

# ОСНОВЕ ФОРЕНЗИЧКИХ ИСТРАЖИВАЊА ФЛЕКСИБИЛНИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА

**Марко Орешковић, магистар инжењерства.**

Грађевински факултет Универзитета у Београду, Београд,  
moreskovic@grf.bg.ac.rs

**др Игор Јокановић, дипломирани инжењер.**

Грађевински факултет Универзитета у Новом Саду, Суботица,  
jokanovici@gf.uns.ac.rs

Прегледни рад

**Сажетак:** Циљ сваког инжењера је да објекат који је пројектовао траје онолико колико је пројектни период, па чак и дуже. То уопште није лако, пошто увек има фактора на које не може да се утиче, као нпр. на временске прилике. С друге стране, постоје фактори на које може да се утиче: поштовање пројектне документације у сваком погледу, исправно извођење радова у складу са техничким условима, поштовање прописа, и сл. Уколико дође до пропадања објекта или до његовог оштећења, неопходно је утврдити узроке који су до тога довели, дискутовати резултате и одредити мере којима ће последице санирати и тако објекат довести у захтевано стање. Осим тога, изузетно добро понашање објекта или дела конструкције, у односу на очекивано стање, такође захтева утврђивање чињеница које су такво стање омогућиле. Област која се тиме бави се назива форензичко инжењерство. У овом раду су приказани основни појмови и смернице потребне за упознавање ове области која има широк спектар примене у свим областима, па тако и у грађевинарству. Посебна пажња је посвећена примени форензике на флексибилним коловозним конструкцијама, које су у Србији веома распрострањене.

**Кључне речи:** форензичко инжењерство, форензичко истраживање, узроци пропадања, флексибилне коловозне конструкције

## BASICS OF FORENSICS INVESTIGATIONS FOR FLEXIBLE PAVEMENTS

**Marko Oreskovic, M.Sc. CE.**

Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, Belgrade,  
moreskovic@grf.bg.ac.rs

**Igor Jokanović, Ph.D. CE.**

Faculty of Civil Engineering, University of Novi Sad, Subotica,  
jokanovici@gf.uns.ac.rs

Review paper

**Abstract:** The aim of every engineer that designed any structure is that it lasts as long as the design period, or even longer. It is not easy, because there

are always factors that can't be influenced, e.g. environmental. On the contrary, there are factors that can be influenced: compliance with the design documentation in all aspects, proper construction following technical specifications, regulations compliance, etc. If a failure or damage of the structure appear, it is necessary to determine the causes that led to it, to discuss results and determine mitigation measures in order to repair consequences of failure and to bring it to required condition. Furthermore, very good behavior of the structure or its part, in relation to the expected condition, also requires determination of the facts that enabled such condition. The area that covers this field is referred as forensics engineering. This paper presents basic concepts and guidelines necessary to explore this area, which has a wide range of applications in all areas, including civil engineering. Particular attention is dedicated to application of forensics investigation for flexible pavements, which are widespread in Serbia.

**Key words:** forensics engineering, forensics investigation, causes of failures, flexible pavements

## 1. УВОД

Форензичка истраживања коловозних конструкција су широко распрострањена у светским размерама већ годинама. Велики број оваквих истраживања је проведен у различитим државама, најчешће с циљем откривања узрока лошег стања или потпуног пропадања коловоза, али и због других разлога као што су:

- откривање узрока изузетно доброг стања коловоза и/или његове дуготрајности,
  - обављање завршних прегледа експерименталних/опитних и/или пробних деоница,
  - сакупљање података потребних за пројектовање рехабилитација или парничне поступке (нпр. решавање судских спорова) током и/или након извођења радова,
  - сакупљање општих података потребних за одређивање утицаја саобраћајног оптерећења и фактора околине током дужег временског периода на особине материјала у коловозним конструкцијама,
  - подршка развоју и/или калибрацији модела потребних за предвиђање стања коловоза,
  - оверавање гаранција везаних за коловозне конструкције,
  - развијање производа везаних за нове технологије код коловозних конструкција, и др.
- [1]

Као што се види, постоји много разлога за провођење форензичких истраживања. Неопходно је утврдити кључне елементе који су у вези са могућим узроцима испитиваног коловоза како би се обезбедили успешни и исправни резултати истраживања. Неопходно је разумети разлоге због којих се спроводе истраживања, али је важно и исправно употребити добијене резултате. Да би се то постигло неопходно је организовати одговарајуће институције које би се тиме бавиле, обучити кадрове, развити стандарде који ће се користити и развити системе који ће олакшати провођење истражних радњи, а све у циљу доношења потпуних и исправних закључака.

## 2. ПОЈАМ ФОРЕНЗИКЕ И ФОРЕНЗИЧКОГ ИНЖЕЊЕРСТВА

Форензика (форензичка наука) обухвата примену широког спектра научних истраживања с циљем пружања одговора на питања од интереса, и углавном се повезује са правним системом (кривични или парнични поступци). Реч форензички потиче од лат. *forēnsis*, са значењем „пред форумом“. У римско доба, кривична пријава је значила јавно представљање случаја у форуму. Лице оптужено за кривично дело и тужилац би износили исказе на основу сопственог виђења догађаја. Особа са бољим аргументима и презентацијом би превладала [2].

У савременој употреби, замена појма „форензика“ са појмом „форензичка наука“ може бити погрешна, зато што је појам „форензика“ исправан синоним за нешто што је правно или у вези са правосуђем. Међутим, тај појам је сада тако блиско повезан са научним пољем да многи речници поистовећују реч „форензика“ са појмом „форензичка наука“, као што се види и у горе наведеној дефиницији. У складу са тим контекстом, појам форензике сада обухвата прихваћену научну методологију и норме под којима се чињенице везане за догађај или за неки физички предмет констатују на самом почетку случаја. У том смислу, концепт форензике је повезан са појмом аутентичности, при чему интерес изван правног облика постоји у доношењу одлуке да ли је објекат оно што треба да буде или се само тако наводи.

Америчко удружење грађевинских инжењера (*American Society of Civil Engineers-ASCE*) дефинише форензичко инжењерство као „прмену инжењерске науке за потребе истраживања узрока пропадања или неког другог проблема“ [3]. Према дефиницији, пропадање не мора да буде катастрофалан догађај, као што је нпр. рушење зграде; штавише, под пропадањем се може подразумевати понашање конструкције другачије него што је то планирано. Под другим

проблемима се могу подразумевати нпр. хронични проблеми код коловозних конструкција, као што је појава термичких пукотина код асфалт бетона или ударних рупа. Пошто код коловоза не могу сва оштећења довести до потпуног губитка употребљивости, и на њих такође треба посебно обратити пажњу.

Са развијањем инжењерства је еволуирало и форензичко инжењерство. У прошлости су се истраживања најчешће предузимала након рушења или озбиљних проблема на мостовима или железничким пругама (већ средином XIX века), а касније су се проширила и на друге врсте грађевинских конструкција [4].

Важност форензичког инжењерства је почела да расте у последњих неколико година, с обзиром да поправка и замена оштећене инфраструктуре често зависи од вештина и знања форензичких инжењера. Они морају бити добро упознати са карактеристикама објекта који треба истраживати, почевши од пројектне документације, материјала који су коришћени током изградње, начина изградње, начина одржавања, методама испитивања и др. [5].

Форензички инжењер треба да донесе одлуку шта је допринело пропадању неког објекта или због чега се налази у бољем стању него што је планирано. Због тога он мора посебно добро да размотри све документе који су припремљени за потребе извођења пројекта, као што су: уговорна документација, пројектна документација, измене пројектне документације током изградње, дневници инжењера, преписке, налози, грађевински дневници, фотографије током процеса изградње и експлоатације, фотографије пропалог објекта и др.

Приликом истраживања, инжењери се често воде претходним искуствима, што може довести до грешке приликом доношења одлуке о могућем узроку пропадања. Претходна искуства су заправо од кључне важности приликом препознавања симптома пропадања, али не и приликом вођења целокупне истраге, пошто нису сви случајеви исти.

Како озбиљна истрага комплекснијих, па чак и мањих објеката, обухвата низ утицајних фактора које треба испитати или протумачити, неопходно је у оквиру исте укључити велики број стручњака из различитих дисциплина. Они заједно чине форензички тим који треба да донесе што тачније и исправније закључке покренуте истраге.

Тако оформљен тим мора да одреди да ли је до пропадања дошло због пропуста приликом пројектовања или изградње, употребе лоших материјала или неправилног одржавања, или због комбинације неких од ових фактора. Често се дешава да се оформи форензички тим како би се донела одлука о томе ко је крив због превременог пропадања објекта: инвеститор или извођач. Не тако ретко се дешавало да је извођач радова одступио од дефинисаних услова грађења или је користио материјале другачије од прописаних техничким условима, чиме су они били идентификовани као одговорни за пропадање, па тиме и задужени за извршавање поправки.

Форензичко инжењерство проучава и неколико специјалистичких часописа. „Међународни часопис форензичког инжењерства“ (*International Journal of Forensic Engineering*) се издаје од 2012. године и бави се областима као што су форензичка пракса, методе испитивања, експертска сведочења, образовање, процене оштећења након природних катастрофа и др. [6]. Сличним областима се бави и часопис „Форензичко инжењерство“ (*Forensic Engineering*) који се издаје од 2011. године [7].

У Америци постоји Национална академија форензичког инжењерства (*National Academy of Forensic Engineering-NAFE*) која је основана 1982. године. Академија се бави континуираном обуком инжењера техничких наука са циљем да унапреде дисциплину, да развију стандарде и да, пре свега, постану стручњаци у области грађевинске форензике. Захтева се да полазници академије имају искуство у области форензике или да имају препоруке неког од чланова, што додатно говори о озбиљности Академије [8]. На Криминалистичко-полицијској академији Универзитета у Београду постоји смер „Форензичко инжењерство“ на основним и мастер академским студијама, који се бави различитим областима форензике, али међу којима нема форензике из области грађевинарства. Овај начин организације студија је и сасвим логичан када се зна са којим областима живота и рада се у већини случајева повезује форензичка наука у нашим условима.

Такође, широм света се већ годинама одржавају семинари и конференције са темом форензичког инжењерства.

### 3. ФОРЕНЗИКА ФЛЕКСИБИЛНИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА

Век трајања коловозних конструкција зависи од много фактора. Упркос напретку у технологији изградње и одржавања коловозних конструкција у последњих неколико деценија, и даље се дешавају прерана пропадања и хронична

оштећења коловоза чије поправке односе велику количину новца. Иако се константно развијају нови, напреднији технички услови, нова опрема и нове технологије радова, лош квалитет објекта, односно коловозне конструкције се може јавити услед бројних сложених и понекад супротстављених променљивих, као што су [9]:

- (i) ниске понуде за извођење радова,
- (ii) недостатак искусних инспектора и руководилаца пројеката,
- (iii) слаб избор или неквалитетни грађевински материјали,
- (iv) недостатак знања о постојећем стању коловоза,
- (v) непознате методе и поступци извођења радова,
- (vi) остали елементи који нису могли да буду предвиђени током пројектовања и изградње.

Додатни елемент „непознанице“ представља предвиђање стања, односно понашања коловоза у будућности под утицајем првенствено саобраћајног оптерећења, те других фактора. Постоји много програма помоћу којих се може предвиђати стање коловоза (*HDM-4, Ronet, dTIMS*) на основу модела који су годинама развијани. Неки модели које користе програми се могу додатно калибрисати у зависности од утицајних параметара, али и након тога не значи да ће програм предвидети стање коловоза са стопостотном сигурношћу. То довољно говори о комплексности процеса процене стања коловоза.

#### 3.1. Утицајни фактори

Четири основна сета фактора, одвојено или у комбинацији, утичу на карактеристике коловоза, и то: (i) структура коловоза, (ii) постелица, (iii) саобраћај и (iv) одводњавање и услови средине. На пример, добро стање или превремено пропадање коловоза су типично резултат комбинације свих ових фактора и истрага мора да обезбеди адекватно разматрање свих фактора.

Успех форензичке истраге захтева јасно разумевање понашања коловоза и разлоге који су довели до таквог понашања. Наведене групе фактора, одвојено или у комбинацијама, утичу на карактеристике коловоза, конкретно:

- структура коловоза обухвата врсту коловоза (нпр. нова или рехабилитована крута или флексибилна коловозна конструкција) и карактеристике појединачних слојева (дебљине, врсте материјала и њихове особине, одводњавање, банке, спојнице и челична ојачања код бетонских коловоза, начин и квалитет изградње, услови који су владали приликом изградње,...);

- постељица, као подлога коловозне конструкције, мора да буде описана преко врсте и карактеристика материјала, евентуално примењене стабилизације, особина насипа, дубине до чврсте подлоге, карактеристика одводњавања и др;
- саобраћај би обухватио величину саобраћаја, осовинска и укупна оптерећења, пораст саобраћаја, сезонске промене саобраћаја и др;
- услови околине укључују температуре ваздуха и површине, врсте и количине падавина, ветар, сунчево зрачење, влажност испод површине тла, температуру темељног тла, неуобичајене и/или катастрофалне догађаје, циклусе смрзавања и одмрзавања, број ледених дана и др.

Свака од четири групе фактора посебно утиче на коловоз. Услови околине, нпр., могу утицати на карактеристике материјала у слојевима коловозне конструкције. Висок садржај воде у независним слојевима и у другим материјалима углавном доводи до слабије носивих слојева. Слично томе, високе или ниске температуре ваздуха доводе до ниске или високе крутости асфалтних слојева, респективно, што може утицати на отпорност асфалтних слојева на колотраге, односно пукотине. Пораст оштећења изазваних дејством саобраћаја у исто време зависи од обима и структуре саобраћајног оптерећења, али и од самих карактеристика коловоза и постељице.

Да би се стање коловоза, било оно добро или лоше, у потпуности разумело, суштински је неопходно размотрити сваку од четири групе утицајних фактора, као и њихов међусобни однос. Овакво разматрање је тешко када се узме у обзир утицај сваког фактора који фигурише у поменуте четири групе.

Прикупљање информација за свако оштећење и за сваки фактор који утиче на стање коловоза није неопходно, а често је и немогуће због ограничених ресурса већине агенција и предузећа. Форензичка истрага треба да садржи заједничке елементе (нпр. услове околине), али истрага која се односи на тачно одређени елемент ће на крају зависити од проблема који су истраживани и од одговарајућих фактора који су до тих проблема довели.

Угибомер/дефлектометар са падајућим теретом, мерења оштећења, снимање георадаром и вађење кернова, нпр, се најчешће користе ради утврђивања узрока лошег стања коловоза или превременог пропадања. С друге стране, помоћу тих опита се не могу одредити коефицијент трења и/или ниво буке.

Због тога је успостављање одговарајућег баланса између захтева, приоритета и доступних ресурса веома важно приликом сваке истраге. Јасно успостављени и разумни циљеви истраге представљају основу за сакупљање и обраду одговарајућих података и то у знатној мери помаже у елиминисању података који су сакупљени, а нису неопходни.

### 3.2. Одређивање потребних података и информација

Као што је наведено, одређивање карактеристика одређеног коловоза захтева сакупљање и анализу сваког фактора који утиче на његово стање, што изискује велики напор, знање, време, опрему, техничке могућности, итд. Приликом утврђивања тренутног стања коловоза је потребно дефинисати три групе података како следи:

- (i) пројектни подаци и информације;
- (ii) подаци и информације о изведеном стању;
- (iii) разлике између пројектног и изведеног стања.

Добијање информација о пројектним условима је од виталне важности за било коју форензичку истрагу зато што помаже да се успостави базно, тј. основно стање коловоза са којим ће се касније вршити упоређивање. Подаци и информације треба да садрже четири групе фактора (структура коловоза, постељица, саобраћај и услови околине).

Пожељно је да се сакупи што више пројектних података, посебно ако су они мењани током изградње, и да се изврши поређење са изведеним стањем. Теже или обимније саобраћајно оптерећење, климатски услови лошији од предвиђених, слабији и/или тањи слојеви коловоза него што је пројектовано, сами или у комбинацији, могу помоћи приликом образложења зашто је неки коловоз лошији него што је то очекивано.

Упоређивање података о изведеном и пројектованом стању може помоћи у утврђивању разлога због којих се коловоз налази у посматраном стању. Уколико се тражи већа поузданост, као једна од корисних, допунских метода се препоручује упоређивање података између различитих пројеката. Када би се поредили слични пројекти, са сличним извођењем радова, сличним условима околине, то би можда довело до откривања могућих узрока различитих понашања коловоза. Тако је могуће упоредити стања два површинска слоја са различитих пројеката/локација који су изведени у сличним или истим условима.

Нпр. узроци појаве мрежастих пукотина код коловоза једног коловоза могу бити слични са узроцима другог који је пројектован за слично саобраћајно оптерећење, са истим везаним и невезаним слојевима у приближно истим условима околине. Пример за упоређење сличних пројеката је приказан у Табели 1.

Историјске податке из старијих пројеката је тешко утврдити, посебно ако не постоје довољно добри записи или базе података, што може представљати проблем уколико се врши скупљање података потребних за Табелу 1. Нарочит проблем постоји када се покушава утврђивање разлога бољег понашања коловоза него што је очекивано.

**Табела 1.** Могући сет података за поређење сличних пројеката [1]

карактеристике		пројектовано	изведено	поређење
коловозна конструкција	дебљина асфалт бетона			
	модул крутости асфалта			
	дебљина цементне стабилизације			
	модул цементне стабилизације			
	дебљина невезаног слоја			
	модуо невезаног слоја			
постељица	врста материјала у постељици			
	модуо постељице			
саобраћај	осовинско оптерећења			
	величина саобраћајног оптерећења			
услови околине	подаци о падавинама			
	подаци о температури околине			
	влажност доње подлоге			
	температура доње подлоге			

Табеле, тј. матрице сличне Табели 1, омогућавају форензичким истражитељима идентификацију доступних и недоступних података у било ком тренутку истраге.

Као што је речено, највећи део форензичких истрага се спроводи ради утврђивања узрока лошег стања коловоза, раних оштећења или прераног губитка носивости. Овакве истраге су у одређеној мери лакше за провођење, зато што су познате информације за одређене, сличне случајеве који доводе до оштећења (нпр. до појаве колотрага долази услед високих температура, тешког оптерећења, већег садржаја битумена, итд).

Обављање форензичке истраге код коловоза који су у одличном стању представља доста комплекснији процес, зато што не постоји „почетна позиција“ као што је случај са коловозима у лошем стању, и због тога што се ове истраге углавном врше у каснијем периоду експлоатације, када је много теже доћи до података о пројектованом и изведеном стању. Нпр. могуће је да се коловоз налази у одличном стању, једноставно зато што је изведен у дебљем слоју него што је пројектовано. С друге стране, узроци достигнутог стања могу бити разнолики: промене извршене на асфалтној бази у току одређеног радног дана, употреба агрегата са различитих изворишта, замена опреме за извођење радова, и др.

### 3.3. Кораци у форензичкој истрази

Само истраживање би требало да садржи три фазе:

- прелиминарну истрагу,
- недеструктивна испитивања,
- деструктивна и/или лабораторијска испитивања.

Како би се елиминисала потреба за непотребним прикупљањем података и информација, уколико исте нису неопходне за истрагу, препоручује се фазни приступ. Нпр. истрагу је могуће успешно завршити само прелиминарном фазом (за задате проблеме су дати задовољавајући одговори из којих се могу извести исправни закључци и решења), тако да онда не би било потребе да се врше било каква испитивања и тако нагомилавају непотребни подаци.

Такође, у прелиминарној фази је неопходно детаљно анализирати и утврдити проблем који се истражује, односно циљ истраге и тако утврдити кораке којима ће се постићи исправни резултати истраге. Неки од типичних примера који захтевају покретање форензичке истраге обухватају: преурањено пропадање конструкције, много боље понашање конструкције него што је то предвиђено, једна деоница се понаша другачије од друге, суседне деонице, пропадање и поправка коловозне конструкције у гарантном периоду, лоше површинске карактеристике, понашање пробних деоница, и др. За сваки од ових примера је могуће утврдити један или више циљева истраживања, што ће самим тим довести и до избора одговарајуће методе рада.

Што се тиче корака којима би требали да се воде форензички инжењери, они нису тачно дефинисани за сваку област. Наиме, матрица се може мењати у зависности од области истраживања, а и самог пројекта.

Међутим, могуће је успоставити одређени систем користећи основне принципе форензичког инжењерства. Корази којима би се водили форензичари приликом истраживања флексибилних коловозних конструкција би могли да гласе овако:

1. Планирање: почетни састанци, припреме за истрагу, одређивање потреба и циљева;
2. Одређивање тима потребног за истраживање: често је у радни тим потребно укључити стручњаке из различитих области за потребе истраге (нпр. некад је потребно ангажовати стручњаке за фотографију, видео записе, инжењере из различитих области и др);
3. Сакупљање и преглед доступних података: преглед пројектне документације и осталих записа везаних за исти (подаци о одржавању коловоза, промене у односу на пројектоване детаље, услови околине, карактеристике терена и др), добијање основних података, преглед историјских и осталих података, предлог детаља истраге, одржавање периодичних састанака радног тима. Управљачки подаци на нивоу мреже, које најчешће поседују предузећа за путеве, у овом случају неће бити од велике помоћи имајући у виду да често не садрже довољан ниво детаљности за потребе ове врсте истраживања;
4. Разговори: разговори са људима који су учествовали на пројекту, директно или индиректно, организовање визуелних и звучних записа (фотографије, аудио и видео записи, записи с терена);
5. Недеструктивна истраживања: визуелна истраживања, детаљан преглед услова под којима је извршена изградња, обилазак градилишта које је предмет истраге, испитивање георадаром, дефлектометром са падајућим теретом, профилометром, магнетна томографија и др. Многа предузећа за путеве редовно, чак и рутински, обављају недеструктивна истраживања за потребе управљања коловозима, па такви подаци могу бити добар извор информација и усмерити истражиоце на закључак о неопходности или изостављању додатних испитивања;
6. Деструктивна истраживања: узорковање (керновање, испитне јаме, конусна пенетрација, итд.) и лабораторијско испитивање материјала, како из коловоза, тако и из доњих слојева (уколико је потребно). Током деструктивних испитивања је корисно забележити и видео записе у отворима кернова. У оквиру лабораторијских

истраживања је често потребно провести и специјализоване истражне радње као што су: дифракција X зрака, скенирање електронским микроскопима, СТ скенирање, петрографске анализе агрегата, хемијске анализе присуства горива, разређивача, итд.;

7. Одређивање узрока: систематско анализирање сакупљених података како би се дошло до узрока пропадања или доброг стања коловоза;
8. Предлог решења (рехабилитације, реконструкције): избор алтернативних метода за анализу, доношење одлуке о могућим третманима, ако се не односи на конструкције које показују понашање боље од предвиђеног;
9. Извештај: завршни извештај садржи податке о целој форензичкој истрази на основу претходно припремљеног форензичког извештаја, укључујући и конкретне закључке који наводе због чега је дошло до одређеног стања коловозне конструкције, као и препоруке које би довеле до поправке истог или препоруке које би могле бити примењене у изградњи нових, односно одржавању постојећих коловозних конструкција.

Мора се још једном поновити чињеница, односно упозорење да истраживачи не смеју да се фокусирају на само један фактор који би могао да допринесе тренутном стању коловоза, пошто такво стање коловоза може бити изазвано комбинацијом више њих а нарочито треба имати на уму факторе који су неочекивани или непредвиђени за одређене услове или конструкције (нпр. цементација подлоге са стварањем већих зрна, неадекватно прскање емулзијом, коришћење система за наводњавање околног пољопривредног земљишта и тиме повећање влажности подлоге, предимензионисање коловозне конструкције повезано са прецењеним саобраћајним оптерећењем, изузетно добри компонентни материјали, итд).

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Како би се открили узроци тренутног стања коловозне конструкције, било оно лоше или добро, неопходно је одлично познавање широког спектра утицајних параметара, што није једноставан посао. То је често неизводиво због немогућности добијања потпуних информација и ограничених ресурса..

Потребне податке је могуће веома успешно добити применом форензичких истраживања, те их касније применити како би се побољшале технике димензионисања, односно пројектовања коловозних конструкција, побољшали захтеви по питању материјала који се користе за изградњу и одржавање, те унапредили технички услови и технологија извођења радова.

Форензички инжењери, несумњиво, имају велики допринос у овим активностима. Експанзија форензичког инжењерства широм света додатно даје важност тој области и само је питање времена када ће се истом и у Србији посветити пажња која доликује тако озбиљном послу. Због тога, неопходно је што пре формирати више одговарајућих независних институција или једну на нивоу државе, оформити стандарде и организовати обуке инжењера, што ће сигурно, уколико се буде поштовало, допринети унапређењу квалитета коловозних конструкција.

## Литература

- [1] Rada G., Jones D., Harvey J., Senn K., Thomas M. (2013). Guide for Conducting Forensic Investigation of Highway Pavements. NCHRP Report 747. Washington.
- [2] Shorter Oxford English Dictionary. (2007). 6th ed., Oxford University Press
- [3] The American Society of Civil Engineers (1986). Forensic Engineering: Learning from Failures, New York
- [4] Lewis, P.R., Gagg, C., Reynolds, K. (2004). Forensic Materials Engineering: Case Studies, CRC Press, 2004
- [5] Victorine T., Zhang Z., Fowler D., Hudson W. R. (1997). Basic Concepts, Current Practices, and Available Resources for Forensic Investigations on Pavements. Research Report No. FHWA/TX-98/1731-1. Center for Transportation Research. The University of Texas at Austin, USA.
- [6] Inderscience Publishers, International Journal of Forensic Engineering. Доступно преко: <http://www.inderscience.com/jhome.php?jcode=ijfe> (28.05.2014)
- [7] Proceedings of the ICE, Forensic Engineering. Доступно преко: <http://www.icevirtuallibrary.com/content/serial/feng> (28.05.2014)
- [8] National Academy of Forensic Engineers. Доступно преко: <http://www.nafe.org/> (30.05.2014)
- [9] Chen, D.K., Scullion, T., Forensic Investigations of Roadway Pavement Failures, Journal of Performance of Constructed Facilities, Vol. 22, No. 1, 2008, p. 35-44.
- [10] Mallick R.B., El-Korchi T. (2013). Pavement Engineering. Principles and Practices (Second Edition). CRC Press.
- [11] Chen D.H., Scullion T. (2007). Forensic Investigation of Roadway Pavement Failures. TRB 86th Annual Meeting. Washington, USA.
- [12] Smith R.B. (2004). Forensic Investigation of Pavment Failures. Diploma thesis. University of Southern Queensland, Australia.
- [13] Crampton D. Zhang Z., Fowler D., Hudson W.R. (2001). Development of a Formal Forensic Investigation Procedure for Pavements. Research Report No. FHWA/TX-03/1731-3F. The University of Texas at Austin, USA