

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о завршеној докторској дисертацији
кандидата мр Деспота Јанковића, дипл. инж. маш.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду број 1406/02 од 22.06.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Деспота Јанковића, дипл. инж. маш., под насловом:

**„УТИЦАЈ СТАТИЧКИХ И ДИНАМИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА НА ПОЈАВУ
ИНИЦИЈАЛНИХ ОШТЕЋЕЊА КОМПОЗИТНИХ ЛОПАТИЦА РЕПНОГ РОТОРА
ХЕЛИКОПТЕРА,,**

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 мр Деспот Јанковић, дипл. инж. маш., пријавио је израду докторске дисертације под називом „Утицај статичких и динамичких оптерећења на појаву иницијалних оштећења композитних лопатица репног ротора хеликоптера“, Машинском факултету Универзитета у Београду, дана 23.09.2015. године под бројем 1802/1. Кандидат је за ментора предложио проф. др Слободана Ступара, редовног професора Универзитета у Београду – Машинског факултета.

На основу пријаве кандидата, предлога Катедре за ваздухопловство број 1897/2 од 23.12.2015. године, и одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду број 1897/3 од 24.12.2015. године, прихваћен је предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације, а за ментора је именован проф. др Слободан Ступар, редовни професор Универзитета у Београду – Машинског факултета.

На основу захтева докторанта, одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета о испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације и о именовану ментора а на захтев Машинског факултета борј 782/2 од 07.04.2016. године, Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, на седници одржаној 16.05.2016. године, дало је сагласност на тему докторске дисертације под називом „Утицај статичких и динамичких оптерећења на појаву иницијалних оштећења композитних лопатица репног ротора хеликоптера“ (02 број: 61206-1925/2-16).

Катедра за ваздухопловство је 16.01.2017. године, упутила обавештење број 77/1 Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду, о завршетку докторске дисертације кандидата мр Деспота Јанковића, дипл. маш. инж. Наставно-научно веће је, дана 19.01.2017., донело Одлуку број 77/2 о именовану Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације. Катедра за ваздухопловство је 19.06.2017. године, упутила захтев Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду, број 1406/1 за измену члана Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације због објективних околности.

Наставно-научно веће је, дана 22.06.2017. донело Одлуку број 1406/2, о именовану Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације „Утицај статичких и динамичких оптерећења на појаву иницијалних оштећења композитних лопатица репног ротора хеликоптера“ кандидата мр Деспота Јанковића, дипл. инж. маш. у следећем саставу:

- др Слободан Ступар, редовни професор, Универзитет у Београду - Машински факултет, у пензији,
- др Александар Симоновић, редовни професор, Универзитет у Београду - Машински факултет,
- др Александар Грбовић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Машински факултет,
- др Стеван Максимовић, научни саветник, ВТИ Београд,
- др Слободан Гвозденовић, редовни професор, Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом „Утицај статичких и динамичких оптерећења на појаву иницијалних оштећења композитних лопатица репног ротора хеликоптера“, припада области техничких наука, односно Машинству, ужа научна област ваздухопловство, за коју је матичан Машински факултет Универзитета у Београду.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Деспот Јанковић је рођен 16.06.1966. године у Титовом Ужицу. Основну школу завршио је 1981. године у селу Кремна. Ваздухопловно техничку средњу војну школу је похађао у периоду од 1981. до 1985. године. Ваздухопловно техничку војну академију је завршио 1991. године и исте године дипломирао на Машинском факултету Универзитета у Београду где је успешно одбранио дипломски рад на тему „Маневарске способности борбених летелица у вертикалној равни са анализом основних једначина кретања и софтверским решењем основних еволуција“. Последиломске студије је завршио на Војној академији из области ваздухопловног машинства на тему „Пројектовање поузданости кутије авионских агрегата КСА-2 борбеног авиона МиГ“ уз менторство др Градимира Ивановића, дипл. маш. инж., редовног професора Универзитета у Београду - Машинског факултета.

По дипломирању је вршио више војних дужности: командир вода, главни инжењер, Начелник војнотехничке службе, референт за одржавање ловачке авијације, Начелник Реферата за одржавање ваздухоплова, Начелник Одељења логистике. Од 2010. године је на дужности директора ВЗ „Мома Станојловић“.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Мр Деспота Јанковића, дипл.маш.инж., под називом „Утицај статичких и динамичких оптерећења на појаву иницијалних оштећења композитних лопатица репног ротора хеликоптера“, је документ формата А4, штампан једнострано, са текстом на српском језику и изложен на 243 нумерисане стране. У оквиру дисертације материја је приказана у укупно седам поглавља, док су списак коришћене литературе и биографија дати као осма и девета глава. Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод, предмет, циљ и задаци истраживања
2. Преглед коришћене литературе
3. Теоријске основе
4. Нумерички модели
5. Дефинисање методологије и поступака
6. Нумеричка симулација
7. Експериментална верификација резултата
8. Дискусија
9. Закључак
10. Списак коришћене литературе

Текст дисертације је илустрован са укупно 96 слика, 38 табела и 124 једначине. У попису коришћене литературе кандидат је навео 86 референци.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У поглављу 1 су образложени мотиви за избор теме докторске дисертације. Уз то су дефинисани предмет и циљ истраживања, постављене су полазне хипотезе и дат је преглед коришћења научних метода. Поред тога дато је и сажето сагледавање потреба коришћења лопатица репног ротора хеликоптера од композитних материјала.

У поглављу 2 дат је приказ коришћене литературе, са кратким освртом на актуелна истраживања из ове области последњих година. У овом поглављу набројани су најзначајнији резултати и препоруке по питању продужетка радног века лопатица репног ротора хеликоптера израђених од композитних материјала. Кроз преглед коришћене литературу у поглављу 2 истакнута је важност нумеричких и експерименталних метода у погледу анализе чврстоће лопатица репног ротора хеликоптера. Такође су приказане савремене нумеричке методе које се користе за анализу услова рада елемената конструкција хеликоптера. Дат је и преглед примене широке палете композитних материјала и одговарајућих поступака технологије израде самих лопатица од композитних материјала.

У поглављу 3 дате су теоријске основе за анализе чврстоће елемената конструкција од вишеслојних композитних материјала. Ту се првенствено дефинишу критеријуми отказа код вишеслојних композитних материјала.

У поглављу 4 приказани су репрезентативни нумерички модели за анализу вишеслојних композитних панела. Посебна пажња била је усмерена на нумеричко моделирање утицаја секвенци слагања слојева на критичне вредности напона односно на губитак еластичне стабилности композитних панела.

У поглављу 5 дефинисана је методологија и поступци везано за технологију израде лопатица од композитних материјала с једне и обезбеђења потребне чврстоће елемената конструкција од композитних материјала с друге стране.

У поглављу 6 дат је кратак осврт на нумеричке симулације које се користе за дефинисање оптерећења лопатица репног ротора хеликоптера с једне као и одређене анализе напонских стања с друге стране. У основи сама лопатица репног ротора хеликоптера је у основи метал/композитни тип конструкције. Корени део лопатице је метални који се везује за саму

главчину ротора а преостали је композитна структура. Да би се обезбедила минимална маса уз задовољење захтева чврстоће потребна је прецизна анализа напонских стања. Основ за прецизно дефинисање напонских стања је Метод Коначних Елемената (МКЕ) у спрези са одговарајућим критеријумима за иницијалне отказе у ламинатима. За ту сврху коришћен је комерцијални софтвер *MSC/NASTRAN* с једне као и „*in-house*“ софтвер с друге стране. Када се ради о „*in-house*“ софтверу он се првенствено односи на анализе напонских стања вишеслојних композитних панела и њихову оптимизацију са аспекта прорачуна оптималне секвенце слагања слојева која обезбеђује минималну масу уз задовољење захтева чврстоће и губитка еластичне стабилности.

У поглављу 7 приказани су експериментални резултати испитивања чврстоће лопатица репног ротора хеликоптера од композитних материјала. Испитивања статичке и динамичке чврстоће лопатица репног ротора хеликоптера од композитних материјала реализована је уз коришћење серво-хидрауличног система МТС. За регистрацију напонских стања и деформација коришћене су мерне траке као и одговарајући сензори за регистрацију померања.

У поглављу 8 дате су одређене дискусије везане за предметна испитивања композитних лопатица. Анализирани су комплетни резултати експерименталне верификације чврстоће са посебним освртом на остварене резерве чврстоће које су добијене током спроведених експерименталних истраживања композитне лопатице репног ротора хеликоптера.

У поглављу 9 образложен је научни допринос дисертације и предложени су могући правци даљих истраживања на бази добијених резултата.

У поглављу 10 наведена је литература коришћена при изради докторске дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација „Утицај статичких и динамичких оптерећења на појаву иницијалних оштећења композитних лопатица репног ротора хеликоптера“ кандидата Мр Деспота Јанковића, дипл. инж. маш., представља савремен и оригиналан приступ у анализи радних услова и решавању проблема технологије градње сложених конструкција и продужења радног века лопатица репног ротора хеликоптера, која је изложени интензивном инерцијалном и аеродинамичком оптерећењу. Оригиналност у приступу решавања наведених проблема као и примењивост добијених резултата истраживања у оквиру дисертације, потврђени су кроз експериментална испитивања, као и упоредним динамичким испитивањима у понашању металних лопатица (којима је истекао век употребе) са новим композитним лопатицама. Примењене нумеричке методе као и саме нумеричке симулације резултат су детаљне експерименталне верификације локалне чврстоће метал/композитних структуралних елемената.

Мултидисциплинарни приступ истраживањима у оквиру ове докторске дисертације, поред успостављања нове технологије израде лопатица од композитних материјала, омогућила је примена нумеричких метода симулације иницијалних отказа код структуралних елемената типа вишеслојних композитних љуски за произвољне секвенце слагања слојева које се могу користити како за моделирање поља оплоте тако и за моделирање саме рамењаче код композитне лопатице. Овај приступ би могао да се примени и за оптимално димензионисање структуралних елемената типа вишеслојних композитних панела (поља оплоте, рамењача,...) којим би се обезбедила минимална маса уз задовољење одговарајућих захтева у погледу чврстоће (иницијалних отказа) као и губитка еластичне стабилности.

Оригиналност и савременост приступа у дисертацији огледа се првенствено у спрези квалитетне технологије израде композитне лопатице и применом нумеричких симулација и кроз квалитетну експерименталну верификацију обезбеђује знатно дужи век употребе у

односу на оригиналне металне лопатице какве су коришћене у експлоатацији хеликоптера а којима је истекао век употребе.

Ова истраживања омогућују да се оригиналне металне лопатице, којима је истекао век употребе, замене са композитним лопатицама које задовољавају захтеве чврстоће и крутости, а чији је век употребе знатно дужи у односу на металне лопатице.

Резултати ових истраживања су омогућили, да се с једне стране нумеричке и експерименталне методе искористе у циљу повећања радног века сложених делова, у овом случају лопатица репног ротора хеликоптера, као и да се редукују веома скупа експериментална истраживања при замени појединих других елемената структуре летелица којима је истекао век употребе.

Посебан допринос истраживања се огледа у развоју технологије израде композитне лопатице репног ротора хеликоптера као и успостављања погодних нумеричких процедура за анализу чврстоће структуралних елемената типа вишеслојних композитних љуски до појаве иницијалних оштећења и губитка еластичне стабилности. Овај приступ могао би се применити и на другим експлоативним ваздухопловних конструкција.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Списак литературе коју је кандидат користио у докторској дисертацији дат је у посебном поглављу. Ова литература је кандидату послужила као полазна основа за преглед тренутног стања у области која је предмет истраживања у дисертацији. Увидом у списак коришћене литературе закључено је да је кандидат у потребној мери располагао савременом референтном литературом из области теоријске и експерименталне чврстоће композитних структура, технологије градње композитних структура, као и литературом која се бави савременим методама моделирања оптерећења целог хеликоптера на бази нумеричких симулација као и нумеричким и експерименталним методама за анализе чврстоће конструкција од вишеслојних композитних материјала. Извори су били међународни научни часописи, међународни рапорти који потичу из угледних међународних лабораторија и института као и расположива национална литература.

При томе, коришћена литература представља избор савремене и актуелне литературе, која осим прегледа постигнутих резултата указује на могуће правце даљег научног рада у подручју развоја методологије продужетка радног века елемената конструкција од композитних материјала примењених како код лопатица репног ротора хеликоптера тако и код других склопова код летелица. На тај начин кандидат је дао критички осврт на најважније резултате истраживања релевантних аутора у областима која су обухваћена овом докторском дисертацијом.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У циљу пројектовање лопатица репног ротора хеликоптера од композитних материјала примењене су нумеричке и експерименталне методе истраживања услова и понашања вишеслојних композитних материјала а у циљу постизања дужег века експлоатације у односу на конвенционалне металне лопатице.

У оквиру ове дисертације развијена је комплетна технологија израде самих лопатица од савремених композитних материјала с једне као и одговарајуће методе експерименталне верификације чврстоће с друге стране.

Сама технологија израде композитних лопатица захтевала је прецизну израду алата као и одговарајуће поступке полимеризације. За све уграђене композитне материјале рађене су стандардне епрувете и вршена је њихова провера статичке и динамичке чврстоће.

У оквиру постизања научних резултата у истраживању коришћено је више научних метода примарно у домену дефинисања напонских стања код структуралних елемената типа вишеслојних композитних панела. За ту сврху коришћене су аналитичке методе као и метод коначних елемената (МКЕ). За прецизно дефинисање оптерећења коришћене су CFD

(Computation Fluid Dynamics) нумеричке симулације. У оквиру аналитичких модела развијени су аналитички поступци за анализе напонских стања за произвољне секвенце слагања слојева у композитном панелу са произвољном оријентацијом ортотропних слојева. Такође за ове композитне панеле развијена је нумеричка процедура за анализе губитка еластичне стабилности.

У оквиру експерименталне верификације чврстоће спроведена су комплетна статичка и испитивања на замор. Код статичких испитивања лопатице коришћене су мерне траке а испитивања су вршена до прописаних граничних и ломних случајева оптерећења са циљем да се утврде критична места с једне и евентуални иницијални откази с друге стране.

Такође су спроведена и одговарајућа испитивања лопатица на замор за циљем да се обезбеди дужи временски век употребе у односу на оригиналне металне лопатице.

Истраживања која су изведена у оквиру ове дисертацији су пружила основ за дефинисање новог приступа у изучавању утицаја услова експлоатације, исказано преко спектра оптерећења, и могућег продужетка радног века композитних лопатица репног ротора хеликоптера под дејством општег спектра оптерећења.

У дисертацији су тако коришћене теоријске, нумеричке и експерименталне методе које су адекватне за предмет истраживања, које су адекватне за предмет истраживања и омогућиле су извођење релевантних закључака.

3.4. Применљивост остварених резултата

Мултидисциплинарним истраживањима у оквиру ове дисертације остварени су значајни резултати са трајном научном вредношћу и практичном применљивошћу у области технологије израде и пројектовања елемената ваздухопловних конструкција од композитних материјала – у овом случају лопатице репног ротора хеликоптера.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Током израде докторске дисертације кандидат је показао да је у стању да самостално решава научне проблеме и да влада научним и истраживачким методама. Показао је да поседује широко стручно и теоријско знање потребно за даљи успешан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Остварени научни допринос докторске дисертације „Утицај статичких и динамичких оптерећења на појаву иницијалних оштећења композитних лопатица репног ротора хеликоптера“ је вишеструк и огледа се у следећем:

- Развијена је комплетна технологија израде лопатица репног ротора хеликоптера од метал/композитних материјала.
- Дефинисана је комплетна процедура за експерименталну верификацију статичке чврстоће лопатица под комбинованим дејством аеродинамичког и инерцијалног оптерећења
- Развијена је комплетна процедура за прорачун чврстоће структуралних елемената типа вишеслојних композитних структуралних елемената до појаве иницијалних оштећења
- Успостављен је погодан нумерички приступ за моделовање напонско-деформационог стања метал/композитних склопова

- Дефинисана је поуздана процедура за процену века композитних лопатица хеликоптера
- Предложен је приступ за пројектовање нових композитних структура, у овом случају лопатице репног ротора хеликоптере, које са знатно бољим карактеристикама чврстоће стварају услове и других металних компоненти на хеликоптеру и уопште на летелицама да се замене са склоповима од композитних материјала.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У докторској дисертацији је на адекватан начин извршена систематизација постојећих знања из области технологије градње, нумеричког моделирања и симулација структуралних елемената са аспекта иницијалних отказа и губитка еластичне стабилности структуралних елемената типа вишеслојних композитних панела са различитим секвенцама слагања слојева као и испитивања сложених елемената конструкција у овом случају лопатица репног ротора хеликоптера од композитних материјала.

На основу прегледа литературе и сагледавања постојећих решења из научне области дисертације везано за технологију градње и анализе чврстоће композитних лопатица репног ротора хеликоптера, констатујемо да су решења добијена у тези оригинална и значајна, те да су применљива у пракси. Такође, на основу увида у задате циљеве истраживања и резултате представљене у дисертацији можемо закључити да су пружени одговори на сва битна питања и решени проблеми са којима се кандидат сусрео у току истраживања.

Развијена је технологија израде лопатица репног ротора хеликоптера од композитних материјала као и одговарајуће узорковање везано за квалитет саме израде лопатица као и верификације њене чврстоће. Развијена технологија израде, одређени модели за анализу чврстоће и губитка еластичне стабилности структуралних елемената од вишеслојних композитних материјала као и сама експериментална верификација статичке чврстоће лопатица репног ротора хеликоптера од композитних материјала би могли да се прошире и на друге виталне склопове попут лопатице главног ротора хеликоптера као код других склопова летелица.

4.3. Верификација научних доприноса

Доприноси докторске дисертације су верификовани кроз следеће радове објављене од стране кандидата у међународним и домаћим часописима или саопштени на међународним и националним скуповима.

Категорија M21

1. **Janković D.**, Maksimović S., Kozić M., Stupar S., Maksimović K., Vasović I., Maksimović M., *CFD Calculation of Helicopter Tail Rotor Airloads for Fatigue Strength Experiments*, Journal of Aerospace Engineering, Volume 30, Issue 5, September 2017, doi 10.1061/(ASCE)AS.1943-5525.0000734, ISSN 0893-1321, (IF2012:0.778, IF2013:0.926, IF2014:0.839, IF2015:0.815, IF2016:1.107),

Категорија M24

1. Ilić Z., Rašuo B., Jovanović M., **Janković D.**, *Impact of Changing Quality of Air/Fuel Mixture During Flight of a Piston Engine Aircraft with Respect to Vibration Low Frequency Spectrum*, FME Transactions, Volume 41, Issue 1, 2013, pp. 25-32

Категорија М33

1. **Јанковић Д.**, Стојковић Т., *Развој ремонтних капацитета ВЗ Мома Станојловић*, Међународни научни симпозијум „Сто година српског војног ваздухопловства“, Земун, 12-13.06.2012., Зборник радова. Књ. 2, Технолошки и стратегијско-доктринарни аспекти развоја ВиПВО, ИСБН 978-86-335-0408-9, (2012).

Категорија М63

1. Максимовић С., **Јанковић Д.**, Максимовић М., Васовић И., *Неки аспекти примене и испитивања чврстоће елемената конструкција од композитних материјала*, саветовање „Примена савремених материјала у технологијама и конструкцијама“, Пожаревац 2012, Зборник радова, ИСБН 978-85-911159-3-7, (2012)
2. **Јанковић Д.**, Вукадиновић Г., Огњановић О., Максимовић С., Максимовић К., *Технологија градње мини беспилотне летелице*, Саветовање „Примена савремених материјала у технологијама и конструкцијама“, Пожаревац 2012, Зборник радова ИСБН 978-85-911159-3-7, (2012).

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа докторске дисертације од стране Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под називом „УТИЦАЈ СТАТИЧКИХ И ДИНАМИЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА НА ПОЈАВУ ИНИЦИЈАЛНИХ ОШТЕЋЕЊА КОМПОЗИТНИХ ЛОПАТИЦА РЕПНОГ РОТОРА ХЕЛИКОПТЕРА“ кандидата мр Деспота Јанковића, дипл.маш.инж., Комисија за оцену и одбрану констатује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима у научно истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, стандардима и Статутом Машинског факултета у Београду.

На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији и чињенице да је анализирана проблематика веома актуелна у научној јавности, констатује се да је кандидат Мр Деспот Јанковић, дипл.маш.инж., успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања. Кандидат је дошао до оригиналних резултата у погледу пројектовања лопатица од композитних материјала репног ротора хеликоптера. Истраживања у оквиру овог рада била су примарно усмерена на технологију израде лопатица репног ротора од композитних материјала с једне и обезбеђење потребне чврстоће са аспекта замора с друге стране. Истраживања на замени оригиналних металних лопатица, којима је уједно истекао век употребе, са лопатицама од композитних материјала су примарно била усмерена на дефинисање спектра оптерећења као и дефинисање процедура за обезбеђења потребног века употребе током експлоатације хеликоптера.

Процена радног века поменутих лопатица репног ротора хеликоптера од композитних материјала проистекла је примарно на бази експерименталних испитивања истих и то како у подручју статичке чврстоће тако и са аспекта замора за меродавни спектар оптерећења. Битан елемент ових истраживања је свакако прецизно дефинисање оптерећења за шта су коришћене *CFD* нумеричке симулације целог хеликоптера.

Сви ови резултати су верификовани и кроз сопствена земаљска и летна испитивања, што им обезбеђује велику применљивост на другим сложеним конструкцијама у овој важној области како за инжењерску праксу тако и за научна истраживања.

Комисија је закључила да је кандидат мр Деспот Јанковић, дипл. маш. инж., успешно завршио докторску дисертацију „Утицај статичких и динамичких оптерећења на појаву иницијалних оштећења композитних лопатица репног ротора“, која представља оригинални научни рад са научним доприносом у области техничких наука, ужа научна област Ваздухопловство, и предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да овај Реферат прихвати, стави дисертацију на увид јавности и да се по истеку законског рока упути Извештај на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и да, у складу са Законом и Статутом Машинског факултета, закаже њену јавну одбрану.

У Београду, 08. септембар 2017. године

Чланови Комисије за оцену и одбрану:

др Слободан Ступар, редовни професор у пензији, ментор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Александар Симоновић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Александар Грбовић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Стеван Максимовић, научни саветник,
Војнотехнички Институт, Београд

др Слободан Гвозденовић, редовни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет