

## ПРИМЕНА УБЛАЖИВАЧА УДАРА НА ДЕНИВЕЛИСАНИМ РАСКРСНИЦАМА

Стефан Врањевац<sup>1</sup>

Сања Фриц<sup>2</sup>

Владан Илић<sup>3</sup>

Филип Трпчевски<sup>4</sup>

Исидора Панчић<sup>5</sup>

УДК: 625.739.888

DOI:10.14415/konferencijaGFS 2016.058

**Резиме:** Изливи на рампама денивелисаних раскрсница представљају потенцијално опасна места по безбедност саобраћаја. Због тога је развијен низ система за задржавање возила којима би се смањиле последице саобраћајних незгода. Правилна уградња адекватних ублаживача удара захтева довољно простора (дужину) на месту где се рампа одваја од главног правца. Да би се омогућила уградња таквог система мора се преиспитати основна геометрија излива рампе успостављањем одговарајућег односа између радијуса и прелазне кривине.

**Кључне речи:** Ублаживачи удара, безбедност саобраћаја, ивична геометрија излива

### 1. УВОД

Велики број саобраћајних незгода и људи који страда у њима захтева развој различитих система заштите опасних места како би се повећала безбедност целокупног саобраћаја. Тридесет процената свих саобраћајних незгода чине оне које се дешавају када возило напусти возну траку и удари у неку чврсту препреку, најчешће портал тунела, стуб мостовске конструкције или “New Jersey“ баријеру. Уградња система за задржавање возила на критичним местима је једна од често употребљених метода које доприносе смањењу последица саобраћајних незгода. Избор система који се уграђује је резултат упоредне анализе степена опасности за учеснике у саобраћају, карактеристика пута и саобраћајног оптерећења. С обзиром да постоје различити облици ублаживача удара, пројектована ивична геометрија пута ће имати највећи утицај на њихов избор.

<sup>1</sup>Асистент Стефан Врањевац, мастер инж. грађ., Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Булевар краља Александра 73, Београд, Србија, тел: 011 3218561, е – mail: [stefanvranjevac@gmail.com](mailto:stefanvranjevac@gmail.com)

<sup>2</sup>Доц. др Сања Фриц, дипл. грађ. инж., Универзитет у Београду, Грађевински факултет

<sup>3</sup>Асистент Владан Илић, мастер инж. грађ., Универзитет у Београду, Грађевински факултет

<sup>4</sup>Асистент Филип Трпчевски, мастер инж. грађ., Универзитет у Београду, Грађевински факултет

<sup>5</sup>Исидора Панчић, мастер инж. грађ., Универзитет у Београду, Грађевински факултет

## 2. СИСТЕМИ ЗА ЗАДРЖАВАЊЕ ВОЗИЛА

Системи за задржавање возила су конструкције које се постављају на пут и имају функцију да умање последице незгоде тако што возило које неконтролисано напусти саобраћајне траке задрже односно врате назад или преусмере.

Под појмом „Системи за задржавање возила“ подразумевају се различите конструкције према SRPS EN 1317 [1] дефинисане као:

- заштитни уређаји
- почетне и завршне конструкције
- прелазне конструкције
- ублаживачи удара

Системи за задржавање возила треба да умање последице незгоде што је могуће више. Примењују се за :

- заштиту трећих лица или подручја поред пута за која је потребна заштита, или код аутопутева за заштиту саобраћаја из супротног смера
- заштиту лица у возилу од тешких последица услед скретања са коловозне траке и могућности удара у опасну препреку или сурвавања у провалију

## 3. УБЛАЖИВАЧИ УДАРА

Ублаживач удара је техничка конструкција која се поставља на посебно опасна места на деловима пута где постоји опасност од налета возила на чврсту конструкцију грађевинских објеката, тј. на свим деловима пута на којима возачи због лоше видљивости, сужених пролаза и велике брзине имају већу могућност погрешне процене ситуације [2]. Ублаживач удара има функцију да умањи снагу удара при чему претвара кинетичку енергију у деформациони рад [3]. Они смањују последице удара на путнике, возило или конструкцију путних објеката [4].

Ублаживачи удара и заштитни уређаји који следе иза њега треба да буду међусобно функционално повезани тако да функционалне особине немају узајамно негативно дејство. Све функционалне особине ових система треба да задовоље услове дефинисане стандардом SRPS EN 1317-3 [1]. Функционалне особине треба да докаже произвођач ублаживача удара.

## 4. КЛАСИФИКАЦИЈА УБЛАЖИВАЧА УДАРА

Класификација ублаживача удара може се урадити на основу више параметара. Класификација према материјалу који се користи за ублаживање удара:

- ублаживачи удара који користе воду,
- ублаживачи удара који користе песак,
- ублаживачи удара који користе полиетиленску пластику високе, густине.

Класификација на основу способности поновне употребе након удара возила[6]:

- ублаживачи удара који се сами враћају у првобитни положај,
- ублаживачи удара који се могу поново поставити,
- ублаживачи удара које је могуће поправити,
- ублаживачи удара који имају мали степен поновне употребљивости.

За квалитетан ублаживач удара који се сам враћа у првобитни положај потребно је издвојити више новца. Ублаживач који има низак степен поновне употребљивости је јефтинији али он захтева веће одржавање.

### 4.1 Ублаживачи удара који се сами враћају у првобитни положај

Ублаживачи удара који се сами враћају у првобитан положај су дизајнирани тако да након удара поврате 90% свог облика и капацитета без одржавања или поправки главних компоненти. Изграђени су од низа цилиндара који су од полиетиленске пластике високе густине и еластичности, а постављају се на челичне шине.



Слика 1. Представник групе (All REACT 350)[6]

Систем се састоји од 9 цилиндара и способан је да задржи возило тешко 2000kg при брзини од 100km/h. Дужина зависи од тога да ли се причвршћује за бетонски елемент или не. У првом случају дужина је 8.80m а у другом 9.35m.

Унапређењем претходно описаних система настали су системи који су практично 100% употребљиви након удара. Састоје се из еластомерних цилиндара уоквирених троструко профилисаним челичним дијафрагмама и посебним панелима са стране. Цео систем се поставља на једну шину[6].



Слика 2. Представник групе (QUADGUARD® LMC CRASH)[6]

#### 4.2 Ублаживачи удара који се могу поново поставити - *Restorable*

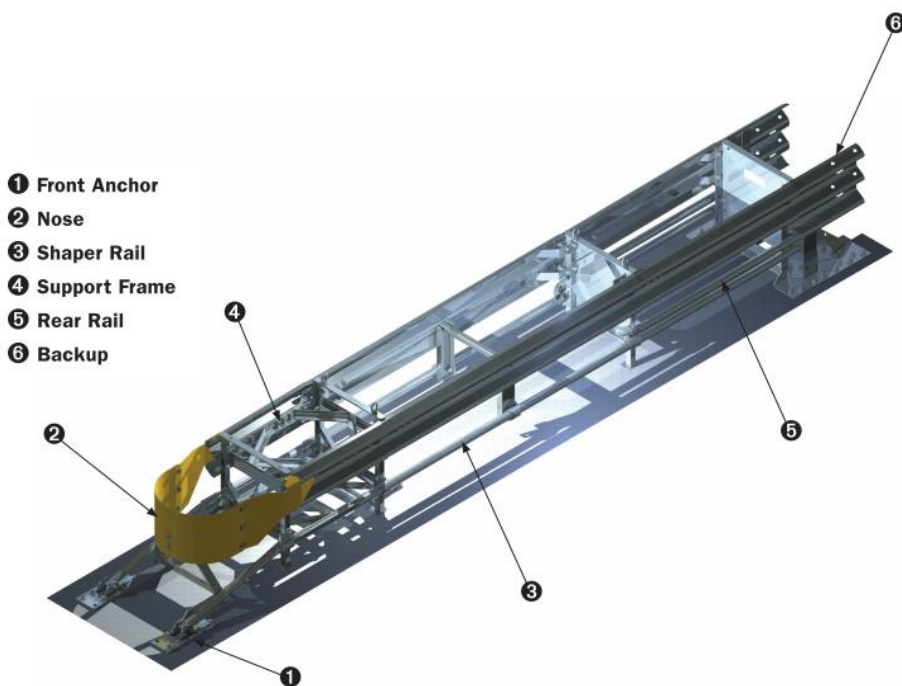
Ублаживачи удара који се могу поново поправити захтевају нешто веће поправке него претходно описани, али и даље се већина главних делова може поново употребити[5].



Слика 3. Представник групе (QUADGUARD® II CRASH CUSHION)[5]

### 4.3 Ублаживачи удара које је могуће поправити - Repairable

Овај систем, за разлику од претходно наведених, након удара захтева већи степен обнове делова, али тај посао се може обавити у релативно кратком периоду, мањем од три сата[6].



Слика 4. Представник групе (QUEST® IMPACT ATTENUATOR SYSTEM)[6]

### 4.4 Ублаживачи удара који имају мали степен поновне употребљивости - Low Reusability

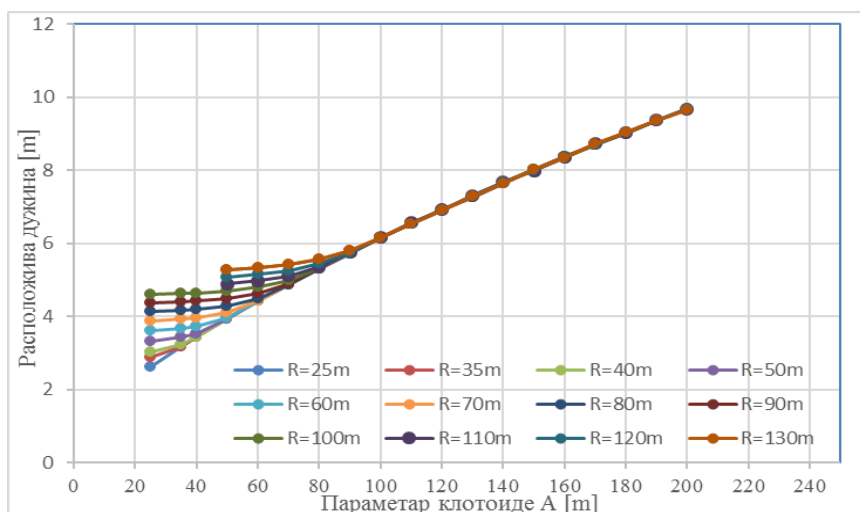
Последњи системи који ће бити описани су уједно и најједноставнији. То су системи који се састоје од одређеног броја полиетиленских пластичних буради пуњених песком постављених у одређеном низу. Свако буре има различиту тежину и она се постављају тако да она са најмањом тежином иду на чело низа, а она са највећом на крају низа. На тај начин се, док возило пролеће кроз низ буради пуњених песком, сила удара постепено ублажава. Приликом удара већина система ће бити уништена и из тог разлога су трошкови поправке већи него код преходно описаних система, али са друге стране овај систем је веома једноставан за уградњу[6].



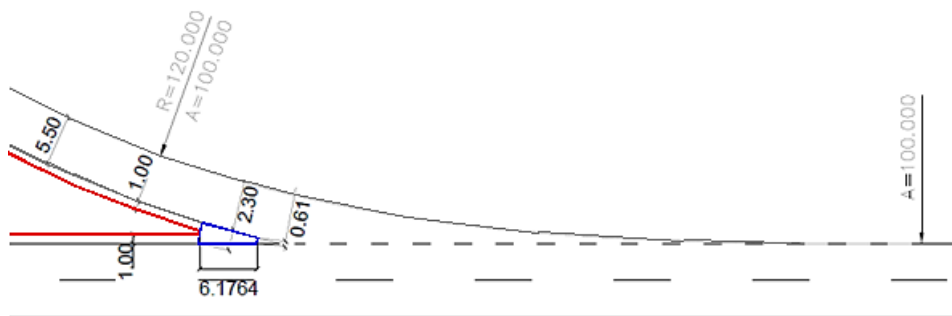
Слика 5. Представник групе (ENERGITE® III CRASH CUSHION SYSTEM)[6]

## 5. ИВИЧНА ГЕОМЕТРИЈА ИЗЛИВА РАМПИ ДЕНИВЕЛИСАНИХ РАСКРСНИЦА

Поред пројектне брзине главног правца највећи утицај на то који ће се ублаживач удара применити има ивична геометрија излива рампи којом је одређена расположива дужина на којој можемо поставити ублаживач. На *дијаграму 1* је приказана зависност дужине на којој се може поставити ублаживач удара у односу на радијус хоризонталне кривине  $R$  и параметар клотоиде  $A$  ивичне геометрије изливне рампе (*слика б*). За ширину ублаживача удара је узета оптимална ширина од 0.61m до 2.3m. За ширину рампе је узета ширина од 5.5m.



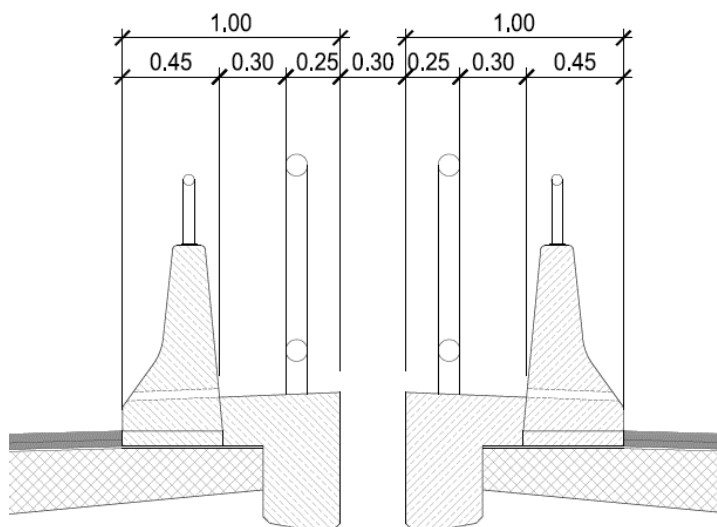
Дијаграм 1: Дијаграм зависности расположиве дужине за ублаживач удара од  $R$  и  $A$ , за ширину ублаживача од 0.61 до 2.3m



Слика 6. Ивична геометрија излива рампе

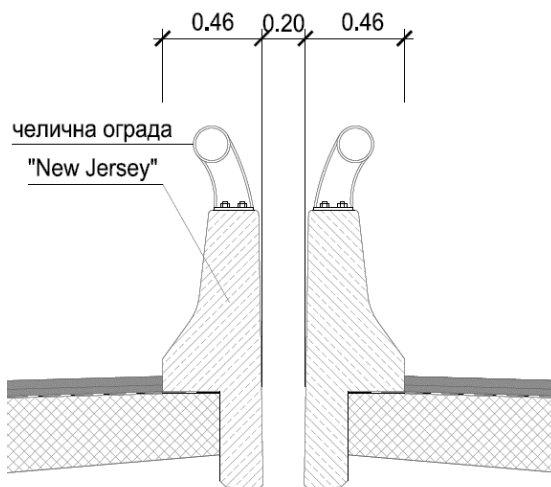
Испитани су сви случајеви за вредности радијуса хоризонталне кривине  $R$  од 25m до 250m и за вредности параметра клотоиде  $A$  од 25m до 250m. На дијаграму су приказане расположиве дужине за постављање ублаживача удара за вредности радијуса хоризонталне кривине до 130m и за вредности параметра клотоиде до 200m, због тога што се за вредности веће од наведених добије да можемо поставити максимално дугачак ублаживач удара који се поставља за брзине од 110km/h.

У претходно наведеном случају коришћена је оптимална ширина ублаживача удара од 0.61m до 2.3m, што значи да ће заједничка мостовска конструкција за главни правац и рампу морати да почне од ширине 2.3m између коловоза главног правца и рампе *слика 7*.

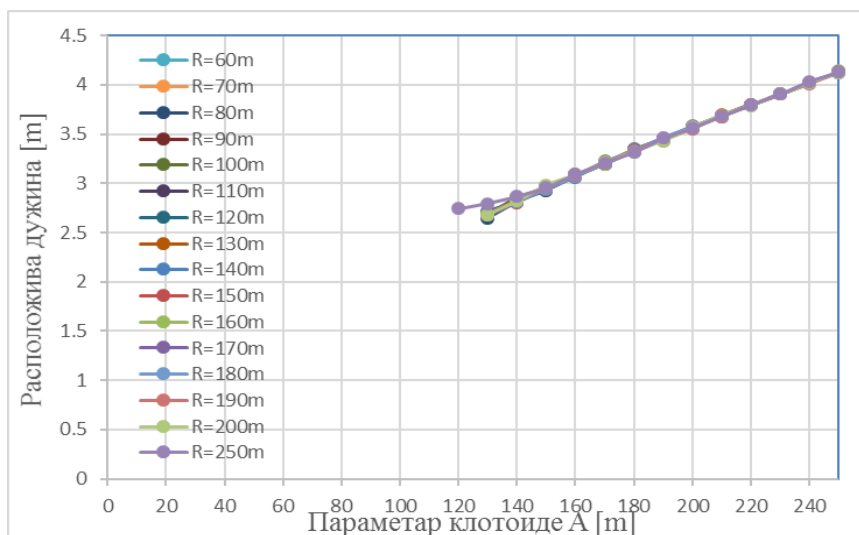


Слика 7: Размак између главног правца и рампе на коме мора почети заједничка мостовска конструкција да би се применио ублаживач удара ширине 2.3m

У домаћој путној пракси најчешће нису примењивани тротоари и сервисне стазе ширине од 1m, већ заједничка мостовска конструкција почиње при приближавању “New Jersey” баријера на растојању од 0.2m (слика 8), што значи да би се у ретким случајевима могао применити ублаживач удара ширине од 2.3m.



Слика 8: Размак између главног правца и рампе (чест случај у домаћој путној пракси) на коме мора почети заједничка мостовска конструкција да би се применио ублаживач удара ширине до 1.2m



Дијаграм 2: Дијаграм зависности расположиве дужине за ублаживач удара од R и A, за ширину ублаживача од 0.61 до 1.2m



На *дијаграму 2* приказана је зависност дужине на којој се може поставити ублаживач удара у односу на радијус хоризонталне кривине  $R$  и параметар клотоиде  $A$ , за ширину ублаживача удара од 0.61m до 1.2m, односно, за ширину која је најчешћа у домаћој путној пракси. За рампу је узета ширина од 5.5m.

С обзиром на то да је минимална дужина ублаживача удара 2.6m, из дијаграма се види да се у случају примене радијуса хоризонталне кривине мањег од 200m и примене параметра клотоиде  $A$  мањег од 130m немогуће поставити ниједан тип ублаживача удара. У случају примене радијуса хоризонталне кривине између 200m и 250m мора се применити параметар клотоиде већи од 120m да би било могуће поставити ублаживач удара.

У случају ширине коловоза рампи од 6.5m, расположива дужина за постављање ублаживача удара ће бити у просеку мања од 10cm до 50cm.

## 6. ЗАКЉУЧАК

Употреба ублаживача удара би у великој мери смањила број смртних исхода на ризичним местима на којима се ублаживачи примењују. При пројектовању излива рампи денивелисаних ракрсница треба тежити примени радијуса хоризонталних кривина и параметра клотоиде који ће омогућити постављање ублаживача удара чиме би се безбедност саобраћаја на ракрсници подигла на виши ниво.

На основу приложених дијаграма може се закључити да највећи утицај у пројектној геометрији излива рампи денивелисаних ракрсница на расположиву дужину за постављање ублаживача удара има параметар клотоиде  $A$ . На *дијаграму 1* се може видети да у случају примене параметра клотоиде већег од 100m радијус хоризонталне кривине нема битан утицај. Важност параметра клотоиде се још више испољава код *дијаграма 2*, на основу кога се може закључити да радијус хоризонталне кривине има занемарљив утицај на расположиву дужину за постављање ублаживача удара.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Национални стандард: *SRPS EN 1317:2013*. доступно преко: [http://www.iss.rs/rs/standard/advance\\_search.php](http://www.iss.rs/rs/standard/advance_search.php) (преузето 28.01.2016.).
- [2] Manual N101E: *Vehicle Restraint Systems and Roadside Areas*, Statens vegvesen - Norwegian Public Roads Administration, Oslo, Norway, **2011**.
- [3] Schrum, K.D, et al.: *Guidelines for Crash Cushion Selection*, Research Report No. TRP-03-252-12, Nebraska Transportation Center and Wisconsin Department of Transportation, Madison, Wisconsin, USA, **2013**.
- [4] AASHTO: *Roadside Design Guide - 4th edition*, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., USA, **2011**.
- [5] <http://www.barriersystemsinc.com/crash-cushions>, преузето 20.02.2016.
- [6] [http://www.energyabsorption.com/products\\_permanent.asp](http://www.energyabsorption.com/products_permanent.asp), преузето 25.02.2016.

## USE OF CRASH CUSHION SYSTEMS ON MULTILEVEL INTERCHANGES

*Summary:* Exits on multilevel interchange ramps present potentially dangerous spots from the point of traffic safety. Therefore, a range of vehicle restraint systems was developed to reduce the consequences of traffic accidents. Proper installation of adequate crash cushion systems requires sufficient space (length) at the point where the ramp leaves major road. To provide for an installation of such a system, the basic geometry of the exit ramp must be reconsidered, introducing the appropriate relation between the radius and transition curve.

*Keywords:* Crash cushions, traffic safety, edge line geometry of interchange exit