

**НАУЧНО – НАСТАВНОМ ВЕЋУ
ГРАЂЕВИНСКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Милана Бурсаћа

Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета Универзитета у Београду бр. 139/11-25 од 23. априла 2026. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости и пријем теме докторске дисертације Милана Бурсаћа, маг. инж. грађ., под насловом:

**МОДЕЛ ГЕНЕРАЛИСАНЕ ПЛАСТИЧНОСТИ ЗА НЕЛИНЕАРНУ АНАЛИЗУ
РАМОВСКИХ КОНСТРУКЦИЈА ИЗЛОЖЕНИХ ПОВИШЕНИМ
ТЕМПЕРАТУРАМА**

Наслов на енглеском језику:

**A GENERALIZED PLASTICITY MODEL FOR NONLINEAR ANALYSIS OF FRAME
STRUCTURES AT ELEVATED TEMPERATURES**

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

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

- 24. октобар 2022. године - кандидат је уписао Докторске академске студије на Грађевинском факултету Универзитета у Београду, на студијском програму Грађевинарство.
- 16. јун 2025. године - на седници Катедре за техничку механику и теорију конструкција кандидат је изложио предложену тему докторске дисертације под насловом „Модел генералисане пластичности за нелинеарну анализу рамовских конструкција изложених повишеним температурама”. Комисија коју је образовало Веће Катедре је прихватила тему докторске дисертације и предложила кандидату да

тему пријави Наставно-научном већу Грађевинског факултета Универзитета у Београду.

- 18. јун 2025. године - кандидат је пријавио тему докторске дисертације Наставно-научном већу Грађевинског факултета Универзитета у Београду.
- 03. јули 2025. године - Наставно-научно веће Грађевинског факултета Универзитета у Београду именовало је Комисију за писање извештаја о оцени научне заснованости теме докторске дисертације у саставу: в. проф. др Светлана Костић, доц. др. Анина Глумац, в. проф. др Александар Ландовић (Одлука бр. 139/4-25 од 4.07.2026. године).
- 18. септембар 2025. године - Наставно-научно веће Грађевинског факултета Универзитета у Београду прихватило је извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације и своју одлуку доставило Већу научних области грађевинско–урбанистичких наука Универзитета у Београду на давање сагласности (Одлука бр. 139/6-25 од 18.09.2025).
- 30. септембар 2025. године - Веће научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације под насловом „Модел генералисане пластичности за нелинеарну анализу рамовских конструкција изложених повишеним температурама” (Одлука бр. 61206-3432/2-25 од 30.09.2025.).
- 14. април 2026. године - докторска дисертација је предата на преглед и оцену.
- На седници одржаној 23.04.2026. године (Одлука бр. 139/11-25 од 23.04.2026.) Наставно-научно веће Грађевинског факултета у Београду именовало је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације у следећем саставу:
 - др Анина Глумац, дипл.инж.грађ, доцент, Грађевински факултет Универзитета у Београду,
 - др Милан Спремић, дипл.инж.грађ., ванредни професор, Грађевински факултет Универзитета у Београду,
 - др Nicola Tondini, дипл.инж.грађ., редовни професор, Универзитет у Тренту, Департман за грађевинско, еколошко и машинско инжењерство, Италија.

1.2. Научна област дисертације

Дисертација кандидата Милана Бурсаћа припада научној области Грађевинско инжењерство и ужој научној области Техничка механика и теорија конструкција. За ментора дисертације одређена је др Светлана Костић, ванредни професор Грађевинског факултета Универзитета у Београду.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Милан Бурсаћ рођен је 31.10.1998. године у Бачкој Тополи, где је завршио основну школу и гимназију општег смера.

Грађевински факултет у Суботици, Универзитета у Новом Саду уписао је 2017/2018 школске године и дипломирао на конструктивном смеру 2020/2021 године са просечном оценом 10.00 у току студија. Дипломски рад под називом „Рачунско моделирање кратких и витких аксијално притиснутих спрегнутих стубова правоугаоног попречног пресека” одбранио је са оценом десет (10). Мастер студије на Грађевинском факултету у Суботици, Универзитета у Новом Саду, смер Металне конструкције, уписао је школске 2021/2022 године. Исте школске године је положио све испите предвиђене студијским планом и програмом и одбранио мастер рад под називом „Рачунско моделирање везе дрвета и лаког бетона код спрегнутих таваница”.

Докторске студије на Грађевинском факултету Универзитета у Београду, студијски програм Грађевинарство, уписао је 2022/2023. године. Одабрана ужа научна област истраживања приликом уписа на студије била је Техничка механика и теорија конструкција. Положио је све испите предвиђене наставним планом и програмом, остваривши просечну оцену 9.62. У току студија је био добитник бројних стипендија међу којима се истичу стипендија Фонда за младе таленте - Доситеја у 2020/2021. и 2021/2022 и стипендија Министарства науке, технолошког развоја и иновација током целих докторских студија почев од школске 2022/2023. Поседује одлично знање енглеског језика и основно знање немачког језика.

Као аутор или коаутор, Милан Бурсаћ је до сада објавио 3 научна рада у врхунским међународним часописима (1 категорије M21a, 2 категорије M21), 1 рад у националном часопису (M52), 5 радова у зборницима међународних научних скупова (M33).

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Милана Бурсаћа, под насловом „Модел генералисане пластичности за нелинеарну анализу рамовских конструкција изложених повишеним температурама” написана је на енглеском језику, на 128 страна А4 формата. Дисертација садржи 77 слика, 13 табела и 122 библиографске референце.

Дисертација садржи пет поглавља:

- Увод
- Термална анализа
- Механичка анализа

- Нумерички примери
- Закључци и препоруке за будући рад

Поред тога, докторска дисертација садржи: насловну страну на енглеском и српском језику, страну са подацима о ментору и члановима комисије, абстракт дисертације на енглеском и српском језику, захвалницу, садржај, списак слика, списак табела, референце, прилог, кратку биографију кандидата са научним доприносом, изјаву о ауторству, изјаву о истоветности електронске и штампане верзије и изјаву о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље представља значај истраживања и наглашава потребу постојања поузданих нумеричких модела за анализу нелинеарног понашања конструкција у условима пожара. Након тога следи преглед литературе о претходно развијеним нумеричким моделима, укључујући напомене о њиховим предностима и недостацима. На крају, прво поглавље се завршава дефинисањем проблема истраживања и циљева дисертације, који су јасно представљени. Усвојена методологија је одговарајућа и адекватно изложена.

Друго поглавље анализира термичку анализу, која је, у оквиру усвојеног приступа, први корак при анализи конструкција изложених пожару. Приказане су теоријске основе разматраног проблема. Поглавље садржи детаље развијених функција за термичку анализу попречних пресека греда/стубова које су базиране на методи коначних елемената и написане у MATLAB-у. Припадајући код је дат у прилогу. Разматране су усвојене претпоставке и термичке карактеристике материјала челика и бетона. На крају, поглавље се завршава верификационим примерима изведених функција. Верификациони примери садрже по један пример за сваки тип попречног пресека (I челични профил, правоугаони, кружни и елиптични CFST пресеци) и поређење добијених резултата са широко коришћеним софтвером SAFIR.

Треће поглавље даје приказ механичке анализе - другог корака у анализи конструкција изложених пожару. Ово поглавље садржи главне једначине GP елемента који је проширен за анализу у условима пожара и представља главни допринос дисертације. Описано је одређивање стања елемента, као и разматрање великих померања кроз коротациону формулацију. Поглавље детаљно обрађује проширење GP елемента за анализу пожара и потребне модификације. Дискутује се извођење температурно зависних површи течења, њихова верификација, као и својства еластичне компоненте. Поглавље се завршава детаљима о рачунарској имплементацији елемента и ефеката термичког оптерећења.

Четврто поглавље фокусира се на валидацију предложеног GP елемента и процену његове тачности. Валидација је спроведена на великом скупу студија у којима се резултати GP елемента пореде са експериментално добијеним резултатима и резултатима других

нумеричких студија. Примери челичних конструкција укључују греде, стубове, као и 2D и 3D рамове. Слично томе, примери са CFST стубовима обухватају појединачне стубове, мале 2D и 3D рамове. У овим симулацијама се или одређује критично време или температура достигнута при лому. Где је доступно, приказано је поређење са најчешће коришћеним влакнастим (fiber) елементом. Ова поређења укључују не само нумеричке резултате, већ и потребно време прорачуна.

Последње, пето поглавље пружа свеобухватан преглед истраживања представљеног у докторској дисертацији. Истакнути су кључни научни доприноси дисертације, и дате су смернице за будућа истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Челичне и спрегнуте конструкције од челика и бетона широко се користе због својих бројних предности. Њихова носивост се значајно мења у условима пожара, и ова тема је од великог интереса за инжењерску заједницу. Постоји велика потреба за поузданим, али једноставним нумеричким моделима. Ова дисертација даје значајан научни допринос будући да је развијен нумерички модел који нуди веома добар баланс између рачунарске ефикасности и нумеричке тачности. Као такав, модел је веома погодан за брзу процену носивости рамовских конструкција изложених пожару, што је доказано кроз обимну нумеричку валидацију кроз коју су резултати упоређени са доступним експерименталним подацима. Поред тога, дисертација даје изразе за температурно зависне површине течења чија употреба није ограничена само на примену у оквиру GP елемента, већ се може применити и код различитих проблема везаних за анализу попречних пресека елемената конструкције који су изложени високим температурама.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији кандидат је извршио преглед релевантне литературе која обухвата 122 библиографске јединице. Ови извори укључују књиге, докторске дисертације, зборнике са конференција и научне радове у часописима који се односе на тему дисертације. Преглед литературе истиче кључне неистражене теме у овој области и поставља неопходну основу за истраживање које је представљено у дисертацији. Током целе дисертације кандидат је прецизно цитирао релевантну литературу и нагласио најважније закључке који су из ње проистекли.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

За истраживање у оквиру докторске дисертације кандидат је применио адекватне научне методе. Оне обухватају:

- материјално и геометријски нелинеарну анализу методом коначних елемената
- временски зависну термичку анализу
- математичке методе нумеричке анализе
- методе оптимизације
- рачунарско програмирање у MATLAB-у
- нумеричке симулације у програмима FedeasLab, OpenSees и SAFIR

3.4. Применљивост остварених резултата

Због сложености понашања конструкција изложених повишеним температурама, а посебно утицајима пожара, често су неопходне напредне прорачунске методе које се у пракси не користе широко због сложености примене и времена потребног за анализу. Валидирани нумерички модел развијен у оквиру ове докторске дисертације пружа поуздан модел за брзу анализу рамовских конструкција у условима пожара. Ово доприноси сигурнијем пројектовању конструкција. Такође, значајна предност предложеног модела је његова рачунарска ефикасност, која омогућава брзу и довољно тачну анализу целе конструкције и његову ширу примену у пракси. Може се закључити да резултати ове докторске дисертације имају велики потенцијал за примену у анализи и пројектовању конструкција.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Чланови комисије сматрају да је кандидат показао способност за спровођење висококвалитетних истраживања, што укључује способност идентификације, дефинисања и решавања научних и инжењерских проблема. Ова способност је показана кроз:

- детаљан преглед литературе који карактерише критичка анализа и идентификација главних неистражених тема,
- јасно дефинисање циљева и концептуализацију рада,
- писање и имплементацију GP елемента и функција термичке анализе у FedeasLab-у,
- спровођење обимне нумеричке студије,
- детаљну анализу резултата и извођење закључака,
- објављивање три рада у часописима са SCI листе, при чему је кандидат први аутор,
- објављивање пет радова на међународним конференцијама, међу којима је и високо реномирани ECCOMAS конгрес.

Све наведено потврђује научну зрелост и истраживачки потенцијал кандидата.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Главни научни доприноси ове дисертације су:

- Развијен и верификован MATLAB код за 2D термичку анализу челичних I пресека и спрегнутих челично-бетонских CFST пресека (кружних, правоугаоних и елиптичних).
- Проширена формулација елемента концентрисане пластичности, заснована на моделу Генералисане пластичности, како би се омогућила термомеханичка анализа конструкција изложених повишеним температурама.
- Изведен нови израз за површ течења елиптичних CFST пресека за анализу при референтним и повишеним температурама.
- Рачунарска имплементација новог GP елемента и модула за термичку анализу у оквиру модула за термомеханичку анализу у софтверу FedeasLab.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Ова дисертација даје неколико кључних доприноса области нелинеарне анализе конструкција, посебно код проширења модела заснованог на теорији Генералисане пластичности на анализу конструкција при повишеним температурама. Развијени елемент има значајан потенцијал за примену у пракси, јер је његова тачност упоредива са тачношћу претходно развијених сложенијих модела. Поред тога, због своје једноставне формулације и “general closest point projection” алгоритма са квадратном конвергенцијом, он је рачунарски ефикаснији. Ово је од великог значаја у пројектовању када је брза процена носивости конструкција у условима пожара приоритет. Предности модела су посебно изражене код већих конструктивних система, где примена сложенијих нумеричких модела захтева знатно дуже време прорачуна.

Методологија представљена у овој докторској дисертацији комбинује резултате термичке и механичке анализе, омогућавајући анализу конструкција при повишеним температурама. Такође се детаљно разматра избор низа других параметара (као што су: површина течења и њена еволуција са температуром, крутост елемената) који се не користе само у оквиру GP модела, већ имају шири потенцијал примене у различитим другим моделима и проблемима у области нелинеарне анализе конструкција и нелинеарне анализе конструкција на дејство пожара.

Значајан број нумеричких симулација коришћених за верификацију модела проширује базу примера који се могу користити у даљим истраживањима за поређење модела и њихову верификацију.

На крају, резултати постигнути у оквиру ове дисертације представљају одличну основу за развој унапређених модела који могу додатно повећати број доступних нумеричких

модела за инжењере и омогућити инжењерима прилагођавање нумеричког модела захтевима тачности конкретне анализе.

4.3. Верификација научних доприноса

Током истраживачког рада на докторској дисертацији, кандидат Милан Бурсаћ је објавио следеће радове као аутор и коаутор:

- Врхунски међународни часописи

1. M. Bursać and S. M. Kostić, "Two approaches for modeling CFST columns under fire conditions," *Journal of Constructional Steel Research*, vol. 235, p. 109797, 2025. doi: 10.1016/j.jcsr.2025.109797 – Категорија M21
2. M. Bursać and S. M. Kostić, "Nonlinear analysis of elliptical CFST columns at ambient and elevated temperatures," *Journal of Constructional Steel Research*, vol. 229, p. 109491, 2025. doi: 10.1016/j.jcsr.2025.109491 – Категорија M21
3. M. Bursać and S. M. Kostić, "An efficient model for 3D analysis of steel frames exposed to fire," *Computers & Structures*, vol. 297, p. 107363, 2024. doi: 10.1016/j.compstruc.2024.107363 – Категорија M21a

- Међународне конференције

1. M. Bursać, S. M. Kostić: „Generalized plasticity model for nonlinear analysis of steel frames at elevated temperatures“, The 9th European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering ECCOMAS Congress 2024 (2024), DOI: 10.23967/eccomas.2024.129 – Категорија M33
2. M. Bursać, S. M. Kostić: „Optimization of purlins cross-section exposed to fire“, *Contemporary Theory and Practice in Construction* 16 (2024) 449-456, DOI: 10.61892/stp202401026B – Категорија M33
3. M. Bursać, S. M. Kostić: „Plastic bending resistance of composite beams according to second generation Eurocode 4“, *IX International Conference Contemporary Achievements in Civil Engineering Proceedings (2024)* 77-85, DOI: 10.14415/CACE2024.06 – Категорија M33
4. M. Bursać, S. M. Kostić: „Evaluation of yield surfaces` accuracy for steel I sections under elevated temperatures“, *The 9th International Conference “Civil Engineering – Science and Practice” GNP 2024 Proceedings (2024)* 173-180 – Категорија M33
5. M. Bursać, S. M. Kostić: „Nonlinear analysis of steel frames at elevated temperatures“, *International Conference of Experimental and Numerical Investigations and New Technologies CNN TECH CONFERENCE 2024 (2024)* – Категорија M33

- Домаћи часопис:

1. M. Bursać, S. Stošić: “Interaction surfaces for post-fire analysis based on Minkowski sum”, *Journal of Faculty of Civil Engineering* 43 (2023) 18-27, DOI: 10.14415/jfce-889 – Категорија M52

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 „Модел генералисане пластичности за нелинеарну анализу рамовских конструкција изложених повишеним температурама“ представља значајан и оригиналан научни допринос. Она показује да је кандидат, Милан Бурсаћ, способан за самосталан научноистраживачки рад. Овај рад је такође био предмет евалуације шире научне заједнице, при чему су објављена три рада у врхунским међународним часописима (као први аутор), као и пет радова у зборницима са конференција међународног значаја.

На основу наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Грађевинског факултета Универзитета у Београду да прихвати докторску дисертацију Милана Бурсаћа под насловом „Модел генералисане пластичности за нелинеарну анализу рамовских конструкција изложених повишеним температурама“ и да одобри њену јавну одбрану.

У Београду, 8. мај 2026.

Чланови Комисије:

доцент др Анина Глумац, дипл.инж.грађ.
(Грађевински факултет Универзитета у Београду)

в.проф. др Милан Спремић, дипл.инж.грађ.
(Грађевински факултет Универзитета у Београду)

проф. др Nicola Tondini, дипл.инж.грађ.
(Универзитет у Тренту, Департман за грађевинско,
еколошко и машинско инжењерство, Италија)

**ACCADEMIC COUNCIL
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
UNIVERSITY OF BELGRADE**

Subject: Report of the Committee for Evaluation of the Doctoral Dissertation of the candidate Milan Bursać

By the decision of the Accademic Council of the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, No. 139/11-25 dated April 23rd, 2026, we have been nominated as members of the Committee for evaluation and examination of the doctoral dissertation of the candidate Milan Bursać, titled:

A GENERALIZED PLASTICITY MODEL FOR NONLINEAR ANALYSIS OF FRAME STRUCTURES AT ELEVATED TEMPERATURES

in Serbian:

**МОДЕЛ ГЕНЕРАЛИСАНЕ ПЛАСТИЧНОСТИ ЗА НЕЛИНЕАРНУ АНАЛИЗУ
РАМОВСКИХ КОНСТРУКЦИЈА ИЗЛОЖЕНИХ ПОВИШЕНИМ
ТЕМПЕРАТУРАМА**

After the evaluation of the submitted dissertation and other supplementary materials, Committee has made the following

REPORT

1. INTRODUCTION

1.1. Chronology of approval and working on the dissertation

- 24 October 2022 – The candidate enrolled in the Doctoral Academic Studies at the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, Study Program Civil Engineering.
- 16 June 2025 – At a meeting of the Department of Engineering Mechanics and Theory of Structures, the candidate presented the proposed topic for their doctoral dissertation entitled “A Generalized Plasticity Model for Nonlinear Aanalysis of Frame Structures at Elevated Temperatures” (in Serbian: “Модел генералисане пластичности за нелинеарну анализу рамовских конструкција изложених повишеним

температурама”). The committee established by the Department accepted the dissertation topic and recommended that the candidate submit the topic to the Academic Council of the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade.

- 18 June 2025 – The candidate submitted the proposal of the doctoral dissertation to the Academic Council of the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade.
- 03 July 2025 – The Academic Council of the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, appointed a Committee to evaluate the doctoral dissertation proposal, with the following members: Assoc. Prof. Svetlana Kostić, Asst. Prof. Anina Glumac, Assoc. Prof. Aleksandar Landović (Decision No. 139/4-25 of 4th July 2025).
- 18 September 2025 – The Academic Council of the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, accepted the Report of the Committee for evaluation of the doctoral dissertation proposal and forwarded its decision to the Council of the Civil Engineering and Urbanism of the University of Belgrade for the approval (Decision No. 139/6-25 of 18th September 2025).
- 30 September 2025 – the Council of the Civil Engineering and Urbanism at the University of Belgrade approved the proposed doctoral dissertation topic titled “A Generalized Plasticity Model for Nonlinear Analysis of Frame Structures at Elevated Temperatures” (in Serbian: “Модел генерализане пластичности за нелинеарну анализу рамовских конструкција изложених повишеним температурама”) (Decision No. 61206-3432/2-25 of 30th September 2025).
- 14 April 2026 – The doctoral dissertation was submitted for review and evaluation.
- At a meeting held on 23rd April 2026 (Decision No. 139/11-25 of 23rd April 2026), the Academic Council of the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, appointed the following Committee for the evaluation and examination of the doctoral dissertation:
 - Dr Anina Glumac, Assistant Professor, University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering,
 - Dr Milan Spremić, Associate Professor, University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering,
 - Dr Nicola Tondini, Full Professor, University of Trento, Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering.

1.2. Scientific field of the dissertation

The dissertation of the candidate Milan Bursać belongs to the scientific fields of Civil Engineering and Engineering Mechanics and Theory of Structures. Assoc. Prof. Svetlana Kostić of the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, has been nominated as a supervisor.

1.3 Biography of the candidate

Milan Bursać, MSc in Civil Engineering, was born on 31th October 1998 in Bačka Topola, Republic of Serbia. He completed his primary education at the "Nikola Tesla" Elementary School and attended the "Dositej Obradović" Gymnasium in Bačka Topola.

Milan Bursać enrolled at the Faculty of Civil Engineering in Subotica, University of Novi Sad, in the 2017/2018 academic year and graduated from the structural engineering program in the 2020/2021 academic year with a grade point average of 10.00.

He defended his bachelor's thesis titled "Numerical Modeling of Short and Slender Axially Compressed Composite Columns with Rectangular Cross-Section" with the highest grade, ten (10). He enrolled in master's studies at the Faculty of Civil Engineering in Subotica, University of Novi Sad, in the 2021/2022 academic year, specializing in Structures. In the same academic year, he passed all exams required by the curriculum and defended his master's thesis titled "Numerical Modeling of Timber and Lightweight Concrete Connection in Composite Slabs."

Milan Bursać enrolled in doctoral studies at the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, in the 2022/2023 academic year, within the study program Civil Engineering. Upon enrollment, he selected Technical Mechanics and Theory of Structures as his narrower scientific research field. He passed all exams required by the curriculum, achieving an average grade of 9.62. During his studies, he was awarded numerous scholarships, including the Dositeja Scholarship from the Fund for Young Talents in 2020/2021 and 2021/2022, as well as the scholarship from the Ministry of Science, Technological Development, and Innovation, which he has held throughout his doctoral studies starting in 2022/2023. He has very good knowledge of English and basic knowledge of German.

As an author and co-author, Milan Bursać has published three papers in top international journals (1 M21a and 2 M21), one paper in a national journal (M52), and five papers in proceedings of internationally significant conferences (M33).

2. DESCRIPTION OF THE DISSERTATION

2.1 Content of the dissertation

The doctoral dissertation of candidate Milan Bursać, MSc in Civil Engineering, titled "A Generalized Plasticity Model for Nonlinear Analysis of Frame Structures at Elevated Temperatures" (in Serbian: "Модел генерализане пластичности за нелинеарну анализу рамовских конструкција изложених повишеним температурама"), is written in English, comprising 128 pages in A4 format. The dissertation contains: 77 figures, 13 tables, and 122 bibliographic references.

The doctoral dissertation consists of the following chapters:

- Introduction
- Thermal analysis
- Mechanical analysis
- Numerical examples
- Conclusions and recommendations for future work

In addition, the doctoral dissertation includes: a title page in both English and Serbian, a page with details about the supervisor and Committee members, an abstract of the dissertation in both English and Serbian, acknowledgements, a table of contents, a list of figures, a list of tables, bibliography, appendices, a brief biography of the candidate with scientific contributions, a Declaration of Authorship, a Declaration of the Identity of the Printed and Electronic Versions of the Doctoral Dissertation, and a Declaration of Use.

2.2 Brief overview of the chapters

The first chapter introduces the research by highlighting the importance of having reliable numerical models for the analysis of the nonlinear behavior of structures under fire conditions. This is followed by a literature review of previously developed numerical models, including remarks about their advantages and disadvantages. Finally, the first chapter concludes with the definition of the research problem and the dissertation's objectives, which are presented clearly. The adopted methodology is appropriate and outlined accordingly.

Chapter two discusses the thermal analysis, which is, in the adopted approach, the first step when analyzing structures exposed to fire. The theoretical foundations of the considered problem are reviewed. The chapter contains details of the derived functions for the thermal analysis of beam/column cross-sections that are based on the finite element method and written in MATLAB. The corresponding code is provided in the Appendix. Adopted assumptions and thermal material properties of steel and concrete are discussed. Finally, the chapter concludes with verification examples of the derived functions. The verification examples contain one example of each type of cross-section (I steel section, rectangular, circular, and elliptical CFST sections) and a comparison of the obtained results with widely used software SAFIR.

Chapter three outlines the mechanical analysis - the second step when analyzing structures exposed to fire. This chapter contains the major equations of the GP element that is extended for the analysis under fire conditions and represents the major contribution of the dissertation. The element state determination is outlined, as well as consideration of large displacements through the corotational formulation. The chapter details the extension of the GP element for fire analysis and the required modifications. The derivation of temperature-dependent yield surfaces, their verification, and properties of the elastic component are discussed. Finally, the chapter concludes with details about the computational implementation of the element and thermal loading effects.

Chapter four focuses on the validation of the proposed GP element and the assessment of its accuracy. The validation is performed on a large set of studies where the response of the GP element is compared with the experimentally obtained results of other numerical studies. The examples of steel structures include simply supported beams, pinned columns, and 2D and 3D frames. Similarly, examples with CFST columns contain single column examples, small 2D portals, and 3D frames. In these simulations, either the critical time is evaluated or the reached temperature at collapse. Where available, a comparison with the most commonly used fiber element is presented. These comparisons include not only numerical results but also required computational time.

The concluding fifth chapter offers a comprehensive overview of the research outlined in the doctoral dissertation. The key scientific contributions of the dissertation are emphasized, and suggestions for future research are provided.

3. ASSESSMENT OF THE DISSERTATION

3.1 Contemporariness and originality

Steel and steel-concrete composite structures are widely used due to their numerous advantages. Their load-bearing capacity significantly changes under fire conditions, and this topic is of high interest to the engineering community. Therefore, reliable yet simple numerical models are in high demand. This dissertation makes a significant scientific contribution by developing a numerical model that offers a very good balance between computational efficiency and numerical accuracy. As such, it is very suitable for the quick assessment of the capacity of frame structures when exposed to fire, which is proven through a rigorous validation of the numerical simulations against available experimental data. Additionally, the dissertation offers expressions for the temperature-dependent yield surfaces, the use of which is not limited to applications within the GP element but can be applied to different problems related to cross-section analysis exposed to high temperatures.

3.2 Review of the references and used literature

In the doctoral thesis, the candidate reviewed relevant literature consisting of 122 sources. These sources include books, doctoral dissertations, conference proceedings, and journal articles related to the dissertation subject. The literature review highlights the key research gaps in the area and establishes an essential groundwork for the study discussed in the dissertation. Throughout the dissertation, the candidate accurately cited the relevant literature and emphasized the most important findings derived from it.

3.3 Description and adequacy of applied scientific methods

For the research in the doctoral dissertation, the candidate employed adequate scientific methods.

These include:

- material and geometrically nonlinear finite element analysis
- time-dependent thermal analysis
- mathematical methods of numerical analysis
- optimization methods
- computer programming in MATLAB
- numerical simulations performed using FedeeasLab, OpenSees and SAFIR

3.4 Applicability of the achieved results

Due to the complexity of the behavior of structures subjected to elevated temperatures, and especially to the effects of fire, advanced calculation methods are often necessary, which are not widely used in practice due to the greater difficulty of their application and the time required for analysis. The validated numerical model developed within this doctoral dissertation offers a reliable model for quick analysis of frame structures under fire conditions. This contributes to the safer design of structures. Also, a significant benefit of the proposed model is its computational efficiency, which enables a fast and sufficiently accurate analysis of the entire structure and its wider application in practice. Therefore, it can be concluded that the findings of this doctoral dissertation have great potential for broader applications in structural analysis and design.

3.5 Evaluation of the candidate competencies to perform independent scientific research

The Committee members believe that the candidate has demonstrated the ability to conduct high quality scientific research, which includes the capacity to identify, define and solve scientific and engineering problems. This ability was shown through:

- A thorough literature review characterised by a critical evaluation and identification of the major scientific gaps,
- Defining clear objectives and conceptualisation the work,
- Writing and implementing the GP element and thermal analysis functions into the FedeeasLab
- Conducting an extensive numerical study,
- Performing detailed analyses of the results and drawing conclusions,
- Publishing three papers in SCI-listed journals, with the candidate as the first author, and
- Publishing five conference papers at international conferences, among which is the highly reputable ECCOMAS Congress

All of the above confirms the scientific maturity and research potential of the candidate.

4. ACHIEVED SCIENTIFIC CONTRIBUTION

4.1 Review of achieved scientific contributions

The main scientific contributions of this dissertation are:

- Developed and verified MATLAB code for 2D thermal analysis of steel I sections and composite steel-concrete CFST sections (circular, rectangular, elliptical).
- Extended a formulation of a concentrated plasticity element, based on the Generalized Plasticity model, to enable thermo-mechanical analysis of structures exposed to elevated temperatures.
- Derived a new expression for the yield surface of elliptical CFST sections for analysis at reference and elevated temperatures.
- Computational implementation of the new GP element and module for thermal analysis into framework for thermo-mechanical analysis in FedasLab.

4.2 Critical analysis of the research results

This dissertation makes several key contributions to the field of nonlinear structural analysis, particularly in extending the model based on the theory of Generalized Plasticity to analysis at elevated temperatures. The developed element has significant potential to be used in practice as its accuracy is comparable to the accuracy of previously developed models. Moreover, because of its simple formulation and return mapping algorithm with quadratic convergence, it is computationally more efficient. This is of high importance in design when the quick assessment of fire capacity of structures is a priority. The benefits of the model are especially important for larger structural models where the use of more sophisticated numerical models requires significantly longer calculation times.

The methodology presented in this doctoral dissertation combines the results of the thermal and mechanical analysis, enabling the analysis of structures at elevated temperatures. It also discusses in detail the selection of a number of other parameters (such as: yield surface and its evolution with temperature, member stiffness properties) that are not only used in connection with the GP model but have broader application potential in various other models and problems in the field of nonlinear structural analysis and nonlinear fire analysis of structures.

The significant number of numerical simulations used for model verification extends the database of examples that can be used in further studies for comparisons between models and their verification.

Finally, results achieved within this thesis form an excellent foundation for the development of improved models that can further increase the number of available numerical models for

engineers and give analysts the opportunity to customize the numerical model to the accuracy demands of the particular analysis.

4.3 Verification of the scientific contributions of the dissertation

During the research work on the doctoral dissertation, the candidate Milan Bursać has published the following papers as an author and co-author:

- Top international journals

1. M. Bursać and S. M. Kostić, "Two approaches for modeling CFST columns under fire conditions," *Journal of Constructional Steel Research*, vol. 235, p. 109797, 2025. doi: 10.1016/j.jcsr.2025.109797 – Category M21
2. M. Bursać and S. M. Kostić, "Nonlinear analysis of elliptical CFST columns at ambient and elevated temperatures," *Journal of Constructional Steel Research*, vol. 229, p. 109491, 2025. doi: 10.1016/j.jcsr.2025.109491 – Category M21
3. M. Bursać and S. M. Kostić, "An efficient model for 3D analysis of steel frames exposed to fire," *Computers & Structures*, vol. 297, p. 107363, 2024. doi: 10.1016/j.compstruc.2024.107363 – Category M21a

- International Conferences

1. M. Bursać, S. M. Kostić: „Generalized plasticity model for nonlinear analysis of steel frames at elevated temperatures“, The 9th European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering ECCOMAS Congress 2024 (2024), DOI: [10.23967/eccomas.2024.129](https://doi.org/10.23967/eccomas.2024.129) – Category M33
2. M. Bursać, S. M. Kostić: „Optimization of purlins cross-section exposed to fire“, *Contemporary Theory and Practice in Construction* 16 (2024) 449-456, DOI: [10.61892/stp202401026B](https://doi.org/10.61892/stp202401026B) – Category M33
3. M. Bursać, S. M. Kostić: „Plastic bending resistance of composite beams according to second generation Eurocode 4“, *IX International Conference Contemporary Achievements in Civil Engineering Proceedings* (2024) 77-85, DOI: [10.14415/CACE2024.06](https://doi.org/10.14415/CACE2024.06) – Category M33
4. M. Bursać, S. M. Kostić: „Evaluation of yield surfaces` accuracy for steel I sections under elevated temperatures“, The 9th International Conference “Civil Engineering – Science and Practice” GNP 2024 Proceedings (2024) 173-180 – Category M33
5. M. Bursać, S. M. Kostić: „Nonlinear analysis of steel frames at elevated temperatures“, *International Conference of Experimental and Numerical Investigations and New Technologies CNN TECH CONFERENCE 2024* (2024) – Category M33

- National journal:

1. M. Bursać, S. Stošić: “Interaction surfaces for post-fire analysis based on Minkowski sum”, *Journal of Faculty of Civil Engineering* 43 (2023) 18-27, DOI: [10.14415/jfce-889](https://doi.org/10.14415/jfce-889) – Category M52

5. CONCLUSION AND PROPOSAL

Based on the previously presented facts of the submitted doctoral dissertation, as well as the evaluation regarding the fulfilment of research tasks and goals, the applied methodology, scientific contribution and obtained results, we conclude that the doctoral dissertation titled **A GENERALIZED PLASTICITY MODEL FOR NONLINEAR ANALYSIS OF FRAME STRUCTURES AT ELEVATED TEMPERATURES** represents a significant and original scientific contribution. It demonstrates that the candidate, Milan Bursać, is capable of conducting independent scientific research. This work has also undergone evaluation by the broader scientific community, with three papers published in high-ranking peer-reviewed journals (as the first author), in addition to five papers in proceedings of internationally significant conferences. Based on these facts, the Committee recommends that the Academic Council of the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, should accept Milan Bursać's doctoral dissertation titled **A GENERALIZED PLASTICITY MODEL FOR NONLINEAR ANALYSIS OF FRAME STRUCTURES AT ELEVATED TEMPERATURES** and should approve it for a public defence.

Belgrade, 8th May, 2026.

COMMITTEE MEMBERS:

Dr Anina Glumac

Assistant Professor

University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering

Dr Milan Spremić

Associate Professor

University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering

Prof. Dr. Nicola Tondini

University of Trento, Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering, Italy