

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Марка Орешковића

Одлуком бр. 231/13-17 од 24.11.2020. године именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Марка Орешковића, маг. инж. грађ., под насловом:

MIX DESIGN METHODOLOGY OF HOT MIX ASPHALT WITH HIGH CONTENT OF RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT

Наслов на српском језику:

МЕТОДОЛОГИЈА ПРОЈЕКТОВАЊА ВРУЋИХ АСФАЛТНИХ МЕШАВИНА СА ВИСОКИМ САДРЖАЈЕМ СТРУГАНОГ АСФАЛТА

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

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Подаци о процедури пријављивања и предаје дисертације

На седници Већа Катедре за путеве, железнице и аеродроме одржаној 25.05.2017. Марко Орешковић је јавно излагао предложену тему докторске дисертације под насловом „Mix Design Methodology of Hot Mix Asphalt with High Content of Reclaimed Asphalt Pavement“ (на српском „Методологија пројектовања врућих асфалтних мешавина са високим садржајем струганог асфалта“). Комисија у саставу проф. др Зденка Поповић, в. проф. др Горан Младеновић и доц. др Лука Лазаревић је прихватила предложену тему.

Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета бр. 231/1 од 01.06.2017. године, одређена је Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под насловом „Mix Design Methodology of Hot Mix Asphalt with High Content of Reclaimed Asphalt Pavement“ (на српском „Методологија пројектовања врућих асфалтних мешавина са високим садржајем струганог асфалта“) у саставу в. проф. др Горан Младеновић, проф. др Nicolas Bueche (Bern University of Applied Sciences, Switzerland) и др Sara Bressi (University of Palermo, Italy). Позитиван извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације усвојен је на седници Наставно-научног већа Грађевинског факултета одржаној 29.06.2017. године (одлука бр. 231/10 од 30.06.2017. године). Веће научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 04.07.2017. (одлука бр. 61206-2691/2-17 од 04.07.2017. године) усвојило је предлог теме докторске дисертације кандидата Марка Орешковића.

Кандидат је урађену докторску дисертацију предао Служби за студентска питања Грађевинског факултета 09.11.2020. године.

1.2. Научна област дисертације

Тема докторске дисертације припада научној области Грађевинарство и ужој научној области Грађење и одржавање путева и аеродрома, која је дефинисана Статутом Грађевинског факултета Универзитета у Београду.

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

1. Radević, A., Isailović, I., Wistuba, M.P., Zakić, D., Orešković, M., Mladenović, G. (2020). *The Impact of Recycled Concrete Aggregate on the Stiffness, Fatigue, and Low-Temperature Performance of Asphalt Mixtures for Road Construction*, *Sustainability* 2020, 12, 3949; doi:10.3390/su12103949
2. Ćirilović-Stanković, J., Mladenović, G., Queiroz, C. (2019), *Impact of CO₂ Emissions on Low Volume Road Maintenance Policy: Case Study of Serbia*, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, National Research Council & SAGE Publications, pp. 1-9, ISSN: 2169-4052, DOI: 10.1177/0361198119854083
3. Mirković, K., Tošić, N., Mladenović, G. (2019), *Effect of Different Types of Fly Ash on Properties of Asphalt Mixtures*, *Advances in Civil Engineering*, vol. 2019, Article ID 8107264, 11 pages, DOI: 10.1155/2019/8107264
4. Radević, A., Đureković, A., Zakić, D., Mladenović, G. (2017). *Effects of recycled concrete aggregate on stiffness and rutting resistance of asphalt concrete*, *Construction and Building Materials*, 136, (2017), 386–393, <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.01.043>
5. Ćirilović, J., Mladenović, G., Queiroz, C. (2015). *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
6. Ćirilović, J., Vajdić, N., Mladenović, G., Queiroz, C. (2014). *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)

1.3. Биографски подаци о кандидату

Марко Орешковић рођен је 19.03.1988. године у Панчеву. Основну школу „Жарко Зрењанин“ у Качареву је завршио као носилац Вукове дипломе, а гимназију „Михајло Пупин“ у Ковачици. Грађевински факултет Универзитета у Београду уписао је 2007. године, где је дипломирао 2011. године на Одсеку за путеве, железнице и аеродроме, са просечном оценом 8.11 и оценом 10 на дипломском раду „Испитивање каменог брашна за примену у асфалтним мешавинама према европским нормама“. Био је добитник стипендије из фонда инжењера Благоја Јеврића за изузетне резултате постигнуте на предметима Катедре за путеве, аеродроме и железнице у школској 2010/2011. години. Одмах по завршетку основних студија уписао се на мастер академске студије на Грађевинском факултету Универзитета у Београду, које је завршио 2012. године са просечном оценом 9.29 и оценом 10 на завршном раду „Утицај примене струганог асфалтног материјала на крутост асфалтних мешавина“. Био је добитник награде из фонда Института за саобраћајнице и геотехнику за најбољи мастер рад на модулу Путеви, железнице и аеродроми одбрањен у школској 2011/2012. Током редовних студија био је ангажован као студент-демонстратор на предметима Коловозне конструкције и Одржавање путева.

Докторске студије на Грађевинском факултету Универзитета у Београду уписао је 2012. године. Положио је све испите предвиђене програмом докторских студија са просечном оценом 9.63.

Од јануара 2013. године одлуком Изборног већа Грађевинског факултета Универзитета у Београду, изабран је у звање асистента-студента докторских студија за ужу научну област Грађење

и одржавање путева и аеродрома, на катедри за Путеве, железнице и аеродроме, а од јануара 2016. поново изабран у исто звање. На седници Наставно-научног већа Грађевинског факултета у Београду одржаној дана 13.12.2018. године изабран је у звање истраживача сарадника.

Као аутор и коаутор је објавио 28 истраживачких радова, од чега пет у часописима индексираним на SCI листи. Излагао је радове на више домаћих и међународних научних и стручних скупова. Марко Орешковић је ангажован на Пројекту Министарства, просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ТР36017 „Истраживање могућности примене отпадних и рециклираних материјала у бетонским композитима, са оценом утицаја на животну средину, у циљу промоције одрживог грађевинарства у Србији“ и на билатералном пројекту са Универзитетом у Пизи, Италија, под називом „Hot mix Asphalt with high Reclaimed Asphalt Content (HARAC)“, а био је ангажован и на билатералном пројекту са Универзитетом у Брауншвајгу, Немачка, под називом „Fatigue and self-healing properties of bitumen and asphalt mixtures (EASPHALT)“. Члан је неколико RILEM-ових техничких комитета и радних група (264-RAP: Asphalt Pavement Recycling, 279-WMR: Valorisation of Waste and Secondary Materials for Roads, FBB: Fingerprinting bituminous binders using physico-chemical analysis).

Као део стручног рада, учествовао је у изради идејних пројеката, пројеката за грађевинску дозволу и пројеката за извођење, а поседује и лиценцу одговорног пројектанта. Активно учествује у испитивањима у Лабораторији за коловозне конструкције Грађевинског факултета. Кандидат активно говори енглески језик и служи се немачким језиком.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Марка Орешковића под насловом „Mix Design Methodology of Hot Mix Asphalt with High Content of Reclaimed Asphalt Pavement“ (на српском „Методологија пројектовања врућих асфалтних мешавина са високим садржајем струганог асфалта“) садржи укупно 158 страна, од којих је основни текст на 105 страна. Дисертација је писана на енглеском језику и подељена је у седам поглавља:

1. Уводни део
2. Интеракција између битумена из струганог асфалта и адитива за рециклирање: преглед литературе
3. Методологија истраживања
4. Материјали, припрема узорака и методе испитивања
5. Методологија пројектовања асфалтних мешавина са додатком струганог асфалта
6. Експериментални резултати и дискусија
7. Закључци и препоруке за будућа истраживања

Дисертација садржи 93 слике на којима су приказани дијаграми, цртежи и фотографије релевантни за илустрацију текста и 39 табела. Списак цитиране литературе садржи 196 наслова. На почетку дисертације је дат резиме на енглеском и српском језику, са кључним речима. Дисертација садржи седам прилога. 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 се састоји од седам поглавља, прегледа коришћене литературе и седам прилога. На почетку текста се налази изјава захвалности, сажетак и кључне речи на енглеском и српском језику, списак скраћеница и симбола, садржај, као и списак слика и симбола.

У првом поглављу је истакнут значај повећања садржаја струганог асфалта (*RAP*) у новим асфалтним мешавинама по врућем поступку (HMA), као и комплексност пројектовања таквих мешавина. У овом поглављу су приказани предмет и циљеви истраживања, а затим су представљени методологија и организација дисертације по поглављима.

Друго поглавље је подељено у два дела. У првом делу је приказан преглед литературе са досадашњим истраживањима у вези фактора који утичу на интеракцију између струганог асфалта и адитива за рециклирање. Затим је приказано теоријско објашњење (у виду успостављања јединствених дефиниција) и практичне смернице за процену параметара који су у досадашњој литератури били нејасно објашњени: степена активације битумена из *RAP*-а (DoA), степена доступности битумена из *RAP*-а (DoAv) и нивоа умешаности између битумена из *RAP*-а и адитива за рециклирање (DoB) који су пропраћени закључцима и препорукама за даља истраживања. У другом делу овог поглавља је дат приказ метода испитивања коришћених у досадашњим истраживањима како би се помогло научној заједници и стручној јавности да пронађу одговарајуће методе за процену наведених параметара. Методе које су до сада коришћене су детаљано описане, приказане су њихове предности и мане, а затим су дате и препоруке за њихову даљу употребу. Коначно, дат је збирни приказ метода испитивања које омогућавају одређивање (квантификовање) параметара који се односе на интеракцију између битумена из *RAP*-а и адитива за рециклирање. Методологија истраживања, тј. кратки описи и поједностављене матрице експеримената, је описана у трећем поглављу. Такође су приказана и кратка објашњења лабораторијских испитивања спроведених за потребе израде докторске дисертације.

У четвртном поглављу су приказане карактеристике компоненталних материјала који су коришћени у оквиру дисертације (нов битумен, нов агрегат, адитиви за рециклирање и стругани асфалт), а затим су објашњени начини припреме узорака у зависности од врсте испитивања. На крају су детаљно описане методе испитивања.

Пето поглавље се састоји из два дела. У првом је развијена методологија за одређивање оптималне температуре загревања струганог асфалта, са или без додатка адитива. По четири узорка *RAP*-а и адитива за рециклирање су припремљена у Маршаловом и жироскопском набијачу након загревања на различитим температурама (70°C, 100°C, 140°C, and 170°C), док су узорци направљени само од *RAP*-а припремљени и на додатној температури од 190°C. Запреминске карактеристике свих узорака су биле одређене пре мерења њихове крутости и чврстоће при индиректном затезању, као и пре прорачуна параметра CT_{index} , који представља осетљивост асфалтних мешавина на појаву пукотина.

Добијени резултати су затим укључени у пробабилитичку методу оптимизације (Монте Карло) како би се одредила оптимална температура загревања *RAP*-а у зависности од начина збијања и присуства адитива за рециклирање. Резултати испитивања, тачније крутост и чврстоћа при индиректном затезању, су такође искоришћени и за одређивање степена активације битумена из струганог асфалта у зависности од температуре његовог загревања. То је постигнуто упоређивањем наведених карактеристика са истим карактеристикама асфалтне мешавине где је симулирана потпуна активација битумена (најпре је екстрахован битумен из струганог асфалта, који је након тога био изложен поступку отпаривања (раздвајање битумена од растварача), и затим поново умешан са истим агрегатом из струганог асфалта).

У другом делу овог поглавља је развијена методологија пројектовања вруће асфалтне мешавине са високим садржајем струганог асфалта, у овом случају са 50%, а која се може користити и за пројектовање асфалтних мешавина и са другачијим садржајем струганог асфалта. Експериментални део испитивања је био планиран у складу са методологијом која је развијена од стране Долерта, где је за потребе испитивања припремљено седам асфалтних мешавина са различитим садржајем адитива за рециклирање и новог битумена. По четири узорка од сваке мешавине је припремљено коришћењем Маршаловог набијача и затим су одређене њихове запреминске карактеристике, крутост, чврстоћа при индиректном затезању и CT_{index} . Експериментални подаци су затим анализирани применом методе одзива површине (Response Surface Methodology - RSM) и развијени су одговарајући модели. Поузданост развијених модела је

анализирана применом различитих статистичких метода, и они су затим били верификовани припремом две додатне асфалтне мешавине, које су на основу развијених модела задовољавале одређене вредности параметара. На основу развијених модела, одређен је оптимални садржај адитива за рециклирање и новог битумена у асфалтној мешавини која се користи за израду посећег слоја са 50% струганог асфалта.

У шестом поглављу су испитане три асфалтне мешавине: контролна (која се састојала од нових материјала), и мешавине са 15% струганог асфалта и са 50% струганог асфалта, пројектоване у складу са процедуром дефинисаном у петом поглављу. Одређене су следеће карактеристике: крутост, осетљивост на дејство воде, отпорност на смрзавање и одмрзавање, пукотине (CT_{index}), замор и трајну деформацију (колотраге).

У последњем, седмом поглављу, су приказани закључци докторске дисертације, као и препоруке за будућа истраживања.

Након списка коришћене литературе, у прилозима је приказан део резултата испитивања, као и помоћни материјал потребан за анализу резултата испитивања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација се бави савременим проблемима који се односе на целокупан процес пројектовања асфалтних мешавина по врућем поступку са високим садржајем струганог асфалта. Пројектовање таквих представља велики изазов услед непознатог понашања остарелог битумена у новим асфалтним мешавинама, почевши од процеса производње (степен активације и доступности остарелог битумена, као и ниво умешавања са адитивима за рециклирање), па све до краја њиховог експлоатационог века (ефекат дифузије). Њихове карактеристике се често разликују од карактеристика мешавина са новим материјалима – оне су круће услед присуства остарелог битумена, и због тога су осетљивије на појаву пукотина и ниске температуре, али и отпорније на трајну деформацију. Како би се компензовало присуство остарелог битумена, а и да би он у што већој мери активно учествовао у новој мешавини, користе се адитиви за рециклирање. То су производи индустријског или алтернативног порекла, чија би употреба требала да поврати карактеристике старог битумена или да побољша степен доступности и умешавања. Међутим, количина адитива и/или новог битумена који се додаје значајно зависи од наведених параметара и неопходно је одредити оптимални садржај, пошто превелика количина доводи до проблема са колотразима, а премала количина до проблема са осетљивошћу на дејство воде и на пукотине. Управо због наведених чињеница је развијена методологија пројектовања која омогућава одређивање оптималних количина адитива и новог битумена.

Досадашње методе за пројектовање асфалтних мешавина са високим садржајем струганог асфалта подразумевају да се остарели битумен у потпуности активира, али се то у пракси ретко дешава. Досадашња истраживања су доказала да температура загревања струганог асфалта, као и присуство адитива за рециклирање, значајно утичу на карактеристике таквих мешавина. Први параметар у поступку производње асфалтних мешавина са високим садржајем струганог асфалта (након одређивања основних карактеристика) је одређивање његове оптималне температуре загревања која не сме бити превише ниска, пошто се у том случају не може у потпуности активирати остарели битумен, а ни превисока, пошто се онда исти може оштетити. У досадашњој литератури, као ни у стандардизованим методама, још увек не постоји јасно дефинисана методологија за одређивање оптималне температуре загревања струганог асфалта. Због тога је у оквиру ове дисертације развијена једноставна методологија за одређивање оптималне температуре загревања, заснована на једноставним лабораторијским опитима. У оквиру ове дисертације је такође доказано да степен активације значајно зависи од температуре загревања струганог асфалта, али је доказано и да га није могуће прецизно одредити. Због тога је било неопходно развити методологију пројектовања која ће омогућити производњу асфалтних мешавина са карактеристикама сличним мешавини са новим материјалима.

Допринос дисертације чине и резултати испитивања асфалтне мешавине пројектоване у складу са развијеном методологијом који су упоређени са резултатима испитивања контролне мешавине и мешавине са 15% струганог асфалта, доказујући да развијена методологија омогућава производњу асфалтне мешавине са високим садржајем струганог асфалта која има задовољавајуће карактеристике. Резултати испитивања имају тренутну практичну вредност и могућност примене у пракси. Такође, развијена методологија има значајан потенцијал у примени у грађевинској пракси.

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма *iThenticate* којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације „Mix Design Methodology of Hot Mix Asphalt with High Content of Reclaimed Asphalt Pavement“ (на српском „Методологија пројектовања врућих асфалтних мешавина са високим садржајем струганог асфалта“), аутора Марка Орешковића, потврђена је оригиналност ове докторске дисертације.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У изради ове докторске дисертације коришћено је 196 библиографских јединица, од чега су 33 стандарда из области испитивања материјала и пројектовања коловозних конструкција. Већину референци чине радови објављени у врхунским међународним часописима попут *Construction and Building Materials*, *Road Materials and Pavement Design*, *International Journal of Pavement Engineering*, *Fuel*, *Transportation Research Record*, *Materials*, *Materials and Structures*, *Journal of Testing and Evaluation*, као и радови објављени на значајним међународним конференцијама, извештаји истраживачких пројеката и докторске дисертације.

Највећи број референци је новијег датума: 150 референци је публиковано након 2000. године, од чега 75 у периоду између 2015. и 2020. године.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Рад у дисертацији је реализован паралелном применом теоријског приступа ослобођеног на податке добијене из литературе и практичног приступа заснованог на сопственом експерименталном истраживању.

За сагледавање постојећих сазнања из предметне области извршена је синтеза досадашњих истраживања применом структурално-функционалне и компаративне анализе објављених резултата, док је за планирање и анализу резултата експерименталног истраживања примењена хипотетичко-дедуктивна метода.

У оквиру експерименталног истраживања извршено је испитивање карактеристика компоненталних материјала, а затим су за потребе развијања методологије пројектовања, као и за одређивање оптималне температуре загревања струганог асфалта, испитане следеће карактеристике узорака припремљених у Маршаловом и жироскопском набијачу: запреминске карактеристике, крутост и чврстоћа при индиректном затезању. У последњој фази експеримента испитане су следеће карактеристике асфалтне мешавине са новим материјалима, као и асфалтних мешавина са 15% и 50% струганог асфалта (пројектоване у складу са развијеном методологијом): запреминске карактеристике, крутост, осетљивост на воду, отпорност на замор, појаву пукотина (CT_{index}), трајну деформацију и замрзавање и одмрзавање.

У анализи сопствених експерименталних резултата коришћене су компаративне и статистичке методе испитивања. Наведене методе истраживања су у потпуности адекватне за примену у предметном истраживању.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати добијени у оквиру истраживања указују:

1. да је применом развијене методологије могуће одредити оптималну температуру загревања било ког струганог асфалта, као и утицај адитива за рециклирање на снижавање температуре загревања;
2. да степен активације битумена из струганог асфалта зависи од температуре загревања струганог асфалта;
3. да је применом развијене методологије пројектовања могуће одредити оптимални садржај адитива за рециклирање и новог битумена у новој асфалтној мешавини са високим садржајем струганог асфалта;
4. да мале количине струганог асфалта (до 15%) у новој асфалтној мешавини не утичу значајно на њене карактеристике и таква мешавина има сличне карактеристике као контролна мешавина (са новим материјалима);
5. да асфалтна мешавина са 50% струганог асфалта може имати сличне карактеристике као и контролна мешавина уколико се примени развијена метода пројектовања врућих асфалтних мешавина са високим садржајем струганог асфалта.

Изведени закључци су последица анализа спроведених на сопственим експерименталним резултатима. Поред тога, опсежна анализа резултата испитивања и објашњење интеракције између адитива за рециклирање и битумена из струганог асфалта указују на могућност да се резултати проистекли из дисертације могу несметано користити у даљим истраживањима, уз неопходна додатна испитивања.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат се у оквиру своје докторске дисертације бавио изучавањем и критичком анализом доступне релевантне литературе, затим планирањем, спровођењем, обрадом и анализом резултата експерименталног истраживања. Систематичним приступом постављеном проблему, повезујући различите сегменте научно-истраживачког рада, Марко Орешковић је успешно решио постављене задатке и доказао да поседује способност за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру докторске дисертације Марка Орешковића остварени су следећи научни доприноси:

1. Успостављени су јединствени термини и објашњења термина који су у досадашњој литератури били нејасни (степен активације битумена из струганог асфалта, степен доступности битумена из струганог асфалта и степен умешавања (интеракције) између битумена из струганог асфалта и адитива за рециклирање);
2. Развијена је методологија одређивања оптималне температуре загревања струганог асфалта;
3. Развијена је методологија пројектовања врућих асфалтних мешавина са високим садржајем струганог асфалта (50%);
4. Доказано је да асфалтне мешавине са 15% и 50% струганог асфалта могу имати сличне карактеристике као и контролна мешавина (направљена од нових материјала).

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Истраживачки рад Марка Орешковића, маг. инж. грађ. се бавио испитивањем у области рециклираних асфалтних мешавина са циљем повећања употребе струганог асфалта у новим асфалтним мешавинама.

У оквиру истраживања је спроведен низ лабораторијских испитивања, већином стандардизованих, која захтевају темељне припреме и прецизно спровођење. Добијени резултати омогућавају извођење закључака, као и употребу од стране других истраживача.

Испитивања у оквиру дисертације су утврдила да је могуће (на лабораторијском нивоу), применом развијене методологије, направити асфалтну мешавину са високим садржајем струганог асфалта која има сличне, ако не и боље карактеристике у поређењу са асфалтном мешавином направљеном од нових материјала. Посебно се истичу повећана отпорност на смрзавање и одмрзавање, отпорност на колотраге и замор.

Како би развијена методологија могла да има ширу употребу у пракси, неопходно је спровођење додатних испитивања у погледу употребе различитих компоненталних материјала (RAP-а, новог битумена и адитива за рециклирање), врсте асфалтних мешавина (за израду хабајућег, везног или носећег слоја) и количине струганог асфалта. Такође би требало истражити понашање пројектованих асфалтних мешавина током дужег временског периода у реалним условима.

4.3. Верификација научних доприноса

У току израде дисертације, Марко Орешковић је међународној и домаћој, научној и стручној јавности представио свој рад кроз следеће публикације:

Категорија M21a:

1. **Orešković, M.**, Menegusso Pires, G., Bressi, S., Vasconcelos, K., Lo Presti, D. (2020) *Quantitative assessment of the parameters linked to the blending between reclaimed asphalt binder and recycling agent: A literature review*. *Construction and Building Materials*, Volume 234. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2019.117323

Категорија M21:

1. Bressi, S., Santos, J., **Orešković, M.**, Losa, M. (2019) *A comparative environmental impact analysis of asphalt mixtures containing Crumb Rubber and Reclaimed Asphalt Pavement using Life Cycle Assessment*. *International Journal of Pavement Engineering*. DOI: 10.1080/10298436.2019.1623404
2. Lo Presti, D., Vasconcelos, K., **Orešković, M.**, Menegusso Pires, G., Bressi, S. (2019) *On the Degree of binder Activity of reclaimed asphalt and Degree of Blending with recycling agents*. *Road Materials and Pavement Design*. DOI: 10.1080/14680629.2019.1607537

Категорија M33:

1. **Orešković, M.**, Porot, L., Trifunović, S., Mladenović, G. (2020) *Empirical, rheological and chemical properties of recycled binder blends with rejuvenators at different ageing levels*. *RILEM International Symposium on Bituminous Materials*, December 14-16, Lyon, France
2. **Orešković, M.**, Mladenović, G., Bressi, S., Losa, M. (2018) *Optimal waste cooking oil dosage in blends containing aged binder*. In: *Advances in Materials and Pavement Prediction (AM3P 2018)*, April 16-18, 2018, Doha, Qatar
3. **Orešković, M.**, Bressi, S., Lo Presti, D., Di Mino, G. (2017) *Influence of bio-based additives on RAP clustering and asphalt binder rheology*. In: *10th International Conference on the Bearing Capacity of Road, Railways and Airfields*, June 28-30, Athens, Greece.

4. Orešković M., Ćirilović J., Mladenović G. (2013) *Performance of asphalt mixtures with increased content of recycled asphalt material*, In Proceedings, 14th Colloquium on asphalt and bitumen, 28-29 November 2013, Bled, Slovenia., pp. 157-167

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

У оквиру докторске дисертације под насловом „Mix Design Methodology of Hot Mix Asphalt with High Content of Reclaimed Asphalt Pavement“ (на српском „Методологија пројектовања врућих асфалтних мешавина са високим садржајем струганог асфалта“) најпре је предложена методологија одређивања оптималне температуре загревања струганог асфалта, а затим и оригинална методологија пројектовања асфалтних мешавина са високим садржајем струганог асфалта. Резултати експерименталних истраживања која су спроведена од стране кандидата, као и развијени концепт методологије, представљају оригиналан научни и стручни допринос у области грађевинарства. Резултати истраживања имају практичну примену, а могу да послуже и као основ за даља научна истраживања у овој области.

Комисија сматра да урађена докторска дисертација кандидата Марка Орешковића, маг. инж. грађ. представља вредан и значајан допринос пројектовању савремених, рециклираних асфалтних мешавина које се све више користе широм света. Комисија сматра да дисертација у потпуности испуњава све захтеване критеријуме који се од докторске дисертације очекују, као и да је кандидат испољено способност за самосталан научно-истраживачки рад у свим фазама израде ове дисертације.

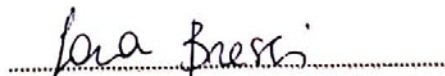
Сходно претходном, Комисија предлаже Наставно-научном већу Грађевинског факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под насловом „Mix Design Methodology of Hot Mix Asphalt with High Content of Reclaimed Asphalt Pavement“ (на српском „Методологија пројектовања врућих асфалтних мешавина са високим садржајем струганог асфалта“) кандидата Марка Орешковића, маг. инж. грађ. изложи на увид јавности, прихвати и упути на коначно усвајање Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду, као и да се након завршетка ове процедуре кандидат позове на јавну одбрану дисертације на енглеском језику.

Београд, 04.12.2020.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



В. проф. др Горан Младеновић,
Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Србија



Dr Sara Bressi, C.E., Research Associate,
University of Pisa, Italy



Prof. Dr Nicolas Bueche, C.E.
Bern University of Applied Sciences, Switzerland



В. проф. др Игор Јокановић
Грађевински факултет у Суботици, Универзитет у Новом Саду, Србија

To the Academic Council

Topic: Review report of the doctoral thesis of PhD candidate Marko Orešković, MSc CE

According to the decision of the Academic Council of the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, No. 231/13-17 dated to November 11, 2020, we are elected as members of the Committee for the review, assessment and defence of the doctoral dissertation of PhD candidate Marko Orešković, MSc CE, titled:

MIX DESIGN METHODOLOGY OF HOT MIX ASPHALT WITH HIGH CONTENT OF RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT

In Serbian:

МЕТОДОЛОГИЈА ПРОЈЕКТОВАЊА ВРУЊИХ АСФАЛТНИХ МЕШАВИНА СА ВИСОКИМ САДРЖАЈЕМ СТРУГАНОГ АСФАЛТА

After reviewing the submitted dissertation and after discussions with the candidate, the Committee has prepared the following

R E P O R T

1. INTRODUCTION

1.1. Chronology of the approval for research on the doctoral dissertation

On the meeting of the Council of the Chair of Roads, Railways and Airports held on May 25, 2017, Marko Orešković publicly presented the topic of his doctoral dissertation titled „Mix Design Methodology of Hot Mix Asphalt with High Content of Reclaimed Asphalt Pavement“ (in Serbian „Методологија пројектовања вруњих асфалтних мешавина са високим садржајем струганог асфалта“). The Committee that was formed by the Council of the Chair of Roads, Railways and Airports and composed of Prof. Dr Zdenka Popović, Associate Prof. Dr Goran Mladenović and Assistant Prof. Dr Luka Lazarević, accepted the proposed topic and suggested to the candidate to submit the proposal of the dissertation to the Academic Council of the Faculty of Civil Engineering.

According to the decision of the Academic Council of the Faculty of Civil Engineering, No. 231/1 from June 01, 2017, Prof. Dr Goran Mladenović, Prof. Dr Nicolas Bueche (Ber University of Applied Sciences, Switzerland) and Dr Sara Bressi (University of Palermo, Italy) were appointed as members of the Committee for the assessment of the scientific justification of the doctoral dissertation proposal titled “Mix Design Methodology of Hot Mix Asphalt with High Content of Reclaimed Asphalt Pavement“ (in Serbian „Методологија пројектовања вруњих асфалтних мешавина са високим садржајем струганог асфалта“). The positive Report by the Committee for the assessment of the scientific justification of the proposal of doctoral dissertation was accepted on the meeting of the Academic Council of the Faculty of Civil Engineering held on June 29, 2017 (decision No. 231/10 dated June 30, 2017). The final approval for the research and title of the doctoral dissertation was given by the decision of the Academic Council of Technical Sciences of the University of Belgrade at the session held on July 04, 2017 (decision No. 61206-2691/2-17 dated July 04, 2017).

The candidate submitted the completed doctoral dissertation to the Office of student affairs of the Faculty of Civil Engineering on November 11, 2020.

1.2. Scientific field of the dissertation

The topic of the doctoral dissertation belongs to the scientific field of Civil Engineering and to the scientific sub-field of Construction and maintenance of roads and airports defined by the Statute of the University of Belgrade's Faculty of Civil Engineering. Dr Goran Mladenović, professor at the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade was proposed as the supervisor of the doctoral dissertation. Publications from international journals which qualified Prof. Dr Goran Mladenović to be the supervisor are:

1. Radević, A., Isailović, I., Wistuba, M.P., Zakić, D., Orešković, M., **Mladenović, G.** (2020). *The Impact of Recycled Concrete Aggregate on the Stiffness, Fatigue, and Low-Temperature Performance of Asphalt Mixtures for Road Construction*, *Sustainability* 2020, 12, 3949; doi:10.3390/su12103949
2. Ćirilović-Stanković, J., **Mladenović, G.**, Queiroz, C. (2019), *Impact of CO₂ Emissions on Low Volume Road Maintenance Policy: Case Study of Serbia*, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, National Research Council & SAGE Publications, pp. 1-9, ISSN: 2169-4052, DOI: 10.1177/0361198119854083
3. Mirković, K., Tošić, N., **Mladenović, G.** (2019), *Effect of Different Types of Fly Ash on Properties of Asphalt Mixtures*, *Advances in Civil Engineering*, vol. 2019, Article ID 8107264, 11 pages, DOI: 10.1155/2019/8107264
4. Radević, A., Đureković, A., Zakić, D., **Mladenović, G.** (2017). *Effects of recycled concrete aggregate on stiffness and rutting resistance of asphalt concrete*, *Construction and Building Materials*, 136, (2017), 386–393, <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.01.043>
5. Ćirilović, J., **Mladenović, G.**, Queiroz, C. (2015). *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
6. Ćirilović, J., Vajdić, N., **Mladenović, G.**, Queiroz, C. (2014). *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)

1.3. Biography of the candidate

Marko Orešković, MSc CE was born in Pančevo on March 19, 1988. He finished primary school “Žarko Zrenjanin” in Kačarevo as a holder of Vuk’s diploma, and gymnasium “Mihajlo Pupin” in Kovačica. He enrolled in 2007 at the study program Civil Engineering at the Faculty of Civil Engineering of the University of Belgrade. He has finished Bachelor academic studies at the Module for Roads, Railways and Airports in September 2011 with diploma work in Pavement engineering, titled "Quality control of stone filler for use in asphalt mixtures according to the European standards". The average mark was 8.11, and the mark of diploma work was 10. He has received a scholarship from the Fund of Engineer Blagoje Jevrić for outstanding results achieved on the subjects of the Department of Roads, Airports and Railways in the school year 2010/11.

Mr Orešković started attending the master academic studies at the study program Civil Engineering, Module for Roads, Railways and Airports in the school year 2011/12 and defended Master thesis “The influence of reclaimed asphalt concrete on asphalt mixtures stiffness” on 9 October 2012. The average mark on master studies was 9.29, and the mark of master thesis was 10 which was awarded as the as the best master work on the Road, Railway and Railway Module in school year 2011/12. During studies Marko Orešković was engaged as a student-assistant on the courses Pavement design and Road maintenance.

Marko Orešković enrolled in the doctoral studies at the study program Civil Engineering at the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade in 2012/13 and passed all the exams with an average mark of 9.63.

Marko Orešković was employed from January 2013 to January 2020 at the Faculty of Civil Engineering as a PhD Student – Teaching Assistant in the field of Construction and maintenance of roads and airports. He was appointed as a Research assistant at the Academic Council of the Faculty of Civil Engineering, which was held on December 13, 2018.

As the author and co-author, he published 28 research papers, from which five in journals indexed in the Science Citation Index (SCI) list. He presented his research results at several national and international scientific conferences. He participates in research project TR 36017 of the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia titled "Investigation of the possibility of using waste and recycled materials in concrete composites, with an environmental impact assessment, in order to promote sustainable construction in Serbia" as well as in bilateral project with the University of Pisa, Italy, titled „*Hot mix Asphalt with high Reclaimed Asphalt Content (HARAC)*“. He has also participated in bilateral project with the University of Braunschweig, Germany, under the title „*Fatigue and self-healing properties of bitumen and asphalt mixtures (EASPHALT)*“. He is member of RILEM’s technical committees: 279-WMR: *Valorisation of Waste and Secondary Materials for Roads* and FBB: *Fingerprinting bituminous binders using physico-chemical analysis* and working groups of the technical committee 264-RAP: *Asphalt Pavement Recycling*.

As part of his professional work, he participated in the development of conceptual designs, building permit designs and construction designs, and is licenced engineer in Serbia. He actively participates in testing in the Pavement Research Laboratory at the Faculty of Civil Engineering. The candidate speaks English fluently and speaks German.

2. OUTLINE OF THE DISSERTATION

2.1. Content of the dissertation

The doctoral dissertation “Mix Design Methodology of Hot Mix Asphalt with High Content of Reclaimed Asphalt Pavement“ (in Serbian „Методологија пројектовања врућих асфалтних мешавина са високим садржајем струганог асфалта“) prepared by Marko Orešković contains 158 pages, with the main body of text on 105 pages. The dissertation was written in English and is divided into seven chapters:

1. Introduction
2. About the Blending Between Reclaimed Asphalt Binder and Recycling Agent: A Literature Review
3. Research Methodology
4. Materials, Specimen Preparation and Testing Methods
5. Mix Design Methodology of RAM
6. Experimental Results and Discussion
7. Conclusions and Recommendations for Further Research

The dissertation contains 93 figures which show diagrams, drawings and photographs relevant to the illustration of the text and 39 tables. The list of references contains 196 publications. The dissertation provides an abstract in Serbian and English with keywords. The dissertation contains seven appendices. The author’s biography is provided at the end.

The layout of the dissertation is following University of Belgrade Senate guidelines and special instructions for the layout of the print and electronic versions of doctoral dissertations. The dissertation also contains compulsory chapters and forms: authorship statement, statement about the identity between print and electronic versions and copyright statement.

2.2. Brief outline of the chapters in the dissertation

The main body of text of the dissertation contains seven chapters, a bibliography and seven appendices. At the beginning, a list of symbols and abbreviations is provided, as well as acknowledgements, abstract, a list of keywords (in English and Serbian) and a list of figures and tables.

In the *first chapter*, the research topic, the scope of the research, and the research questions and objectives of the dissertation are described. The importance of using high reclaimed asphalt pavement (RAP) content in new hot-mix asphalt (HMA) and the complexity of the mix design procedure of HMA with high RAP content are explained.

The *second chapter* is divided into two parts. In the first part, an overview is provided of the literature review on the factors affecting the blending phenomena between RAP and recycling agent (RA). Then, the anticipated theoretical explanation and practical framework to assess the degree of activation (DoA), degree of availability (DoAv) and degree of blending (DoB) are presented, followed by the conclusions and recommendations for the further studies. The second part of the chapter provides overview of the state-of-the-art testing methods used in previous research studies to help both the scientific and practitioner community to find the appropriate method(s) for the evaluation of the mentioned parameters. The used testing methods are explained in detail, and their advantages and disadvantages are given together with recommendations for assessment of blending parameters. Finally, the methods that have only been used in the evaluation of parameters considered are summarized.

The research methodology of the study, including experimental design, i.e. short descriptions and simplified flow-charts of performed tests, is described in the *third chapter*. There is also given a short explanation of all laboratory tests performed in individual chapters of the dissertation.

The *fourth chapter* shows the measured properties of the componential materials used in the study (virgin bitumen, virgin aggregate, RAs, and RAP), then explains the methods for the preparation of testing specimens, depending on the purpose of the test, and finally describes the testing methods in detail.

The *fifth chapter* consists of two parts. In the first part, a methodology for determining the optimal preheating temperature of RAP, with and without RA, is developed. Four specimens of RAP and RA were compacted in Marshall and gyratory compactors after preheating at different temperatures (70°C, 100°C, 140°C, and 170°C), whereas only RAP specimens were compacted at one more temperature (190°C). The volumetric properties of each specimen were determined before measuring their stiffness and indirect tensile strength (ITS), as well as before the calculation of CT_{index} parameter, which represents the cracking susceptibility of the asphalt mixture.

Obtained results were then included in a probabilistic optimization method (Monte Carlo) to determine the optimal heating temperature of RAP considering the compaction type and RA presence. The testing results, in terms of ITS and stiffness, were also used in the assessment of DoA regarding different preheating temperatures. This was achieved by comparing these properties with the same properties of mixture where full binder activation was forced (binder and aggregate had been initially extracted; binder was later recovered and then re-blended with the extracted aggregate).

In the second part of this chapter, a mix design methodology of hot mix asphalt with high RAP content (50%) was developed. Seven mixtures, with different contents of RA and VB, were prepared according to Doehlert's experimental design. Four specimens of each mixture were compacted in a Marshall compactor, and volumetric properties, stiffness, ITS and CT_{index} were determined. Testing results were then applied to the response surface methodology (RSM) to develop appropriate models. The reliability of developed models was analysed by applying different statistical methods, which were then verified by preparing two additional asphalt mixtures that satisfied certain criteria for each parameter considered. Based on the developed models, the optimal RA and VB contents in the asphalt mixture with 50% RAP were determined.

In the *sixth chapter*, is presented comparison of three mixtures that were tested: control (composed of all virgin materials), with 15% RAP, and with 50% RAP, designed according to the procedure developed in the fifth chapter. The following properties of each mixture were determined and later compared: stiffness, water sensitivity, freeze-thaw, cracking (CT_{index}), fatigue resistance, and resistance to permanent deformation (rutting resistance).

The *seventh chapter* summarizes the general conclusions of the study and gives several recommendations for further studies.

After the bibliography, the appendices provide testing results and auxiliary material which was necessary for data analysis.

3. ASSESSMENT OF THE DISSERTATION

3.1. Modernity and originality

The doctoral dissertation deals with contemporary problems related to the entire process of designing HMA with high content of RAP. The design of such a mixture is a great challenge due to the unknown behaviour of aged bitumen in new, recycled asphalt mixtures, starting from the manufacturing process (degree of binder activation, degree of binder availability of aged bitumen and the degree of blending between aged binder and recycling agents) until the end of their service life (diffusion effect). Their characteristics often differ from the characteristics of mixtures with new materials - they are stiffer due to the presence of aged bitumen, and therefore are more sensitive to fatigue and low temperature cracking, but also more resistant to permanent deformation. In order to compensate for the presence of aged bitumen in new mixture, and to increase its availability, recycling agents may be used. These agents can be industrial products or of an alternative origin, and they should restore the properties of aged bitumen and/or improve the degree of binder availability and degree of blending. However, the amount of agent and/or new bitumen in new asphalt mixture significantly depends on the stated parameters and it is quite important to determine the optimal contents, because high amounts would lead to problems with rutting resistance, whereas insufficient amounts would lead to problems with water and cracking sensitivity. Considering these facts, a mix design methodology of hot mix asphalt with high RAP content has been developed, enabling the determination of optimal amounts of recycling agent and virgin bitumen.

Most of previous mix design methods of HMAs with high RAP imply that the aged bitumen coming from RAP is fully activated, but this rarely happens in the reality. Previous studies have proven that the preheating temperature of RAP, as well as the presence of recycling agents, significantly affect the properties of these mixtures. The first step in the manufacturing process of HMA with high RAP content (after determining its basic properties) is to determine optimal heating temperature of RAP, which must not be too low, because in that case it will not fully activate aged bitumen nor too high, because it can affect the properties of already aged bitumen. Previous studies, as well as standardized methods, still do not clearly define methodology for determining the optimal preheating temperature of RAP. Therefore, within this dissertation, a simple methodology, based on the simple laboratory tests, was developed. It has also been proven that the degree of activation significantly depends on the preheating temperature of RAP, but it has also been proven that it cannot be precisely determined. Therefore, it was necessary to develop a mix design methodology of HMA with high RAP content that would enable the production of asphalt mixtures with properties similar to the mixture with virgin materials (control mixture).

The contribution of the dissertation includes also testing results of the HMA designed in accordance with the developed methodology, which are compared with the testing results of the control mixture and the mixture with 15% RAP, proving that the developed mix design methodology enables production of HMA with comparable properties. The testing results have current practical value and the possibility of application in practice. Additionally, the developed methodology has significant potential for application in practice.

Based on the Ordinance on the procedure for verifying the authenticity of doctoral dissertations defended at the University of Belgrade and the findings from the report obtained from the *iThenticate* program, which verified the authenticity of the doctoral dissertation "Mix Design Methodology of Hot Mix Asphalt with High Content of Reclaimed Asphalt Pavement" (in Serbian "Методологија пројектовања врућих асфалтних мешавина са високим садржајем струганог асфалта"), authored by Marko Orešković, the originality of this doctoral dissertation is confirmed.

3.2. Assessment of the literature review

For this doctoral dissertation, 196 references were used, out of which are 33 standards from the field of material testing and pavement design. Most of the references are papers published in prestigious indexed scientific journals such as *Construction and Building Materials*, *Road Materials and Pavement Design*, *International Journal of Pavement Engineering*, *Fuel*, *Transportation Research Record*, *Materials*, *Materials and Structures*, *Journal of Testing and Evaluation*, as well as publications from the conference proceedings, research projects and doctoral dissertations.

The largest number of references is of more recent date: 150 references were published after 2000, out of which 75 was published in the period between 2015 and 2020.

3.3. Brief description and adequacy of the used scientific methods

Doctoral dissertation was realized by parallel application of a theoretical approach, based on data obtained from the previous studies, and a practical approach based on the own experimental research.

In order to review the existing knowledge from the subject area, a synthesis of previous research was performed using structural-functional and comparative analysis of published results, whereas a hypothetical-deductive method was applied to plan and analyse the experimental results.

The properties of component materials were initially examined, and then, for the purpose of developing the design methodology, as well as for determining the optimal preheating temperature of RAP, the following properties of samples prepared using Marshall and gyratory compactors were examined: volume characteristics, stiffness and indirect tensile strength (ITS). In the last phase of the experiment, the following properties of the asphalt mixture with new materials, as well as asphalt mixtures with 15% and 50% of recycled asphalt (designed in accordance with the developed methodology) were examined: volume characteristics, stiffness, water sensitivity and resistance to fatigue, cracking (CT_{index}), permanent deformation and freeze-thaw.

Comparative and statistical testing methods were used in the analysis of own experimental results. These research methods are fully adequate for application in the subject research.

3.4. Applicability of the obtained results

The research results from the dissertation indicate that:

1. Application of the developed methodology ensures determination of the optimal preheating temperature of any RAP, and also determination of the impact of recycling agent on it;
2. The degree of binder activation strongly depends on the preheating temperature of RAP;
3. It is possible, by applying the developed mix design methodology, to determine the optimal content of recycling agents and virgin bitumen in the new asphalt mixture with high RAP content;
4. Small quantities of RAP (up to 15%) in the new asphalt mixture do not significantly affect HMA properties and such mixture has similar properties as the control mixture (with virgin materials);
5. The asphalt mixture with 50% RAP can have similar properties as the control mixture if the developed mix design method of HMA with high RAP content is applied.

The derived conclusions are a consequence of the analysis of the experimental results. In addition, an extensive analysis of the test results and an explanation of the interaction between recycling agent and aged bitumen coming from RAP indicate the possibility that the results obtained from the dissertation can be used unhindered in further research, with the necessary additional tests.

3.5. Assessment of the candidate's competency for independent scientific research

During the work on the doctoral dissertation, the candidate was engaged in studying and critically analysing available literature, as well as in planning and conducting of experimental programme, including analysis of the testing results. With a systematic approach to the posed problem and by connecting different segments of scientific and research efforts, Marko Orešković successfully solved the posed tasks and proved himself competent for independent scientific research.

4. SCIENTIFIC CONTRIBUTION OF THE DISSERTATION

4.1. Overview of scientific results

Within the doctoral dissertation of Marko Orešković, the following scientific contributions were made:

1. Uniform terms and explanations of terms, that have been unclear in the previous literature, have been established (degree of binder activation, degree of binder availability and degree of blending between bitumen coming from RAP and recycling agents);
2. A methodology for determining the optimal preheating temperature of RAP has been developed;
3. A methodology for designing hot mix asphalt with high RAP content (in this research 50%) has been developed;
4. It has been proven that asphalt mixtures with 15% and 50% RAP can have similar characteristics as the control mixture (made of virgin materials).

4.2. Critical analysis of the obtained results

The research work of Marko Orešković, MSc CE, belongs to the field of asphalt recycling with the aim of increasing the use of RAP in new asphalt mixtures.

In doctoral dissertation, laboratory tests, mostly standardized, have been conducted, requiring the careful preparation and precise implementation. The obtained results enable drawing conclusions, as well as the use by other researchers.

Experimental tests performed within the dissertation showed that it is possible (at the laboratory level) to produce an asphalt mixture with high RAP content, using the developed methodology, which has similar, or even better properties compared to asphalt mixture made of new materials. Particular emphasis was placed on increased freeze-thaw resistance and resistance to rutting and fatigue.

In order to ensure wider application of the developed methodology in practice, it is necessary to perform additional tests regarding the use of different component materials (RAP, virgin bitumen and recycling agents), types of asphalt mixtures (for wearing, binder or base layers) and quantities of RAP. The properties of the designed asphalt mixtures over a longer period of time in real conditions should also be investigated.

4.3. Verification of scientific contribution

During his doctoral studies, Marko Orešković presented his work to international and national scientific and expert audience through the following publications:

Category M21a:

1. **Orešković, M.**, Menegusso Pires, G., Bressi, S., Vasconcelos, K., Lo Presti, D. (2020) *Quantitative assessment of the parameters linked to the blending between reclaimed asphalt binder and recycling agent: A literature review*. *Construction and Building Materials*, Volume 234. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2019.117323

Category M21:

1. Bressi, S., Santos, J., **Orešković, M.**, Losa, M. (2019) *A comparative environmental impact analysis of asphalt mixtures containing Crumb Rubber and Reclaimed Asphalt Pavement using Life Cycle Assessment*. *International Journal of Pavement Engineering*. DOI: 10.1080/10298436.2019.1623404
2. Lo Presti, D., Vasconcelos, K., **Orešković, M.**, Menegusso Pires, G., Bressi, S. (2019) *On the Degree of binder Activity of reclaimed asphalt and Degree of Blending with recycling agents*. *Road Materials and Pavement Design*. DOI: 10.1080/14680629.2019.1607537

Category M33:

1. **Orešković, M.**, Porot, L., Trifunović, S., Mladenović, G. (2020) *Empirical, rheological and chemical properties of recycled binder blends with rejuvenators at different ageing levels*. *RILEM International Symposium on Bituminous Materials*, December 14-16, Lyon, France
2. **Orešković, M.**, Mladenović, G., Bressi, S., Losa, M. (2018) *Optimal waste cooking oil dosage in blends containing aged binder*. In: *Advances in Materials and Pavement Prediction (AM3P 2018)*, April 16-18, 2018, Doha, Qatar
3. **Orešković, M.**, Bressi, S., Lo Presti, D., Di Mino, G. (2017) *Influence of bio-based additives on RAP clustering and asphalt binder rheology*. In: *10th International Conference on the Bearing Capacity of Road, Railways and Airfields*, June 28-30, Athens, Greece.
4. **Orešković M.**, Ćirilović J., Mladenović G. (2013) *Performance of asphalt mixtures with increased content of recycled asphalt material*, In *Proceedings, 14th Colloquium on asphalt and bitumen*, 28-29 November 2013, Bled, Slovenia., pp. 157-167

5. CONCLUSION AND RECOMMENDATION

In the scope of the doctoral dissertation titled “Mix Design Methodology of Hot Mix Asphalt with High Content of Reclaimed Asphalt Pavement“, the methodology for determination of the optimal preheating temperature of RAP, , as well as mix design methodology of HMA with high RAP content were developed. Testing results present an original scientific and professional work which makes considerable contribution in the field of civil engineering. The results of the research have practical application, and can be used as a basis for further research in this field.

The Committee considers the PhD dissertation of candidate Marko Orešković as a valuable and significant contribution to the design of modern, recycled asphalt mixtures that are increasingly used around the world. The Committee confirms that the dissertation completely fulfils all necessary criteria expected from the doctoral dissertation, as well as that the candidate has proved himself to be competent for the scientific research in all the phases of the work on his dissertation.

According to previous statements, the Committee recommends to the Academic council to accept the doctoral dissertation of the candidate Marko Orešković, MSc CE, titled „Mix Design Methodology of Hot Mix Asphalt with High Content of Reclaimed Asphalt Pavement“ (in Serbian „Методологија

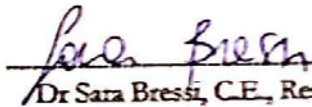
пројектовања врућих асфалтних мешавина са високим садржајем структурираног асфалта^(*)), to expose it to the public review and send it to the University Board of Civil Engineering and Urbanistic Sciences for the final acceptance, as well as to approve its public defence in English language after the conclusion of the procedure.

Belgrade, 4th December 2020

COMMITTEE MEMBERS



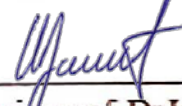
Associate prof. Dr Goran Mladenović,
University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, Serbia



Dr Sara Bressi, C.E., Research Associate,
University of Pisa, Italy



Prof. Dr Nicolas Bueche, C.E.
Bern University of Applied Sciences, Switzerland



Associate prof. Dr Igor Jokanović,
Faculty of Civil Engineering in Subotica, University of Novi Sad, Serbia