

УТВРЂИВАЊЕ ОПАСНИХ МЕСТА НА ПУТЕВИМА У ФУНКЦИЈИ ПРОЦЕСА РЕХАБИЛИТАЦИЈЕ ПУТЕВА

Крсто Липовац

Саобраћајни факултет Универзитета у Београду и Криминалистичко полицијска академија, Београд, Србија

Драган Јовановић

Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду, Нови Сад, Србија

Резиме: Рехабилитација, реконструкција и одржавање путева представљају значајне мере којима се, поред остало, жели унети безбедно одвијање саобраћаја. Ове мере захтевају ангажовање великих финансијских ресурса, па је значајно њихову примену оптимизирати у циљу најбољих ефеката по безбедности саобраћаја. Тиме се стварају услови да однос уложених средстава и уштеда у смањењу броја саобраћајних незгода и њихових последица буде што већи. У раду је указано на значај оваквог приступа у примени ових мера. Разматрана је проблематика идентификације опасних места на путевима, а поред тога приказана је нова методологија идентификовања опасних места на путевима, која је примењена у изради Студије безбедности саобраћаја на коридору X.

Кључне речи: Безбедности саобраћаја, "црне тачке", идентификација, мапирње ризика.

1. УВОД

Елементи и опрема пута представљају важан аспект безбедности саобраћаја. Они утичу како на настанак саобраћајних незгода, тако и на величину последица које при њима настају. У досадашњој пракси рада на унапређењу безбедности саобраћаја, на глобалном нивоу, развијене су различите процедуре које комбинују велики број мера безбедности саобраћаја, које поред осталог, имају значај утицај на пут као фактор безбедности саобраћаја.

Реконструкција, рехабилитација и одржавање постојећих путева представљају стратешки важне мере за ефикасно функционисање система безбедности саобраћаја. Узимајући у обзир основне карактеристике примене ових мера (глобална систем организације, потребе у људским и технолошким ресурсима, финансијска средства и сл.) потребно је обезбедити да се примена наведених мера реализује са што бољим ефектима. Са гледишта безбедности саобраћаја, оптимално је ове мере примењивати на оним местима, где настају велики трошкови саобраћајних негода, односно где је број саобраћајних незгода и њихових последица неуобичајено велики у односу на остала места на путевима. Ова места представљају опасна места на путевима и у литератури и пракси често се користе појмови као што су "црне деонице" и "црне тачке".

Предмет овог рада је утврђивање опасних места на путевима. У досадашњој литератури не постоји универзална дефиниција опасних места на путевима. Зато се користе различите методе за њихову идентификацију. Циљ рада је да истакне смисао и значај утврђивања опасних места на путевима и подстакне даљи теоријски и практичан рад на

разматрању ове проблематике. У раду ће бити представљен модел за утврђивање опасних места који је примењен у току израде студије безбедности саобраћаја на коридору X кроз Србију.

2. УТИЦАЈ РЕХАБИЛИТАЦИЈЕ И ОДРЖАВАЊА ПУТЕВА НА БЕЗБЕДНОСТ САОБРАЋАЈА

Проблеми безбедности саобраћаја могу бити проузроковани донетим одлукама или извршеним поступцима, за време различитих фаза развоја и експлоатације путне мреже (табела 1.) [1]

Табела 1. Извори проблема безбедности пута у различитим фазама развоја и експлоатације путне мреже

Фаза	Примери
Планирање	Раздвајање променљивих и доступних функција помоћу хијерархијских побољшања сигурносних услова
Пројекат	Путеви са високим стандардима су безбеднији. Међутим, пројекат пута се не би требао задовољавати испуњавањем стандарда, већ би се требао ослањати и на стручне процене инжењера
Конструкција	Проблеми у пројектовању могу произилазити из конструктивних грешака, смањујући тако безбедност
Одржавање и експлоатација	Суочавање са различитим проблемима као што су нпр. лоша улична расвета, несразмерност између коловоза и ојачаних банкина, велики број приступних тачака, неадекватно одржавање саобраћајне сигнализације, лоше одржавање површина и сл.

Одржавање, рехабилитације и реконструкције пута и опреме обезбеђују да елементи путног система остану у оквирима као што су пројектовани, тестирани и одобрени. Процес рехабилитације и одржавања не би требало да се разматра само са аспекта "поправке" пута и његове опреме, већ као потенцијални управљачки систем путне мреже којим се контролише процес одвијања саобраћаја.

Утицај реконструкције, рехабилитације и одржавања путева на саобраћајне незгоде испитиван је у Шведској (Brude и Nilsson 1976, Nilsson 1978, Statens Vagverk 1983A, Bjorketun 1991, Slatis 1994), Данској (Nordtyop – Пројектна група 1980), Великој Британији (Walker и Lines 1991), САД (Nemeth и Migletu 1978, Larsen 1986, Goldstine 1991, Benekohal и Hashimi 1992) итд. [2]

Ефекат реконструкције, рехабилитације и пресвлачења путева најинтезивније је проучаван у руралним областима, тј. на отвореним путевима. На отвореним путевима, оваква побољшања могу да смање број саобраћајних незгода са повређеним лицима за око 20%. Ефекат на саобраћајне незгоде са материјалном штетом мањи је и несигурнији (-5%). У урбаним областима ефекат општих побољшања је мањи (5-10%), што се види из табеле 2.

Табела 2. Утицај реконструкције, рехабилитације и пресвлачења путева на број саобраћајних незгода [2]

Процентуалне промене у броју саобраћајних незгода			
Озбиљност саобраћајних незгода	Врста незгоде	Средња вредност	95% интервал поверења
Реконструкција, рехабилитација и пресвлачење путева у руралним областима			
Саобраћајне незгоде са повређеним лицима	Све незгоде	-20	(-25;-15)
	Све незгоде	-5	(-12;+3)
Реконструкција, рехабилитација и пресвлачење путева у урбаним областима			
Саобраћајне незгоде са материјалном штетом	Све незгоде	-7	(-12;-1)
	Све незгоде	-5	(-12;+3)

Реконструкција, рехабилитација и одржавање постојећих путева имају за циљ да успоставе и одрже уједначене нивое услуге и стандарде безбедности саобраћаја на путној мрежи (у целини), на класи путева (уопште) или на путном правцу. Зато идентификација опасних места на путу представља један од најважнијих предуслова и требало би да претходи свакој интервенцији на путу.

3. УТВРЂИВАЊЕ ОПАСНИХ МЕСТА НА ПУТЕВИМА

3.1. Значај и проблеми дефинисања опасних места на путу

Изградња и одржавање пута су веома скупи подухвати, а посебно за сиромашне земље каква је наша. Зато је неопходно врло домаћински трошити новац у путеве, а у циљу да се обезбеди равномеран развој путне мреже, према њеном значају. Посебно је важно обезбедити уједначене услове безбедности саобраћаја. Уместо да се цела путна мрежа или цели путни правци реконструишу или рехабилитују, некад се бољи ефекти постижу деловањем на појединим деловима мреже. Стручно утврђивање делова мреже на којима би требало деловати са гледишта безбедности саобраћаја може се вршити и на основу идентификације и анализе опасних деоница пута, односно "црних деоница" и "црних тачака". При избору метода који ће бити коришћен за идентификацију опасних деоница, неопходно је користити међународна искуства и најбољу праксу, али и имати у виду наше специфичности, а нарочито у погледу начина и доследности евидентирања саобраћајних незгода и њихових последица.

У литератури не постоји универзална дефиниција опасних места, односно "црних тачака" и "црних деоница". У складу са тим, у пракси се користе различите дефиниције и методологије за њихову идентификацију. Елвик Р. и В. Трулс [2] разликују "црне тачке"¹ и "црне секције пута"². Неки истраживачи рангирају опасне локације по стопи незгода (број незгода или број пређених лица на пређену километражу изражену у воз.*km), а неки користе и учесталост, односно густину незгода (број незгода по km) и сл. За потребе управљача пута, треба пратити оба показатеља, али је значајније пратити густину незгода и страдања, односно колективни ризик настанка незгоде и колективни

¹ Аутори "црну тачку" (*black spot*) дефинишу као место на путу највеће дужине 100 м, где су се најмање 4 незгоде са настрадалим лицима, у последње 4 године биле пријављене полицији.

² Као "црну секцију пута" (*black road section*) аутори су дефинисали део пута највеће дужине 1 км, на коме је у периоду 4 године, пријављено полицији најмање 10 незгода са настрадалим лицима.

ризик страдања у саобраћају на путу (број незгода и број настрадалих лица по километру пута).

У поступку идентификације опасних места потребно је уважити неколико критеријума:

1. Период посматрања. Важан параметар за стварање поуздане идентификације путне деонице, која има статистички значајан степен незгода, је утврђивање временског периода у ком су анализе спроведене. При било ком покушају идентификовања „црне тачке“, требало би узети у обзир следеће:

- период анализе би требао бити довољно дуг, да би се утврдили фактори незгода. Због тога је рађен велики број студија и утврђено је да је у већини случајева период од 3-5 година довољан да гарантује поузданост анализе,
- за идентификацију путне деонице, где су се десиле изненадне промене у стопама незгода, корисно је анализирати кратак временски период у трајању од једне године или мање, да би се утврдили специфични разлози и механизми који проузрокују незгоде,
- да би се избегла неравномерност изазвана сезонским променама, важно је да се посматрања врше неколико година,
- након четири или пет година кашњења, подаци о незгодама и/или одржавању можда не би приказали стварно стање пута и саобраћаја или развоја блиских активности и понашања корисника, итд. Због тога, уколико је могуће, важно је користити два периода анализе. Први период у трајању од три до пет година, којим се обезбеђује поузданост узорка, и други период у трајању од једне године, који ће омогућити откривање промена у броју незгода изазваних због нових фактора,
- на пример, у анализи безбедности саобраћаја на коридору X, коришћене су две анализе: прва је обухватила период од 5 година, а друга последњу годину [3]. У нашим условима, ово се и може препоручити као оптимално.

2. Идентификационе технологије. Када се једном прикупе сви релевантни подаци о саобраћају и незгодама, потребно је извршити следеће техничке идентификационе методе:

- стопе ризика од незгоде морају бити базиране на прорачуну средњих вредности на мрежама са сличним карактеристикама,
- средње вредности ризика од незгода морају се рачунати за сваки интервал просечног дневног саобраћаја, који представља различите категорије саобраћаја,
- треба правити разлику између различитих категорија пута (путеви резервисани за саобраћај моторних возила, путеви са ограниченим приступом, путеви са једном саобраћајном траком, итд.) између различитих типова подручја (урбана подручја, рурална подручја, итд.) и између путних деоница и укрштања.

3.2. Фазе анализе безбедности саобраћаја на путу у циљу идентификације потребе за реконструкцијом и рехабилитацијом

Анализа стања безбедности саобраћаја на Коридору X извршена је у четири фазе:

1. Општа анализа стања и тенденција безбедности саобраћаја на целом путном правцу омогућила је схватање обима проблема, међународно поређење, сагледавање структуре незгода, временске расподеле незгода, тренда и других општих карактеристика стања.

2. Анализа стања по саобраћајним деоницама и мапирање ризика по овим деоницама омогућили су да се боље схвати просторна расподела саобраћајних незгода и специфичност појединих саобраћајних деоница у погледу ризика настанка незгода или ризика повређивања, најчешћих врста незгода, категорије учесника, најчешће грешке итд. Ово омогућује дефинисање најопаснијих деоница пута на којима би требало урадити ревизију безбедности саобраћаја у циљу редукације саобраћајних незгода.
3. Анализа стања по километрима пута и одређивање најопаснијих километара је веома значајна у нашим условима, а имајући у виду доследност евиденција. Наиме, на основу детаљне анализе ажурности, стања и квалитета података о незгодама уочена је и прецизност одређивања локације незгоде и закључено да је прецизност мања од километар. Са друге стране, анализом незгода на коридору X утврђено је да се већина незгода догађају на дугим деоницама, односно да се узроци незгоде ретко могу прецизније лоцирати, већ се они стварају и пружају неколико стотина метара пре незгоде.
4. Детаљна анализа стања и проблема на најопаснијим километрима пута у циљу дефинисања проблема и предлога мера. На основу идентификације најопаснијих километара вршене су детаљне анализе незгода на опасним километрима и организовани обиласци терена, ради детаљније анализе. У теренском раду су учествовали и представници полиције, предузећа за одржавање путева, надзорних органа ЈП "Путеви Србије" који су одлично упознати са проблемима одвијања саобраћаја и проблемима безбедности саобраћаја на конкретним деоницама. Заједничка анализа конкретних проблема омогућила је усаглашене ставове о оптималним мерама за поједине "тачке" на путу.

3.3. Методолошки поступак утврђивања црних тачака и црних деоница и дефинисање критеријума

Како је већ наведено у пракси се користе различите методологије за утврђивање опасних места на путевима. У раду ће бити представљен модел, који је примењен у Студији, чији је циљ утврђивање опасних места на коридору X кроз Србију [3].

У поступку идентификације опасних места коришћени су следећи показатељи:

- **густина саобраћајних незгода (колективни ризик настанка незгоде, КР)** представља број незгода по километру пута. Овај показатељ не узима у обзир различит обим саобраћаја на деоницама пута. Ако се прати само колективни ризик, онда ће се локације са високим обимом саобраћаја рангирати као локације са високим ризиком (густина незгода је висока због велике изложености, тј. због великог обима саобраћаја), чак и када ове локације имају релативно мали број незгода у односу на обим саобраћаја (имају мали индивидуални ризик). Пожељно је да се на основу колективног ризика одреде деонице високог ризика, а онда да се другим методама употпуни анализа ризичних деоница (дубинска анализа, студија случаја, конфликтна техника и сл.). Треба нагласити да колективни ризик расте са порастом интензитета саобраћаја на путу, па путеви већег значаја (са већим интензитетом саобраћаја) имају веће колективне ризике.
- **стопе незгода (индивидуални ризик настанка незгоде - ИР)** представља број незгода у односу на број возило километара, на датој локацији. Са порастом обима саобраћаја, опада индивидуални ризик, па је он најмањи на путевима са највећим обимом саобраћаја. Дакле, са порастом обима саобраћаја расте колективни, а опада индивидуални ризик настанка незгоде.

Применом неколико итерација у процесу усаглашавања, на основу података за Коридор Х, дефинисани су основни појмови и обрасци, који ће бити коришћени за идентификацију опасних места, и то:

– **пондерисани број саобраћајних незгода**

$$\text{ПБСН} = (n_1 * 1 + n_2 * 20 + n_3 * 150)$$

где су:

- n_1 - број саобраћајних незгода са материјалном штетом,
- n_2 - број саобраћајних незгода са повређеним,
- n_3 - број саобраћајних незгода са погинулим.

Неки аутори, при утврђивању ризика на путу, а посебно при дефинисању опасних деоница и тачака користе само податак о незгодама са погинулим, неки обухватају и незгоде са повређеним. Ово је често у литератури и прихватљиво на глобалном нивоу, јер се у највећем броју држава евидентирају само незгоде са погинулим и повређеним лицима. Међутим, већина аутора се слаже да би требало некако узети у обзир и незгоде само са материјалном штетом, а детаљнијом анализом конкретних услова проверити да ли на том месту има услова за незгоде са настрадалим (случајно није било повреда). Да би се коректно узели у обзир сви оправдани разлози за истицање опасности на деоници пута, најкоректније је узети у обзир све саобраћајне незгоде. С обзиром да се у Србији евидентирају и незгоде са материјалном штетом, то је омогућено да се и оне узму у разматрање. Са друге стране, да би се узеле у обзир значајне разлике у последицама незгода са погинулим, повређеним и материјалном штетом, одабран је поступак пондерисања незгода. Пондери су одређени у складу са укупним друштвеним последицама појединих врста незгода, а у намери да се све незгоде "сведу" на незгоде са материјалном штетом.

– **пондерисани број саобраћајних незгода коригован њиховом тежином**

$$\text{ПБСН}^* = (n_1 * 1 + n_2 * 20 + n_3 * 150) * (1 + (\text{ПОГ} / (\text{ЛТП} + \text{ТТП} + \text{ПОГ})))$$

где су:

- ПОГ** – број погинулих у саобраћајним незгодама,
- ТТП** – број тешко повређених у саобраћајним незгодама,
- ЛТП** – број лако повређених у саобраћајним незгодама.

Међутим, постоје врсте незгода, односно деонице путева у којима, по правилу, међу настрадалим лицима има више погинулих, односно тешко повређених. Да би се узео у обзир повећан број настрадалих у истом броју незгода, пондерисан број саобраћајних незгода је коригован тако да се добијају нешто веће вредности, ако је на посматраној деоници забележен већи број погинулих међу настрадалим лицима.

– **колективни ризик незгода**

$$\text{КР} = \frac{\sum_{i=1}^{\Gamma} \text{ПБСН}_i}{\Gamma \cdot L} \cdot \left(\frac{\text{незгода}}{\text{км} * \text{година}} \right)$$

где су:

Г - број година (период за који се врши анализа),
 L - дужина посматране деонице (km),
 ПБСН – пондерисани број саобраћајних незгода.

- **кориговани колективни ризик незгода (коригован тежином незгода)**

$$КР^* = \frac{\sum_{i=1}^{\Gamma} ПБСН_i^*}{\Gamma \cdot L} \cdot \left(\frac{\text{незгода}^*}{\text{km} \cdot \text{годишње}} \right)$$

где је:

ПБСН* – пондерисани број саобраћајних незгода коригован њиховом тежином.

- **индивидуални ризик незгода**

$$ИР = \frac{\sum_{i=1}^{\Gamma} ПБСН_i}{L \cdot 365 \cdot \sum_{i=1}^{\Gamma} ПГДС_i} \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{\text{незгода}}{\text{млн} \cdot \text{воз} \cdot \text{km}} \right)$$

одговара средњем броју незгода само са материјалном штетом у односу на милион возило километара у посматраном периоду.

- **кориговани индивидуални ризик незгода (коригован тежином незгода)**

$$ИР^* = \frac{\sum_{i=1}^{\Gamma} ПБСН_i^*}{L \cdot 365 \cdot \sum_{i=1}^{\Gamma} ПГДС_i} \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{\text{незгода}}{\text{млн} \cdot \text{воз} \cdot \text{km}} \right)$$

- **пондерисни број настрадалих лица у саобраћајним незгодама**

$$ПБН = 1 \cdot \text{ЛТП} + 5 \cdot \text{ТТП} + 50 \cdot \text{ПОГ}$$

Дакле, уместо простог збира броја настрадалих, број настрадалих се пондерише тежином последица. Пондери су одређени на основу укупних друштвених последица које носи поједина врста страдања, а све у циљу да се сви настрадали сведу на број лако повређених лица. Тако је одређено да једно тешко повређено лице, по укупним последицама, кошта друштво као 5 лако повређених, а једно погинуло лице као 50 лако повређених.

- **колективни ризик страдања у саобраћајним незгодама**

$$КРС = \frac{\sum_{i=1}^{\Gamma} ПБН_i}{\Gamma \cdot L} \cdot \left(\frac{\text{настрадалих}}{\text{km} \cdot \text{годишње}} \right)$$

- **индивидуални ризик страдања у саобраћајним незгодама**

$$\text{ИРС} = \frac{\sum_{i=1}^r \text{ПБН}_i}{L \cdot 365 \cdot \sum_{i=1}^r \text{ПГДС}_i} \cdot 10^6 \left(\frac{\text{настирагалих}}{\text{мил} \cdot \text{воз} \cdot \text{км}} \right)$$

Наведена методологија омогућава боље схватање проблема безбедности саобраћаја на путевима, а посебно идентификацију делова мреже и појединих "тачака" на којима су се појавиле опасности веће него на остатку мреже.

Овако се стварају услови за детаљнију, микроанализу стања безбедности саобраћаја на појединим, опасним деоницама, за управљање и санацију "црних тачака", за дубинску анализу саобраћајних незгода, независну истрагу на лицу места итд. На основу ових микроанализа врши се конкретизовање проблема, из чега могу произаћи и захтеви за рехабилитацију, реконструкцију или боље одржавање. После пројектовања, реализације појединих контрамера, неопходно је праћење и евалуација.

4. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Саобраћајне незгоде и њихове последице значајно оптерећују свако друштво. Неопходно је успоставити заштитни систем, који ће ризик одвијања саобраћаја на путевима свести на минимум. Рехабилитација, реконструкција и одржавање путне инфраструктуре представљају важне управљачке мере којим се смањује ризик одвијања саобраћаја. Оне су нарочито значајне за елиминисање опасних места на путевима.

Идентификација ризичних деоница требало би да претходи доношењу одлука и спровођењу акције за побољшање, а такође представља и битну информацију за саме кориснике пута. Методологија идентификације није усаглашена на глобалном нивоу. Због тога је значајно развијати и унапређивати досадашње методологије, како би се што реалније утврдили места, која изазивају појаву већег ризика на путевима. Тиме би се дао допринос ка успостављању ефикасног система управљања опасним места на путевима.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Andersson, J. and all, *Roadside Infrastructure for Safer European Roads, European best practice for roadside design: guidelines for maintenance and operations of roadside infrastructure*, Chalmers University of Technology, 2006.
- [2] Elvik, R. i V. Truls, *The handbook of road safety measures*, Elsevier, 2002.
- [3] Липовац, К., М. Вујанић и др.: *Студија безбедности саобраћаја са детаљном анализом ујрожених микролокација и предлојом мера на Коридору X*, Саобраћајни факултет, Београд, 2007.