлежащи на Генерал Моторс (Stonex & Skeels, 1963; Hutchinson & Kennedy, 1965). Но препоръчаната ширина на КЗБ не е отчитала геометричните характеристики на пътя (наклони, завои и др. специфики), които влияят върху изминатото разстояние при напускане на пътя от МПС.



Фиг. 4. Фази за управление на пътната безопасност (Burlacu, 2014).

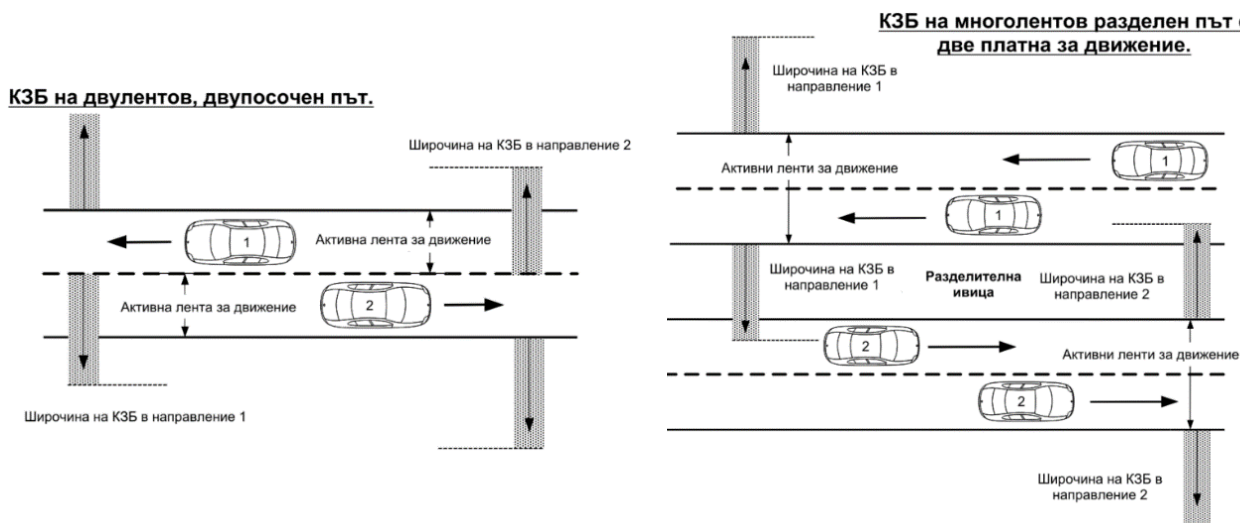
В България, с алинея 1 на член 73 от Наредбата за проектиране на пътища на МРРБ (MRRB, 2018) дава дефиниция за Зона за безопасност (ЗБ), като „хоризонталната зона на

пътя, която започва от десния край на дясната водеща ивица по посока на движението“ (фиг. 5). Пояснява се, че за предотвратяване на пътнотранспортни произшествия или намаляване на последствията от тях при напускане на платното за движение от МПС в ЗБ се предприемат мерки съгласно класификация на опасностите. Това потвърждава тезата за обвързаността на активната и пасивната пътна безопасност, но е определението е непълно.



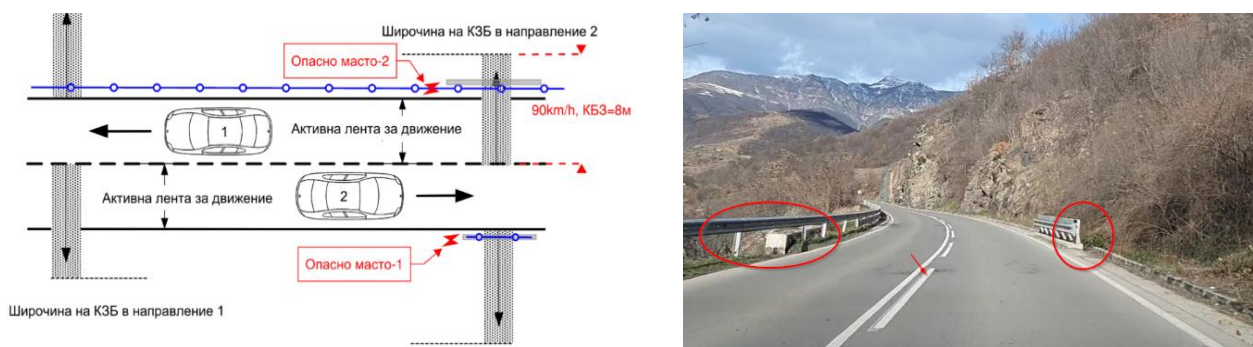
Фиг. 5. ЗБ съгласно Наредба № РД-02-20-2 (28/08/2018) на МРРБ: "а" - активна лента за движение; "б" - платно за движение; "в" - водеща ивица; "г" - лента за спиране; "д" - разделителна ивица; "е" - банкет; "ж" - ивица след банкета - откос, окоп и др.

Концепцията за КЗБ не е ограничена само до десния край на дясната водеща лента (РТА, 2008) и трябва да се прилага от двете страни по посоката на движение на МПС (фиг.6), тъй като в общия случай процентната вероятност за загуба на управление в ляво или дясно е еднаква.



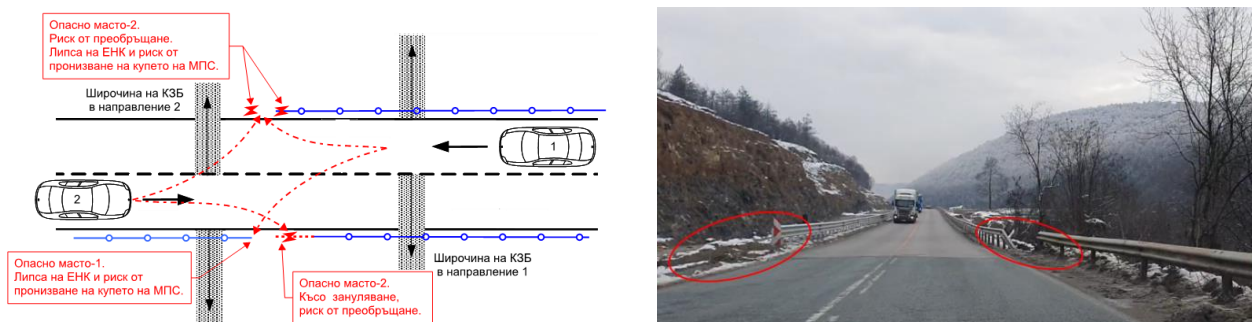
Фиг.6. Концепция за крайпътната зона за безопасност съгласно РТА (2008).

Предназначението на КЗБ е да даде възможност на водач, който е напуснал полагащата му се лента за движение да възстанови контролът върху МПС и безопасно да се върне в лентата за движение, като избегне сблъсък или преобръщане. Следователно препятствията от двете страни на платното за движение трябва да бъдат анализирани и в двете посоки на движение, независимо една от друга, а МПС в противоположната лента за движение трябва да се разглеждат като опасности в съответствие с „Безопасна Система“ (фиг. 7 и фиг. 8).



Фиг.7. Опасности в КЗБ поради инсталация на ПОС в ДПИ - 2021.

За да бъде намален риска в случай, че съществуват обстоятелства, които не позволяват елиминирането на опасностите в КЗБ е позволен монтажа на ПОС в НПД.



Фиг.8. Опасности в КЗБ поради контекстно-специфична несвързаност - 2021.

Известно е, че вероятността МПС да осъществи контакт ПОС е по-голяма отколкото да проникне в опасното място. А това ги прави и по-опасни, когато ПОС са неправилно поддържани, твърде къси за да предпазят адекватно опасността, неправилно монтирани, монтирани близо до бордюри и дренажи, не използват ефективни терминали и закрепвания, и когато ограничават видимостта на водачите (Austroads, 2020).

Двата примера показват неефективно управление на обществените пътни активи, при което е допуснато функционалните характеристики на ново-инсталираните ПОС в КЗБ са в РПД, а функционалните характеристики на съществуващите ПОС са оставени да влошаване до ДПИ. Това показва пропуски в компетенциите на отговорните субекти и управляваните от тях процеси (Steliyanov, 2022). Изследователски е установено, че разходите за изграждане и поддържане на ПОС са значително по-големи, отколкото икономическият им ефект (Momcheva, 1967). Въпреки това според алинея 8 на член 74 от сега действащата наредба за проектиране на пътища има изяснителен, а не задължителен характер. С която се избягва, предоставяне на твърдо изискване за предотвратява проектиране на КЗБ с опасности в нея при изграждане на нови пътища, основни ремонти и реконструкции на съществуващи пътища.

Съпоставката между КЗБ и ПОС не бива да бъде правена с общо изявление за това кой вариантите е по-добра дългосрочна инвестиция. Тъй като както икономическите, така и ползите за безопасност зависят от различни фактори, като тип път, обем на трафикопоток (интензивност), проектна скорост, избрана пътна скорост и тип ПТП. Въпреки това КЗБ са по-рентабилно решение по отношение на намаляване на тежестта на катастрофите и минимизиране на необходимостта от скъпо инсталиране и поддръжка на ПОС. В допълнение КЗБ са по-привлекателни естетически от ПОС, въздействат успокоително на трафика (Fitzpatrick, et al., 2014) и могат да имат положителен ефект върху околната среда. Това налага да бъде направен преглед на стратегията за управление на пътната мрежа, след което да се идентифицират приоритетни отсечки с текуща лоша ефективност. На които да бъде направен анализ на ползите и разходите, след което да се формулира инвестиционна стратегия (AGAM03/09, 2009) между КЗБ и ПОС.

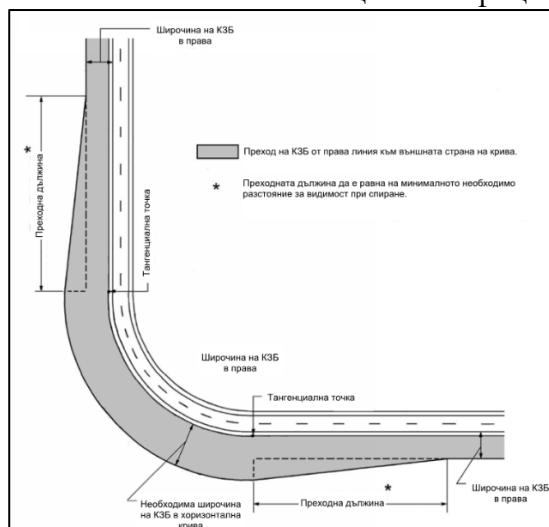
Друг дефицит в Българската нормативна уредба е, че не поставя условие за разширяване на КЗБ по външния радиус в криви (фиг.9). Това изискване ще е удачно да се прилага като реакция при висок брой на ПТП, превантивно след одит по пътна безопасност (или друго проучване) и при доказана икономическа рентабилност (AASHTO, 2006).



Фиг.9. Пример за завой с потенциална полза от увеличаване на КЗБ.

Съгласно AASHTO (2006) разширяването се на КЗБ в крива (фиг.10) се изпълнява след като широчината на КЗБ в права се умножи по предварително определен коефициент, съответстващ на радиуса на кривата и проектната скорост (Табл.1).

Таблица 1. Коефициенти за корекция на КЗБ в кривата (AASHTO, 2006).

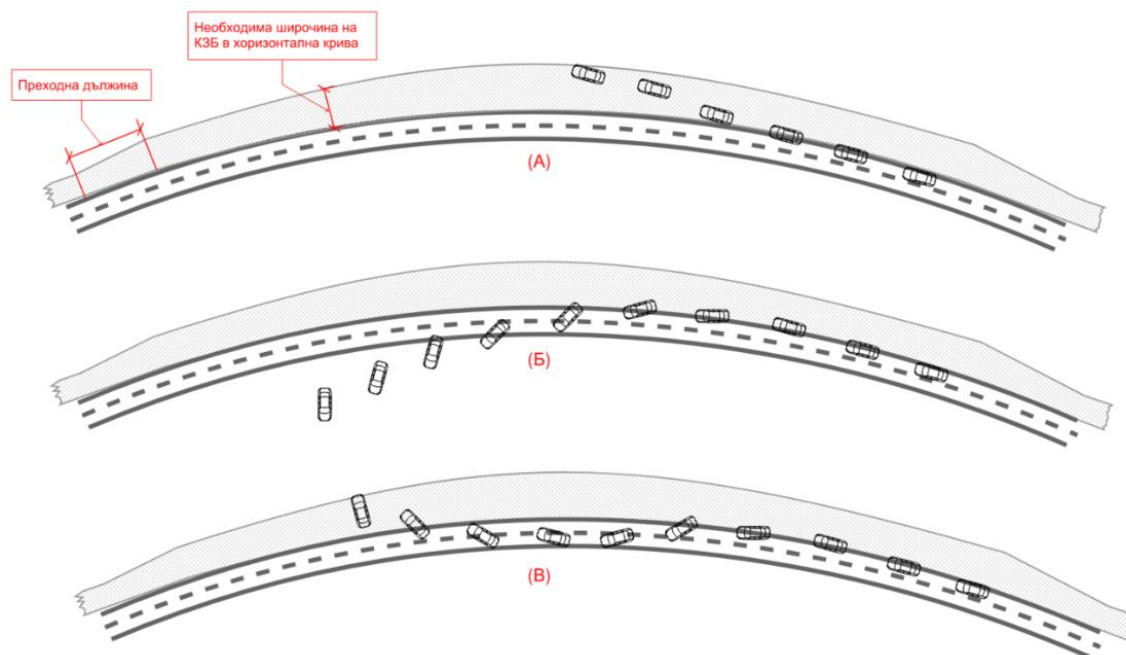


Радиус (м.)	Проектна скорост (км/ч)					
	60	70	80	90	100	110
900	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
700	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3
600	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4
500	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4
450	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5
400	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	-
350	1.2	1.2	1.3	1.4	1.5	-
300	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	-
250	1.3	1.3	1.4	1.5	-	-
200	1.3	1.4	1.5	-	-	-
150	1.4	1.5	-	-	-	-
100	1.5	-	-	-	-	-

Фиг.10. Графично изображение на увеличена КЗБ в крива (AGRD06/10, 2009).

Това ще даде възможност на дадено МПС да извърши контролирано спиране в случай на опасна ситуация. С което ще се намалят основни ПТП от групата на неконтролирани напускания на лентата за движение на МПС по (Doecke & Woolley, 2013):

- праволинейна траектория (фиг.11а);
- при загуба на напречна устойчивост с единично (фиг.11б) и двойно (фиг.11в) унасяне.



Фиг.11. Основни траектории на напускане на лента за движение в крива.

ИЗВОДИ

Представени са различни мерки, отнасящи се до активната и пасивна пътна безопасност. Направен е преглед и анализ на съществуващата нормативна уредба за проектиране на крайпътните зони за безопасност в България. Установени са пропуски, свързани с дефиницията и геометричните характеристики. Това показва, че риска за настъпване на пътнотранспортни произшествия от вида на напускане на лентата за движение не се управлява в достатъчна степен, съгласно принципите на „Безопасна Система“.

Представени са добри практики, отнасящи се до крайпътните зони за безопасност, като са изразени съвременни концепции за ширината на зоната, което може да бъде директно приложено от проектанските екипи и стопаните на пътя.

Разгледани са примери за пътни обезопасителни системи, които се класифицират, като опасност в обхвата на крайпътните зони за безопасност, поради влошени функционални характеристики по време на експлоатацията им. Изразена е позиция, относно рентабилността на крайпътните зони за безопасност. Изборът между крайпътните зони за безопасност и пътни обезопасителни системи трябва да бъде направен след приоритизиране и задълбочен анализ на ползите и разходите.

Докладът отразява резултатите от работата по проект № 2021-RU-02, финансиран от Фонд Научни изследвания на Русенския университет.

REFERENCES

- Balbuzanov T. (2021). *Research of some sections of bicycle infrastructure in the city of Ruse*. IN: Proceedings of University of Ruse - 2021, volume 60, book 4.2, 2021, pp. 151 - 156
- Burlacu F. (2014). *Influence road characteristics on road safety*. Bucuresti, Romania.
- Doecke, S. & Woolley, J. (2013). *Adequacy of barrier and median separation on rural roads, CASR087*. Centre for Automotive Safety Research, University of Adelaide, Adelaide, SA.
- Fitzpatrick, C., Harrington, C., Knodler, M., and Romoser, M. (2014). *The Influence of Clear Zone Size and Roadside Vegetation on Driver Behaviour*. Journal of Safety Research. Volume 49, pp.97-104.
- Gelkov, J. & Liubenov, D. (2014). *Textbook of traffic safety*. University of Ruse “Angel Kanchev”.

Georgiev, S. (1974). *Design of motor roads*. Technika State Publishing House.

Hutchinson, J. W. & Kennedy, T. W. (1965). *Medians of divided highways – Frequency and nature of vehicle encroachments*. Engineering Experiment Station Bulletin 487, University of Illinois, Illinois, USA.

Momcheva, L. (1967). *Application of waste magnesium lye in the winter maintenance of roads in our country*. Roads magazine, Sofia.

Steliyanov, M. (2022). *High level review of Bulgarian technical rules for RRS application*. Proceedings of University of Ruse - 2022, volume 61.

Stonex, K. & Skeels, P. (1963). *Development of crash research techniques at the General Motors proving ground*. Highway Research Board, no. 4, pp. 32-49.

AASHTO (2006). *Roadside design guide, 3rd edn*. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC., USA.

ACT (2009). *National road safety action plan: 2009 and 2010*. ATC, Canberra, Australian Transport Council.

AGAM03/09 (2009). *Guide to Asset Management Part 3: Asset Strategies*. Austroads Ltd, Sydney, NSW.

AGRD06/10 (2009). *Guide to Road Design – Part 6: Roadside Design, Safety and Barriers*. Austroads Ltd, Sydney, NSW.

AASHTO (2018). *A policy on geometric design of highways and streets - 7th edn*. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC, USA.

AS/NZS 1158.1.2:2010. *Lighting for roads and public spaces*. AS - STANDARDS AUSTRALIA.

Austroads (2015). *Guide to Road Design Part 1: Introduction to Road Design, AGRD01-15*. Austroads Ltd, Sydney, NSW.

Austroads (2020). *Guide to Road Design Part 6: Roadside Design, Safety and Barriers, AGRD06-20*. Austroads Ltd, Sydney, NSW.

MVR-BG (2023). *General statistics. Traffic accidents*. Ministry of Interior, Bulgaria.

MRRB (2018). *Ordinance No. RD-02-20-2 of August 28, 2018 for road design*. Ministry of Regional Development and Public Works, Bulgaria.

NZ Transport Agency (2012). *Embedding the safe system approach by system designers*. NZTA.

RTA (2008). *'Road design guide: section 6: design for errant vehicles: hazard mitigation and safety barrier design', draft not published*, Roads and Traffic Authority, Sydney, NSW.

TAC (1999). *Geometric design guide for Canadian roads: parts 1 and 2*. Transport Association of Canada, Ottawa, ON, Canada.

WHO (2018). *Global status report on road safety 2018*. World Health Organization, Geneva.