

СИСТЕМ УПРАВЉАЊА БЕЗБЈЕДНОШЋУ САОБРАЋАЈА НА ПУТНОЈ МРЕЖИ**ROAD SAFETY MANAGEMENT SYSTEM ON THE ROAD NETWORK**

Никола Ћопић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Последњих година један од приоритета рада је пут као фактор безбедности саобраћаја. У раду је представљен систем безбедности саобраћаја на путној мрежи.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, путна мрежа.

Abstract – In recent years, one of the priorities of work is the road as a factor of traffic safety. The paper presents the road safety system on the road network.

Keywords: Traffic safety, Road network.

1. УВОД

Научна дисциплина која се бави изучавањем негативних ефеката и последица саобраћаја, као и методама за њихово сузбијање јесте безбједност саобраћаја (Lipovac et al., 2014). Саобраћајне незгоде повезане су са бројним проблемима, те им је потребно посветити посебну пажњу, а поготово факторима који доприносе настанку саобраћајних незгода. Фактори човјек, возило, пут са окружењем играју значајну улогу прије, током и након саобраћајне незгоде (Baker & Haddon, 1974). Да би се квалитетно управљало безбједношћу саобраћаја, потребно је уложити напоре и утицати на факторе које доприносе настанку саобраћајних незгода.

Анализа саобраћајних незгода као и процес схватања утицајних фактора представља примарни посао инжењера и стручњака у области безбједности саобраћаја. Процјену очекиване фреквенције саобраћајних незгода у функцији геометријских елемената пута и саобраћајног тока дају предиктивни модели који представљају математичку формулу, која описује однос између броја саобраћајних незгода и различитих предиктивних варијабли (саобраћајни ток, геометријски елементи пута, временске прилике и сл.). Фреквенција саобраћајних незгода се повезује са саобраћајем, геометријским елементима путем регресионе једначине која се користи у савременој анализи безбједности пута (Hauer, 1997). У претходном периоду ови модели су коришћени за процјену безбједности пута, ради идентификовања црних тачака и спровођењу „прије и после“ студије. Предмет рада је пут као фактор безбедности саобраћаја. Основни циљ је анализирати систем управљања безбедности саобраћаја на путној мрежи.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ред. проф.

2. СИСТЕМ УПРАВЉАЊА БЕЗБЈЕДНОШЋУ САОБРАЋАЈА НА ПУТНОЈ МРЕЖИ

Постоје два општа приступа управљању безбједношћу путном мрежом: 1) одабир и третирање локација на основу историје саобраћајних незгода специфичних за локацију и 2) одабир и третирање локација на основу специфичних геометријских и оперативних обележја. Ова два приступа су комплементарна и подржавају свеобухватан приступ управљању безбједношћу саобраћаја на комплетној мрежи.

У приступу заснованом на саобраћајним незгодама, аналитичари идентификују локације на основу мјера перформанси заснованих на саобраћајним незгодама специфичним за локацију. Ригорозније мјере засноване на саобраћајним незгодама користе емпиријску Бајесову методу (ЕБ), која укључује предвиђање саобраћајних незгода из безбједносних перформанси (БФ) и историју саобраћајних незгода специфичних за локацију. ФБФ су математичке једначине које повезују фреквенцију саобраћајних незгода са геометријским и оперативним атрибутима. Једном када управљач пута идентификује листу локација, мултидисциплинарни тим за анализу детаљно прегледа историју саобраћајних незгода и карактеристике локације (нпр. геометрију, саобраћајне операције, учеснике у саобраћају и коришћење земљишта) како би идентификовао циљне типове саобраћајних незгода и факторе који доприносе саобраћајним незгодама. Ово пружа основу за идентификацију и избор одговарајућих контрамјера за ублажавање специфичних безбједносних питања за свако мјесто.

У системском приступу, аналитичари идентификују локације на основу геометријских и оперативних атрибута специфичних за локацију, а не на основу посматраних саобраћајних незгода. Први корак је одабир врсте саобраћајних незгода и идентификовање геометријских и оперативних атрибута специфичних за локацију (тј. фактора ризика) повезаних са повећаним ризиком од настанка ове врсте саобраћајних незгода. Фактори ризика су атрибути специфични за локацију који су уобичајени на локацијама са изабраном врстом саобраћајних незгода. На примјер, оштре хоризонталне кривине су уобичајена карактеристика (тј. фактор ризика) повезане са саобраћајним незгодама које настају приликом слијетања са коловоза. Аналитичари идентификују факторе ризика анализирањем података о саобраћајним незгодама из своје надлежности или прегледом претходних истраживања. Користећи листу фактора ризика као водич, управљачи пута

идентификују локације са тим специфичним карактеристикама, а затим развијају циљане третмане за рјешавање или ублажавање специфичних фактора ризика на одређеним локацијама. Управљачи пута могу користити историју саобраћајних незгода, ако је доступна и друге податке како би смањили листу локација на основу расположивих ресурса и циљева програма.

3. ПРЕГЛЕД И АНАЛИЗА ПУТНЕ МРЕЖЕ У СИСТЕМУ УПРАВЉАЊА БЕЗБЈЕДНОШЋУ САОБРАЋАЈА

Преглед и анализа дионица путне мреже представља један од кључних корака у укупном процесу управљања безбједношћу саобраћаја. Према пројекту Harwood et al. (2010) у коме су представљени потенцијали софтвера SafetyAnalyst, процес анализе укључује шест корака:

1. Преглед и анализа путне мреже – преглед мреже и идентификација локација високог ризика,
2. Дијагностика безбједносних проблема на одређеним локацијама – преглед претходних студија и карактеристика путева како би се идентификовали обрасци саобраћајних незгода и разумјели узроци настанка саобраћајних незгода,
3. Избор одговарајућих контрамјера на тим локацијама – идентификација фактора ризика који доприносе узроцима настанка саобраћајних незгода и избор специфичних контрамјера на локацијама како би се смањила фреквенција и посљедице саобраћајних незгода,
4. Економске процјене изабраних контрамјера – упоређивање очекиване користи и трошкова пројекта одабраних контрамјера,
5. Приоритетно рангирање пројеката за унапређење безбједности локација – рангирање пројеката побољшања безбједности саобраћаја на основу њиховог потенцијала да постигну највеће смањење броја и посљедица саобраћајних незгода,
6. Евалуација ефеката имплементираних контрамјера – процјена ефикасности пројеката побољшања безбједности саобраћаја, група сличних пројеката и цијелог програма.



Слика 3.1 Мјесто прегледа и анализе путне мреже у систему управљања безбједношћу саобраћаја (Srinivasan et al., 2016)

Као што је приказано, преглед путне мреже је прва активност која се предузима у цикличном процесу управљања безбједношћу на путевима. Било који од

корака у процесу управљања безбедношћу на путевима може се спровести одвојено. Ово поглавље објашњава процес управљања безбједношћу саобраћаја, позицију прегледа мреже у овом систему, али и корелацију прегледа путне мреже са осталим активностима у систему управљања безбједношћу саобраћаја на путевима.

4. ДИЈАГНОСТИКА БЕЗБЈЕДНОСНИХ ПРОБЛЕМА НА ОДРЕЂЕНИМ ЛОКАЦИЈАМА

Дијагностика безбједносних проблема на одређеним локацијама је други процес у склопу укупног процеса управљања безбједношћу саобраћаја. Укључује преглед прошлих студија и карактеристика пута да би се идентификовали обрасци настанка саобраћајних незгода и боље разумјели узроци саобраћајних незгода. Дијагностика, заједно са прегледом путне мреже, помаже у идентификацији локација и сегмената који ће вјероватно остварити највећу безбједносну корист од примјене контрамјера. Методе које се користе у процесу дијагностиковања приказане су у наставку.

Процес дијагностике безбједносних проблема на одређеним локацијама обухвата три главна корака (HSM, 2010):

1. Анализа података о саобраћајним незгодама. Овај корак анализира дескриптивну статистику услова и локација настанка саобраћајних незгода који помажу у откривању трендова саобраћајних незгода. (HSM, 2010) препоручује неколико илустративних алата за анализу трендова података, попут дијаграма саобраћајних незгода, дијаграма стања и мапирања саобраћајних незгода,
2. Процјена пратеће документације. Овај корак прикупља информације о побољшањима инфраструктуре специфичне за локацију, саобраћајним операцијама, геометрији пута, контроли саобраћаја, начинима путовања и релевантним коментарима јавности. (HSM, 2010) пружа списак питања која се могу користити за спровођење ове процјене,
3. Процјена теренских услова. У овом кораку посјећују се предметне локације и процјењу се услови на путу/путној околини. Подаци прикупљени овом процјеном надопуњују налазе из прва два корака. За мултимодалну, мултидисциплинарну перспективу, истраживање на терену постаје све важније.

Процес дијагностиковања у алату за одабир пројеката системске безбједности интегрисан је у процес прегледа путне мреже. Активности повезане са дијагностиком укључују (Tsarakis et al., 2016.):

- Идентификовање и процјену најчешћих фактора ризика,
- Одабир локација или елемената путева за преглед,
- Спровођење процјене ризика на локацијама или елементима пута са фокусом на озбиљне саобраћајне незгоде.

Након што се заврши процјена на терену, анализа података о саобраћајним незгодама и процјена пратеће документације, могу се прикупити информације да би се идентификовали сви посебни

обрасци саобраћајних незгода који би се могли ријешити примјеном контрамјера. Поређење запажања из теренске процјене, прегледа података о саобраћајним незгодама и процјене пратеће документације може довести до запажања која иначе не би била идентификована. На примјер, ако је преглед података о саобраћајним незгодама показао већу просјечну фреквенцију саобраћајних незгода на једном одређеном прилазу раскрсници, а теренска истрага је показала потенцијална ограничења видљивости на овој локацији, ова два податка могу бити повезана и захтијевати даље разматрање. Алтернативно, процјена пројекта локације може открити да је недавно измијењен сигнални план раскрснице као одговор на незадовољавајући капацитет. У овом другом случају, могу се пратити услови одвијања саобраћаја на предметној раскрсници како би се потврдило да промјена у сигналном плану постиже жељени ефекат. У неким случајевима преглед података, преглед документације и теренска истрага можда неће идентификовати потенцијалне обрасце или отклонити недоумице на локацији. Ако је локација изабрана за процјену кроз процес провјере мреже, могуће је да више мањих фактора доприноси настанку саобраћајних незгода. Већина контрамјера је ефикасна у рјешавању једног доприносиоца фактора, па ће можда бити потребно више мјера да би се постигло смањење просјечне фреквенције настанка саобраћајних незгода (HSM, 2010).

5. ИЗБОР ОДГОВАРАЈУЋИХ КОНТРАМЈЕРА НА ЛОКАЦИЈАМА

Ово поглавље описује трећи корак у процесу управљања безбедношћу саобраћаја на путевима: одабир контрамјера за смањење фреквенције или тежине саобраћајних незгода на одређеним локацијама. У контексту овог поглавља, контрамјера је путна стратегија која има за циљ смањење фреквенције или тежине саобраћајних незгода, или обоје на једној локацији.

Прије одабира контрамјера, анализирају се подаци о саобраћајним незгодама и пратећа документација изабране локације и врши се теренски преглед, како би се дијагностиковале карактеристике сваке локације и идентификовали обрасци настанка саобраћајних незгода. Затим се локације даље процјењују како би се идентификовали фактори који могу допринијети уоченим обрасцима саобраћајних незгода, а контрамјере се бирају ради дефинисања одговарајућих фактора који доприносе настанку саобраћајних незгода. Одабране контрамјере се накнадно процјењују из економске перспективе.

Контрамјере усмјерене ка возилима или возачима нису експлицитно обухваћене. Примјери контрамјера заснованих на возилима укључују системе за задржавање путника и напредне технологије у возилу. Примјери контрамјера усмјерених ка возачима укључују образовне програме, циљане мјере које спроводе субјекти безбједности саобраћаја и степеновање возачких дозвола.

Процес одабира противмјера садржи три главна корака:

1. Идентификација фактора који доприносе узроку настанка саобраћајних незгода на предметној локацији. Фактори који доприносе различитим типовима саобраћајних незгода могу се подијелити у три категорије: пут, возило и људски фактор,
2. Идентификација контрамјера које би могле да утичу на факторе које доприносе настанку саобраћајних незгода. (HSM, 2010) и „ФБФ“ пружају квантитативне „ФМСН -ове“ за различите контрамјере или третмане, који се могу користити за идентификацију и одабир одговарајућих контрамјера,
3. Процјена користи од противмјера. Овај корак користи методе предвиђања укључујући „ФБФ -ове“ и „ФМСН -ове“ за процјену користи у смислу промјене фреквенције настанка саобраћајних незгода. Након што се процијене очекиване промјене у фреквенцији саобраћајних незгода, те се користи претварају у новчане користи узимајући у обзир друштвено-економске трошкове саобраћајних незгода.

Упоредивање фактора који доприносе потенцијалном настанку саобраћајних незгода захтијева инжењерску процјену и локално знање. Узимају се у обзир питања попут тога зашто се могу појавити фактор (и) који доприносе истим, шта би могло да ријешити фактор (е) и шта је физички, финансијски и политички изводљиво у оквиру надлежности. На примјер, ако се на сигнализационој раскрсници очекује да је ограничена видљивост фактор који доприноси настанку саобраћајних незгода сустицањем возила, тада се идентификују могући разлози за услове ограничене видљивости. Примјери могућих узрока ограничене видљивости могу укључивати: ограничену хоризонталну или вертикалну закривљеност, уређење пејзажа које је ниско позиционирано на улици или услове освјетљења.

6. ЕКОНОМСКЕ ПРОЦЈЕНЕ ИЗАБРАНИХ КОНТРАМЈЕРА

Након идентификовања локација са потенцијалом за смањење саобраћајних незгода и одабира контрамјера, сљедећи корак је упоређивање кандидованих пројеката спровођењем економске процјене. Иако многи фактори и циљеви могу одиграти улогу у овом процесу, стручњаци за безбједност саобраћаја уопштено бирају и дају приоритет пројектима на основу онога што ће донијети највећу корист у оквиру доступних финансијских ограничења.

У економској процјени, трошкови пројекта се изражавају у новчаном смислу. Два типа економске процјене -анализа користи и трошкова и анализа исплативости дефинишу предности пројекта на различите начине. Оба типа почињу квантификовати предности предложеног пројекта, изражене као процијењене промјене у фреквенцији или тежини саобраћајних незгода, а све као резултат примјене контрамјера. У анализи користи и трошкова, очекивана промјена у просјечној фреквенцији или тежини саобраћајних незгода се претвара у новчане

вриједности, сумира и упоређује са трошковима примјене контрамјере. У анализи исплативости, промјена у фреквенцији саобраћајних незгода директно се упоређује са трошковима имплементације контрамјере.

Методe спровођења економске евалуације описане у (HSM, 2010) укључују:

- Методe анализе ТК -а упоређују користи повезане са контрамјером, изражене у новчаном смислу, са трошковима имплементације контрамјере. Циљ је да користи буду веће од трошкова. ТК анализа пружа квантитативну мјеру која ће помоћи стручњацима за безбједност саобраћаја да одреде приоритете контрамјера или пројеката и оптимизују поврат улагања.

о НСВ метода процјењује разлику између дисконтованих трошкова и дисконтованих користи пројекта побољшања безбједности саобраћаја. Метода НПВ се користи за утврђивање које контрамјере пружају најекономичнија средства на основу контрамјера са највећим НСВ. Такође, може утврдити да ли је пројекат економски оправдан (тј. да ли је НСВ већи од нуле).

о ОТК је однос садашње вриједности користи пројекта према садашњој вриједности трошкова пројекта. Пројекат са ОТК већим од 1,0 сматра се економски оправданим. Међутим, ОТК није примјенљив за упоређивање различитих контрамјера или више пројеката на различитим локацијама; ово захтијева постепену ТК анализу.

- Методe анализе исплативости се користе у ситуацијама у којима није могуће или није практично уновчити бенефиције контрамјера. Економичност се израчунава као износ новца уложен у спровођење контрамјере подијељен смањењем броја саобраћајних незгода. Индекс исплативости може се израчунати као однос трошка садашње вриједности подијељен са овом мјером исплативости. Ова метода не узима у обзир смањење саобраћајних незгода са смртним исходом за разлику од саобраћајних незгода са повредама и да ли је пројекат економски оправдан.

7. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Преглед мреже је први и најважнији аспект доношења инвестиционих одлука. У прегледу мреже, рангирају се потенцијалне локације за побољшање и даје им се приоритет на основу одређене методе са скупом критеријума. Управљачи путева прегледају локације на мрежи путева којом управљају једноставном методом бодовања и рангирања која сваком критеријуму додјељује фиксну тежину. Критеријуми за преглед могу бити квантитативни или квалитативни, при чему квалитативни критеријуми захтијевају субјективну експертску процјену.

Коначно, резултати прегледа чине листу локација поређаних према изабраној мјери перформанси. Локације које се налазе на листи највероватније ће имати користи од примјене контрамјера. Даљње проучавање ових локација показаће која ће побољшања бити најефикаснија. Приликом анализе локација могуће је примијенити више мјера

перформанси на исти скуп података што побољшава квалитет прегледа и анализе путне мреже али захтијева и већи обим података, а квалитет самог процеса је директно везан за доступност и квалитет података који се анализирају.

Циљ прегледа и анализе путне мреже је да управљачима путева првенствено да увид у листу локација на којима се јављају саобраћајне незгоде а кроз даљњу анализу помогну управљачима путева приликом рангирања локација од оних којих ће највероватније остварити побољшање приликом примјене одговарајућих контрамјера до оних који највероватније неће остварити побољшања приликом примјене контрамјера. Преглед и анализа путне мреже представља почетни корак при доношењу инвестиционих одлука и представља квалитетан, компактан и једноставан алат за доношење одлука о имплементацији контрамјера на локацијама на којима се јављају саобраћајне незгоде у циљу побољшања истих.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] [Baker, S. P., & Haddon Jr, W. \(1974\). Reducing injuries and their results: the scientific approach.](#)
- [2] [Hauer, E. \(1997\). Observational before-after studies in road safety--estimating the effect of highway and traffic engineering measures on road safety.](#)
- [3] [Harwood, D. W., Torbic, D. J., Richard, K. R., & Meyer, M. M. \(2010\). SafetyAnalyst: Software tools for safety management of specific highway sites \(No. FHWA-HRT-10-063\). Turner-Fairbank Highway Research Center.](#)
- [4] HSM. (2010). Highway Safety Manual.
- [5] Lipovac, K., Jovanović, D., & Vujanić, M. (2014). Osnove bezbednosti saobraćaja. JP „Službeni glasnik“, Beograd. ISBN 978-86-7020-301-3.
- [6] Srinivasan, R., Colety, M., Bahar, G., Crowther, B., & Farnen, M. (2016). Estimation of calibration functions for predicting crashes on rural two-lane roads in Arizona. Transportation research record, 2583(1), 17-24.

Кратка биографија:

Никола Ђопић рођена је у Бања Луци. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Безбедност саобраћаја одбранила је 2021. год.