

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидаткиње Емилије Јочић

Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета Универзитета у Београду бр. 218/10-22 од 03.07.2023. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње Емилије Јочић, маг.инж.грађ. под насловом:

**АНАЛИЗА ПРОГРЕСИВНОГ ЛОМА КОМПОЗИТНИХ ЛАМИНАТА У УСЛОВИМА  
ПРОСТОРНОГ СТАЊА НАПОНА ПРИМЕНОМ СЛОЈЕВИТИХ КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА**

Докторска дисертација је написана на енглеском језику. Наслов дисертације на енглеском језику гласи:

**PROGRESSIVE FAILURE ANALYSIS OF LAMINAR COMPOSITES UNDER  
THREE-DIMENSIONAL STRESS STATE USING LAYERED FINITE ELEMENTS**

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

**РЕФЕРАТ**

**1. УВОД**

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

- 22.10.2015. године кандидаткиња је уписала Докторске академске студије на Грађевинском факултету Универзитета у Београду, на студијском програму Грађевинарство;
- 15.06.2022. на седници Катедре за техничку механику и теорију конструкција кандидаткиња је изложила предложену тему докторске дисертације под насловом "Примена слојевитих коначних елемената у анализи прогресивног лома композитних ламината у условима просторног стања напона". Комисија коју је образовало Веће Катедре је прихватила тему докторске дисертације и предложила кандидаткињи да тему пријави Наставно-научном већу Грађевинског факултета Универзитета у Београду;
- 21.06.2022. кандидаткиња је пријавила тему докторске дисертације Наставно-научном већу Грађевинског факултета Универзитета у Београду;
- 30.06.2022. Наставно-научно веће Грађевинског факултета Универзитета у Београду именовало је Комисију за писање извештаја о оцени научне заснованости теме докторске дисертације у саставу: доц. др. Мирослав Марјановић, в. проф. др Марија Нефовска-Даниловић и в. проф. др. Александар Борковић (Одлука бр. 218/3-22 од 05.07.2022.);
- 15.09.2022. Наставно-научно веће Грађевинског факултета Универзитета у Београду прихватило је извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под коригованим насловом "Анализа прогресивног лома композитних ламината у условима просторног стања напона применом слојевитих коначних елемената" и своју одлуку доставило Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду на давање сагласности (Одлука бр. 218/5-22 од 16.09.2022.);
- 20.09.2022. Веће научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације под насловом "Анализа

- прогресивног лома композитних ламината у условима просторног стања напона применом слојевитих коначних елемената" (Одлука бр. 218/7 од 21.09.2022.).
- 21.06.2023. докторска дисертација је предата на преглед и оцену.
  - На седници одржаној 29.06.2023. године (Одлука бр. 218/10-22 од 03.07.2023.) Наставно-научно веће Грађевинског факултета у Београду именовало је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације у следећем саставу:
    - др Мирослав Марјановић, магистар инжењерства, доцент, Грађевински факултет Универзитета у Београду,
    - др Марија Нефовска-Даниловић, магистар инжењерства, ванредни професор, Грађевински факултет Универзитета у Београду,
    - др Александар Борковић, магистар инжењерства, ванредни професор, Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет Универзитета у Бањој Луци,
    - Dr.techn. Günther Meschke, редовни професор, Ruhr Universität Bochum, Institute for Structural Mechanics,
    - др Иван Глишовић, магистар инжењерства, ванредни професор, Грађевински факултет Универзитета у Београду.

## 1.2. Научна област дисертације

Дисертација кандидаткиње Емилије Јочић припада научној области Грађевинско инжењерство и ужој научној области Техничка механика и теорија конструкција. За ментора дисертације одређен је др Мирослав Марјановић, доцент Грађевинског факултета Универзитета у Београду.

## 1.3. Биографски подаци о кандидаткињи

Емилија Јочић (рођ. Дамњановић) рођена је 04.03.1991. године у Смедереву, где је завршила основну школу и гимназију природно-математичког смера.

Основне академске студије на Грађевинском факултету у Београду уписала је школске 2010/11. године, а дипломирала је 2014. године на Модулу Конструкције, са просечном оценом 8.80. Дипломски рад под насловом "Попречне вибрације кружних плоча применом методе спектралних елемената" одбранила је са оценом 10 и тиме стекла звање дипломираног инжењера грађевинарства (ментор в.проф. др Марија Нефовска-Даниловић). Мастер академске студије на Грађевинском факултету у Београду уписала је школске 2014/2015. године, а дипломирала је 9. октобра 2015. године на Модулу Конструкције, са просечном оценом 9.43. Мастер рад "Слободне вибрације плоче са укрућењима применом Методе спектралних елемената" одбранила је на Катедри за техничку механику и теорију конструкција са оценом 10 и тиме стекла звање мастер инжењера грађевинарства (ментор в.проф. др Марија Нефовска-Даниловић).

Докторске академске студије на Грађевинском факултету Универзитета у Београду уписала је школске 2015/16. године. Положила је све програмом предвиђене испите са просечном оценом 10. Током редовних студија добитник је награде из фондације "Милан Ђурић" за изузетне резултате постигнуте на групи предмета Теорије конструкција за школску 2013/2014. годину. Осим тога, добитник је похвале за постигнуте резултате током студија за 2010. годину. Добитник је стипендије Министарства просвете Републике Србије за 2011. и 2012. годину. У периоду од марта до септембра 2014. године учествовала је на пројекту Републичког Сеизмолошког завода "Унапређење хармонизације карата сеизмичког хазарда Западног Балкана". Током Мастер академских студија на Грађевинском факултету Емилија Јочић је била ангажована као студент-демонстратор на предмету Техничка физика.

Рад на Грађевинском факултету започиње јула 2016. где је запослена као истраживач приправник у Институту за нумеричку анализу и пројектовање конструкција на пројекту "Истраживање утицаја вибрација од саобраћаја на зграде и људи у циљу одрживог развоја градова" (ТР36046, руководилац проф. др Мира Петронијевић). Од јануара 2018. године запослена је у звању асистента студента докторских студија за ужу научну област Техничка механика и теорија конструкција (2018-данас). Одржава вежбе из предмета Статика конструкција, Матрична анализа конструкција и Примена рачунара у пројектовању конструкција на основним академским студијама на Модулу Конструкције. Емилија је провела три месеца (март-јун 2021. године) на студијском истраживачком боравку на

Ruhr-Universität Bochum, на Катедри за статику и динамику конструкција (проф. др Günther Meschke), у оквиру програма Erasmus+ KA103. Тренутно је учесник пројекта Substrate4CLT, који финансира Фонд за науку Републике Србије у оквиру Програма ИДЕЈЕ (руководилац в.проф. др Марија Нефовска-Даниловић).

Као аутор или коаутор, Емилија Јочић је до сада објавила 2 научна рада у међународним часописима изузетних вредности (M21a), 2 рада у врхунским међународним часописима (M21), 1 рад у истакнутом међународном часопису (M22), два рада у часопису међународног значаја (M24), 8 радова у зборницима међународних научних скупова (M33), 1 рад у тематском зборнику националног значаја (M45) и један рад на скупу националног значаја (M63).

Користи програмске пакете MS Office, AutoCad, програмски језик MATLAB, као и програме из области грађевинарства - Tower, SAP2000 и Abaqus. Члан је Друштва грађевинских конструктера Србије и Српског друштва за механику. Говори и пише енглески и шпански језик. Удата је.

## **2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација "Анализа прогресивног лома композитних ламината у условима просторног стања напона применом слојевитих коначних елемената" написана је на енглеском језику, на 171 страни. Дисертација садржи 77 слика и 22 табеле. Подељена је на десет поглавља: 1) Увод; 2) Преглед претходних истраживања; 3) Просторна анализа композитних ламината применом слојевите теорије плоча; 4) Слојевити коначни елемент 5) Критеријуми и облици лома код композитних ламината; 6) Модел размазане пукотине (SCB); 7) Анализа прогресивног лома плоча од унакрсно-ламелираног дрвета (CLT); 8) Објектно-орјентисан (FLWTFEM) рачунарски програм; 9) Нумерички примери; 10) Закључци и препоруке за будући рад. У списку коришћене литературе налази се 172 референце које детаљно приказују тренутно стање у анализи прогресивног лома композитних ламината.

### 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном поглављу, разматране су предности и примена композитних ламината у грађевинарству и инжењерству уопште, као и ограничења која произлазе из немогућности тачног предвиђања одговора оштећеног ламината. Дискутован је утицај геометријских и материјалних карактеристика, као што су ширина узорка, пречник отвора, дебљина ламине, орјентација слојева на понашање оштећених ламината након иницијације лома. Истакнута је неопходност формирања прецизног нумеричког модела за анализу прогресивног лома композитних ламината, као и унакрсно-ламелираног дрвета (CLT).

Истакнута је важност истраживања различитих деградацијских модела код композита, укључујући моделе наглог омекшавања, моделе постепеног (градуалног) омекшавања, а посебна пажња је посвећена моделу размазане пукотине (SCB). Понашање оштећене ламине је описано различитим кривама лома у напонско-деформацијском простору, како би се у макроскопском погледу описала пропација оштећења које настаја услед кидана влакана, односно матрице. Истакнута су ограничења постојећих модела, посебно у погледу високог утрошка рачунарских ресурса, што доводи до потребе за развојем нумеричког модела који се заснива на слојевитој теорији плоча и моделу размазане пукотине. Наведено представља и суштинску мотивацију за истраживање у оквиру дисертације.

У последњем делу првог поглавља истакнуто је да развијени нумерички модел поседује капацитет као тродимензионални нумерички модели, уз смањено трајање прорачуна, чиме је повећана ефикасност нумеричке анализе прогресивног лома композитних ламината. Истакнуте су могућности развијеног нумеричког модела у анализи прогресивног лома композитних ламината од природних материјала, као што је унакрсно-ламелирано дрво, и дат је преглед свих поглавља дисертације.

У другом поглављу дат је преглед претходних истраживања у области анализе прогресивног лома композитних ламината, која су релевантна за докторску дисертацију. На почетку поглавља је дат хронолошки приказ развоја различитих деградацијских модела, почев од модела наглог омекшавања,

преко модела постепеног омекшавања до модела размазане пукотине. Такође је истакнут мали број истраживања у којима је анализиран прогресиван лом плоча од унакрсно ламелираног дрвета. Затим су наглашени недостаци модела наглог и градуалног омекшавања, као што су проблеми конвергенције, осетљивост на одабране параметре и потешкоће приликом препознавања проблема локализације деформације. Сходно томе, истакнута је потреба примене модела размазане пукотине, како би се тачно описала пропагација оштећења које настаја услед кидања влакана и матрице и избегла зависност добијених резултата од густине мреже коначних елемената. Након тога су приказана одговарајућа нумеричка решења заснована на различитим теоријама плоча, са посебним освртом на слојевиту теорију плоча која омогућава прецизно одређивање просторног стања напона.

Анализом литературе, кандидаткиња је дошла до закључка да постоји велики простор за унапређење нумеричких модела композитних ламината применом слојевите теорије плоча. При статичкој анализи неоштећених плоча, слојевите теорије плоча до сада су коришћене од стране многих аутора. Међутим, употреба слојевитих теорија плоча у анализи прогресивног лома је у великој мери неистражена у литератури, посебно у комбинацији са SCB деградацијским моделима. Из тог разлога, у овој дисертацији је развијен нумерички модел за анализу прогресивног лома композитних ламината, користећи SCB деградацијски модел и слојевиту теорију плоча.

У трећем поглављу дат је кратак приказ Reddy-еве слојевите теорије плоча: претпоставке и ограничења, везе између поља померања и деформације, као и конститутивне релације за појединачан слој. Детаљно је приказано извођење једначина кретања применом принципа виртуалних померања. Након тога су изведене конститутивне релације за читаву ламинатну плочу, заменом конститутивних релација појединачног слоја у изразе за резултате напона.

У четвртном поглављу приказано је нумеричко решење слојевите теорије плоча применом методе коначних елемената и изведена је "weak" формулација једначина кретања слојевитог коначног елемента. Приказан је поступак добијања матрице крутости и вектора сила слојевитог коначног елемента. Затим је укратко описана процедура задавања граничних услова по померањима. Након тога, разматране се сличности и разлике између слојевитих и 3Д коначних елемената, са посебним освртом на предности примене слојевитих коначних елемената. На крају је приказана оригинална процедура за додатни прорачун попречних напона.

У петом поглављу описани су различити критеријуми лома који се користе за одређивање иницијације лома, као и типични облици лома који се јављају код композитних ламината и CLT панела. Наглашени су недостаци интегралних критеријума лома, као и потреба за применом Хашиновог критеријума помоћу којег је могуће идентификовати тачан облик лома. На крају поглавља је приказан је алгоритам одређивања иницијације лома најслабије ламине.

Математичка формулација примењеног модела размазане пукотине описана је детаљно у шестом поглављу, а анализирана је и његова примена на различитим нивоима ламината. Затим је развијен алгоритам за одређивање понашања оштећене ламине при затезању и притиску, како би се тачно предвидела пропагација оштећења која настаје услед кидања влакана, односно матрице. Закон омекшавања материјала је одређен на основу претпоставке да је ослобођена енергија деформације једнака енергији потребној да дође до лома влакана, односно кидања матрице. Зависност добијених резултата од густине мреже коначних елемената је превазиђена скалирањем енергије лома карактеристичном дужином коначног елемента. На крају поглавља је детаљно описана процедура коришћена приликом анализе прогресивног лома.

У седмом поглављу је извршена модификација модела како би се описало различито понашање дрвета при затезању и притиску. На тај начин, могућности развијеног нумеричког модела су проширене и на анализу прогресивног лома композитних ламината од природних материјала, као што је CLT.

Осмо поглавље описује објектно-орјентисан FLWTFEM код написан у MATLAB-у, који је коришћен за све нумеричке симулације у оквиру ове тезе. За унос података и визуелизацију резултата коришћен је програмски пакет GiD Pre/Post Processor који је развијен у Међународном центру за нумеричке методе у инжењерству CIMNE, Барселона. Такође, дат је детаљан опис функција и процедура које су додате у FLWTFEM код, како би се укључила анализа прогресивног лома композитних ламината коришћењем модела размазане пукотине.

Девето поглавље у дисертацији садржи нумеричке примере, како би се извршила верификација предложеног нумеричког модела. У првом делу поглавља, потврђена је способност предложеног нумеричког модела, који се заснива на слојевитој теорији плоча, да прецизно одреди просторно стање напона и задовољаваољи услове равнотеже међуламинарних напона. Тачно одређено поље напона представља основ за одређивање иницијације лома најслабије ламине. У другом делу поглавља, развијени нумерички модел, назван FLWT-SCB, је примењен за даље предвиђање понашања оштећене ламине након иницијације лома и одређивање граничне носивости композитних ламината.

Користећи развијени модел, анализирани су следећи нумерички примери:

1. Одређивање просторног стања напона CLT панела услед расподељеног оптерећења, са различитом оријентацијом слојева,
2. Одређивање просторног стања напона CLT панела услед концентрисаног оптерећења,
3. Одређивање просторног стања напона CLT панела произвољне геометрије и оријентације слојева,
4. Анализа прогресивног лома композитног ламината са отвором при затезању,
5. Анализа прогресивног лома композитног ламината са прорезом при затезању
6. Анализа прогресивног лома композитног ламината при притиску, применом једног коначног елемента,
7. Анализа прогресивног лома композитног ламината са отвором, при притиску,
8. Анализа прогресивног лома CLT панела при савијању.

У већини примера је извршена параметарска анализа утицаја густине мреже коначних елемената, примењених крива омекшавања, величине узорка и ортотропности ламината на тачност добијених решења. Поређењем са постојећим аналитичким, нумеричким или експерименталним примерима из литературе и решењима добијеним применом комерцијалног програма ABAQUS урађена је верификација предложеног FLWT-SCB модела и развијеног FLWTFEM кода. У последњем примеру, валидност предложеног модела је потврђена кроз детаљна експериментална испитивања спроведена од стране др. Ивана Глишовића, др. Марије Тодоровић и Нађе Симовић, на Грађевинском факултету Универзитета у Београду. Након сваког примера дати су кратки закључци.

На крају рада, у десетом поглављу, закључци који су проистекли из дисертације су детаљно дискутовани и дате су препоруке за будући рад у овој области.

### 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација под насловом "Анализа прогресивног лома композитних ламината у условима просторног стања напона применом слојевитих коначних елемената" представља оригинални научни рад у области механике лома композитних ламината, са пропагацијом оштећења у равни ламината.

Развијени нумерички модел који се заснива на слојевитој теорији плоча и моделу размазане пукотине успешно је примењен за анализу прогресивног лома композитних ламината, произвољне геометрије и оријентације слојева, при произвољном оптерећењу и уз произвољне граничне услове ослањања. Предложени FLWT-SCB модел поседује капацитет као тродимензионални нумерички модели уз смањено трајање прорачуна, чиме је повећана ефикасност нумеричке анализе прогресивног лома композитних ламината. Поред тога, извршена је модификација модела како би се описало различито понашање дрвета при затезању и притиску. На тај начин, могућности развијеног нумеричког модела су проширене и на анализу прогресивног лома композитних ламината од природних материјала, као што је CLT. Такође је развијен веома ефикасан алгоритам за унос података и одличну визуелизацију нумеричких резултата.

Дисертација спада у веома актуелну и комплексну област рачунске механике и механике лома, и садржи елегантна и робусна решења статичке анализе и анализе прогресивног лома.

### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде докторске дисертације кандидаткиња је проучила релевантну литературу. Навела је 172 референце које су релевантне за област дисертације. Преглед литературе обухвата широк опсег тема обрађених у дисертацији, и чини одличну основу за будући рад у области дисертације. Кандидаткиња се адекватно позивала на постојећу литературу током израде рада.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У докторској дисертацији кандидаткиња је користила адекватне научне методе, као и савремене нумеричке методе за решавање веома захтевног проблема теорије конструкција – материјално нелинеарне нумеричке анализе пропагације оштећења у композитним ламинатама. Неке од примењених научних метода су:

- метода коначних елементата (МКЕ)
- материјално нелинеарна анализа слојевитих композитних плоча у МКЕ
- инкрементално – итеративни алгоритми за решавање нелинеарних система једначина
- механика лома – анализа пропагације оштећења
- методе објектно оријентисаног програмирања у MATLAB програмском језику

Кључни научни допринос дисертације представља развој иновативног FLWT-SCB модела за анализу прогресивног лома композитних ламината, а нарочито описивање пропагације оштећења применом модела размазане пукотине, који се заснива на принципима механике лома. За решавање условних једначина проблема, кандидаткиња је користила модерне нумеричке методе и објектно-оријентисано програмирање. Кандидаткиња је адекватно комбиновала сложене теоријске и нумеричке методе како би остварила циљеве дисертације.

### 3.4. Применљивост остварених резултата

FLWT-SCB модел, који је од стране кандидаткиње развијен за анализу прогресивног лома композитних ламината, веома је значајан за практичну примену. Потенцијалне примене у инжењерству може наћи код полимера ојачаних влакнима, где је прецизно предвиђање пропагације оштећења кључно за одређивање граничне носивости и оцену животног века композитних ламината. Тачном проценом еволуције оштећења, инжењери могу донети исправне одлуке приликом пројектовања, одржавања и санирања конструкција од композитних материјала. Такође, предложени модел се може успешно применити при пројектовању CLT елеманата великог распона, код којих присуство оштећења може изазвати колапс целе конструкције, при различитим врстама оптерећења.

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

Кандидаткиња је стекла изузетну самосталност у научном раду кроз:

- полагање испита на факултету,
- припрему и израду докторске дисертације,
- тромесечни студијски боравак на Рурском универзитету у Бохуму, под менторством проф. др Günther Meschke-a,
- објављивањем три рада у часописима са SCI листе и великог броја радова у домаћим часописима и на међународним конференцијама.

Узимајући у обзир и радове на у часописима са SCI листе које је кандидаткиња објавила пре израде докторске дисертације, Библиографија кандидаткиње далеко превазилази просечан ниво студената докторских студија на Грађевинском факултету Универзитета у Београду, као и на осталим универзитетима истог ранга. Кандидаткиња је такође показала способност за критичку анализу научне литературе, развој и предлагање оригиналних решења која доводе до бољих резултата у односу на оне које карактеришу до сада публикована решења. Све заједно недвосмислено потврђује научну зрелост и изузетан истраживачки потенцијал кандидаткиње.

## 4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Основни научни доприноси у дисертацији су:

1. Унапређење процедуре за додатни прорачун попречних напона, како би се задовољили услови равнотеже межуламинарних напона,
2. Предлог нумеричког модела за анализу прогресивног лома композитних ламината, назван FLWT-SCB модел, користећи модел размазане пукотине и слојевиту теорију плоча,
3. Развој одговарајућих алгоритама за пропагацију оштећења применом модела размазане пукотине са постепеним омекшавањем,
4. Модификација предложених кривих омекшавања како би се описало различито понашање дрвета при затезању и притиску након иницијације лома при анализи прогресивног лома композитних ламината од природних материјала, као што је CLT,
5. Проширење развијеног FLWTFEM кода, како би се укључила анализа прогресивног лома композитних ламината коришћењем модела размазане пукотине,
6. Проширење развијеног графичког окружења за генерисање модела и визуелизацију резултата прорачуна који су предмет дисертације.

### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Кандидаткиња је развила иновативни нумерички модел за анализу прогресивног лома композитних ламината користећи модел размазане пукотине и слојевиту теорију плоча. Овај модел је успешно примењен за анализу прогресивног лома композитних ламината произвољне геометрије и оријентације слојева, при произвољном оптерећењу, уз произвољне граничне услове ослањања. Како развијени нумерички модел поседује капацитет тродимензионалних нумеричких модела, уз смањено трајање прорачуна (што повећава ефикасност нумеричке анализе), овај рад представља унапређење у поређењу са постојећим моделима из литературе. Резултати приказани у оквиру дисертације веома су добро прихваћени у међународној научној заједници, јер је 3 рада који садрже резултате дисертације већ објављено у врхунским међународним часописима са SCI листе. Још један битан допринос ове дисертације је проширење капацитета развијеног нумеричког модела на анализу прогресивног лома композитних ламината од природних материјала, као што је CLT.

Применљивост у инжењерској пракси је такође велика, јер развијени модел може прецизно да предвиди пропагацију оштећења након иницијације лома, што је кључно за одређивање граничне носивости и продужење животног века композитних ламината. Такође, предложени модел се може успешно применити при пројектовању CLT елемената великог распона, код којих присуство оштећења може изазвати колапс целе конструкције, при различитим врстама оптерећења. Треба нагласити да је развијени нумерички модел веома једноставан за употребу, што је кључни фактор за практичну примену.

Резултати приказани у дисертацији представљају одличну полазну основу за будуће истраживање, која би могла да обухвате имплементацију кохезивних елемената како би се узело у обзир оштећења везе између суседних слојева ламината (деламинација), разматрање утицаја влаге и температуре на понашање дрвета, имплементација механичких и пиезоелектричних веза између суседних слојева ламината. Предмет будућег истраживања могли би да буду и термо-механичко, као и механичко-електрично спрезање (пиезоелектрични ефекат).

#### 4.3. Верификација научних доприноса

У току истраживачког рада у ужој области теме докторске дисертације, кандидаткиња Емилија Јочић објавила је следеће радове:

##### Категорија М21а:

1. **Јоћић Е**, Marjanović M (2022). Progressive failure analysis of open-hole composite laminates using FLWT-SCB prediction model. *International Journal of Mechanical Sciences*; 227: 107407.
2. Marjanović M, Marković N, **Damnjanović Е**, Cvetković R (2020). Three-dimensional stress analysis and design of cross-laminated timber panels using full-layerwise-theory-based finite element method. *Thin-Walled Structures*; 157: 107156.

##### Категорија М21:

1. Marjanović M, Meschke G, **Damnjanović Е** (2020). Object-oriented framework for 3D bending and free vibration analysis of multilayer plates: Application to cross-laminated timber and soft-core sandwich panels. *Composite Structures*; 255: 112859.

##### Категорија М33:

1. **Јоћић Е**, Marjanović M (09/2022). Progressive failure analysis of composite laminates loaded in compression. 16th Conference hosted by ASES. Aranđelovac, Serbia, 148-157.
2. **Damnjanović Е**, Milojević M, Marjanović M (05/2021). Probabilistic first-ply failure analysis of composite laminates. 16th Conference hosted by ASES. Aranđelovac, Serbia, 55-62.
3. Obradović N, Todorović M, Marjanović M, **Damnjanović Е** (2020). Diagrams for stress and deflection prediction in cross-laminated timber (CLT) panels with non-classical boundary conditions. *International Conference on Contemporary Theory and Practice in Construction XIV*. Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, 55-62.
4. **Damnjanović Е**, Marjanović M (06/2019). Three-Dimensional Stress Analysis of Laminated Composite Plates using FLWT-based Finite Elements. *The 7th International Congress of Serbian Society of Mechanics*. Sremski Karlovci, Serbia.

##### Категорија М45:

1. Marjanović M, **Damnjanović Е** (2019). Bending analysis of cross-laminated-timber (CLT) panels using layered finite elements. In: Prašćević Ž, Pejović R, Salatić R, Nefovska-Danilović M (Eds.): *Theory of Civil Engineering Structures - Monograph dedicated to the memory of Professor Miodrag Sekulović*”, Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, University of Montenegro. Belgrade, 91-100.



## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу претходне анализе приложене докторске дисертације, испуњености задатака и циљева истраживања, примењене методологије, научног доприноса и добијених резултата, може се констатовати да докторска дисертација под насловом **Анализа прогресивног лома композитних ламината у условима просторног стања напона применом слојевитих коначних елемената** представља оригинални научни допринос и потврду да је кандидаткиња Емилија Јочић способна за самостални научно-истраживачки рад. Изузетан квалитет рада потврђен је чињеницом да су резултати дисертације изузетно добро прихваћени у међународној научној јавности. Са три рада у врхунским међународним часописима са SCI листе, као и са пет радова у међународним и домаћим часописима и зборницима међународних научних скупова, научни допринос Емилије Јочић може се сматрати изузетним.

На основу напред изнетог, Комисија предлаже Наставно-научном већу Грађевинског факултета Универзитета у Београду да се прихвати докторска дисертација Емилије Јочић, мастер.инж.грађ, под насловом **Анализа прогресивног лома композитних ламината у условима просторног стања напона применом слојевитих коначних елемената** и да се одобри њена јавна одбрана.

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....  
Доц. др Мирослав Марјановић,  
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

.....  
В. проф. др Марија Нефовска-Даниловић,  
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

.....  
В. проф. др Александар Борковић,  
Универзитет у Бања Луци, Архитектонско-грађевинско-  
геодетски факултет

.....  
Prof. Dr.techn. Günther Meschke,  
Ruhr Universität Bochum, Institute for Structural Mechanics

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