

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

**Предмет:**Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Јелене Ћириловић

Одлуком бр. 404/9-14 од 03.04.2017. године именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Јелене Ћириловић, дипл. грађ. инж., под насловом

**AN INTEGRATED NETWORK-LEVEL MANAGEMENT MODEL FOR MAINTENANCE OF FLEXIBLE PAVEMENTS**

**ИНТЕГРИСАНИ МОДЕЛ УПРАВЉАЊА ОДРЖАВАЊЕМ ФЛЕКСИБИЛНИХ КОЛОВОЗА НА НИВОУ МРЕЖЕ**

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидаткињом, Комисија је сачинила следећи

**РЕФЕРАТ**

**1. УВОД**

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Докторска дисертација Јелене Ћириловић пријављена је 14.10.2014. године на Грађевинском факултету Универзитета у Београду под насловом "Интегрисани модел управљања одржавањем флексибилних коловоза на нивоу мреже" (на енглеском језику "An integrated network-level management model for maintenance of flexible pavements"). Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета бр. 404/3 од 20.10.2014. године, одређена је Комисија за пријем теме докторске дисертације у саставу: проф. др Ђорђе Узелац, Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду, в. проф. др Горан Младеновић, Грађевински факултет Универзитета у Београду, доц. др Дејан Гавран, Грађевински факултет Универзитета у Београду, др Ненад Шушић, научни саветник, Институт ИМС а.д. и доц. др Немања Бранисављевић Грађевински факултет Универзитета у Београду. Позитиван извештај Комисије за пријем теме докторске дисертације усвојен је на седници Наставно-научног већа Грађевинског факултета одржаној 20.11.2014. године (одлука бр. 404/5 од 20.11.2014. године). Веће научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 09.12.2014. године (одлука бр. 61206-5451/2-14 од 09.12.2014. године) усвојило је предлог теме докторске дисертације кандидаткиње Јелене Ћириловић под насловом "Интегрисани модел управљања одржавањем флексибилних коловоза на нивоу мреже".

Кандидаткиња је урађену докторску дисертацију предала Служби за студентска питања Грађевинског факултета 24.03.2017. године.

## 1.2. Научна област дисертације

Тема докторске дисертације припада научној области Грађевинарство, ужој научној области Грађење и одржавање путева и аеродрома и Планирање и пројектовање путева и аеродрома које су дефинисане Статутом Грађевинског факултета Универзитета у Београду.

Радови који квалификују ментора в. проф. др Горана Младеновића за вођење докторске дисертације, публиковани у међународним часописима су:

### Категорија M21

1. Radević, A., Đureković, A., Zakić, D., **Mladenović G.**, Effects of recycled concrete aggregate on stiffness and rutting resistance of asphalt concrete, *Construction and Building Materials*, 136, pp. 386–393, <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.01.043>, 2017.

### Категорија M22

2. Cirilovic, J., Vajdic, N., **Mladenovic, G.**, Queiroz, C. Developing Cost Estimation Models for Road Rehabilitation and Reconstruction – Case study: Projects in Europe and Central Asia, *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 140(3), 2014.

### Категорија M23

3. Cirilovic, J., **Mladenovic, G.**, Queiroz, C.: Implementation of Preventive Maintenance in Network-Level Optimization: Case Study of the Serbian Low-Volume Road Network, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2473, National Research Council, Washington D.C., USA, pp. 49 – 55. DOI: 10.3141/2473-06, 2015.
4. Queiroz, C., Vajdic, N. and **Mladenovic, G.**: Public-private partnerships in roads and government support: trends in transition and developing economies, *Transportation Planning and Technology*, Vol. 36, No. 3, pp. 231-243, 2013.
5. **Mladenovic, G.**, Cirilovic, J., Queiroz, C.: Network-level pavement management: The case of Serbian low-volume roads, *Transportation Research Record*, No. 2205, National Research Council, Washington D.C., USA, pp. 221 – 228, 2011.
6. **Mladenovic, G.** Jiang, Y.J., Selezneva, O., Aref, C., Darter, M.: Comparison between As-Constructed and As-Designed Flexible Pavement Layer Thicknesses, *Transportation Research Record*. No. 1853, National Research Council, Washington D.C., USA, pp. 165 – 176, 2003.
7. Hajek, J. J., Selezneva, O., Jane Jiang, Y., **Mladenovic, G.**: Improving the Reliability of Pavement Loading Estimates Using the Pavement Loading Guide, *Transportation Research Record*. No. 1809, National Research Council, Washington D.C., USA, pp. 93 - 104. <http://pubsindex.trb.org/view.aspx?id=729458>, 2002.

## 1.3. Биографски подаци о кандидату

Јелена Ћириловић је рођена 05. јула 1983. године у Београду, где похађа основну школу и гимназију. Грађевински факултет завршава 2009. године. Носилац је награда „Вук Караџић“ за основно и средње образовање, као и награде „Јованка Ђуран“ за најбољи дипломски рад у области Коловозних конструкција.

Након завршених основних академских студија, Јелена Ћириловић се запошљава у Институту ИМС, где ради као одговорни пројектант коловозних конструкција. Током рада у Институту, усавршава се и у области контроле квалитета материјала, лабораторијских испитивања асфалта и битумена, теренских испитивања коловозних конструкција, као и на пословима надзора при извођењу и реконструкцији објеката.

Докторске студије уписује 2010. године. Као студент докторских студија, учествовала је на неколико међународних пројеката:

- Пројекат BENEFIT финансиран од стране Европске комисије, у оквиру позива HORIZON 2020. Пројекат се бави испитивањем алтернативних начина финансирања инфраструктурних пројеката),
- Пројекат ISABELA финансиран од стране CEDR-a, Conference of European Directors of Roads - Европског удружења путних управа, а ради се о интеграцији социјалних аспеката у моделе управљања одржавањем путева
- Пројекат X-ARA "Cross Asset Risk Assessment" финансиран од стране CEDR-a
- Пројекат InteMat4PMS финансиран од стране ERANET ROAD joint research programme, а тиче се моделирања пропадања у системима за управљање путевима

и на неколико других пројеката.

Такође, у оквиру истраживачке групе Института ИМС, кандидаткиња учествује у научном пројекту финансираном од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја TR 36014 – Геотехнички аспекти истраживања и развој савремених технологија за изградњу и рехабилитацију депонија комуналног чврстог отпада.

Докторску дисертацију је пријавила на Грађевинском факултету Универзитета у Београду у октобру 2014. године.

У току 2016. године проводи 4 месеца на Универзитету Aegean, на Хиосу, у Грчкој, у оквиру ERASMUS + програма. У том периоду ради на завршним извештајима BENEFIT пројекта, на изради неколико истраживачких радова за часописе, као и на завршетку своје докторске дисертације.

Аутор и коаутор је три рада на SCI листи, као и већег броја радова у домаћим часописима, на међународним и домаћим конференцијама.

Говори енглески језик и служи се француским језиком.

## **2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација "Интегрисани модел управљања одржавањем флексибилних коловоза на нивоу мреже", Јелене Ћириловић, садржи укупно 173 стране, од којих је основни текст на 156 страна. Дисертација је писана на енглеском језику. Текст дисертације је подељен у шест поглавља:

1. Увод
2. Управљање одржавањем коловоза на нивоу мреже
3. Развој модела
4. Примена методологије на путну мрежу Републике Србије
5. Валидација и осетљивост
6. Резиме, закључци и препоруке

Дисертација садржи 42 слике и 32 табеле. Списак цитиране литературе садржи 135 наслова. На почетку дисертације је дат резиме на енглеском и српском језику, са кључним речима и УДК бројем. Биографија аутора дата је на крају дисертације.

Дисертација је технички обликована према упутствима Сената Универзитета у Београду и посебним упутствима за обликовање штампане и електронске верзије доктората. Садржи

обавезна поглавља и обрасце: изјава о ауторству, изјава о истоветности електронске и штампане верзије и изјава о коришћењу.

## 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Основни текст разматране докторске дисертације има шест поглавља и преглед коришћене литературе. На почетку текста је дат садржај и спискови слика и табела.

У поглављу „Увод“ дат је опис проблема истраживања и дата су разматрања о теми истраживања, на основу чега су постављене и основне хипотезе т.ј. претпоставке и на основу чега је дефинисан циљ истраживања. Конкретно, описана је главна проблематика везана за системе управљања коловозима, како на нивоу пројекта, тако и на нивоу путне мреже. Проблем истраживања је постављен кроз потребу за израдом новог оптимизационог модела за управљање радовима одржавања на нивоу путне мреже, који задовољава и критеријуме минималне цене и оптимизације трошкова, али и критеријуме смањења неповољних утицаја на животну средину. У наставку је дато прецизније појашњење које се тиче начина остваривања циљева истраживања кроз испуњење низа појединачних задатака. Наведен је опсег и домен истраживања као и истраживачке методе које ће бити коришћене. На крају поглавља је приказана организација дисертације, по поглављима, са краћим описом садржаја.

Поглавље "Преглед литературе" садржи три значајна подпоглавља, једно које се односи на моделе процене трошковарадова одржавања, друго, које је везано за приказ модела оптимизације трошкова одржавања и одговарајућих софтвера и треће, које описује моделе утицаја на животну средину које се примењују у анализама животног века коловозних конструкција. Након тога, извршена је анализа постојећих интегрисаних модела за управљање одржавањем коловозних конструкција на нивоу путне мреже. Закључак поглавља препознаје неколико недостатака у постојећем знању у поменутих областима, на основу којих је и формулисан предмет овог истраживања.

Утврђено је да постоји недостатак адекватног модела за процену трошкова који су формулисани на великом броју постојећих (одн. реалних) података, а који су у исто време погодни за примену у стратешким анализама, када је врло мало података познато о конкретном пројекту рехабилитације или реконструкције коловозног застора. Такође, у оптимизацијама одржавања на нивоу мреже постоји врло мали број примера где се врши оптимизација по више параметара, на нивоу мреже, а без унапред установљене јединичне цене утицаја на животну средину.

Поглавље „Развој модела“ дефинише оквире у којима је предметно истраживање спроведено. Прво потпоглавље објашњава примењену методологију, а затим следе три потпоглавља, у којима су представљене процедуре за развој свих релевантних модела. Полазна тачка је била да се утврди које променљиве и подаци су неопходни за анализе и развој модела, затим да се дефинишу одговарајући третмани и сценарији одржавања. Након тога је дефинисана оптимизациона циљна функција, које се описана и кроз листу потребних улазних параметара и кроз дефинисање домена поменуте функције. Такође описан је поступак интеграције сва три горепоменута модела, која су развијена у претходним потпоглављима.

Примена модела је подразумевала примену развијене методологије на постојећим подацима. То је укључивало и примену оптимизационе рутине, корак по корак, и дефинисање свих параметара потребних за анализу, укључујући (а) фиксне параметре и (б) параметре који се могу мењати и прилагођавати у складу са потребама, приликом примене модела на одређену путну мрежу.

Сви улазни подаци су детаљно описани, посебно начин на који су прикупљени и / или израчунати. Модел је примењен на стварној (постојећој) мрежи државних путева Републике Србије, који су подељени у три различите класе путева: (а) аутопутеви, (б) путевни ред, и

(в) путеви II реда. У оквиру анализе, коришћени су српски стандарди који се примењују приликом пројектовања и изградње и одржавања путева, као и национални прописи и препоруке, што не искључују примену предложеног модела на било коју другу путну мрежу након примене потребних промена.

Поглавље „Примена методологије на путну мрежу Републике Србије“ представља резултате добијене помоћу интегрисаног оптимизационог модела. На почетку поглавља је детаљно описан изглед алатке IronMap која се састоји од низа Excel листова. Описани су до детаља сви потребни улазни подаци, као и начин на који су у овом конкретном случају примене на путну мрежу Републике Србије, ови подаци срачунати.

Резултати приказују оптималну стратегију одржавања, по критеријуму минималних укупних трошкова и по критеријуму минималних штетних утицаја на животну средину. Дато је поређење последица ако се одлучује само по једном или другом критеријуму у смислу укупних трошкова у току анализираниог периода и у погледу укупне количине емитованог угљен диоксида, током животног века коловоза.

Најзад, понуђен је интегрисани модел који обједињује два поменути критеријума и представљено је решење оптималног одржавања флексибилних коловоза на нивоу преже које налази баланс између постизања минималних емисија угљен диоксида, уз што мање укупне трошкове у току анализираниог периода. Под „укупним“ трошковима се мисли на трошкове који су везани за радове одржавања, тј рехабилитације коловоза, али и на трошкове корисника, који се огледају у трошковима горива, резервних делова и сл. који зависе од стања пута. Модел је примењен на постојећој путној мрежи и заснива се на стварним подацима из базе података о путевима.

Поглавље „Валидација и осетљивост“ приказује поступак валидације резултата и анализу осетљивости, и објашњава у којој мери развијен интегрисани модел зависи од несигурности модела пропадања, и како промене у стопи раста саобраћаја и дисконтној стопи могу утицати на крајње резултате. Анализа осетљивости је извршена и кроз поређење резултата који седобијају уколико се промени јединична цена емисије CO<sub>2</sub>, јер у оваквим анализама поменути цена може бити тежински фактор. Модел процене трошкова је валидиран посебном процедуром која је подразумевала тестирање модела на два независна узорка података, тј на „тренинг“ узорку и на „тест“ узорку. применом модела на узорку тест који је садржавао податке који се не користе током развоја модела.

Поглавље „Резиме, закључци и препоруке,“ садржи главне и најважније закључке овог истраживања, након чега следи препорука за даљи рад и наставак истраживања. Ово поглавље такође описује да ли су на адекватан начин задовољени циљеви истраживања. Описан је и начин на који су остварени планирани задаци истраживања са посебним освртом на ограничења истраживања.

На крају дисертације је дат преглед коришћене литературе.

### **3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

#### **3.1. Савременост и оригиналност**

Путне мреже у развијеним земљама и великом броју земаља у развоју су у значајном степену изграђене и државне управе/агенције задужене за њихово одржавање се фокусирају како да их у условима све више ограничених буџетских средстава одрже у захтеваном стању употребљивости, како би могли да служе великом броју корисника. У том смислу је изузетно значајно на најбољи начин употребити расположиве ресурсе.

Развијене земље су започеле са имплементацијом система за управљање одржавањем коловозних конструкција (тзв. Pavement Management Systems) 70-тих година прошлог века. Ови системи су имплементирани за путне мреже различитих нивоа (од локалних заједница до нивоа државе), али и за појединачне пројекте, поготово пројекте ЈПП партнерства, а такође и за аеродроме.

Предуслов за успешну имплементацију ових система је да се располаже са квалитетним и поузданим улазним подацима, од којих су свакако најзначајнији подаци о трошковима радова одржавања. У оквиру ове дисертације развијен је оригиналан модел за процену трошкова радова одржавања који се заснива на великом броју типично доступних података за пројекте рехабилитације/реконструкције путева, од макро економског окружења до параметара везаних за конкретни пројекат.

Са друге стране са порастом свести о утицају друмског саобраћаја и радова на изградњи и одржавању саобраћајница на околину, пред путне управе се постављају нови захтеви у погледу смањења штетног дејства на околину. Ови захтеви се поред загађења околине, огледају и у потреби да се очувају природни ресурси и смањи потрошња енергије у оквиру радова на одржавању путева.

Развој поступака за оптимизацију одржавања, превасходно узимајући у обзир трошкове одржавања, је предмет значајног броја истраживања, како на нивоу пројекта, тако и на нивоу мреже. Међутим, врло малим бројем истраживања је поред трошкова одржавања и трошкова корисника, обухваћен и утицај на околину. Неколико истраживања која третирају и утицај на околину су рађена на нивоу путних пројеката, а питање дефинисања оптималне стратегије одржавања на нивоу путне мреже која би поред економских укључила и критеријуме везане за утицај на околину је врло мало истражено.

У оквиру истраживања у овој докторској дисертацији развијена је оригинална методологија за интеграцију утицаја на околину применом LCA (Life Cycle Assessment) и анализу трошкова животног века (LCCA – Life Cycle Cost Analysis) за дефинисање оптималне стратегије одржавања на нивоу путне мреже. На бази ове методологије развијен је алат за дефинисање оптималне стратегије одржавања, који узима трошкове као један критеријум, и емисију CO<sub>2</sub> услед радова одржавања и саобраћаја, као други критеријум.

### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У изради ове докторске дисертације коришћено је 135 библиографских јединица. Већину референци чине радови објављени у врхунским међународним часописима, као што су: Journal of Cleaner Production, Building and Environment, Journal of Construction Engineering and Management, Journal of Transportation Engineering, Transportation Research Recordи другим, објављени на значајним међународним конференцијама попут годишњих састанака Transportation Research Board-a, Transport Research Arena, и друге, извештаји Светске банке и других финансијских институција, или извештаји истраживачких пројеката (NCHRP). Највећи број референци је новијег датума: 109 референци је настало после 2002. године, од чега је 49 настало између 2012. и 2017. године.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У својој докторској дисертацији, Јелена Тириловић је извршила критичку анализу доступне референтне литературе и направила синтезу досадашњих сазнања из ове области, укључујући и дефинисање кључних недостатака (*knowledge gaps, енгл.*), на основу чега су дефинисане потребе за даљим истраживањима.

Метода моделирања је примењена за развој модела трошкова третмана одржавања, модела укупних трошкова и модела укупних емисија услед примене различитих стратегија одржавања и саобраћаја. Модели предикције трошкова одржавања су развијени применом методе линеарне регресије, стабала одлучивања и неуронских мрежа. Модели укупних трошкова и емисија су развијени методом нелинеарне регресије. Сви модели су тестирани и валидирани одговарајућим статистичким методама.

Симулациона метода је примењена за дефинисање последица примене стратегија одржавања заснованих на минимизацији укупних трошкова или укупних емисија током анализираних периода на нивоу мреже. Оптимизација стратегија одржавања на основу оба критеријума је урађена применом методе генетских алгоритама.

#### 3.4. Применљивост остварених резултата

Развијени модели трошкова радова одржавања и утицаја на околину, као и методологија за дефинисање оптималне стратегије одржавања и IronMaralat развијен на бази ње се могу директно применити у путним управама задуженим за одржавање мрежа на различитим нивоима, од националног до нивоа локалних путних мрежа, за дефинисање одрживих стратегија одржавања које ће поред трошкова узети у обзир и утицај на околину, изражен кроз емисију CO<sub>2</sub>.

Развијена методологија је врло флексибилна, тако да омогућава увођење већег броја третмана, у складу са потребама конкретних путних управа.

#### 3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидаткиња се у оквиру своје докторске дисертације бавила изучавањем и критичком анализом доступне референтне литературе, као и сакупљањем података, обрадом и анализом резултата и развојем методологије и одговарајућих модела предикције и оптимизације. Систематичним приступом постављеном проблему, повезујући различите сегменте научно-истраживачког рада, Јелена Ћириловић је успешно решила постављене задатке и доказала да поседује способност за самостални научно-истраживачки рад.

### **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

#### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру докторске дисертације Јелене Ћириловић, дипл.грађ.инж. остварени су следећи научни доприноси:

1. Развој модела за процену трошкова интервенција на путевима заснованог на релативно великом сету од 200 пројеката у европским и централно азијским земљама у последњих 10 година. У оквиру развоја модела анализирано је више потенцијално значајних параметара, укључујући макро окружење пројекта изражено преко бруто друштвеног производа, климатске карактеристике, цену нафтних деривата, ниво корупције и непотизма, које до сада нису биле типично коришћене у оваквим моделима.
2. Развој оригиналне методологије за дефинисање оптималне стратегије одржавања путне мреже, у оквиру које су интегрисани модели процене утицаја на животну средину у оквиру животног циклуса (Life Cycle Assessment – LCA) и анализа трошкова

у оквиру животног циклуса (Life Cycle Cost Analysis). У оквиру методологије моделирана је примена савремених третмана одржавања путева са сањеним утицајем на животну средину.

3. Развијен је алат IronMap за оптимизацију стратегије одржавања на нивоу мреже на бази бази укупне емисије CO<sub>2</sub> и трошкова одржавања и трошкова корисника. Интегрисано оптимално решење је добијено употребом вишекритеријумске анализе која се базира на генетским алгоритмима.

#### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Истраживачки рад Јелене Ћириловић, дипл.грађ.инж.на развоју методологије и модела за оптимизацију стратегија одржавања на нивоу мреже бави се истраживањем неких од до сада недовољно истражених аспеката везаних за имплементацију система за одржавање на нивоу путних мрежа.

У оквиру развоја модела трошкова одржавања истражен је утицај великог броја параметара, од карактеристика окружења и макро-економских параметара, до самих карактеристика пројекта, на трошкове радова одржавања. Развијени оригинални модели се могу директно применити у системима за управљање одржавањем коловозних конструкција, и на тај начин се може превазићи један од најчешћих проблема везаних за примену ових система који се огледа у недостатку релевантних података о трошковима радова одржавања.

Развијена методологија за дефинисање стратегије одржавања путне мреже омогућава интеграцију критеријума везаних за утицај на околину поред критеријума трошкова радова одржавања и трошкова корисника, чиме је превазиђен један од основних недостатака система за управљање одржавањем коловозних конструкција. У овом тренутку, као основни и најзначајнији параметар везан за утицај на околину, узета је емисија угљен диоксида, имајући у виду расположивост података. Међутим, методологија омогућава да се укључе и други утицаји попут загађења ваздуха или воде.

Кроз обухваћене радове одржавања истражени су ефекти везани за примену савремених технологија за смањење температуре мешања и збијања асфалта (WMA – Warm Mix Asphalt), као и опција са израдом трајних коловозних конструкција, која укључује интензивне радове приликом изградње пута и затим само његово функционално одржавање. Сама методологија омогућава да се поред обухваћених третмана одржавања укључе и други третмани, у зависности од потреба конкретне путне администрације.

Коначно, алат IronMap, који је развијен у оквиру овог истраживања, омогућава директну примену ове методологије и дефинисање оптималне стратегије одржавања узимајући у обзир оба критеријума.

На основу ових чињеница може се закључити да истраживање представљено у овој дисертацији има јединствени допринос у области система за управљања одржавањем путних мрежа.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

У току израде дисертације, Јелена Ћириловић је међународној и домаћој, научној и стручној јавности представила свој рад кроз следеће публикације:



### Категорија M22

1. **Cirilovic, J.**, Vajdic, N., Mladenovic, G., Queiroz, C. Developing Cost Estimation Models for Road Rehabilitation and Reconstruction – Case study: Projects in Europe and Central Asia, *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 140(3), 04013065, [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000817](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000817), 2014.

### Категорија M23

2. **Cirilovic, J.**, Mladenovic, G., Queiroz, C. Implementation of Preventive Maintenance in Network-Level Optimization: Case Study of the Serbian Low-Volume Road Network, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2473, National Research Council, Washington D.C., USA, pp. 49 – 55. DOI: 10.3141/2473-06, 2015.

### Категорија M33

3. **Cirilovic, J.**, Mladenovic, G. and Queiroz, C. Integration of GHG cost into network-level pavement management: case study of Serbian road network, Paper No. 17-03380, 96<sup>th</sup> *Transportation Research Board Annual Meeting*, Washington DC, January 2017.
4. Spielhofer, R., Vajdic, N., **Cirilovic, J.**, Mladenovic, G. Cross Asset Risk Management (X-ARA). *IABSE Conference Structural Engineering: Providing Solutions to Global Challenges*, ETH Honggenberg, Zurich, Switzerland, 23-25, pp. 977 – 985, ISBN 978-3-85748-140-6, September 2015.
5. **Cirilovic, J.**, Mladenovic, G., Queiroz, C.A. Network-level pavement life-cycle assessment tool, *Proceedings of the 6th international conference on bituminous mixtures and pavements*, Thessaloniki, Greece, Bituminous Mixtures & Pavements VI, Editor, A.F. Nikolaidis, Taylor & Francis, UK, pp. 519-524, 10–12 June 2015.
6. **Cirilovic, J.**, Mladenovic, G., Queiroz, C. Project Level Pavement Management Optimization Procedure Combining Optimal Control Theory and HDM-4 Models, *Transportation Research Arena*, Paris, France, 2014.
7. **Cirilovic, J.**, Mladenovic, G., Queiroz, C. Application Of Genetic Algorithms For Pavement Maintenance Optimization, 5<sup>th</sup> *International Conference: Civil Engineering - Science And Practice*, Žabljak, Montenegro, ZBORNIK RADOVA GNP 2014, Univerzitet Crne Gore, Građevinski fakultet, pp. 1977-1984, ISBN 978-86-82707-23-3, 2014.

## **5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ**

У докторској дисертацији под насловом "An integrated network-level management model formaintenanceofflexiblepavements" (наслов на српском језику "Интегрисани модел управљања одржавањем флексибилних коловоза на нивоу мреже") развијена је методологија и одговарајући оптимизациони модел за процену трошкова радова одржавања као и за управљањем одржавањем асфалтних коловоза на нивоу путне мреже, како би се задовољили у исто време и финансијски и еколошки критеријуми приликом приоритаризације пројекта одржавања. Методологија приказана у овој докторској дисертацији представља оригиналан и вредан научни допринос у области одржавања путне инфраструктуре и управљања пројектима.

Комисија сматра да урађена докторска дисертација кандидаткиње Јелене Ђириловић, дипл.грађ.инж. у потпуности испуњава све захтеване критеријуме и да је кандидат испољио способност за самосталан научно-истраживачки рад у свим фазама израде ове дисертације.

Комисијапредлаже Наставно-научном већу да се докторска дисертација под називом "An integrated network-level management model formaintenanceofflexiblepavements" ("Интегрисани модел управљања одржавањем флексибилних коловоза на нивоу мреже")кандидаткиње Јелене Ћириловић, дипл.грађ.инж. прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду, као и да након завршетка ове процедуре позове кандидата на усмену одбрану дисертације пред Комисијом у истом саставу.

#### **ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**

.....  
др Ненад Шушић, научни саветник  
Институт ИМС а.д.

.....  
в. проф.др Горан Младеновић,  
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

.....  
доцент др Немања Бранисављевић,  
Универзитет у Београду, Грађевински факултет