

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Ведрана Царевића

Одлуком бр. 96/15-17 од 25.05.2020. године именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ведрана Царевића, маг. инж. грађ., под насловом:

**УТИЦАЈ ПРСЛИНА НА МЕХАНИЗМЕ ДЕТЕРИОРАЦИЈЕ И ТРАЈНОСТ
АРМИРАНОБЕТОНСКИХ КОНСТРУКЦИЈА**

Наслов на енглеском језику:

**INFLUENCE OF CRACKS ON THE DETERIORATION MECHANISMS AND
DURABILITY OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES**

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 материјале и конструкције одржаној 17.02.2017. Ведран Царевић је јавно излагао предложену тему докторске дисертације под насловом „Утицај прслина на механизме детериорације и трајност армиранобетонских конструкција“ (на енглеском језику „Influence of cracks on the deterioration mechanisms and durability of reinforced concrete structures“). Комисија у саставу проф. др Снежана Маринковић, проф. др Властимир Радоњанин (са Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду) и доц. др Иван Игњатовић је прихватила предложену тему.

Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета бр. 96/4 од 24.02.2017. године, одређена је Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под насловом „Утицај прслина на механизме детериорације и трајност армиранобетонских конструкција“ у саставу проф. др Снежана Маринковић, проф. др Властимир Радоњанин (са Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду) и доц. др Иван Игњатовић. Позитиван извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације усвојен је на седници Наставно-научног већа Грађевинског факултета одржаној 30.03.2017. године (одлука бр. 96/6 од 31.03.2017. године). Веће научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 11.04.2017. (одлука бр. 61206-1460/2-17 од 11.04.2017. године) усвојило је предлог теме докторске дисертације кандидата Ведрана Царевића.

Кандидат је урађену докторску дисертацију предао Служби за студентска питања Грађевинског факултета 28.04.2020. године.

1.2. Научна област дисертације

Тема докторске дисертације припада научној области Грађевинарство и ужој научној области Бетонске конструкције, која је дефинисана Статутом Грађевинског факултета Универзитета у Београду.

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

1. Carević V., **Ignjatović I.** Influence of loading cracks on the carbonation resistance of RC elements. *Construction and Building Materials*. 2019; 227.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.309>
2. Carević V., **Ignjatović I.**, Dragaš J. Model for practical carbonation depth prediction for high volume fly ash concrete and recycled aggregate concrete. *Construction and Building Materials*. 2019; 213, 194-208.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.267>.
3. Stojanović G., Radovanović M., Krstić D, **Ignjatović I.**, Dragaš J., Carević V. Determination of pH in powdered concrete samples or in suspension. *Applied Sciences*. 2019; 9 (16), 3257.
<https://doi.org/10.3390/app9163257>
4. Tošić N., Marinković S., Pecić N., **Ignjatović I.**, Dragaš J. Long-term behaviour of reinforced beams made with natural or recycled aggregate concrete and high-volume fly ash concrete. *Construction and Building Materials*. 2018; 176, 344-358.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.002>
5. **Ignjatović I.**, Marinković S., Tošić N. Shear behaviour of recycled aggregate concrete beams with and without shear reinforcement. *Engineering Structures*. 2017; 141, 386-401.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2017.03.026>
6. Marinković S., Dragaš J., **Ignjatović I.**, Tošić N. Environmental assessment of green concretes for structural use. *Journal of Cleaner Production*. 2017; 154, 633-649
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.015>
7. **Ignjatović I.**, Sas Z., Dragaš J., Somlai J., Kovacs T. Radiological and material characterization of high volume fly ash concrete, *Journal of Environmental Radioactivity*. 2016; 168, 38-45.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvrad.2016.06.021>
8. Tošić N., Marinković S., **Ignjatović I.** A database on flexural and shear strength of reinforced recycled aggregate concrete beams and comparison to Eurocode 2 predictions. *Construction and Building Materials*. 2016; 127, 932-944.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.10.058>
9. Nuccetelli C., Trevisi R., **Ignjatović I.**, Dragaš J. Alkali-activated concrete with Serbian fly ash and its radiological impact, *Journal of Environmental Radioactivity*, 2016; 168, 30-37.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvrad.2016.09.002>
10. Dragaš J., **Ignjatović I.**, Tošić N., Marinković S. Mechanical and time-dependent properties of high-volume fly ash concrete for structural use. *Magazine of Concrete Research*. 2016; 68(12): 632-645
<https://doi.org/10.1680/jmacr.15.00384>
11. **Ignjatović I.**, Marinković S., Mišković Z., Savić A. Flexural behavior of reinforced recycled aggregate concrete beams under short-term loading, *Materials and Structures*. 2013; 46(6), 1045-1059.

<https://doi.org/10.1617/s11527-012-9952-9>

12. Marinković S., Radonjanin V., Malesev M., **Ignjatovic I.** Comparative environmental assessment of natural and recycled aggregate concrete, Waste Management. 2010; 30(11), 2255-2264.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2010.04.012>

13. Marinković S., Koković V., **Ignjatović I.**, Alendar V. Belgrade's Delta City shopping mall - design and construction, Structural Concrete-Journal of the fib. 2010; Vol.11(1), 3-13.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Ведран Царевић рођен је 22.12.1987. године у Бањалуци, где је завршио основну школу и гимназију. Грађевински факултет Универзитета у Београду уписао је 2006. године, где је дипломирао 2010. године на Одсеку за конструкције, са просечном оценом 8,71 и оценом 10 на дипломском раду. Одмах по завршетку основних студија уписао се на мастер академске студије на Грађевинском факултету Универзитета у Београду, које је завршио 2011. године са просечном оценом 9,57 и оценом 10 на завршном раду „Прорачун носивости армирано-бетонских плоча на пробијање према Eurocode 2“.

Након завршетка мастер академских студија запослио се у компанији ГП Крајина Бања Лука где је радио од 2012. до 2015. године као пројектант стамбено-пословних објеката. Од јула 2015. године изабран је у звање асистента-студента докторских студија на групи предмета Бетонске конструкције, на Катедри за материјале и конструкције Грађевинског факултета Универзитета у Београду. Од 2015. до 2018. године обављао је дужност секретара Катедре за материјале и конструкције.

Аутор је и коаутор више радова који су објављени у врхунским међународним часописима и часописима од националног значаја, од чега су три рада објављена у часописима индексираним на СЦИ листи. Коаутор је и поглавља у монографији међународног значаја. Излагао је радове на више од десет домаћих и међународних научних и стручних скупова. Као део стручног рада, учествовао је у изради идејних, главних и пројеката санација различитих објекта као и у израдама стручних мишљења. Кандидат активно говори енглески језик и служи се немачким језиком.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Ведрана Царевића под насловом „Утицај прелина на механизме детериорације и трајност армиранобетонских конструкција“ садржи укупно 249 страна, од којих је основни текст на 192 стране. Дисертација је писана на српском језику и подељена је у шест поглавља:

1. Уводни део
2. Преглед литературе
3. Сопствена експериментална испитивања
4. Карбонатизација
5. Корозија арматуре
6. Закључци и препоруке за будућа истраживања

Дисертација садржи 123 слике на којима су приказани дијаграми, цртежи и фотографије релевантни за илустрацију текста и 48 табела. Списак цитиране литературе садржи 269 наслова. На почетку дисертације је дат резиме на српском и енглеском језику, са кључним речима. Дисертација садржи два 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 има шест поглавља, преглед коришћене литературе и два прилога. На почетку текста је дат садржај, изјава захвалности, резиме и списак кључних речи на српском и енглеском језику.

У првом, уводном, поглављу приказана је позадина и предмет истраживања у којој је истакнуто је да одржива примена рециклираног агрегата и летећег пепела у производњи бетона подразумева проверу њиховог утицаја на својства трајности бетон. Истакнуто је да појава прслина, која је у АБ конструкцијама готово неизбежна, утиче негативно на употребни век кроз повећање транспортних механизма. Имајући то у виду, постављено је питање каква је улога заштитног слоја бетона испресецаног мрежом прслина у обезбеђивању употребног века. Дефинисани су предмет и циљеви истраживања, а приказана је и структура тезе.

Поглавље „Преглед литературе“ садржи преглед досадашњих истраживања доступних у литератури. Анализирана су три основна детериорациона механизма који представљају највећу опасност за објекте у Србији (карбонатизација, пенетрација хлорида и истовремено дејство мрза и соли за одмрзавање). Дефинисани су процеси који доводе до детериорације и приказани су постојећи модели предикције за све разматране процесе. Такође, анализиран је утицај рециклираног агрегата и летећег пепела на процесе детериорације. Након тога, дат је преглед досадашњих истраживања утицаја прслина на три разматрана детериорациона механизма. На основу анализе истраживања, истакнуто је да карбонитизација представља водећи проблем по питању трајности конструкција.

У оквиру трећег поглавља „Сопствена експериментална испитивања“ описан је процес справљања бетона са 50% летећег пепела као замене цемента и цементног бетона са 100% рециклираног крупног агрегата као замена за природни агрегат, а да се при томе задовољи класа бетона потребна за његову конструкцијску примену. Описани програм експерименталног испитивања бетонских мешавина састојао се од пројектовања бетонских мешавина сличних чврстоћа и уградљивости, њиховог справљања и испитивања физичко-механичких карактеристика. Приказани су резултати испитивања физичко-механичких карактеристика справљених бетона.

Четврто поглавље „Карбонатизација“ представља централни део ове тезе у којем су приказани и анализирани резултати сопственог експерименталног испитивања. На почетку поглавља приказано је компаративно испитивање дубине карбонатизације при убрзаним (1%, 2%, 4% и 16% CO₂) и природним условима на узорцима без прслина и одређена је оптимална концентрација CO₂ за наставак испитивања. Након тога, анализирани су постојећи модели предикције дубине карбонатизације и предложена је њихова модификација у случају бетона са летећим пепелом и рециклираним агрегатом. Након установљења везе између убрзане карбонатизационе отпорности и чврстоће при притиску, извршена је анализа употребног века кроз дефинисање дебљине заштитног слоја различитих врста бетона. Други део овог истраживања приказује резултате испитивања утицаја ширине прслине на дубину карбонатизације. Описана је поставка експерименталног испитивања, односно начин на који је формирана жељена прслина. Припремљени су узорци са 5 различитих ширина прслина (0.05, 0.10, 0.15, 0.20 и 0.30 mm) као и референтни узорци без прслина. Утицај прслина и напона притиска у бетону на употребни век анализирани су помоћу доступног пробабилистичког модела предикције за одређивање употребног века. За анализу бетона са летећим пепелом кориштени су модификовани параметри дефинисани у првом делу овог истраживања. Такође, извршена је анализа утицаја дужине осредњавања дубине

карбонатизације на модел за предикцију употребног века. На крају је успостављена аналитичка веза између напона у арматури и измерене ширине прслине на површини бетона како би се напон у арматури могао користити као један од критеријума трајности. Ова веза је анализирана за различите водо-цементне односе, чврстоће, дебљине заштитних слојева и услове изложености. Анализирани су сопствени експериментални резултати и резултати доступни у литератури.

У петом поглављу „Корозија арматуре“ анализиран је период пропагације корозије арматуре у испрским армиранобетонским елементима. Приказани су резултати сопствених експерименталних испитивања и извршена је анализа тих резултата применом полу-пробабилистичког модела. На крају је, на основу аналитичке верификације односа напона у арматури и ширине прслине, за различите врсте бетона, предложено ограничење напона у арматури који омогућава да целокупни употребни век (период иницијације и пропагације) армиранобетонских елемената са прслинама задовољи прописане захтеве трајности.

Резиме најбитнијих остварених сазнања, општи закључци истраживања, као и препоруке за будућа истраживања дати су у шестом поглављу.

Након списка кориштене литературе, у прилозима су приказани нумерички подаци из литературе који су коришћени у анализама у оквиру ове тезе.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Трајност бетона дефинисана је његовом отпорношћу на дејство штетних агенаса из спољашње средине који током времена доводе до различитих врста оштећења (механизми детериорације). Главни детериорациони механизми који утичу на трајност бетона су карбонатизација, пенетрација хлорида, дејство мрза са или без соли за одмрзавање, алкално–силикатна реакција и дејство сулфата. Сви ови механизми деле се у две групе у зависности од врсте оштећења коју производе. Механизми детериорације могу утицати на структуру бетона (мраз са или без соли за одмрзавање, алкално–силикатна реакција и дејство сулфата) или на појаву корозије арматуре унутар бетона (карбонатизација и пенетрација хлорида). Детериорациони механизми зависе од услова средине којима је бетон изложен, па различита географска подручја карактеришу одређени механизми детериорације. Три механизма детериорације који представљају највећу опасност за објекте у Србији су: карбонатизација, пенетрација хлорида и дејство мрза и соли за одмрзавање. Корозија изазвана хлоридима била је предмет многих истраживања протеклих година. За разлику од ње, у литератури постоји врло мало података о утицају прслина на корозију арматуре изазвану карбонатизацијом, поготово на развој корозије током времена. Имајући у виду да је велики број инфраструктурних објеката изложен окружењу богатом угљен–диоксидом, карбонатизација је постала важно питање у анализи трајности армиранобетонских конструкција.

Отпорност бетона на дејство ових механизма детериорације тренутно се код традиционалних цементних бетона са природним агрегатом обезбеђује адекватним заштитним слојем бетона до арматуре и прописаним саставом (минимална количина цемента и максимални водозавезивни фактор). Заштитни слој бетона представља заштиту арматуре од екстремних утицаја кроз смањење транспорта штетних материја који могу узроковати корозију. Међутим, у армиранобетонским конструкцијама појава прслина које пресецају заштитни слој је готово неизбежна појава. Појава прслина доводи до нарушавања структуре заштитног слоја бетона и до убрзања транспорта штетних материја кроз бетон све до арматуре, чиме утичу на трајност армиранобетонских конструкција. Имајући то у виду, поставља се питање каква је улога заштитног слоја бетона испресецаног мрежом прслина у обезбеђивању употребног века. Сходно томе, улогу напонских прслина не би требало занемарити у сагледавању употребног века конструкција. У досадашњој истраживачкој пракси, детериорациони процеси и њихови

транспортни механизми изучавани су и испитивани углавном на неиспрскалим бетонским узорцима. Како би се систематски и свеобухватно испитала трајност армиранобетонских конструкција направљених од различитих врста бетона, неопходно је надоградити постојећа знања испитивањем утицаја прслина на трајност.

Огроман утицај грађевинске индустрије на животну средину углавном је последица велике производње бетона, па је употреба природних сировина, потрошња енергије и производња отпада такође велика. Један од начина да се очувају природни ресурси и бетон учини еколошки прихватљивијим је примена летећег пепела и рециклираног агрегата која је корисна и са економског и са еколошког аспекта. Међутим, њихова примена увелико утиче на физичка, механичка и својства трајности бетона. Да би се осигурала одржива примена ових зелених алтернатива производњи традиционалних цементних бетона са природним агрегатом, морају се проверити њихова својства трајности.

Да би се генерисало ново знање и допринело побољшању постојећих стандарда и инжењерске праксе, развијена је одговарајућа експериментална поставка како би се испитао утицај прслина на дубину карбонатизације и трајност армиранобетонских елемената направљених од различитих врста бетона. У том смислу, ова дисертација се бави врло савременим проблемом који се односи не само на испитивање карбонатизационе отпорности различитих врста бетона него, у највећој мери, на утицај прслина на трајност и употребни век конструкција. Нарочит допринос дисертације јесте опсежна анализа постојећих резултата испитивања различитих врста зелених бетона, као и сопствени експериментални резултати испитивања утицаја прслина на карбонатизацију, којих у постојећој литератури има веома мало. Такође, резултати анализа спроведених у оквиру ове дисертације имају тренутну практичну вредност и могућност примене у 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 „Утицај прслина на механизме детериорације и трајност армиранобетонских конструкција”, аутора Ведрана Царевића, потврђена је оригиналност ове докторске дисертације.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У изради ове докторске дисертације коришћено је 269 библиографских јединица. Већину референци чине радови објављени у врхунским међународним часописима попут *Construction and Building Materials*, *Cement and Concrete Research*, *Cement and Concrete Composites*, *Magazine of Concrete Research*, *Materials and Structures*, *Engineering Structures*, *Journal of Cleaner Production* и *Structural Concrete*, као и радови објављени на значајним међународним конференцијама, извештаји истраживачких пројеката, докторске дисертације и међународни стандарди у области испитивања материјала и пројектовања армиранобетонских конструкција.

Највећи број референци је новијег датума: 208 референци је публиковано након 2000. године, од чега 115 између 2010. и 2019. године.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Рад у дисертацији је реализован паралелном применом теоријског приступа ослоњеног 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

результата, док је за планирање и анализу резултата експерименталног истраживања примењена хипотетичко-дедуктивна метода.

У оквиру експерименталног истраживања извршено је испитивање карактеристика компоненталних материјала, бетонских мешавина цементних бетона са природним агрегатом, бетона са летећим пепелом као заменом цемента и цементних бетона са рециклираним агрегатом као заменом природног агрегата, као и утицај ширине прслина на дубину карбонатизације и употребни век армиранобетонских конструкција. На бетонским узорцима су испитиване физичко-механичке карактеристике мешавина: запреминска маса, чврстоћа при притиску и затезању, модул еластичности и електроотпорност, а на армиранобетонским узорцима је испитиван утицај прслина на карбонатизациону отпорност.

У анализи сопствених и постојећих 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 се модификација *fib*-Model Code модела предикције предложена у овом истраживању може користити за предикцију дубине карбонатизације код бетона са рециклираним агрегатом и летећим пепелом;
2. да се за све бетоне са рециклираним агрегатом (без обзира на проценат замене) могу користити заштитни слојеви дефинисани за цементне бетоне са природним агрегатом у СРПС ЕН 1992-1-1, док је за бетоне са летећим пепелом неопходно повећање заштитног слоја и до два пута;
3. да је успостављањем линеарне релације између напона у арматури и ширине прслине могуће направити предикцију дубине карбонатизације елемената са прслинама, познајући напон у арматури и карбонатизациону отпорност неиспрсканих узорака направљених од истог бетона;
4. да је у прорачуну употребног века армиранобетонских конструкција поред времена иницијације неопходно узети у обзир и период пропагације корозије арматуре.

Изведени закључци су последица анализа спроведених на сопственим експерименталним резултатима и на бази података, која је направљена прикупљањем експерименталних резултата доступних у литератури. Добијени експериментални резултати сами по себи представљају допринос јер омогућавају надоградњу и олакшавају будући истраживачки рад. Поред тога, опсежна анализа резултата испитивања карбонатизацијоне отпорности указује на могућност примене модела предикција дефинисаних за цементне бетоне на бетоне са летећим пепелом и бетоне са рециклираним агрегатом, уз неопходне модификације.

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, Ведран Царевић 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 Ведран Царевића остварени су следећи научни доприноси:

1. Модификовани су постојећи модели предикције дубине карбонатизације бетона са летећим пепелом и бетона са рециклирани агрегатом;
2. Дефинисане су дебљине заштитних слојева различитих врста бетона за различите класе изложености и употребне векове конструкција;
3. Успостављена је веза између напона у арматури и ширине прслине како би се предикција дубине карбонатизације испрсканих армиранобетонских елемената могла спровести помоћу напона у арматури и карбонатизационе отпорности неиспрсканог дела бетона;
4. На основу анализе напона затезања у арматури и целокупног употребног века (време иницијације и пропагације корозије арматуре) предложено је ограничење напона у арматури која ће омогућити жељени употребни век конструкције за различите класе изложености.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Истраживачки рад Ведрана Царевића, маг. инж. грађ. који се бавио испитивањем утицаја прслина на дубину карбонатизације и употребни век армиранобетонских конструкција је показао да прслине утичу на смањење употребног века конструкција, али да ограничење напона у арматури може омогућити жељени употребни век конструкције за различите класе изложености.

У истраживању је спроведен експериментални програм испитивања утицаја прслина на дубину карбонатизације различитих врста бетона, који захтева обимне припремне активности и тачно и прецизно спровођење. Добијени резултати омогућавају извођење закључака, као и употребу од стране других истраживача. Анализа карбонатизационе отпорности различитих зелених бетона спроведена у оквиру дисертације је била заснована на сопственим експерименталним резултатима и на обимној бази података из литературе. Анализирани су постојећи модели предикције дубине карбонатизације и предложена је њихова модификација у случају бетона са летећим пепелом и рециклираним агрегатом. Утврђено је да се за све бетоне са рециклираним агрегатом (без обзира на проценат замене) могу користити заштитни слојеви за традиционалне бетоне са природним агрегатом. За бетоне са летећим пепелом, дошло се до закључка да су дебљине заштитних слојева веће просечно од 1.46 до преко два пута у поређењу са цементним бетонима, у зависности од процента летећег пепела у укупном везивном материјалу.

Успостављена је и аналитичка веза између напона у арматури и измерене ширине прслине на површини бетона. Ова веза је анализирана за различите w/c односе, чврстоће, дебљине заштитних слојева и услове изложености, као и за различите врсте бетона на основу сопствених експерименталних и резултата доступних у литератури. Успостављање линеарне везе омогућава предикцију дубине карбонатизације елемената са прслинама помоћу напона у арматури и карбонатизационе отпорности неиспрсканог дела бетона. На основу аналитичке верификације односа напона у арматури и ширине прслине, за различите врсте бетона, предложено је ограничење напона у арматури који омогућава да целокупни употребни век (период иницијације и пропагације корозије арматуре) армиранобетонских елемената са прслинама задовољи прописане захтеве трајности. Међутим, за извођење прецизнијих закључака о развоју корозије арматуре неопходно је спровођење додатних испитивања, с

обзиром да су сопствени експериментални резултати једни од ретких постојећих резултата испитивања појаве и развоја корозије услед карбонатизације.

4.3. Верификација научних доприноса

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

Категорија M21a:

1. **Vedran Carević**, Ivan Ignjatović, Jelena Dragaš (2019) Model for Practical Carbonation Depth Prediction for High Volume Fly Ash Concrete and Recycled Aggregate Concrete. *Construction and Building Materials*. 213, pp. 194-208. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2019.03.267.
2. **Vedran Carević**, Ivan Ignjatović (2019) Influence of Loading Cracks on Carbonation Resistance of RC elements. *Construction and Building Materials*. 227, 116583. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2019.07.309.

Категорија M22:

3. Goran Stojanović, Milan Radovanović, Dejan Krstić, Ivan Ignjatović, Jelena Dragaš, **Vedran Carević** (2019) Determination of pH in powdered concrete samples or in suspension. *Applied Sciences*. 9 (16), 3257. DOI: 10.3390/app9163257.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

У оквиру докторске дисертације под насловом „Утицај прслина на механизме детериорације и трајност армиранобетонских конструкција“ извршено је експериментално испитивање утицаја прслина на дубину карбонатизације и трајност армиранобетонских елемената. Кандидат постављеном проблему прилази и са научног и са инжењерског аспекта. У дисертацији је приказана систематизација и анализа досадашњих сазнања из предметне области, сопствена експериментална истраживања и теоријска анализа. Формирана је база података сопствених експерименталних и резултата из литературе. Предложена је модификација постојећих модела предикције дубине карбонатизације за бетоне са летећим пепелом и рециклираним агрегатом. Такође, успостављена је веза између напона у арматури и ширине прслине како би се предикција дубине карбонатизације испрсканих елемената могла спровести помоћу напона у арматури и карбонатизационе отпорности неиспрсклог дела бетона. Показано је да ограничење напона у арматури може омогућити жељени употребни век конструкције за различите класе изложености.

Експериментални резултати и анализа представљена у овој докторској дисертацији представљају оригиналан и вредан научни допринос у области трајности бетонских конструкција. Такође, резултати извршених анализа и закључци дисертације се могу одмах и директно применити у пројектовању армиранобетонских конструкција. Комисија сматра да урађена докторска дисертација кандидата Ведрана Царевића, маг. инж. грађ. у потпуности испуњава све захтеване критеријуме и да је кандидат испољио способност за самосталан научно-истраживачки рад у свим фазама израде ове дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Грађевинског факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под насловом „Утицај прслина на механизме детериорације и трајност армиранобетонских конструкција“ кандидата Ведрана Царевића, маг. инж. грађ. прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области

грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду за давање сагласности за јавну одбрану докторске дисертације.

Београд, 25.05.2020.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Снежана Маринковић,
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

.....
Проф. др Властимир Радоњанин,
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука

.....
В. проф. др Иван Игњатовић
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

.....
Доц. др Бранко Шавија
Технички Универзитет у Делфту\