

## **ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА**

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Александра М. Томовића**, **маст. инж. маш.**, студента Докторских студија

Одлуком бр. 1042/2 од 13.06.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Александра М. Томовића под насловом

**„Спрегнуте попречне и уздужне осцилације Ојлер-Бернулијевих и Тимошенкових греда од функционално градијентних материјала“**

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

Кандидат Александар М. Томовић, маг. инж. маш., уписао је прву годину докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2012/2013. године. Кандидату је одобрено мировање статуса студента на Докторским студијама у трајању од два семестра у школској 2013/14. години (сагласност комисије по молби 9/14939 од 10. 11. 2014. године).

Кандидат је поднео захтев за одобрење теме докторске дисертације број 209/1 од 1. фебруара 2019. године на Катедри за механику Машинског факултета Универзитета у Београду. Кандидат је за менторе предложио др Немању Зорића, ванредног професора Машинског факултета у Београду и др Александра Обрадовића, редовног професора Машинског факултета у Београду. На основу сагласности Катедре за механику број 209/2 од 14. фебруара 2019. године, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду донело је 21. фебруара 2019. године Одлуку број 209/3 о именовану Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације и научне заснованости теме докторске дисертације у саставу:

- др Немања Зорић, ванредни професор (ментор), Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Александар Обрадовић, редовни професор (ментор), Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Зоран Митровић, редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Никола Младеновић, редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду и

- др Славиша Шалинић, ванредни професор, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу.

Комисија за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације и научне заснованости теме докторске дисертације је 7. марта 2019. године поднела Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду Извештај број 209/4, у коме предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да одобри тему докторске дисертације под насловом **„Спрегнуте попречне и уздужне осцилације Ојлер-Бернулијевих и Тимошенкових греда од функционално градијентних материјала“**, наводећи да Кандидат испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Машинског факултета за израду докторске дисертације, и да је предложена тема актуелна и подобна за израду докторске дисертације. Одлуком Наставно-научног већа број 209/5 од 14. марта 2019. године прихваћена је тема докторске дисертације под насловом: **„Спрегнуте попречне и уздужне осцилације Ојлер-Бернулијевих и Тимошенкових греда од функционално градијентних материјала“** кандидата Александра Томовића, маг. инж. маш., док су за менторе именовани др Немања Зорић, ванредни професор и др Александар Обрадовић, редовни професор. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду донело је Одлуку број 61206-1229/2-19 од 25. марта 2019. године којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Александра Томовића, маг. инж. маш., под насловом: **„Спрегнуте попречне и уздужне осцилације Ојлер-Бернулијевих и Тимошенкових греда од функционално градијентних материјала“**. На основу обавештења ванр. проф. др Немање Зорића и проф. др Александра Обрадовића да је кандидат Александар Томовић, маг. инж. маш., завршио докторску дисертацију под насловом: **„Спрегнуте попречне и уздужне осцилације Ојлер-Бернулијевих и Тимошенкових греда од функционално градијентних материјала“** и предлога Катедре за механику број 1042/1 од 6.6.2019. године, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду је на седници одржаној 13. јуна 2019. године донело Одлуку број 1042/2 којом се именују чланови Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације у саставу:

- др Немања Зорић, ванредни професор (ментор), Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Александар Обрадовић, редовни професор (ментор), Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Зоран Митровић, редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Никола Младеновић, редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду и
- др Славиша Шалинић, ванредни професор, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу.

## 1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под насловом **„Спрегнуте попречне и уздужне осцилације Ојлер-Бернулијевих и Тимошенкових греда од функционално градијентних материјала“** припада области техничких наука - **машинство**, ужој научној области - **Механика**, за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан. Ментор др Немања Зорић је ванредни професор на Катедри за механику Машинског факултета Универзитета у Београду. Као аутор или коаутор до сада је публикувао 8 радова на SCI листи. Ментор др Александар Обрадовић је редовни професор на Катедри за механику Машинског факултета Универзитета у Београду. Као аутор или коаутор до сада је публикувао 29 радова на SCI листи.

### 1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидат, Александар Томовић, мастер инжењер машинства и студент Докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду, рођен је 7. септембра 1988. у Горњем Милановцу, где је завршио основну и средњу школу. Средњи ниво образовања стекао је у Техничкој школи *Јован Жујовић*, где је похађао смер *машински техничар за компјутерско конструисање* и завршио као ученик генерације, са просечном оценом 5,00, при чему је стекао диплому Вук Стефановић Караџић. Године 2007. награђен је наградом *Таковски устанак* од стране Општине Горњи Милановац за изузетан успех у школовању. Основне академске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду уписао је школске 2007/2008. године. Након завршетка Основних академских студија, септембра 2010, уписује Мастер академске студије студије на истој установи, на којој брани мастер рад јула 2012. године. Похваљен је, од стране Машинског факултета Универзитета у Београду, као најбољи студент на Основним и Мастер студијама Машинског факултета у Београду у својој генерацији, који је студије завршио са просечном оценом 10,00 током свих нивоа студија. Током студија, кандидат је радио летње праксе у компанијама: *Eurolion d.o.o* у Горњем Милановцу у одсеку машинског одржавања и у *Рафинерији нафте Панчево* на одељењу за инструментацију. Учествовао је у различитим волонтерским омладинским акцијама и омладинској размени у Чешкој.

Током студија кандидат је награђиван бројним наградама и то:

- Награда „Растко Стојановић“ Српског друштва за механику, за самостални научни рад под насловом „*A Novel Approach to the Free Axial-Bending Vibration Problem of Inhomogeneous Elastic Beams With Variable Cross-Sectional Profiles*“, презентован на конференцији *Sixth International Congress of Serbian Society of Mechanics*, која је одржана јуна 2017;
- Похвала за најбољег студента на Мастер академским студијама генерације уписане 2010/11, са просечном оценом 10,00;
- Похвала за изванредан успех на првој и другој години Мастер академских студија, са просечном оценом 10,00 и свим положеним испитима (2010/2011. и 2011/2012);
- Похвала за најбољег студента на Основним академским студијама генерације уписане 2007/08, са просечном оценом 10,00;
- Похвала за изванредан успех на првој, другој и трећој години Основних академских студија (2007/2008, 2008/2009. и 2009/2010);
- Стипендија Фонда за младе таленте Министарства омладине и спорта Републике Србије – „Доситеја“ (2011/2012);
- Стипендија СПК Привредник, компанија *MK Group* (2010/2011);
- Стипендија Републичке фондације за развој научног и уметничког подмлатка (2010/2011);
- Стипендија Фонда за младе таленте Министарства омладине и спорта Републике Србије (2009/2010);
- Стипендија Општине Горњи Милановац (2008-2012);
- Стипендија Министарства просвете и спорта Републике Србије (2008-2009);
- Награда „Таковски устанак“, Општине Горњи Милановац, 2007;

- Похвалница Њ. К. В. Александра II Карађорђевића за изузетан успех постигнут у школовању, 2007;
- Трећа награда за постигнут успех на Републичком такмичењу из математике од стране Друштва математичара Србије, 2007.

Уписао је Докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду 2012. године. Био је ангажован на Техничком факултету "Михајло Пупин" Универзитета у Новом Саду до заснивања радног односа на Машинском факултету Универзитета у Београду. У јануару 2015. године изабран је у звање асистента на Катедри за Механику на Машинском факултету Универзитета у Београду, где је, до сада, држао вежбе на предметима Механика 1, Механика 2 и Механика 3 на Основним академским студијама, као и на предметима Механика континуума и Механика М на Мастер академским студијама. Члан је Српског друштва за механику.

Кандидат течно говори енглески језик, што потврђује положеним сертификатом о напредном знању енглеског језика („C1“) са оценом „А“ и поседује основна знања немачког језика. Кандидат користи следеће компјутерске програме: MicrosoftOffice (Word, Excel, PowerPoint, Outlook), AutoCAD, ProDesktop, SolidWorks, Matlab, Wolfram Mathematica, LaTeX, ADMS 5, ADMSUrban, PHOENICS.

## 2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Александра Томовића, маст. инж. маш., под насловом „Спрегнуте попречне и уздужне осцилације Ојлер-Бернулијевих и Тимошенкових греда од функционално градијентних материјала“ је документ формата А4, штампан једнострано, написан на српском језику, ћириличним писмом. Написана је на укупно 106 нумерисаних страна укључујући и Литературу која садржи 56 референци. Илустрована је са 21 сликом и дијаграмом, садржи 328 нумерисаних израза, и 12 табела.

Докторска дисертација садржи следећа Поглавља:

1. Увод;
2. Уздужне осцилације греда од функционално градијентних материјала - Ојлер-Бернулијев приступ;
3. Попречне осцилације греда од функционално градијентних материјала - Ојлер-Бернулијев приступ;
4. Попречне осцилације греда од функционално градијентних материјала - Тимошенков приступ;
5. Спрегнуте уздужне и попречне осцилације Ојлер-Бернулијевих греда променљивог попречног пресека од функционално градијентних материјала;
6. Нумерички примери;
7. Закључак;
8. Литература.

Осим наведеног, докторска дисертација садржи резиме на српском и енглеском језику, садржај, биографију аутора, Изјаву о ауторству, Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу.

## 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У *првом* поглављу дисертације описан је проблем осциловања еластичних греда од функционално градијентних материјала и дат је преглед остварених резултата разматраног проблема, са освртом на доступне литературне изворе. Анализирана је разлика између класичних композитних материјала и функционално градијентних материјала, са освртом на могућности њихове производње и техничке примене у реалним конструкцијама. Постављена је јасна граница између могућности примене модела који се користе за решавање проблема осциловања греда, чије се механичке карактеристике мењају по попречном пресеку греде, у односу на оне где се геометријске, масене и механичке карактеристике греде мењају по њеној уздужној оси. Такође је дискутовано о различитим приступима решавању проблема осциловања. Наиме, разликују се модели у којима је извршена дискретизација греде, од оних у којима је греда моделирана као непрекидна средина.

У *другом* поглављу дисертације посматрана је еластична греда од функционално градијентног материјала, чије се геометријске, масене и механичке карактеристике могу мењати по њеној уздужној оси. Ова греда може вршити подужне осцилације, па се за такве осцилације изведена парцијална диференцијална једначина своди на систем обичних линеарних диференцијалних једначина које су погодне за коришћење у симболичко-нумеричком методу почетних параметара, на основу чега се одређују сопствене фреквенције и модови осциловања еластичне греде. Коришћене су конститутивне релације Ојлер-Бернулијеве теорије. Контурни услови диференцијалних једначина кретања одређени су начином ослањања греде. Ослањање је моделирано коришћењем опруга одговарајућих крутости. На левом, односно десном крају греде, круто су спојена тела, чија се тежишта поклапају са крајњим тачкама греде

У *трећем* поглављу дисертације посматрана је еластична греда, чије се геометријске, масене и механичке карактеристике могу мењати по уздужној оси, при чему посматрана греда може вршити само попречне осцилације. За попречне (трансверзалне) хармонијске осцилације формирана је парцијална диференцијална једначина и сведена је на систем обичних линеарних диференцијалних једначина које су погодне за коришћење у симболичко-нумеричком методу почетних параметара. Коришћењем овог метода описан је поступак за одређивање сопствених фреквенција и модова осциловања греде. Контурни услови диференцијалних једначина кретања одређени су начином ослањања греде на вертикалне опруге и спиралне опруге одговарајућих крутости, на оба краја греде. На левом, односно десном крају греде, круто су спојена тела, чија тежишта се поклапају са крајњим тачкама греде. Приликом извођења једначина коришћене су конститутивне релације Ојлер-Бернулијеве теорије.

У *четвртој* поглављу дисертације, за добијање диференцијалних једначина осциловања еластичних греда, с обзиром на конститутивне релације Тимошенкове теорије, користе се варијациони принципи механике. Формиране су диференцијалне једначине кретања акцијално оптерећене греде променљивог попречног пресека, која се ослања на еластичне ослонце, слично као у трећем поглављу дисертације. У овом случају сматра се да на крајевима греда нема концентрисаних маса. Описан је поступак добијања диференцијалних једначина кретања користећи проширени Хамилтонов принцип, с обзиром на одређену кинетичку и потенцијалну енергију система. Овај поступак је примењен и на одређивање диференцијалних једначина кретања Тимошенкове греде, која се ослања на еластичну подлогу Пастернаковог типа, при чему се карактеристике подлоге, као и карактеристике греде, могу мењати по уздужној оси греде. Слично као у поглављу 3, ослањање крајева греде реализовано је коришћењем опруга. Овако формиран систем парцијалних диференцијалних једначина своди се на систем обичних линеарних диференцијалних једначина са променљивим коефицијентима, који је погодан за примену симболичко-нумеричког метода почетних параметара у диференцијалном облику.

У *петом* поглављу дисертације анализирани су спрегнуте уздужне и попречне осцилације греда од функционално градијентних материјала, са произвољним законом промене површине попречног пресека греде по њеној уздужној оси. У анализи су примењене једначине Ојлер-Бернулијеве теорије. Ослањање греде на сваком крају реализовано је помоћу две опруге, чије су подужне осе међусобно управне и једне спиралне опруге. На оба краја посматране греде круто су спојена тела, чија су средишта маса постављена ексцентрично у односу на крајеве греде. Парцијалне диференцијалне једначине кретања сведене су на систем спрегнутих обичних линеарних диференцијалних једначина са променљивим коефицијентима, погодан за примену симболичко-нумеричког метода почетних параметара у диференцијалном облику. Дат је опис метода одређивања сопствених фреквенција и модова осциловања система. За произвољне почетне услове одређене су константе у временској функцији хармонијских осцилација, а касније и услови ортогоналности спрегнутих модова осциловања. Даље је анализиран утицај густине материјала и тела, које је ексцентрично постављено у односу на десни крај греде, на њене сопствене фреквенције.

У *шестом* поглављу дисертације представљено је девет примера у којима су поређени резултати публиковани у доступној литератури са резултатима добијеним применом метода презентованих у дисертацији, следствено датим поглављима.

На крају, у *седмом* поглављу дисертације дата су закључна разматрања, са освртом да представљене и анализирани проблеми осциловања. Дат је осврт на могућа будућа истраживања у области раванских линеарних осцилација греда са променљивим геометријским, масеним и механичким карактеристикама по уздужној оси.

### 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација под насловом „Спрегнуте попречне и уздужне осцилације Ојлер-Бернулијевих и Тимошенкових греда од функционално градијентних материјала“ кандидата Александра Томовића, маг. инж. маш., представља наставак истраживања проблема осцилација еластичних тела који је, на модеран начин започет средином осамнаестог века. У дисертацији се третирају осцилације греда од функционално градијентних материјала, који су развијени у другој половини двадесетог века, при чему се користе савремена нумеричка израчунавања, чиме се постиже савременост ове дисертације. Оригиналност у приступу приликом решавања предложеног проблема осцилација еластичних греда огледа се кроз коауторски рад публикован у међународном научном часопису изузетних вредности и кроз два рада на научном скупу, при чему је један ауторски, а други коауторски. Ауторски рад награђен је Наградом *Растко Стојановић* Српског друштва за механику. У дисертацији се користи симболичко-нумерички метод почетних параметара за одређивање сопствених фреквенција греда и илуструје се коришћење метода погађања (*shooting method*) са освртом на изузетну предност првог метода за решавање предложеног проблема. С обзиром да је кандидат Александар М. Томовић дао одговоре на питања која су од изузетног значаја приликом решавања широког спектра проблема осциловања еластичних греда у затвореном облику, то се предложена Дисертација може оценити као изузетно успешна.

#### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Тема предложене докторске дисертације ослања се на класичне темеље механике непрекидних средина, уз примену функционално градијентних материјала и нумеричких

метода. У уводном делу дат је преглед постојећег стања модерних истраживања у области која се разматра у дисертацији, при чему је кандидат дао критички осврт на истакнуте резултате релевантних аутора у области осцилација еластичних греда од функционално градијентних материјала променљивог попречног пресека. Ова, наведена литература представљала је основу кандидату за стварање нових научних резултата. Део библиографских јединица је из књига, зборника радова и монографија, док други део представљају радови из реномираних међународних часописа, чији преглед значајно указује на актуелност теме докторске дисертације.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Резултати приказани у овој докторској дисертацији добијени су применом следећих научних метода (теорија) добро познатих научној и стручној јавности:

- Механике непрекидних средина;
- Теорије еластичности;
- Теорије осцилација линијских носача;
- Парцијалних диференцијалних једначина;
- Елемената линеарне алгебре;
- Нумеричких метода.

### 3.4. Применљивост остварених резултата

Приказани резултати кандидата Александра Томовића, у овој дисертацији, имају велику примену у оквиру разматране теме осцилација еластичних греда. Дати резултати креирају темељ за будућа истраживања у овој области, као што је кандидат у Закључку дисертације истакао.

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

Кандидат је током израде докторске дисертације показао способност за самостални научни рад. Поседује темељно и широко знање у оквиру теоријске механике, механике непрекидних средина и теорије осцилација, као и знање у оквиру примене нумеричких метода користећи савремене софтверске пакете за решавање постављених проблема. Уз то кандидат поседује знања претраге и одабира релевантне литературе и писања научних радова. Тиме је кандидат стекао потребне квалификације за даљи самостални научно-истраживачки рад. То је потврђено ауторским радом и коауторским радовима.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Успешном реализацијом циљева истраживања у оквиру докторске дисертације под називом **„Спрегнуте попречне и уздужне осцилације Ојлер-Бернулијевих и Тимошенкових греда од функционално градијентних материјала“**, остварени су следећи међународно верификовани научни доприноси:

- Одређивање сопствених фреквенција слободних уздужних осцилација еластичних греда променљивог попречног пресека од функционално градијентних материјала чије се механичке карактеристике произвољно мењају дуж подужне осе греде. Овај

допринос приказан је у Поглављу 2 и Нумеричком примеру 1 докторске дисертације. Међународно је научно верификован у раду [1] (одељак 4.3 Верификација научних доприноса), категорије M21a, на коме је кандидат једини докторанд. Анализа утицаја масених и геометријских параметара на вредности сопствених фреквенција научно је верификована у раду [2].

- Одређивање сопствених фреквенција слободних попречних осцилација еластичних греда променљивог попречног пресека од функционално градијентних материјала чије се механичке карактеристике произвољно мењају дуж подужне осе греде. Овај допринос приказан је у Поглављу 3 и Нумеричким примерима 2, 3 и 4 докторске дисертације и међународно је научно верификован у раду [1] (одељак 4.3 Верификација научних доприноса). Проналажење решења у затвореном облику за спрегнуте уздужне и попречне осцилације еластичних греда научно је верификовано у раду [3], за који је кандидат награђен престижном Наградом др Растко Стојановић за 2017. годину.

#### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу прегледа релевантне научне литературе и сагледавања постојећих решења из области ове докторске дисертације, комисија констатује да су приказани резултати истраживања изузетно значајни и научно утемељени. Истовремено, на основу увида у задате циљеве истраживања и резултате представљене у докторској дисертацији, констатујемо да су пружени одговори на сва релевантна питања и да су решени сви проблеми са којима се кандидат сусрео у току истраживања.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

Доприноси предметне докторске дисертације су верификовани кроз следеће радове:

##### **Научни рад у међународном часопису изузетних вредности, категорија M21a**

- [1] Šalinić, S., Obradović, A., Tomović, A.: *Free vibration analysis of axially functionally graded tapered, stepped, and continuously segmented rods and beams*, - Composites Part B, No 150, 2018, pp. 135–143, ISSN:1359-8368 (IF 4.920 za 2017)

##### **Научни рад саопштен на скупу међународног значаја, штампан у целини, категорија M33**

- [2] Tomović A., Šalinić S., Obradović A., Lazarević M., Mitrović Z., *The exact natural frequency solution of a free axial-bending vibration problem of a non-uniform AFG cantilever beam with a tip body*, Proceedings of the 7th International Congress of Serbian Society of Mechanics, ISBN 978-86-909973-7-4, pp.M4c 1-10, Sremski Karlovci, June 24-26, 2019
- [3] Tomović, A.: *A Novel Approach to the Free Axial-Bending Vibration Problem of Inhomogeneous Elastic Beams With Variable Cross-Sectional Profiles* - Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Congress of Serbian Society of Mechanics, ISBN 978-86-909973-6-7, pp.S3c 1-10, Tara, June 19-21, 2017



## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу детаљног прегледа докторске дисертације, Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације констатује да је докторска дисертација под називом „Спрегнуте попречне и уздужне осцилације Ојлер-Бернулијевих и Тимошенкових греда од функционално градијентних материјала“ кандидата **Александра М. Томовића**, магистар инжењерских машинских наука, урађена према свим стандардима у научно-истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању и да је у складу са Статутом и Правилником о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду. На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији, Комисија констатује да је кандидат **Александар М. Томовић**, магистар инжењерских машинских наука, успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања. Кандидат је дошао до оригиналних научних резултата који су успешно и верификовани. Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације закључила је да докторска дисертација под називом „Спрегнуте попречне и уздужне осцилације Ојлер-Бернулијевих и Тимошенкових греда од функционално градијентних материјала“ представља оригиналан и вредан научни рад са научним доприносима у области машинства, ужа научна област Механика, па сходно члану 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду, Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да Реферат прихвати, дисертацију стави на увид јавности и упути Реферат на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да се након тога кандидат **Александар М. Томовић**, магистар инжењерских машинских наука, позове на јавну одбрану.

У Београду, 27.06. 2019. год.

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

---

др Немања Зорић, ванредни професор, ментор  
Универзитет у Београду, Машински факултет

---

др Александар Обрадовић, редовни професор, ментор  
Универзитет у Београду, Машински факултет

---

др Зоран Митровић, редовни професор  
Универзитет у Београду, Машински факултет

---

др Никола Младеновић, редовни професор  
Универзитет у Београду, Машински факултет

---

др Славиша Шалинић, ванредни професор  
Универзитет у Крагујевцу, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву