

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ  
НАУКА  
ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ УНИВЕРЗИТЕТА  
У КРАГУЈЕВЦУ**

На седници Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу одржаној 18. 06. 2020 (број одлуке: 01 -1 /1697-15) и на седници Већа за техничко-технолошке науке одржаној 23.06.2020. (број одлуке: IV-04-372/13) којом смо одређени као чланови Комисије за подношење извештаја за оцену научне заснованости теме и испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације:

**ОПТИМИЗАЦИЈА ПРОЦЕСА И ПАРАМЕТАРА ПРОИЗВОДЊЕ  
ПОРОЗНИХ СТРУКТУРА ПРИМЕНОМ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГИЈА**

у научној области **машинско инжењерство** кандидата **Николе Палића, маг. инж. индустр. инж.** На основу података којима располажемо достављамо следећи

**ИЗВЕШТАЈ**

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА  
УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

Бр. 011 / 2108

6.02 20<sup>20</sup> год.  
А Ц

**1. Научни приступ проблему предложеног нацрта докторске дисертације и процена научног доприноса крајњег исхода рада**

У предложеном нацрту докторске дисертације кандидат је образложио предмет истраживања наводећи актуелности и значај предложене теме у области оптимизације процеса и параметара производње порозних структура адитивним технологијама.

Генерални циљ истраживања је унапређење производње порозних структура применом адитивних технологија и метода оптимизације утицајних параметара за добијање жељене структуре материјала с аспекта њихових механичких карактеристика. Оптимизацијом процеса и параметара може се постићи боља димензиона тачност материјалне структуре израђене адитивним технологијама, чиме се могу унапредити и физичке, структурне и механичке карактеристике које су блиско повезане са дизајном порозности. Истраживање је усмерено на практичну примену адитивно произведених порозних структура код две врсте реалних елемената система: 1. елементи вагона и 2. биомедицински скафолди у инжењерству ткива.

Производња порозних структура материјала применом адитивних технологија је веома актуелна област истраживања, посебно с аспекта практичне примене таквих структура. Контролисана порозност материјала омогућава значајне предности у практичним применама, али је производња таквих структура још увек суочена са више изазова у односу на постизање дефинисане порозности и структуре пора, као и жељених механичких карактеристика. Адитивне технологије су добиле на важности управо због чињенице да могу да произведу сложене и комплексне геометрије материјалних структура. Међутим, постизање димензионе тачности финално израђене структуре према дефинисаним захтевима представља комплексан задатак, посебно с аспекта микро и нано

тачности димензија. Такође, физичке, структурне и механичке особине 3Д штампаних објеката још увек нису довољно проучене, као и свеобухватни утицај улазних параметара процеса штампе. Оптимизација процеса и параметара адитивне технологије, с аспекта постизања захтеваних особина израђеног елемента може да унапреди процес производње порозних структура материјала.

Кандидат је предложио програм истраживања у наведеним областима који су у складу са савременим научним методама истраживања. Истраживачки метод је заснован на прикупљању квантитативних и квалитативних података, кроз теоријске, експерименталне и нумеричке методе, кроз систематска посматрања, мерења и експерименте, као и формулације, тестирања и постављања хипотеза које се проверавају кроз све прикупљене податке. Имајући у виду приказ проблема истраживања, полазне хипотезе и предложене научне методе истраживања, приказани нацрт докторске дисертације садржи све елементе који су потребни, да би се у изради докторске дисертације дао научни допринос, значајан за даљи развој научних истраживања у области производње порозних структура применом адитивних технологија.

#### Веза са досадашњим истраживањима

Увидом у објављене радове у научним и стручним часописима, као и радове објављене на међународним конференцијама може се закључити да је кандидат Никола Палић радио истраживања везана за развој и примену адитивних технологија као и испитивање карактеристика порозних структура. Рад у оквиру ове дисертације омогућава кандидату да оствари континуитет у свом истраживачком раду, што поред стручног усавршавања кандидата има за циљ и унапређење процеса и параметара при изради порозних структура адитивним технологијама, са циљем примене у реалној производњи.

Предстојећа истраживања кандидата настављају истраживања у којима је кандидат учествовао до сада, према листи наведених радова, као и радове других аутора, а ослањала би се на публиковане радове следећих аутора:

(F. Živić, N. Grujović, S. Mitrović, D. Adamović, V. Petrović, A. Radovanović, S. Đurić, N. Palić, 2016)<sup>1</sup> су се у свом раду бавили прегледом различитих аспеката увођења порозности у основни биоматеријал и утицајем порозности на различите карактеристике материјала, посебно трење и адхезију. Дате су технике за производњу контролисаних и насумичних порозних површинских слојева. Утицај порозности на адхезију и трење представљен је кроз неколико постојећих експерименталних резултата.

(N. Grujović, F. Zivić, M. Schnabelrauch, T. Walter, R. Wyrwa, N. Palić, L. Ocokoljić, 2018)<sup>2</sup> су се у свом раду бавили двома технологијама електроспининга: растапањем материјала у прилагођеној млазној глави - прилагођеном FDM технологијом 3D штампе и стандардним електроспинингом раствора, који има за циљ израду биоскафолда за инжењеринг ткива.

<sup>1</sup> F. Živić, N. Grujović, S. Mitrović, D. Adamović, V. Petrović, A. Radovanović, S. Đurić and N. Palić: Friction and Adhesion in Porous Biomaterial Structure, Tribology in Industry, Vol. 38, No. 3, 2016, pp. 361-370, ISSN 0354-8996

<sup>2</sup> N. Grujović, F. Zivić, M. Schnabelrauch, T. Walter, R. Wyrwa, N. Palić and L. Ocokoljić: Customization of Electrospinning for Tissue Engineering, Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering, Vol 16, No. 3, 2018, pp. 321-335, DOI 10.22190/FUME180823032G, ISSN: 0354-2025



Упоредени су узорци добијени применом две различите адитивне технологије. Анализиран је утицај улазних параметара процеса на дебљину влакана код добијених узорака. Анализиран је и утицај врсте колектора на својства израђених узорака.

(N. Volpato, T. T. Zanotto, 2018)<sup>3</sup> су се у свом раду бавили утицајем промена у редоследу наношења материјала, варијације димензија и времена израде узорака произведених 3D штампом, на механичке карактеристике узорака. Ради провере утицаја ових параметара, вршен је експеримент наношења слојева штампе, узимајући у обзир различите параметре наношења, са и без оптимизације. Тестовима затезања и савијања у три тачке експериментално су анализирана својства материјала.

(A. E. Jakus, N. R. Geisendorfer, P. L. Lewis and R. N. Shah, 2018)<sup>4</sup> су у овом раду представили могућност комбинације 3D штампе са процесом површинске модификације танком превлаком са циљем добијања дефинисане порозности у распону, 66.6-94.4%, са одговарајућим механичким карактеристикама код полимерног материјала. Резултати су показали да високо порозне структуре промовишу адхезију ћелија, њихов раст и одрживост, па су такве структуре погодне за израду биоскафолда у инжењерингу ткива. Показали су и да се такав процес производње контролисаних порозних структура може ефикасно применити и за металне и керамичке материјале.

(F. García-Moreno, 2016)<sup>5</sup> се у свом раду бави прегледом технологија производње, својстава и индустријске примене металних пена. Класификоване су најрелевантније производне технологије и методе. Дат је преглед најзначајнијих својстава, са посебним фокусом на механичке и функционалне карактеристике, али такође узимајући у обзир и трошкове производње. На крају је представљен приказ могућих примена који указује на значај истраживања с аспекта реалне примене.

## **2. Образложење предмета, метода и циља који уверљиво упућују да је предложена тема од значаја за развој науке**

Предмет, циљеви и хипотезе ове дисертације обухватају следеће

Предмет ове докторске дисертације је утицај процесних параметара адитивних технологија на финалне карактеристике порозних структура, односно систематско истраживање могућности оптимизације процеса адитивних технологија код производње порозних структура са дефинисаном порозношћу и структуром пора, за практичну примену код две врсте реалних елемената система: 1. елементи вагона и 2. биомедицински скафолди у инжењерству ткива.

Истраживачки рад има за циљ да утврди корелације између процесних параметара адитивне технологије (улазних мерних величина) и финалних карактеристика штампаног материјала и структуре (излазне мерне величине), као и најутицајније параметре процеса за добијање жељене структуре материјала, посебно с аспекта нано и микро геометријских

<sup>3</sup> N. Volpato and T. T. Zanotto: Analysis of deposition sequence in tool-path optimization for low-cost material extrusion additive manufacturing. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2018.

<sup>4</sup> A. E. Jakus, N. R. Geisendorfer, P. L. Lewis and R. N. Shah: 3D-printing porosity: A new approach to creating elevated porosity materials and structures, Acta Biomaterialia vol. 72, 94-109, 2018.

<sup>5</sup> F. García-Moreno: Commercial Applications of Metal Foams: Their Properties and Production. Materials, 9, 85, 2016.

карактеристика финалне структуре. Систематска идентификација процесних параметара и њиховог утицаја на финалне карактеристике материјала омогућиће истраживање оптимизације процеса и релевантних параметара с аспекта ресурса и финалног квалитета произведеног елемента, применом нумеричких метода оптимизације. Оптимизација процеса и параметара ће бити усмерена на две области практичне примене адитивних технологија: елементи вагона и биоскафолди, са дефинисаном порозношћу и структуром пора. Истраживачки рад има за циљ да проучи две врсте адитивних технологија: 3Д штампу и електроспининг за полимерне материјале, као и њихову комбинацију са ласерском модификацијом површине за добијање нано и микро-структурираних контактних површина.

У циљу развоја нумеричког модела за оптимизацију процеса адитивне производње с аспекта улазних параметара, односно оптимизованог дизајна порозне структуре са жељеним механичким особинама и унапређеном димензионом тачности 3Д штампе, уведене су следеће претпоставке:

- Различите методе оптимизације могу да обезбеде моделирање процеса адитивне технологије и тиме омогуће унапређену контролу процеса штампе за постизање дефинисане структуре материјала. Постоји велики број могућих варијација улазних величина у процес 3Д штампе елемента и нумеричке методе оптимизације могу ефикасно да укажу на оптималан сет параметара с аспекта жељених карактеристика и крајње апликације материјала и тиме значајно скрате време и ангажовање ресурса (материјала, енергије и рада уређаја) у односу на класичне методе експерименталних проба.
- Улазни параметри адитивне технологије суштински одређују димензиону тачност, структурне и механичке особине израђеног објекта, односно облик и величину резултујућих макро, микро и нано порозности код креираног елемента. Успостављањем корелације између улазних параметара процеса и финалних карактеристика елемента могу се дефинисати методе за процену механичких особина финалних структура у зависности од утицајних улазних параметара адитивне технологије.
- Побољшање димензионе тачности и мањи ниво грешака израђених елемената, може се постићи оптимизацијом параметара адитивне технологије. Тачност израђених елемената у односу на пројектовани дизајн директно зависи од геометријског модела елемената и усвојених режима адитивне технологије, па се претпоставља да ће оптимизација процеса омогућити најбоља решења.
- Нано и микро структуре материјала могу се креирати адитивним технологијама, а претпоставка је да се оптимизацијом процеса и комбинацијом са ласерским модификацијама материјала могу постићи тачно дефинисане димензионе тачности на нано и микро нивоу.
- Постоји директан утицај облика, величине и дистрибуције пора на механичке карактеристике материјала, односно контролом порозности може се директно управљати механичким особинама финалног елемента, чиме се омогућава да једна иста врста материјала има примену у различитим областима. Биоскафолди



захтевају нано и микро порозност већег запреминског удела, док је за одређене елементе вагона довољна макро порозност средњег до нижег запреминског удела. На такав начин, контролисаном структуром материјала, једна иста врста полимера може бити примењена у две потпуно различите области, само са изменама у производном процесу.

### Методe истраживања

Истраживања планирана у оквиру докторске дисертације биће теоријског, експерименталног и нумеричког карактера. Методе које ће се у раду користити су:

- Експерименталне методе
- Нумеричко моделирање
- Статистичке корелације

Процесни параметри адитивне технологије имају пресудни утицај на димензиону тачност планираних материјалних структура. Поред тога, материјалне карактеристике суштински одређују термо-механичка напрезања у материјалу током штампе и тиме додатно утичу на димензиону тачност, као и механичке особине финалног објекта. Корелација улазних параметара са финалним карактеристикама штампаног објекта је потврђена и теоријски и у пракси, али није детерминистички одређена. Нумеричке методе оптимизације и математички алгоритми који постоје представљају ефикасан алат којим се могу симулирати различите комбинације и варијације параметара и одређивати корелација између улазних поставки и финалног резултата. Тиме ће се добити одређени мањи број препоручених комбинација с аспекта добијања жељених структурних и механичких особина узорака. Користиће се вишекритеријумски алати и статистичке корелације применом различитих метода процене.

Експерименталне методе ће укључивати израду узорака различитим адитивним технологијама (ФДМ, СЛА, електроспининг). Експериментално испитивање механичких својстава материјала реализоваће се на савременим уређајима за механичка испитивања (при нормалним и повишеним температурама). Нумерички резултати ће се упоредити са експериментално добијеним резултатима за напоне и деформације и анализирати. За структурну карактеризацију и анализу димензионе тачности експерименталних узорака, примениће се савремене методе и уређаји као што су ЦТ скенирање, СЕМ и АФМ микроскопија. Димензиона анализа узорака ће омогућити дефинисање препорука за улазне и процесне параметре адитивне технологије.

Материјали и структуре који се истражују биће триболошки тестирани на микро и нано нивоу, чиме ће се добити увид у механизме хабања у симулираним условима сличним реално функционалном окружењу. Површинске карактеристике узорака су веома значајне јер суштински одређују механичко понашање материјала у условима контакта, што код порозних структура представља сложен задатак. Посебно је значајно добијање дефинисане нано и микро структуриране површине, што такође представља веома комплексан задатак. Експериментално ће се применити ласерска модификација површине код штампаних елемената и анализирати могућности добијања предефинисаних нано и микро површинских облика и какав утицај на финални резултат имају улазни параметри адитивне технологије.

Сви експериментални узорци биће међусобно упоређивани са циљем добијања најбољих структура с аспекта области практичне примене. Експериментална студија ће омогућити валидацију и унапређење оптимизационог модела тестирањем структура произведених према параметрима процеса добијеним оптимизационим моделом. На основу нумеричких и експерименталних резултата проучаваће се методе оптимизације за специфичне примене.

### Оквирни садржај докторске дисертације

Кандидат је планирао да докторска дисертација буде реализована кроз седам поглавља:

1. Увод
  2. Теоријска разматрања
    - 2.1. Материјали
    - 2.2. Адитивне технологије
    - 2.3. Методе оптимизације
  3. Оптимизација процеса адитивних технологија
  4. Експериментална валидација
  5. Анализа резултата
  6. Закључна разматрања
  7. Литература
- 3. Образложење теме за израду докторске дисертације које омогућава закључак да је у питању оригинална идеја или оригиналан начин анализирања проблема**

На основу пријаве теме докторске дисертације Комисија закључује да постоји потреба за оптимизацијом процеса и параметара производње порозних структура применом адитивних технологија, што ће обезбедити унапређене карактеристике израђених елемената, као и прилагођавање порозне структуре с аспекта жељених механичких особина. Докторска дисертација је усмерена на елементе у реалној примени у две области (биоскафолди и елементи вагона), при чему ће оптимизацијом процеса и параметара материјална структура једне исте врсте материјала бити прилагођена за специфичну примену, што чини значајан научни допринос.

Комисија закључује да је предложена тема докторске дисертације, са образложеним предметом и циљевима рада, научним доприносима и очекиваним резултатима, насталим досадашњим самосталним истраживањима и детаљном анализом доступних научних радова у научном и стручном смислу, оригинална идеја.



#### **4. Усклађеност дефиниције предмета истраживања, основних појмова, предложене хипотезе, извора података, метода анализе са критеријумима науке уз поштовање научних принципа у изради коначне верзије докторске дисертације**

Кандидат Никола Палић ће у својој дисертацији обухватити све елементе савременог научно-истраживачког начина рада поштујући основне критеријуме науке и научних циљева и метода анализе, имплементацијом постојећих и развијањем оригиналних идеја научног истраживања.

У достављеној пријави теме, кандидат се служио одговарајућом терминологијом из области, која је предмет рада. Дефиниција предмета истраживања је усклађена са основним појмовима, предложеним хипотезама и методама истраживања. Кандидат је показао изразиту способност да планира и реализује експерименте уз коришћење савремене мерне опреме и селекцију и анализу литературних извора.

Циљеви истраживања су проистекли из запажених недостатака код примене адитивних технологија код реалних производа (димензиона тачност, облик, ниво и расподела порозности), односно постојања потребе за оптимизованим дизајном порозне структуре и релевантне адитивне технологије и површинских модификација применом ласерских технологија, с аспекта реализације дефинисаних макро, микро и нано величина порозности и површинских облика.

С обзиром да ће кандидат користити савремену опрему за експериментална истраживања и креирати нове аналитичке и нумеричке моделе симулације, добијени резултати ће представљати оригиналан допринос истраживачкој области.

#### **5. Преглед научно-истраживачког рада кандидата**

##### **Кратка биографија кандидата**

Завршио је основну школу “Миодраг Чајетинац Чајка” у Трстенику, а након тога Гимназију “Вук Караџић” у Трстенику, природно-математички смер.

Школске 2012/2013. године уписао је Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, смер војноиндустријско инжењерство. Основне и Мастер академске студије завршио је 2017. године на модулу војноиндустријско инжењерство, са просечном оценом 8,39 (осам и 39/100). Дипломски рад из предмета Мерење контрола и квалитет “Мерење величине честица код прашкастих материјала: Конструкционо решење уређаја за сепарацију просејавањем”, под менторством проф. др Богдана Васиљевића, одбранио је са оценом 10. Мастер рад из предмета Напредна анализа и компјутерска симулација система “Оптимизациони процес у идентификацији параметара FEM модела”, под менторством проф. др Мирослава Живковића, одбранио је са оценом 10.

Докторске академске студије (ДАС) уписао је школске 2017/18. године на студијском програму Машинско инжењерство, на катедри за Производно машинство. Током прве две године ДАС успешно је положио све испите предвиђене наставним планом и програмом са просечном оценом 9,5. У склопу реализованих активности прикупио је обимну

литературу и реализовао већи број експеримената и значајне истраживачке активности из области теме докторске дисертације, на основу којих су публиковани радови.

Досадашњи научно-истраживачки рад и интересовања кандидат је усмерио на област адитивних технологија, односно адитивне производње, као нових производних технологија у експанзивном развоју. У јануару 2018. године изабран је у истраживачко звање истраживач-приправник на период од 3 године на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу. Познаје рад на уређајима за брзе производне технологије као што су 3Д штампачи, уређаји за електроспининг и уређаји за ласерско сечење.

У свом раду користи већи број софтвера, пре свега за геометријско моделирање делова и склопова, кинематску анализу, структурну анализу. Од програма које користи запажено је његово познавање програма CATIA и CREO Parametric, а такође поседује потребна знања за коришћење програма INVENTOR, FEMAP, CorelDRAW, Photoshop и 3DS Max.

Као истраживач-приправник, од јануара 2018. године ангажован је на научно-истраживачком пројекту ресорног министарства III41017, Виртуелни коштано зглобни систем човека и његова примена у претклиничкој и клиничкој пракси.

Учествује у реализацији наставе (лабораторијске и аудиторне вежбе) на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, на предметима: Мерење и управљање, Брза израда прототипова и Мерење, контрола и квалитет.

### **Научно-истраживачки рад**

Као аутор или коаутор до сада је објавио 7 научних и стручних радова у домаћим и међународним часописима, као и на међународним скуповима.

Списак објављених радова:

#### **M24 (Рад у националном часопису међународног значаја)**

1. F. Živić, N. Grujović, S. Mitrović, D. Adamović, V. Petrović, A. Radovanović, S. Đurić and N. Palić: Friction and Adhesion in Porous Biomaterial Structure, Tribology in Industry, Vol. 38, No. 3, 2016, pp. 361-370, ISSN 0354-8996
2. N. Grujović, F. Živić, M. Schnabelrauch, T. Walter, R. Wyrwa, N. Palić and L. Ocokoljić: Customization of Electrospinning for Tissue Engineering, Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering, Vol 16, No. 3, 2018, pp. 321-335, DOI 10.22190/FUME180823032G, ISSN: 0354-2025

#### **M33 (Саопштење са међународног скупа штампано у целини)**

1. N. Palić, V. Sharma, N. Grujović, S. Mitrović and F. Živić: Friction Factor of the Fluid Flow Through Porous Media, Serbiatrib '17, 15th International Conference of Tribology, Kragujevac, Serbia, 17 – 19 May 2017., pp. 42-50, ISBN 978-86-6335-041-0
2. N. Palić, V. Sharma, F. Živić, S. Mitrović and N. Grujović: Tribology Study of Aluminum-Based Foam, MMA 2018 Flexible Technologies, 13th International Scientific Conference, Novi Sad, Serbia, September 28 - 29, 2018., pp. 149-152, ISBN 978-86-6022-094-5



3. V. Sharma, **N. Palić**, F. Zivic and N. Grujovic: Production of Metallic Foam and its Mechanical Properties, ICPE-S 2018, 37th International Conference on Production Engineering, Kragujevac, Serbia, 25 – 26. October 2018., pp. 302-306, ISBN 978-86-6335-057-1
4. V. Slavković, **N. Palić**, V. Sharma, N. Grujović and F. Živić: Mori-Tanaka Method in Characterisation of Composite Structures, Serbiatrib '19, 16th International Conference of Tribology, Kragujevac, Serbia, 15 – 17 May 2019., pp. 84-89, ISSN 2620-2832

**M34 (Саопштење са међународног скупа штампано у изводу)**

1. **N. Palić**, V. Slavković, Ž. Jovanović, F. Živić and N. Grujović: Mechanical Behaviour of Small Load Bearing Structures Fabricated by 3D Printing, 9th International Scientific Conference - IRMES 2019, Research and Development of Mechanical Elements and Systems, Kragujevac, Serbia, September 5-7, 2019, ISBN 978-86-6335-061-8

На основу свега наведеног у претходним тачкама овог извештаја Комисија доноси следећи

## ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

**Никола Палић, мастер инжењер индустријског инжењерства**, испунио је све предвиђене услове за одобрење израде докторске дисертације.

Предложена тема докторске дисертације је оригинална и има научну заснованост. Предложена методологија израде докторске дисертације је у складу са научним принципима. Очекивани резултати докторске дисертације требало би да представљају оригинални научни допринос у оптимизацији производње порозних структура применом адитивних технологија.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да наведена предложена тему за докторску дисертацију:

### **ОПТИМИЗАЦИЈА ПРОЦЕСА И ПАРАМЕТАРА ПРОИЗВОДЊЕ ПОРОЗНИХ СТРУКТУРА ПРИМЕНОМ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГИЈА**


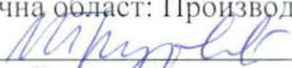
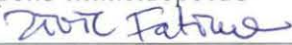
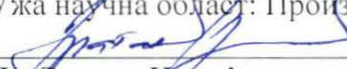
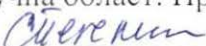
прихвати и одобри њену израду кандидату **Николи Палићу маст. инж. индустр. инж.**

Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде др Фатима Живић, доцент Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

У Крагујевцу,

03.07.2020. год.

### КОМИСИЈА

1.   
Др Слободан Митровић, редовни професор - председник Комисије  
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу  
Ужа научна област: Производно машинство
2.   
Др Ненад Грујовић, редовни професор - члан  
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу  
Уже научне области: Примењена механика, Примењена информатика  
и рачунарско инжењерство
3.   
Др Фатима Живић, доцент - члан  
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу  
Ужа научна област: Производно машинство
4.   
Др Драган Ђунић, доцент - члан  
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу  
Ужа научна област: Производно машинство
5.   
Др Светлана Пелемић, ванредни професор - члан  
Технолошки факултет у Зворнику, Универзитет у Источном Сарајеву  
Ужа научна област: Физика чврстог стања