

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Аљоше Филиповић

Одлуком бр. 144/10-19 од 21.05.2021. године именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Аљоше Филиповић, маг. инж. грађ, под насловом:

НОСИВОСТ РАЗЛИЧИТИХ ТИПОВА РАВНОКРАКИХ УГАОНИКА ОД НЕРЋАЈУЋЕГ ЧЕЛИКА ПРИ ДЕЈСТВУ ЦЕНТРИЧНОГ ПРИТИСКА

Наслов на енглеском језику:

RESISTANCE OF DIFFERENT TYPES OF STAINLESS STEEL EQUAL ANGLES UNDER AXIAL COMPRESSION

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 11.04.2019. Аљоша Филиповић је јавно излагао предложену тему докторске дисертације под насловом „Носивост различитих типова равнокраких угаоника од нерђајућег челика при дејству центричног притиска“ (на енглеском језику „Resistance of different types of stainless steel equal angles under axial compression“). Комисија у саставу проф. др Драган Буђевац, проф. др Златко Марковић и доц. др Јелена Добрић је прихватила предложену тему.

Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета бр. 144/4 од 22.04.2019. године, одређена је Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под насловом „Носивост различитих типова равнокраких угаоника од нерђајућег челика при дејству центричног притиска“ у саставу проф. др Драган Буђевац, проф. др Златко Марковић, проф. др Душко Лучић (Грађевински факултет у Подгорици, Универзитет Црне Горе) и доц. др Јелена Добрић. Позитиван извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације усвојен је на седници Наставно-научног већа Грађевинског факултета одржаној 23.05.2019. године (одлука бр. 144/4-19 од 24.05.2019. године). Веће научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 04.06.2019. (одлука бр. 61206-2352/2-19 од 04.06.2019. године) усвојило је предлог теме докторске дисертације кандидата Аљоше Филиповић.

Кандидат је урађену докторску дисертацију предао Служби за студентска питања Грађевинског факултета 10.05.2021. године.

1.2. Научна област дисертације

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

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

1. **J. Dobrić**, B. Rossi. Column Curves for Stainless Steel Lipped–Channel Sections, *Journal of Structural Engineering*, 146(10), (2020).
2. **J. Dobrić**, J. Ivanović, B. Rossi, Behaviour of stainless steel plain channel section columns, *Thin-Walled Structures* 148, 106600, (2020).
3. T. Molkens, **J. Dobrić**, B. Rossi, Shear resistance of headed shear studs welded on welded plates in composite floors, *Engineering Structures* 197, 109412, (2019).
4. **J. Dobrić**, Z. Marković, D. Buđevac, M. Spremić, N. Fric, Resistance of cold-formed built-up stainless steel columns Part I: Experiment, *Journal of Constructional Steel Research*, 145 (2018).
5. **J. Dobrić**, M. Pavlović, Z. Marković, D. Buđevac, M. Spremić, Resistance of cold-formed built-up stainless steel columns Part II: Numerical simulation, *Journal of Constructional Steel Research*, 140 (2018).
6. **J. Dobrić**, D. Buđevac, Z. Marković, N. Gluhović, Behaviour of stainless steel press-braked channel sections under compression, *Journal of Constructional Steel Research*, 139 (2017).
7. M. Spremić, Z. Marković, **J. Dobrić**, M. Veljković, D. Buđevac, Shear connection with groups of headed studs, *Građevinar*, 69 (2017).
8. **J. Dobrić**, Z. Marković, D. Buđevac, Ž. Flajs, Specific features of stainless steel compression elements, *Građevinar*, 67 (2015).
9. Z. Marković, D. Buđevac, **J. Dobrić**, N. Fric, M. Knežević, Specific behaviour of thin-walled member joints with fasteners, *Građevinar*, 64 (2012).

1.3. Биографски подаци о кандидату

Аљоша Филиповић рођен је 1990. године у Панчеву. Основну школу “Олга Петров” завршио је у Банатском Брестовцу. Природно-математички смер гимназије „Урош Предић“ у Панчеву завршио је 2008. године.

Основне академске студије на Грађевинском факултету у Београду уписао је школске 2008/2009 године, а завршио школске 2011/2012 године на модулу конструкције са просечном оценом 9,42/10. За синтетни пројекат на тему „Пројекат једнобродне индустријске хале са анексом“, добио је оцену 10.

Мастер академске студије, уписао је такође на Грађевинском факултету у Београду, школске 2012/2013 године. На мастер студијама остварио је просечну оцену 9,43/10. Мастер рад на тему „Дејства ветра и снега према Еврокоду 1 са примером примене-пројекат челичне конструкције индустријске хале“ одбранио је у јануару 2014. године са оценом 10.

Докторске студије на Грађевинском факултету у Београду уписао је школске 2015/2016 године на модулу за конструкције и положио је све испите предвиђене наставним планом и програмом са просечном оценом 10,00/10.

Од 2013. до 2016. био је запослен у компанији „Амига“ ДОО на позицији пројектант – приправник, где се бавио пројектовањем челичних конструкција. Током рада у овој компанији активно је учествовао у изради техничке документације за производњу и монтажу челичних конструкција у оквиру бројних пројеката у земљи и иностранству.

У фебруару 2016. године изабран је у звање асистента – студента докторских студија за ужу научну област Металне конструкције и од тада је запослен на Грађевинском факултету Универзитету у Београду на Катедри за материјале и конструкције. Учествоје на извођењу наставе на основним студијама на групи предмета из области Металних конструкција. Активно учествује у изради дипломских и мастер радова студената завршних година.

Његов научно-истраживачки рад усмерен је на анализу понашања центрично притиснутих елемената од нерђајућег челика. Аутор је и коаутор пет радова у часописима индексираним на SCI листи, као и већег броја радова у домаћим часописима, на међународним и домаћим научним и стручним скуповима. Као истраживач учествовао је у научном пројекту Министарства науке, просвете и технолошког развоја Републике Србије, евиденциони број пројекта TP-36048.

Поред рада у настави и научном истраживању активно учествује у стручној примени стеченог знања. Поседује лиценцу 310 одговорног пројектанта грађевинских конструкција објеката високоградње, нискоградње и хидроградње и лиценцу 410 одговорног извођача радова грађевинских конструкција и грађевинско - занатских радова на објектима високоградње, нискоградње и хидроградње.

Аљоша Филиповић говори енглески и руски језик. Ожењен је.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Аљоше Филиповић под насловом „*Носивост различитих типова равнокраких угаоника од нерђајућег челика при дејству центричног притиска*“ садржи укупно 204 стране, од којих је основни текст на 154 стране, а 50 страна су референце и прилози. Дисертација је написана на српском језику и подељена је у седам поглавља:

1. Увод
2. Преглед и анализа литературе
3. Експериментална испитивања
4. Нумеричка анализа методом коначних елемената
5. Параметарска анализа
6. Препоруке за прорачун
7. Закључци и препоруке за будућа истраживања

Дисертација садржи 192 слике на којима су приказани дијаграми, цртежи и фотографије релевантни за илустрацију текста и 43 табеле. Списак цитиране литературе садржи 66 наслова. На почетку дисертације је дат резиме на српском и енглеском језику са кључним речима. 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 седам поглавља, након којих је приказан преглед кориштене литературе и прилози. На почетку текста је дат садржај, резиме и списак кључних речи на српском и енглеском језику.

У првом поглављу, које представља увод, описана су основна својства и предности нерђајућих челика са становишта примене у грађевинарству и приказано поље примене центрично притиснутих елемената L попречног пресека у различитим конструктивним системима. Образложен је мотив за истраживање, дефинисани су предмет и циљеви истраживања. У овом поглављу дат је и кратак преглед садржаја дисертације.

У другом поглављу приказана је теоријска анализа и аналитичка интерпретација носивости равнокраких угаоника при дејству центричног притиска, преглед и анализа постојећих

релевантних стандарда за пројектовање конструкција од нерђајућих челика и спроведених научних истраживања који су у вези са темом докторске дисертације. Дат је преглед досадашњих истраживања центрично притиснутих угаоника од нерђајућег челика, али и центрично притиснутих угаоника од угљеничног челика која су значајна за спровођење овог истраживања. Презентовани су поступци за прорачун центрично притиснутих елемената од нерђајућег челика који су дати у европским и америчким прописима.

У трећем поглављу описана су експериментална испитивања која су део ове дисертације. Детаљно су приказане и описане експерименталне активности спроведене у циљу одређивања механичких својстава нерђајућих челика, мерења почетних геометријских имперфекција и заосталих напона и утврђивања граничних носивости попречних пресека и витких стубова на извијање. Испитивањем су обухваћене три групе узорака равнокраких угаоника: врућеваљани, ласерски заварени и хладнообликовани угаоници. Врућеваљани и ласерски заварени узорци израђени су од аустенитне легуре нерђајућег челика класе EN 1.4301, док су хладнообликовани узорци добијени савијањем врућеваљане траке од нисколегираног дуплекс челика класе EN 1.4162. Номиналне димензије попречних пресека врућеваљаних и ласерски заварених узорака су $60 \times 60 \times 6$ mm и $100 \times 100 \times 10$ mm. Номиналне димензије попречних пресека хладнообликованих узорака су $80 \times 80 \times 4$ mm. Механичка својства материјала хладнообликованих, врућеваљаних и ласерски заварених елемената одређена су стандардним тестовима при затезању. Код хладнообликованих угаоника испитан је и утицај хладног обликовања на побољшање механичких својстава материјала испитивањем угаоних епрувета узетих из превоја (угла) угаоника. Применом геодетских метода, коришћењем ласерског интерферометра за „праћење“, утврђене су расподеле и величине релевантних почетних геометријских имперфекција код свих узорака. Испитивањем кратких стубова на притисак добијене су информације о деформационом капацитету попречних пресека узорака, односно њиховој могућности да се пластификују у стању граничне носивости под утицајем аксијалне силе притиска. Спроведено је мерење расподеле и величине заосталих напона у узорцима врућеваљаних и ласерски заварених угаоника применом инвазивне методе сечења. Централни део поглавља представља опис најзначајније фазе експерименталног програма – испитивање носивости елемената на извијање. Испитивањем је обухваћено 48 обострано зглобно ослоњених узорака који су изложени дејству центричне силе притиска. У циљу утврђивања утицаја глобалне виткости (дужине) елемента на граничну носивост и облик лома, испитивањем су обухваћене узорци мале виткости, средње и велике виткости. Приказани су резултати експерименталних испитивања у форми релевантних дијаграма: сила – бочно померање око јаче, односно слабије осе критичног попречног пресека; сила – торзиона деформација критичног пресека; сила – аксијалне дилатације. Релевантни облици лома, вредности граничних сила и одговарајуће максималне вредности бочних померања и торзионих деформација приказани су табеларно за сваку серију узорака. Резултати експерименталног испитивања детаљно су дискутовани и критички анализирани. Експерименталне вредности граничних носивости свих узорака упоређене су са прорачунским предиктивним вредностима према референтним европским и америчким стандардима.

Четврто поглавље описује методологију нумеричког моделирања узорака у тестовима извијања под дејством центричне силе притиска, калибрацију и верификацију развијених нумеричких модела. Нелинеарна веза између напона и дилатација, величина и распоред почетних геометријских имперфекција, заостали напони, гранични услови ослањања, као и контурни услови моделирани тако да у што већој мери симулирају одговарајуће реалне услове. Калибрација и верификација нумеричких модела извршена је на основу резултата еквивалентних експерименталних испитивања. Поред квалитативног слагања добијених вредности граничних носивости у експерименту и нумеричкој симулацији, остварен је висок ниво слагања облика извијања узорака, бочних померања и напонског стања у критичним попречним пресецима где су вршена експериментална мерења. Осим нумеричких симулација

тестова глобалног извијања, урађена је и нумеричка симулација тестова кратких стубова. За нумеричку анализу методом коначних елемената коришћен је програм *Abaqus*.

У петом поглављу представљена је нумеричка параметарска анализа. Поред параметарске анализе у овом поглављу приказана је студија осетљивости на имперфекције која је обухватила различите комбинације знака и типа почетних структурних имперфекција. Студија осетљивости на имперфекције је спроведена у циљу утврђивања комбинације расподеле геометријских имперфекција и заосталих напона која доводи до најниже вредности граничне носивости под дејством центричне силе притиска. Параметарска анализа спроведена је за хладнообликоване угаонике од нисколегираног дуплекс нерђајућег челика EN 1.4162, односно врућеваљане и ласерски заварене угаонике од аустенитне легуре нерђајућег челика EN 1.4301, варирајући димензије попречних пресека и дужина елемената. Сви разматрани елементи у оквиру нумеричке параметарске анализе су обострано зглобно ослоњени.

На основу добијених резултата компаративне анализе и одговарајућих закључака, у шестом поглављу су дефинисане препоруке за прорачун носивости на извијање и то за: (1) хладнообликоване равнокраке угаонике од нисколегираног дуплекс челика EN 1.4162, (2) врућеваљане равнокраке угаонике од аустенитног нерђајућег челика EN 1.4301 и (3) ласерски заварене равнокраке угаонике од аустенитног нерђајућег челика EN 1.4301. Приказано је поређење резултата нумеричке параметарске анализе, експерименталних резултата и експерименталних резултата других истраживања из публиковане научне литературе са прорачунским вредностима према предложеним препорукама за димензионисање.

У седмом поглављу дати су примарни закључци докторске дисертације и дефинисане су препоруке за будућа истраживања.

У последњем поглављу дат је списак коришћене литературе.

Након списка литературе дата су два прилога. У прилогу А дате су графичке интерпретације почетних геометријских имперфекција за све узорке, за које то није приказано у основном тексту дисертације. Прилог Б приказује резултате носивости теста на извијање за све узорке, изузев оних за које је то приказано у основном тексту дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Нерђајући челик припада групи обновљивих и одрживих материјала чија примена у савременој грађевинској пракси последњих година бележи изразито растући тренд у индустријски развијеним земљама света. Поред високе јединичне цене, један од главних разлога релативно мале примене нерђајућег челика у односу на угљенични челик је непотпуност техничке регулативе која још увек не сагледава на прави начин све специфичности овог материјала. Постојаност и висока отпорност на корозију, значајан капацитет пластификације и изразита дуктилност, као и атрактиван површински изглед без заштитних премаза представљају главне предности нерђајућег челика као основног материјала у носећим конструкцијама.

Равнокраки угаоници представљају групу традиционалних челичних производа са доминантном применом у аксијално оптерећеним елементима носећих челичних конструкција. Основна карактеристика ових конструктивних елемената лежи у једноставности облика и геометрије попречног пресека која се директно рефлектује на лакоћу у манипулацији и монтажи током изградње конструкције. Међутим, једноставност облика попречног пресека равнокраких угаоника са друге стране усложњава њихово понашање током експлоатационог века. Губитак стабилности центрично притиснутог елемента израђеног од равнокраког угаоника изразито је комплексан и условљен флексионим или торзионо-флексионим извијањем.

Мотив истраживања, које је приказано у оквиру дисертације је одређен недостатком експлицитних упутстава за димензионисање централно притиснутих угаоника од нерђајућег челика у актуелним референтним европским прописима. Ограничен и недовољан број експерименталних истраживања у овој области резултовао је аналогijом приступа за пројектовање ових елемената од нерђајућих челика са еквивалентним централно притиснутим елементима од угљеничног челика.

Испитивања у оквиру дисертације проширују податке у научној бази која покрива анализу понашања централно притиснутих угаоника од нерђајућег челика. Поред стандардних врућеваљаних и хладнообликованих угаоника, испитивањима су обухваћени и најсавременији типови елемената у грађевинском конструктерству — ласерски заварени угаоници чија се анализа понашања при централном притиску не може наћи у научној литератури.

Закључци који се налазе у дисертацији могу имати директну примену у свакодневној инжењерској пракси у облику препорука за димензионисање централно притиснутих угаоника од нерђајућег челика.

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 „*Носивост различитих типова равнокраких угаоника од нерђајућег челика при дејству централног притиска*”, аутора Аљоше Филиповић, потврђена је оригиналност ове докторске дисертације.

3.2. Осврт на референтну и кориштену литературу

У изради ове докторске дисертације кориштено је 66 библиографских јединица. Већину референци чине радови објављени у врхунским међународним часописима попут *Thin-Walled Structures*, *Journal of Constructional Steel Research*, *Engineering Structures*, *Journal Structures Engineering*, *Structural Engineering and Mechanics*, као и радови објављени на значајним међународним конференцијама и међународни стандарди из области испитивања материјала и пројектовања металних конструкција.

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

У оквиру експерименталних истраживања испитане су механичке карактеристике свих употребљених материјала и извршено је главно експериментално испитивање кроз тестове извијања за 48 стубова различитих попречних пресека и дужина. Извршено је испитивање капацитета носивости свих попречних пресека кроз тест кратких стубова. Мерене су почетне геометријске имперфекције свих узорака, као и вредности заосталих напона. Поменути експериментална испитивања као и статистичка обрада добијених резултата обављена је у складу са тренутно важећим стандардима.

У анализи сопствених и постојећих резултата, као потпуно адекватне, кориштене су компаративне и статистичке методе испитивања.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати добијени у оквиру истраживања указују следеће:

1. Нисколегирани дуплекс нерђајући челик EN 1.4162 и аустенитни нерђајући челик EN 1.4301 представљају изразито нелинеарне материјале, без јасно изражене границе пропорционалности, са значајним капацитетом пластификације и издужењем при лому до 70%.
2. Потврђено је да поступком хладног обликовања долази до побољшања механичких својстава нисколегираног дуплекс нерђајућег челика у зони превоја. Измерена вредност конвенционалне границе развлачења у зони превоја угаоника је за 38% већа од еквивалентне вредности материјала челичне траке од које су поступком хладног обликовања формирану узорци за испитивање на притисак.
3. Расподела измерених заосталих напона код ласерски заварених угаоника карактерише се максималним вредностима у три карактеристичне тачке: на крајевима кракова, на срединама ширине кракова и темену угаоника.
4. За прорачун носивости хладнообликованих елемената равнокраког L попречног пресека од ниско легираниог дуплекс нерђајућег челика EN 1.4162 на флексионо извијање треба користити прорачунску процедуру према EN 1993-1-4 и криву извијања C ($\alpha = 0.49$; $\bar{\lambda}_0 = 0.2$), док за прорачун носивости на торзионо-флексионо извијање треба користити криву извијања B ($\alpha = 0.34$; $\bar{\lambda}_0 = 0.2$).
5. За прорачун носивости врућеваљаних и ласерски заварених елемената равнокраког L попречног пресека од аустенитног нерђајућег челика EN 1.4301 на флексионо извијање треба користити прорачунску процедуру према EN 1993-1-4 и криву извијања C ($\alpha = 0.49$; $\bar{\lambda}_0 = 0.2$), док за прорачун носивости на торзионо-флексионо извијање треба користити криву извијања B ($\alpha = 0.34$; $\bar{\lambda}_0 = 0.2$).

Наведени закључци изведени су на основу детаљних анализа резултата сопствених експерименталних испитивања, квалитативних и квантитативних нумеричких студија и аналитичких прорачуна. Добијени експериментални резултати представљају битан допринос науци, јер омогућавају надоградњу и проширење постојећих база података и олакшавају будући истраживачки рад. Поред тога, нумерички модели развијени на основу сопствених експерименталних испитивања могу бити употребљени за даље параметарске анализе.

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, планирањем, спровођењем, обрадом и анализом резултата експерименталног истраживања, аналитичким прорачунима, као и нумеричким моделирањем применом методе коначних елемената. Систематичним приступом постављеном проблему, повезујући различите сегменте научно-истраживачког рада, Аљоша Филиповић 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 Аљоше Филиповић остварени су следећи научни доприноси:

1. Кроз експериментална и нумеричка истраживања проширена су сазнања у вези са понашањем центрично притиснутих угаоника од нерђајућих челика, и то кроз утврђивање и квантификовање механичких својстава две различите легуре нерђајућих челика — нисколегирану дуплекс легуру и аустентну легуру, почетних геометријских имперфекција, заосталих напона, различитих облика извијања стубова у зависности од њихове виткости и одговарајућих граничних носивости;
2. На основу експерименталних резултата и нумеричке анализе дате су препоруке за избор кривих извијања за прорачун носивости обострано зглобно ослоњених, центрично притиснутих елемената израђених од хладнообликованих, врућеваљаних и ласерски заварених угаоника од две анализираних легуре нерђајућег челика на флексионо извијање око слабије осе инерције, сагласно процедури приказаној у стандарду EN 1993-1-4.
3. Дате су препоруке за избор криве извијања за прорачун носивости обострано зглобно ослоњених, центрично притиснутих елемената израђених од хладнообликованих, врућеваљаних и ласерски заварених угаоника од две анализираних легуре нерђајућег челика на торзионо-флексионо извијање, сагласно процедури приказаној у стандарду EN 1993-1-4.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У свом истраживачком раду Аљоше Филиповић, маг. инж. грађ. се бавио понашањем хладнообликованих, врућеваљаних и ласерски заварених угаоника од нерђајућег челика при дејству центричног притиска.

Основни циљ истраживања које је предмет докторске дисертације је да се кроз низ експерименталних и нумеричких анализа добију релевантни и поуздани подаци који ће омогућити дефинисање смерница и правила за прорачун центрично притиснутих угаоника од нерђајућих челика, сагледавајући њихове различитости у контексту начина производње. Експерименталним програмом су обухваћени сви кључни тестови са циљем утврђивања механичких својстава основног материјала, капацитета носивости попречних пресека, почетних геометријских имперфекција, интензитета и расподеле заосталих напона и утврђивања глобалних облика нестабилности и граничних носивости на флексионо и торзионо-флексионо извијање.

Симулација експерименталних елемената кроз развој нумеричких модела, њихова калибрација и валидација спроведена је применом методе коначних елемената у програмском пакету *Abaqus* на основу добијених експерименталних резултата. Калибрисани нумерички модели обезбедили су основу за спровођење опсежних параметарских нумеричких студија у оквиру којих су сагледани и анализирани утицаји глобалне виткости и виткости делова попречног пресека на одговор разматраног елемента у стању граничне носивости.

Истраживањем је формирана опсежна и поуздана база података која је омогућила (1) проверу тачности међународних стандардизованих метода за димензионисање центрично притиснутих елемената од нерђајућег челика и (2) основу за математичку интерпретацију носивости елемената и дефинисање одговарајућих препорука за њихово димензионисање следећи имплементирани процедуре европских стандарда за челичне носеће конструкције у зградарству. Добијени резултати омогућили су предлог за примену нових кривих извијања за сваки тип производа анализираних центрично притиснутих елемената равнокраког L попречног

пресека– хладнообликоване од ниско легиране дуплекс легуре нерђајућег челика, врућеваљане и ласерски заварене од аустенитне легуре нерђајућег челика.

4.3. Верификација научних доприноса

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

Категорија M21:

1. J. Dobrić, **A. Filipović**, Z. Marković, N. Baddoo, Structural response to axial testing of cold-formed stainless steel angle columns, *Thin-Walled Structures* 156 (2020).
2. J. Dobrić, **A. Filipović**, N. Baddoo, Z. Marković, D. Buđevac, Design procedures for cold-formed stainless steel equal-leg angle columns, *Thin-Walled Structures* 159 (2021).
3. **A. Filipović**, J. Dobrić, N. Baddoo, P. Može, Experimental response of hot-rolled stainless steel angle columns, *Thin-Walled Structures*, 163 (2021).
4. **A. Filipović**, J. Dobrić, D. Buđevac, N. Fric, N. Baddoo, Experimental response of laser-welded stainless steel angle columns, *Thin-Walled Structures*, 164 (2021).

Категорија M23:

5. **A. Filipović**, J. Dobrić, Z. Marković, N. Baddoo, Ž. Flajs, Buckling resistance of stainless steel angle column, *Građevinar*, 71 (2019).

Категорија M24:

6. **A. Filipović**, J. Dobrić, M. Spremić, Z. Marković, N. Gluhović, Numerička analiza nosivosti neuniformnih pritisnutih elemenata na fleksiono izvijanje, *Građevinski materijali i konstrukcije*, 60 (2017).

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

У оквиру докторске дисертације кандидата Аљоше Филиповића су, применом различитих научних метода у анализи понашања центрично притиснутих угаоника од нерђајућих челика добијених поступцима хладног обликовања, врућег ваљања и ласерског заваривања, употпуњена, проширена и ревидована постојећа знања, развијене криве извијања и дефинисане препоруке за прорачун у циљу рационалне и економски оправдане афирмације овог материјала у конвенционалним конструкцијама у зградарству.

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 (аналитичким и нумеричким методама). Резултати који су добијени у истраживању су релевантни, поуздани и валидни, јер су утемељени на великој бази података добијених из сопствених експерименталних испитивања. Поред експерименталног испитивања, значајан део истраживања представља нумеричка анализа која је омогућила проширење експерименталне базе података и сагледавање утицаја механичких и геометријских параметара, као и почетних геометријских имперфекција и заосталих напона на капацитете носивости разматраних притиснутих угаоника. Такође је од посебног значаја процена тачности постојећих стандардизованих метода за прорачун стубова попречног пресека равнокраког угаоника од нерђајућих челика.

На основу свега реченог, може се констатовати да докторска дисертација кандидата Аљоше Филиповић, маг. инж. грађ, под насловом „*Носивост различитих типова равнокраких угаоника од нерђајућег челика при дејству центричног притиска*“ представља оригиналан и вредан научни допринос у области металних конструкција и да има све неопходне елементе

које докторска дисертација треба да поседује. Стога, Комисија предлаже Наставно-научном већу Грађевинског факултета Универзитета у Београду да прихвати Извештај Комисије и упути захтев Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду за давање сагласности за јавну одбрану ове докторске дисертације.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Београд, 24.05.2021.

.....
проф. емеритус др Драган Буђевац,
Грађевински факултет Универзитета у Београду

.....
проф. др Златко Марковић,
Грађевински факултет Универзитета у Београду

.....
в. проф. др Јелена Добрић
Грађевински факултет Универзитета у Београду

.....
доц. др Марко Павловић
Delft University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, The Netherlands

.....
доц. др Милева Самарџић-Петровић
Грађевински факултет Универзитета у Београду