

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Стефана Димитријевића.

Одлуком бр. 5050/11-3 од 24.09.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Стефана Димитријевића под насловом

### **“Карактеризација специфичних извора буке у урбаној средини и методе заштите“**

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

Стефан Димитријевић је пријавио тему за израду докторске дисертације 22.11.2018. године. Комисија за студије трећег степена је на својој седници дана 27.11.2018. године разматрала поднету пријаву теме докторске дисертације и свој предлог о оцени подобности теме и кандидата упутила Наставно-научном већу на усвајање. Наставно-научно веће је својом одлуком број 5050/11-1 од 14.12.2018. године именовало Комисију за оцену услова и прихватање теме ове докторске дисертације. Кандидат је полагао јавну усмену одбрану теме 28.12.2018. године. Наставно-научно веће на седници одржаној дана 09.04.2019. године (број одлуке 5050/11-2) усвојило је поднети извештај Комисије. Веће научних области техничких наука својом одлуком број 61206-1804/2-19 од 22.04.2019. године дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације под насловом: “Карактеризација специфичних извора буке у урбаној средини и методе заштите “.

Кандидат је дана 01.09.2021. године предао урађену докторску дисертацију на преглед и оцену. Комисија за студије трећег степена на својој седници одржаној дана 07.09.2021. године потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације. На основу тога Наставно-научно веће Факултета својом одлуком број 5050/11-3 од 24.09.2021. године именовало је Комисију за преглед и оцену докторске дисертације у саставу који је наведен на крају овог извештаја.

На основу одлуке Наставно–научног већа бр. 545/2 од 13.3.2012. године, Студијски програм је започео у пролећном семестру школске 2011/2012, па се рок за завршетак докторских академских студија рачуна од почетка тог семестра, сагласно Статуту Универзитета у Београду и Статуту Електротехничког факултета. На основу члана 101.

Статута Универзитета у Београду, члана 74. Статута Универзитета у Београду-Електротехничког факултета и захтева студента, одобрено је продужење рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма. У школској 2018/2019. години студент је имао статус мировања.

## 1.2. Научна област дисертације

Ова докторска дисертација припада области Техничких наука – Електротехника, ужа научна област Техничка акустика. За ментора је одређен др Миомир Мијић, редовни професор. Он је изабран у звање редовног професора за област Техничке акустике и сви његови публиковани радови који га квалификују за ментора су из те области.

## 1.3. Биографски подаци о кандидату

Стефан (Миломир) Димитријевић рођен је 15.01.1987. године у Лесковцу. Основну школу и гимназију завршио је у Вршцу. Електротехнички факултет у Београду уписује 2005. године. Основне академске студије завршава 2009. године на одсеку за Сигнале и системе са просечном оценом 9.02. Током последње године академски студија био је стипендиста Фонда за младе таленте. Исте године уписује мастер академске студије на модулу Аудио и видео комуникације које завршава 2011.

Након завршетка мастер студија запошљава се на Високој школи електротехнике и рачунарства струковних студија у Београду као асистент на смеру Аудио и видео технологије. Током пет година рада био је ангажован на предметима Електроакустика, Озвучавање, Акустичка обрада просторија, Аудиоелектроника, Основи електротехнике. Од 2016. године, Стефан Димитријевић живи у Стокхолму, Шведска, где ради у консултантској фирми *Structor Akustik* као инжењер акустике.

Стефан Димитријевић уписује докторске студије на Електротехничком факултету 2012. године. Од 2013. до 2016. године учествовао је у међународном ТЕМПУС пројекту „Развој високог образовања и друштва стварањем кооперативног окружења у области уметности и медија кроз регионалну студентску сарадњу у продукцији аудио-видео садржаја“. Од 2017. године учествује је у међународном COST акцији „DENORMS“ као члан групе „Пејзажна звучна изолација соничним кристалима“. У оквиру овог пројекта његово истраживање „*In situ* анализа акустичких карактеристика соничног кристала“ реализовано је на универзитету „*Politécnica de València*“ у Валенсији, Шпанија. То истраживање је награђено као једно од најбољих у оквиру DENORMS пројекта и представљено на завршној церемонији у Коимбри, Португал. До данас је објавио два рада у међународним часописима са SCI листе и десет радова на конференцијама.

## **2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Стефана Димитријевића је написана на 114 страна. На почетку се налазе насловна страна и кратак резиме на енглеском и српском језику, као и садржај. Сам текст рада састоји се од шест поглавља, а на крају се налази преглед коришћене литературе. Поглавља су организована у следећем редоследу: 1 Увод, 2 Спољна бука плутајућих речних сплавова, 3 Бука објеката забаве у затвореном, 4 Спољна бука усидрених бродова, 5 Акустичке карактеристике звучних баријера. На крају је приказан Закључак. Као додатак дисертацији налазе се обавезни прилози - биографија аутора и листа објављених радова у часописима са SCI листе.

## 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Материја изложена у докторској дисертацији може се логички поделити на два дела. Њен први део састоји се од три поглавља која су посвећена релевантним темама кроз које су описани и карактерисани специфични извори буке у урбаној средини. Обрађена су три типа таквих извора: (1) плутајући угоститељски објекти на реци, одавно препознати као карактеристични извори узнемиравања буком у Београду, (2) објекти забаве у којим се користе снажни електроакустички системи за озвучавање, и (3) усидрени бродови на којима раде мотори и друга машинска опрема неопходна за функцију брода у таквим условима. Други део дисертације посвећен је методама заштите од буке претходно анализираних специфичних извора. То обухвата приказ *in situ* анализе акустичких својстава баријера које се могу применити у заштити од буке анализираних специфичних извора буке у урбаној средини. Свако поглавље садржи теоријски увод, опис примењене методе анализе и резултате мерења. На крају дисертације налази се закључак као резиме свих добијених резултата.

Друго поглавље дисертације садржи експерименталну анализу карактеристика плутајућих угоститељских објеката као извора буке у урбаној средини и приказ поступака за мерење нивоа њихове звучне снаге. У раду су коришћене три различите мерне методе: *ISO 3744*, *Nordtest* и *ISO 9614-1* које су анализирани са аспекта њихове практичне применљивости за мерења у околностима специфичног физичког окружења плутајућих објеката на реци. То су услови у којима постоје јасни отежавајући фактори у примени стандардних мерних процедура. У раду су приказани поступци и резултати експеримената у којима је вршена анализа зрачења звука и мерење звучне снаге одабраних карактеристичних плутајућих угоститељских објеката. Приказана је анализа спроведена на два таква објекта у Београду позиционирана на левој обали Саве. Да би се проверили резултати добијени у отежаним околностима које намеће окружење реалних објеката на води, у раду су приказани и резултати исте анализе примењене на наменски направљеном скалираном физичком моделу једног типичног плутајућег угоститељског објекта, као и на примеру једне одабране куће на копну чије конструктивне карактеристике и материјализација одговарају већини таквих објеката на реци Сави. На крају поглавља представљени су упоредни резултати свих експеримената и констатовне су разлике у резултатима добијеним применом различитих мерних метода за одређивање нивоа звучне снаге. На основу добијених резултата предложена је *Nordtest* метода као оптимална за специфичне околности објеката на води. Резултати примене *Nordtest* методе су упоређени са мерењима у далеком пољу и предложене су одговарајуће корекције на ниским фреквенцијама.

Треће поглавље дисертације посвећено је анализи карактеристика буке коју генеришу објекти забаве (дискотеке, клубови, кафићи), јер је то бука која продире у спољашњу средину и узнемирава околину. У раду су приказани резултати мониторинга буке спроведеног у претходно одабраним карактеристичним типовима објеката забаве. На основу добијених резултата извршена је класификација анализираних буке у њима према облику измереног спектра, а у корелацији са карактеристикама инсталираних звучничких система у њима. На основу добијених резултата анализиран је проблем звучне изолације грађевинских преграда примењених у конструкцији таквих објеката. Описане су процедуре прорачуна једнобројних вредности звучне изолације грађевинских преграда, као и њихових корекционих фактора за карактеристичне типове извора буке дефинисаних у стандарду *ISO 717-1*. На основу резултата мониторинга буке предложено је увођење новог корекционог фактора у оцени изолационе моћи грађевинских преграда за околност буке из објеката забаве у којима је изражен нискофреквентни део спектра звука настао применом савремених „сабвуфер“ звучника у системима за озвучавање. У раду је предложен корекциони фактор означен као  $C_{SUB}$  с којим се добија реалнија оцена стања звучне изолације за грађевинске преграде дискотека. Такав звучни спектар није до сада постојао у литератури и даје могућност тачније оцене ефикасности звучне изолације грађевинских преграда у датим околностима. Резултати су публиковани у

раду објављеном у часопису са SCI листе. Овај део рада на тези спроведен је као део истраживања у оквиру „Студије о условима које морају испуњавати угоститељски објекти ради заштите од буке на територији Града Београда“ коју је Електротехнички факултет урадио за потребе Секретаријата за заштиту животне средине Града Београда.

У четвртом поглављу дисертације приказани су резултати експеримената који су имали за циљ карактеризацију буке коју стварају усидрени бродови на којима извор узнемиравања за урбано окружење луке може бити разна машинска опрема која је на њима и у таквим околностима остаје активна. У раду је описан *NEPTUNES* мерни протокол као општеприхваћена метода за одређивање укупног нивоа звучне снаге усидрених бродова. За експериментално одређивање звучне снаге таквих специфичних извора одабрани су бродови чији су описи и карактеристике приказани у наставку поглавља. На њима је спроведено мерење нивоа звучне снаге, приказани су добијени резултати и извршене су упоредне анализе добијених вредности применом две методе: мерном процедуром *NEPTUNES* и мерењем у далеком пољу. На крају овог поглавља добијени резултати мерења коментарисани су са аспекта различитих типова излаза помоћних мотора (енгл. *funnel outlets*) и коршћених мерних позиција у далеком пољу. На основу добијених резултата предложене су одговарајуће корекције измерених вредности на ниским фреквенцијама.

Пето поглавље дисертације бави се методама заштите од буке помоћу баријера које су једино рационално техничко средство заштите на отвореном простору. У анализама које су приказане коришћене су *in situ* методе мерења њихове ефикасности. Анализиране су конвенционалне апсорбујуће звучне баријере какве се стандардно користе у пракси и један прототип баријере са апсорбујућим соничним кристалом (*sonic crystal*) описан у новијој литератури као могућа алтернатива. За анализу баријера у раду је реализован и приказан наменски мерни систем за *in situ* примену са карактеристикама дефинисаним у стандардима *EN 1793-5* и *EN 1793-6*. У анализи конвенционалне апсорбујуће звучне баријере резултати добијени *in situ* мерним методама упоређени су са резултатима добијеним лабораторијским мерењима идентичних узорака баријера према стандардима *ISO 140-3* и *ISO 354*. Предмет мерења била је изолациона моћ панела од којег се израђују баријере и коефицијента апсорпције њихове апсорпционе стране У случају прототипа баријере од апсорбујућег соничног кристала резултати примене *in situ* мерних метода су упоређени са малобројним резултатима мерења која су у литератури представили други аутори. У раду су анализирани и специфични феномени који се јављају на појединачним микрофонским позицијама, а који су карактеристични за овакав тип звучне баријере. Резултати су коментарисани поредећи их са оним који се добијају применом *in situ* мерних метода на конвенционалним звучним баријерама. На основу добијених резултата, у закључку је указано на потребу извесних модификације постојећих метода за *in situ* мерења у случају њихове примене на соничним кристалима.

На крају рада, у закључку, сумирани су остварени доприноси рада и могућности њихове примене у пракси. Такође, наговештене су могући правци за будућа истраживања.

### **3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

#### **3.1. Савременост и оригиналност**

Рад на овој докторској дисертацији иницирали су неки савремени проблеми из домена заштите од буке у урбаним срединама, посебно у Београду у коме су потенцирани изражени сви облици угрожавања нежељеним звуковима. У студијама које су раније рађене показано је да постоји потреба детаљнијег, аналитичког приступа овом проблему да би се постигла ефикасна решења. У том смислу, ова дисертације истраживачки обрађује неке савремене теме из домена заштите од буке. Прво, то су поступци карактеризације звучних извора који се јављају као доминантни извори угрожавања буком, што је неопходно за софтверско моделовање

простирања буке. Посебна пажња је посвећена специфичним објектима који се налазе у тешко приступачном окружењу као што су објекти забаве на води и бродови. Такође су експериментално обрађени могући донети расположивих, како традиционалних тако и неких савремених метода заштите од буке. Ово су несумњиво савремене теме јер се очекује да помогну квалитетном решавању актуелних проблема угрожавања буком. Кроз такав концепт рада у дисертацији се дошло до оригиналних истраживачких резултата чији закључци дају препоруке за рационализацију поступка мерења звучне снаге у условима неповољног окружења, као и у случају извора великих димензија. У тези је такође приказана оригинална методологија за тачнију оцену стања звучне изолације преграда које одвајају објекте забаве од окружења (резултати публиковани у часопису са СЦИ листе). У делу који обрађује средства заштите од буке рад на тези се делимично одвијао као део једног европског пројекта који се бавио једном оригиналном идејом за израду заштитних баријера (такође публиковано у часопису са СЦИ листе).

### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током рада на дисертацији кандидат је користио обимну литературу из области која је обрађена. Списак референци дат на крају дисертације садржи 109 наслова. У оквиру тог броја налази се врло широк опсег публикација који укључује књиге, часописе и зборнике са домаћих и међународних конференција. Велики део публикација је новијег датума, мада су укључени и сви најзначајнији историјски, може се рећи референтни наслови да би се употпунила слика о обрађиваној материји. У списку референци налазе се и радови у којима је кандидат аутор или коаутор, а који садрже оригиналне резултате директно произашле из рада на дисертацији.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Област и тема којом се бави дисертација условила је да се она доминантно заснива на обимном експерименталном раду. Експериментални рад је примењен у три домена: мерењем нивоа звучне снаге извора и њихових скалираних модела, *in situ* мерење карактеристика заштитних баријера, мониторинг буке у угоститељским објектима током извођења музичких програма и мерење звучне снаге усидрених бродова. На тај начин су добијени подаци за аналитички приступ проблему заштите од буке специфичних извора обрађених у раду и теоријску анализу примењених мерних процедура.

### 3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати који су приказани у овој докторској дисертацији имају примену у два домена. С једне стране, добијени резултати помажу у избору методологије мерења звучне снаге извора буке у отежаним околностима као што су објекти забаве на води и усидрени бродови. Дисертација такође садржи резултат који омогућава тачније оцењивање ефикасности грађевинских преграда у задржавању буке коју генеришу савремени системи за озвучавање у клубовима и дискотекама. Најзад, дисертација садржи корисне препоруке за *in situ* мерење акустичких параметара баријера којим се уобичајено врши заштита од буке на отвореном простору.

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

Кандидат Стефан Димитријевић је кроз одабир и систематичан преглед актуелне литературе, кроз самостални експериментални рад на мерењу нивоа звучне снаге специфичних извора и њихових физичких модела, кроз експерименталну и теоријску анализу мерних процедура за оцену утицаја заштитних баријера, али и кроз друге сегменте свог експерименталног и

теоријског рада показао висок степен самосталности у истраживачком раду. Томе треба додати и чињеницу да је све радове на стручним скуповима самостално презентовао.

## 4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

У овој докторској тези остварени су следећи доприноси који представљају унапређење постојећег знања у домену познавања специфичних извора буке и метода заштите околине од ње:

- За карактеризацију нивоа звучне снаге угоститељских објеката на сплавовима у тези је, као алтернатива стандардизованој методи према ISO 3744, предложена упрошћена мерна метода *Nordtest* која се користи у Нордијским земљама. Експериментално је доказано да се применом *Nordtest* методе олакшава карактеризација извора буке у околностима отежане приступачности, као на пример када су на води, уз задржавање довољне тачности. Резултати представљени у дисертацији показали су да у случају оваквих специфичних извора буке разлике у измереним вредностима нивоа звучне снаге помоћу ове две методе леже у интервалу око стандардне девијације прописане стандардом ISO 3744.
- У раду су предложене корекције вредности измереног нивоа звучне снаге на ниским фреквенцијама. Корекције су предложене на основу мерења звучне снаге плутајућих угоститељских објеката и усидрених бродова на малим и великим удаљеностима од извора буке. Предложене корекције омогућавају тачнију предикцију нивоа буке на ниским фреквенцијама при већим удаљеностима од звучних извора.
- У раду је предложен нови референтни спектар за карактеризацију буке у објектима забаве, пре свега у унутрашњости дискотека у којима се уобичајено користе аудио системи за репродукцију музике са израженим нискофреквенцијским садржајем захваљујући коришћењу сабвуфер звучника. Предлог таквог референтног спектра није раније дефинисан у литератури. На основу добијених резултата предложен је нови корекциони фактор за оцену изолационе моћи преграда које одвајају простор са таквом врстом буке од околине. *SoundPLAN*, широко коришћен софтвер за моделовање буке у животној средини, укључио је референтни спектар из ове дисертације у своју интерну библиотеку као спектар буке у објектима забаве.
- *In situ* мерне методе за одређивање акустичких својстава звучних баријера, њихова изолациона и апсорпциона својства, примењене су на специфичном типу звучних баријера предложеном у новијој литератури, где су означени као „сонични кристали“. Констатовано је да постоји изражена зависност измерене вредности звучне изолације ових баријера од мерних позиција, па је у раду указано на потребу додатних прилагођења мерне методе у случају њихове употребе у заштити од буке.

### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Анализом приказаних научних доприноса у тези закључује се да постоји њихов значај у домену карактеризације звучних извора и расположивих средстава заштите. Оцена је да се тај значај огледа у неколико сегмената:

- резултати утврђују оптималан приступ мерењу нивоа звучне снаге извора буке у околностима отежаног и ограниченог приступа њиховом окружењу, као што је то на пример случај са изворима буке позиционираним на обалама река (плутајући угоститељски објекти и објекти забаве, усидрени бродови);

- остварени резултати су омогућили увођење категоризације објеката забаве према облику спектра репродукованог музичког звука у њима, која је при томе корелисана са заступљеном формом забаве у њима (дискотеке, клубови, барови);
- резултати су омогућили карактеризацију звучног поља у објектима забаве у којима се користе електроакустичка средства за репродукцију звука са израженим нивоима звука на ниским фреквенцијама, што је појава у складу са захтевима савременог схватања естетике звучне слике при репродукцији музике;
- операционализована је методологија *in situ* мерења карактеристика заштитних баријера методом импулсног одзива, како њихових изолационих, тако и апсорпционих својстава;
- резултати откривају неке до сада непознате карактеристике баријера описаних у новијој литератури под називом „сонични кристали“ које су од значаја за боље разумевање њихове ефикасности у заштити од буке и тачнија *in situ* мерења њиховог ефекта на терену.

Детаљни резултати истраживања верификовани су објављивањем у 2 рада у часописима са SCI листе и 7 радова у зборницима међународних и националних стручних скупова.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

Научни доприноси докторске дисертације Стефана Димитријевића верификовани су у следећим публикованим радовима:

##### Међународни часописи са СЦИ листе:

- 1 S.M.Dimitrijević, M.M.Mijić, and D.S.Šumarac Pavlović, “Indoor sound level spectra of public entertainment premises for rating airborne sound insulation,” *Journal of Acoustical Society of America*, vol.147, no.3, pp.EL215–EL220, Mar.2020. doi:10.1121/10.0000800, ISSN:1520-8524 (IF 1,84, 5-Year IF 2.001)
- 2 S. M. Dimitrijević, V. M. García–Chocano, F. Cervera, E. Roth, and J. Sánchez–Dehesa, “Sound insulation and reflection properties of sonic crystal barrier based on micro–perforated cylinders,” *Materials (Basel)*, vol. 12, no.7, 2019. doi:10.3390/ma12172806, ISSN:1996-1944 (IF 3.623)

##### Међународне конференције:

- 1 S.Dimitrijević, D.Novković, “Analysis of DML Sound Reinforcement Systems Behavior in Large Concert Halls,” *AES 138th International Convention*, May 2015, Warsaw, Poland.
- 2 S.Dimitrijević, D.Маšović, Ђ.Grozdić, “Funkcionalnost softvera za merenje i analizu zvučne izolacije,” *XII međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH-JAHORINA 2013*, Zbornik radova, mart 2013, pp. 971–974, Jahorina, Republika Srpska.

##### Националне конференције:

- 1 S.Dimitrijević, M.Mijić, “Merenje izolacionih karakteristika zvučnih barijera primenom EN 1793-6 in-situ metode,” *62. konferencija ETRAN*, jun 2018, pp. AK1.3 55-60, Palić, Srbija.
- 2 S.Dimitrijević, M.Mijić, “Analiza primenljivosti postojećih standarda za određivanje zvučne snage izvora u oceni buke noćnih klubova na vodi,” *61. konferencija ETRAN*, jun 2017, pp. AK1.2 1-6, Kladovo, Srbija.
- 3 S.Dimitrijević, “Uticaj promene položaja predavača na objektivnu razumljivost govora,” *59. konferencija ETRAN*, jun 2015, pp. AK1.5 1-4, Srebrno jezero, Srbija.
- 4 S.Dimitrijević, “Uticaj prisustva publike na parametar LF,” *57. konferencija ETRAN*, jun 2013, pp. AK2.3 1-4, Zlatibor, Srbija.
- 5 S.Dimitrijević, Ђ.Grozdić, “Poređenje izmerenih nivoa zvuka u prostoriji korišćenjem klasične i swept-sine metode,” *20. Telekomunikacioni forum TELFOR2012*, mart 2012, pp. 1264-1267

## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ


На основу чињеница изложених у овом извештају Комисија је закључила да докторска дисертација Стефана Димитријевића под насловом „Карактеризација специфичних извора буке у урбаној средини и методе заштите“ испуњава све формалне и суштинске услове предвиђене Законом о виоком образовању и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета.


У дисертацији је истраживачки обрађено неколико тема. Спроведена је карактеризација специфичних извора буке који се јављају у урбаној средини полазећи од околности препознатих у Београду и сличним градовима на рекама. Резултати истраживања су дали одговоре на постављене хипотезе и пружили нова знања о неколико аспеката карактеризације таквих извора буке, мерења нивоа њихове звучне снаге, као и о расположивим средствима заштите. Најважнији доприноси су предлог начина мерења звучне снаге извора буке којима је отежан приступ као у случају објеката забаве на води, карактеризација објеката забаве према спектралним карактеристикама репродукованог звука у њима, предлог новог корекционог фактора за оцену изолационе моћи грађевинских преграда у случају буке са израженим нискофреквентним садржајем својственим данашњим схватањима естетике звучне слике. Најзад, утврђене су неке до сада непознате одлике „соник кристал“ баријера значајне које имају значаја при мерењу њиховог заштитног ефекта на терену.


На основу свега изложеног Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета да се докторска дисертација под називом „Карактеризација специфичних извора буке у урбаној средини и методе заштите“ кандидата Стефана Димитријевића прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 25.10.2021. године

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

  
др Драгана Шумарац Иавловић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

  
др Милош Ђелић, доцент  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

  
др Љиљана Брајовић, ванредни професор  
Универзитет у Београду – Грађевински факултет