

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Милоша Бјелића** за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа бр. 5004/13–1 од 20.06.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Милоша Бјелића за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Анализа угаоне расподеле инцидентне енергије спољашње буке применом микрофонског низа“.

На основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Милош Р. Бјелић је рођен 24.9.1989. године у Прибоју. Основну школу завршио је у Новој Вароши са одличним успехом. Средњу Техничку ПТТ школу у Београду завршио је 2008. године са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2008. године. У току основних студија на Одсеку за телекомуникације и информационе технологије, смер Аудио и видео технологије, остварио је просечну оцену 9,18. Дипломирао је у јулу 2012. године са оценом 10 на тему „Радна станица за испитивање карактеристика аудио система“. Ментор приликом израде дипломског рада био је проф. др Миомир Мијић. За време основних студија на међународној конференцији ТЕЛФОР 2011 добитник је награде „Илија Стојановић“ за најбољи студентски рад на конференцији. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, модул Аудио и видео технологије, уписао је 2012. године. У периоду од уписа до јуна 2013. године положио је све испите са просечном оценом 10,00. У септембру 2013. године завршио је мастер студије одбраном мастер тезе под називом „Практична реализација електронских бубњева“. Ментор приликом израде мастер рада била је проф. др Драгана Шумарац Павловић. Током основних и мастер студија био је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја и општине Нова Варош.

Од 1.11.2013 до 1.1.2015. године био је запослен на Електротехничком факултету, Катедра за Телекомуникације као истраживач приправик. Од 1.1.2015. године до данас запослен је као истраивач сарадник, такође на Катедри за Телекомуникације Електротехничког факултета Универзитета у Београду. У том периоду је био ангажован на извођењу лабораторијских вежби из предмета: Електрична мерења, Практикум софтверски алати, Обрада сигнала 1, Обрада сигнала 2, Основи говорне комуникације, Адаптивна обрада сигнала, Електроакустика, Аудио системи, Акустички дизајн просторија, Заштита од буке и вибрација, Озвучавање и Обрада аудио сигнала.

Поред тога, учествовао је у изради великог броја дипломских радова, мастер радова, студентских пројеката и семинарских радова. Од 2015. године учествује у припреми студената за Електријаду из предмета Телекомуникације.

Кандидат је учесник пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја: "Интеграција и хармонизација система звучне заштите у зградама у контексту одрживог становања" (TR36026, 1.11.2013 – данас)

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Од октобра 2013. године је студент докторских академских студија на Електротехничком факултету Универзитета у Београду на модулу Телекомуникације.

На докторским студијама је одрадила све обавезе и положила испите из следећих предмета:

1. Обрада мултимедијалних сигнала	оцена 10 (десет)
2. Симболичка обрада сигнала	оцена 10 (десет)
3. Просторно - временска обрада сигнала	оцена 10 (десет)
4. Методе моделовања звучног поља	оцена 10 (десет)
5. Акустика просторија	оцена 10 (десет)
6. Обрада сигнала са микрофонских низова	оцена 10 (десет)
7. Увод у научни рад	оцена 10 (десет)
8. Акустички дизајн просторија	оцена 10 (десет)
9. Дигитална обрада сигнала	оцена 10 (десет)
10. Примењена статистика	оцена 10 (десет)

У складу са Законом о високом образовању, односно Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета у Београду, Наставно-научно веће Електротехничког факултета је, на предлог Комисије за студије трећег степена, на седници Већа одржаној 20.06.2017. године, именovalo Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације кандидата Милоша Бјелића у саставу:

1. др Миомир Мијић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
2. др Љиљана Брајовић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Грађевински факултет,
3. др Предраг Маринковић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

За ментора је предложена др Драгана Шумарац Павловић, ванредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Усмена одбрана теме је одржана на Електротехничком факултету у Београду 05.07.2017. године уз присуство свих чланова комисије. Одбрана је укључила презентацију предмета, циља и значаја предложене теме, уз навођење полазних хипотеза, коришћених научних метода и очекиваних доприноса. Након презентације уследила су питања чланова комисије на које је кандидат успешно одговорио, што је Комисија потврдила оценом „задовољно“.

Списак објављених радова

Током дипломских и постдипломских студија, Милош Бјелић је до сада објавио 26 научних и стручних радова.

I Рад у истакнутом међународном часопису (M22):

1. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, *Microphone array geometry optimization for traffic noise analysis*, The Journal of the Acoustical Society of America, Vol 141(5), 3101-3104, ISSN 0001-4966, (maj 2017). doi: <http://dx.doi.org/10.1121/1.4982694> (M21)
2. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, Jelena Čertić, Milan Merkle, Statistical Properties of Quantization Noise in Analog to Digital Converter with Oversampling and Decimation, IET Circuits, Devices & Systems, ISSN 1350-2409, DOI: 10.1049/iet-cds.2016.0506, (maj 2017). (M23)
3. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, *Comparison of LMS adaptive beamforming techniques in microphone arrays*, Serbian Journal of Electrical Engineering, Vol. 12, No. 1, pp. 1-16, Feb, 2015, ISSN 1451-4869, DOI: 10.2298/SJEE1501001B. (M24)

II Радови објављени у целини на конференцијама од међународног значаја (M33)

1. Nikola Petrović, **Miloš Bjelić**, Jelena Čertić, Miodrag Stanojević, Dragana Šumarac Pavlović, *Analyses of decimation filter stopband attenuation influence on subjective quality of audio signals*, TELFOR, Beograd, novembar 2016, Broj rada (zbornik radova CD): 8.11, ISBN: 978-1-5090-4085-8
2. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, *Comparison of beamforming algorithms for localization and separation of sound sources*, AAAA, Ljubljana, septembar 2016, Broj rada (zbornik radova CD): 13.4.
3. Miodrag Stanojević, **Miloš Bjelić**, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, *In situ measurement of noise incidence angle distribution at the building envelope*, Inter Noise, Hamburg, avgust 2016, Zbornik radova CD: pp.3803-3812, ISBN: 2221-3767.
4. Miomir Mijić, Dragana Šumarac Pavlović, Anja Grumić, Filip Pantelić, **Miloš Bjelić**, *Helmholtz Resonator in the Small Room*, TAKTONS, Novi Sad, novembar 2015, Broj rada (zbornik radova CD): Acoustics 1.
5. Miodrag Stanojević, **Miloš Bjelić**, Jelena Čertić, Dragana Šumarac Pavlović, *Psihoakustička analiza uticaja parametara decimacionih filtara na kvalitet audio signala*, TELFOR, Beograd, novembar 2015, Broj rada (zbornik radova CD): 8.2, ISBN: 978-1-5090-0054-8
6. **Miloš Bjelić**, Bogdan Brković, Miodrag Stanojević, Miomir Mijić, *Fault Detection in Induction Motors Using Microphone Arrays*, IcETRAN, Srebrno jezero, jun 2015, Broj rada (zbornik radova CD): AKI 1.2, ISBN: 978-86-80509-71-6.
7. Miomir Mijić, Dragana Šumarac Pavlović, Filip Pantelić, **Miloš Bjelić**, *Acoustic design challenge in totally flexible configuration of theatre hall – case study*, 6th Congress of the Alps Adria Acoustics Association, oktobar 2014, Proceedings on CD.
8. Filip Pantelić, Đorđe Grozdić, **Miloš Bjelić**, Ivana Ristanović, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, *Analysis of sound field at low frequencies - empty vs. furnished room*, FORUM ACUSTICUM, Krakov, septembar 2014, Broj rada: SS04_6, ISSN: 2221-3767 (for CD), ISBN: 987-83-61402-28-2 (for Book of Abstract) – **rad po pozivu**
9. Dragana Šumarac Pavlović, Filip Pantelić, Bojičić Srđan, **Miloš Bjelić**, *Airborne sound insulation of monolithic partition as a function of incidence angles*, FORUM ACUSTICUM, Krakov, septembar 2014, Broj rada: SS04_8, ISSN: 2221-3767 (for CD), ISBN: 987-83-61402-28-2 (for Book of Abstract) – **rad po pozivu**
10. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, Miljko Erić, *LMS adaptivni mikrofonski niz u realnim sobnim uslovima – neki eksperimentalni rezultati*, INFOTEH, Jahorina, mart 2014, Broj rada (zbornik radova CD): KST-2-9, ISBN: 978-99955-763-3-2, COBISS.RS-ID: 4247064.

11. **Miloš Bjelić**, *Praktična implementacija elektronskih bubnjeva*, TELFOR, Beograd, novembar 2013, Broj rada (zbornik radova CD): 10.13, ISBN: 978-1-4799-1419-7, IEEE Catalog Number: CFP1398P-CDR.
12. Miodrag Stanojević, **Miloš Bjelić**, *Digitalni štimer za gitaru*, TELFOR, Beograd, 2011, Broj rada: 11.3., ISBN: 978-1-4577-1498-6, IEEE Catalog Number: CFP1198P-CDR
13. **Miloš Bjelić**, Milan Bjelica, *Implementacija izrazito uskopojasnog filtra*, TELFOR, Beograd, 2011, 7.5., Broj rada: ,ISBN: 978-1-4577-1498-6, IEEE Catalog Number: CFP1198P-CDR.

III Радови објављени у целини на конференцијама од националног значаја (M63)

1. Miodrag Stanojević, **Miloš Bjelić**, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, *Lokalizacija zvučnih izvora primenom različitih dekonvolucionih tehnika*, ETRAN, Zlatibor, jun 2016, Broj rada (zbornik radova): AK 1.1, ISBN: 978-86-7466-618-0.
2. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, *Dizajn mikrofonskog niza optimizovanog za monitoring saobraćajne buke*, ETRAN, Zlatibor, jun 2016, Broj rada (zbornik radova CD): AK 1.2, ISBN: 978-86-7466-618-0.
3. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, *Detekcija slabih tačaka u zvučnoj izolaciji*, ETRAN, Srebrno jezero, jun 2015, Broj rada (zbornik radova CD): AK 2.3, ISBN: 978-86-80509-71-6.
4. Dragana Šumarac Pavlović, **Miloš Bjelić**, Miomir Mijić, Filip Pantelić, *Uticaj reverberacionih procesa u predajnoj i prijemnoj prostoriji na zvučnu izolaciju*, ETRAN, Srebrno jezero, jun 2015, Broj rada (zbornik radova CD): AK 2.2, ISBN: 978-86-80509-71-6.
5. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, *Određivanje pravca nailaska signala pomoću mikrofonskog niza na osnovu vremenskih kašnjenja*, ETRAN, Vrnjačka banja, jun 2014, Broj rada (zbornik radova CD): AK 1.1, ISBN: 978-86-80509-70-9.
6. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, *Poređenje tehnika adaptivnog LMS beamforming-a na mikrofonskim nizovima*, ETRAN, Vrnjačka banja, jun 2014, Broj rada (zbornik radova CD): AK 1.2, ISBN: 978-86-80509-70-9 - **Najbolji rad mladog istraživača na sekciji.**
7. Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, Draško Mašović, **Miloš Bjelić**, Filip Pantelić, *Analiza impulsnog odziva prenosnog puta između dve prostorije*, ETRAN, Vrnjačka banja, jun 2014, Broj rada (zbornik radova CD): AK 2.4, ISBN: 978-86-80509-70-9.
8. Miomir Mijić, Filip Pantelić, Đorđe Grozdanović, **Miloš Bjelić**, Ivana Ristanović, Dragana Šumarac Pavlović, *Rapodela zvučnog polja na niskim frekvencijama u realnim prostorijama*, ETRAN, Vrnjačka banja, jun 2014, Broj rada (zbornik radova CD): AK 2.5, ISBN: 978-86-80509-70-9.
9. Dragana Šumarac Pavlović, Filip Pantelić, Srđan Bojičić, **Miloš Bjelić**, *Raspodela uglova incidencije zvučnih talasa u prostorijama različitih proporcija*, ETRAN, Vrnjačka banja, jun 2014, Broj rada (zbornik radova CD): AK 3.4, ISBN: 978-86-80509-70-9 - **Najbolji rad na sekciji.**
10. Draško Mašović, Nikola Arsić, Miodrag Stanojević, **Miloš Bjelić**, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, *Problemi softverske implementacije proračuna zvučne izolacije po standardima SRPS EN 12354*, ETRAN, Zlatibor, 2013.

IV Техничко решење (M86):

Кандидат је учесник пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја: "Интеграција и хармонизација система звучне заштите у зградама у контексту одрживог становања" (TR36026, 1.11.2013 – данас)

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег искуства кандидата у области архитектинске акустике и заштите од буке, ако и у области напрдне обраде сигнала, стеченог кроз:

- полагање испита на докторским студијама,
- објављивање радова из области предложене теме докторске дисертације на националном и међународном нивоу, и
- рад на националном пројекту „Интеграција и хармонизација система звучне заштите у зградама у контексту одрживог становања“,

Комисија је констатовала да кандидат Милош Бјелић у потпуности испуњава услове за рад на предложеној теми под насловом „Анализа угаоне расподеле инцидентне енергије спољашње буке применом микрофонског низа“.

2. Предмет и циљ истраживања

У урбаним условима саобраћај представља један од основних извора буке који ремети акустички комфор у зградама. Због великог броја различитих типова возила у саобраћају, као и због сложености конфигурација терена са зградама као препрекама, анализа утицаја саобраћајне буке на акустички комфор представља сложен задатак. Глобалне карактеристике саобраћајне буке приказане су у стандардима који се тичу звучне заштите [1], као и у резултатима њеног мерења у урбаним срединама [2].

Акустички комфор у зградама доминантно је одређен вредношћу изолационе моћи фасадних преграда које су изложене буци амбијента. Вредност изолационе моћи преграде могуће је прорачунати применом одговарајућих математичких модела [3]. Поред грађевинских параметара преграде, који су у пракси познати, за прорачун вредности изолационе моћи потребно је познавати и функцију густине вероватноће углова инциденције звучне енергије на површини преграде. За случај преграда унутар зграде претпоставља се хомогено звучно поље које као такво одређује вероватноћу углова инциденције. Међутим, угаона расподела звучне енергије на фасадама за већину реалних ситуација није позната. Варијације у њеном облику могу значајно утицати на вредности изолационе моћи анализираних преграда [4].

Теренско мерење изолационе моћи фасадне преграде дефинисано стандардом утврђује да се мерни звучни извор поставља на начин који обезбеђује да директан звук погађа испитивану фасаду под углом $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$ у односу на нормалу [5]. У реалним ситуацијама овакав положај извора није увек оправдан и резултат таквог мерења неће увек репрезентовати вредност изолационе моћи која је меродавна за акустички комфор унутар зграде. Уколико би било могуће одредити расподелу углова инциденције буке на фасади, резултат прорачуна изолационе моћи давао би реалнију процену стања буке у згради.

Предмет истраживања у овом докторату је испитивање могућности примене микрофонског низа за одређивање реалних расподела углова инциденције амбијенталне буке на фасадама зграда у урбаним условима, што до сада није познато. Микрофонски низ се састоји од више микрофона који су по одређеном распореду распоређени у простору. У последње две деценије развој алгоритама за просторно-временску обраду сигнала омогућио је да микрофонски низови постану незаобилазан алат у анализи звучног поља. Помоћу микрофонског низа и алгоритама за просторно временску обраду сигнала могуће је одредити правце наилаaska звука, то јест добити звучну слику анализираног простора. Развојем групе

деконволуционих алгоритама [6], [7] омогућена је локализација не само доминантних, већ и тихих звучних извора [8]. На тај начин су створени услови да се стекне увид у реалну расподелу звучног поља у простору. Просторни распоред микрофона у низу одређује његов дијаграм усмерености. Област дизајна микрофонског низа актуелна је истраживачка тема која се и даље развија са циљем да се постигну боље перформансе система [9].

Први циљ у овој тези је дизајн и реализација микрофонског низа са малим бројем микрофона, оптимизованог за анализу саобраћајне буке у урбаним срединама. На тржишту се могу пронаћи микрофонски низови са великим бројем микрофона [10], који се као такви могу користити за анализу саобраћајне буке. Међутим, због великог броја микрофона, комплексност и цена оваквих система јако је висока. Други циљ тезе је утврђивање облика расподеле углова инциденције амбијенталне буке на фасадама реалних зграда коришћењем реализованог микрофонског низа. Оваква анализа би се спровела за различите конфигурације урбане средине. Трећи циљ тезе је одређивање варијација у вредности изолационе моћи фасадних преграда у различитим условима окружења зграде. Анализа ће бити заснивана на добијеним расподелама углова инциденције буке.

Значај овог истраживања је вишеструк. Прво, за потребе овог истраживања потребно је дизајнирати и хардверски реализовати микрофонски низ, са пратећим елементима, који се може користити и за друге анализе у области звучне изолације. Друго, у овом истраживању биће формирана база вишеканалних снимака на фасадама зграда која може послужити за даља теоријска и експериментална истраживања. Треће, на основу резултата локализације звучних извора биће одређена расподела углова инциденције на фасадама у урбаним условима, о чему нема података у литератури. И четврто, ово истраживање пружиће увид у стварне вредности звучне изолације фасада у различитим околностима урбаног окружења, на основу чега се може извршити класификација урбаних зона са станоовишта акустичког комфора.

РЕЛЕВАНТНИ БИБЛИОГРАФСКИ ИЗВОРИ:

- [1] ISO 717-1:2013, "Acoustics rating of sound insulation in buildings and of building elements- Part 1: Airborne sound insulation," (2013).
- [2] C. Buratti, E. Belloni, E. Moretti, „Façade noise abatement prediction: New spectrum adaptation terms measured in field in different road and railway traffic conditions, Applied Acoustics, Vol. 76, 238–248, DOI: 10.1016/j.apacoust.2013.08.016, (2014).
- [3] L.L. Beranek, Noise reduction, McGraw-Hill, 1960, pp. 280-383.
- [4] D.Šumarac Pavlović, F.Pantelić, S.Bojičić, M.Bjelić, Airborne sound insulation of monolithic partition as a function of incidence angles. Forum Acusticum, Krakow 2014.
- [5] ISO 140-5 "Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and façades".
- [6] R. Dougherty, Extensions of DAMAS and Benefits and Limitations of Deconvolution in Beamforming, 11th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference (26th AIAA Aeroacoustics Conference), Monterey 2005.
- [7] T. Brooks, W. Humphreys, A deconvolution approach for the mapping of acoustic sources (DAMAS) determined from phased microphone arrays, Journal of Sound and Vibration 2006;294:856–879.
- [8] Pieter Sijtsma, CLEAN Based on Spatial Source Coherence, 13th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference (28th AIAA Aeroacoustics Conference), 2007.
- [9] J. Yu, K. Donohue, Optimal irregular microphone distributions with enhanced beamforming performance in immersive environments, Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 134, 2066-2077, DOI:10.1121/1.4816540, (2013).

- [10] J.Hald, J.Christensen, "A novel beamformer array design for noise source location from intermediate measurement distances, J. Acoust. Soc. Am. 112 (2002) 2448-2448, DOI: 10.1121/1.4780077,.

3. Полазне хипотезе

Основне хипотезе предложене докторске дисертације су:

- Да је могуће извршити оптимизацију позиција микрофона у микрофонском низу за задати фреквенцијски садржај.

Распоред микрофона у простору одређује дијаграм усмерености микрофонског низа. Две основне карактеристике дијаграма усмерености микрофонског низа су ширина главног лоба и амплитуда бочних лобова. Ширина главног лоба одређује селективност за просторно раздвајање звучних извора и у идеалном случају ширина главног лоба је произвољно мала. Амплитуда бочних лобова одређује присутност лажних извора у резултујућој слици звучног поља и у идеалном случају амплитуда треба да буде бесконачно мала. Ове два захтева не могу се истовремено испунити за широк фреквенцијски опсег. Да би се остварила добра селективност микрофонског низа за ниске фреквенције потребно је да се микрофони међусобно налазе на великом растојању, што за последицу има повећавање амплитуде бочних лобова на високим фреквенцијама. Уколико је радни фреквенцијски опсег микрофонског низа познат, могуће је одредити позиције микрофона у простору, тако да се пронађе компромис између два наведена захтева. Пошто решење није могуће пронаћи у затвореном облику, у литератури се користе разне технике оптимизације [9], [10].

- Да је могућа употреба микрофонског низа за анализу саобраћајне буке у урбаним условима са малим бројем микрофона.

Велики део енергије саобраћајне буке у урбаним условима налази се у опсегу од 250 до 4000 Hz [1], [2], што представља широк фреквенцијски опсег. Уколико би се микрофонски низ користио за анализу овог фреквенцијског садржаја био би потребан низ са великим отвором и великим бројем микрофона. Међутим, са становишта звучне изолације и акустичког комфора, бука на високим фреквенцијама знатно мање ремети акустички комфор од буке на ниским фреквенцијама. Због тога се опсег од интереса саобраћајне буке може смањити на опсег од 250 до 2000 Hz. Микрофонски низ који би се користио за анализу саобраћајне буке са смањеним фреквенцијским опсегом може имати мањи број микрофона, а да се оствари прецизно одређивање правца наилска звука на фасаду. Тиме се смањује комплексност система и смањују трошкови реализације.

- Да се може експериментално утврдити расподела углова инциденције на фасади зграда у урбаним условима.

Употребом микрофонског низа као алата и алгоритама за просторно-временску обраду сигнала са микрофонског низа могу се одредити правци наиласка звука на микрофонски низ у сложеном звучном пољу. Постављањем микрофонског низа непосредно на фасаду могла би се одредити акустичка слика звучне енергије која потиче од саобраћајне буке. Простор који се анализира одређен је азимутним и елевационим у опсегу од [0 180] степени, тако да се анализира звучно поље у полусфери испред фасаде. Снимањем буке у дужем временском интервалу могуће је добити резултантну звучну слику, на основу које се може одредити расподела инцидентних углова звучне енергије на фасади зграде.

- Да је могуће утврдити разлике у оствареној звучној изолацији фасада на основу експериментално утврђене расподеле углова инциденције на фасади.

Вредност изолационе моћи фасадне преграде зависи више параметара и уколико су сви параметри познати могуће је прорачунати њену вредност. Један од параметара за израчунавање вредности изолационе моћи фасадне преграде је расподела инцидентних углова звучне енергије, која у реалности није позната. Постоје одређене теоријске расподеле које се користе за израчунавање изолационе моћи [1], међутим оне не важе за већину

конфигурација у којима се фасадна преграда може наћи. Користећи микрофонски низ као алат за анализу саобраћајне буке може се добити расподела углова инциденције на фасади за различите ситуације у реалности. Полазећи од ове хипотезе, постављена је хипотеза да се може одредити разлика између изолационе моћи преграде са истим параметрима, у различитим конфигурацијама терена у ком се фасадна преграда може наћи.

- Да је могуће извршити класификацију конфигурација урбаних зона са аспекта потребне звучне изолације фасада.

Урбане средине састоје се од великог броја улица, које се могу разликовати по броју саобраћајних трака, висине зграда у улици, присутности зелених површина итд. Одређивањем вредности изолационе моћи помоћу микрофонског низа за различите профиле терена, односно различите улице у којима се може наћи фасадна преграда, могуће је утврдити урбане зоне које имају сличне особине са становишта акустичког комфора. На основу тога постављена је хипотеза да се може извршити класификација зона у градовима према потребама вредности изолационе моћи да би се обезбедио ниво буке зградама испод одређеног нивоа. То значи да би се у фази пројектовања самих зграда овај податак могао искористити да се обезбеди већи акустички комфор у зградама.

4. Методе истраживања

Неколико научних метода биће примењено током реализације научних резултата, у циљу провере наведених полазних хипотеза и остварења задатих истраживачких циљева:

- дизајн и хардверска реализација микрофонског низа за анализу саобраћајне буке у урбаним условима,
- формирање базе снимака саобраћајне буке на фасадама зграда помоћу микрофонског низа (снимање саобраћајне буке у разним конфигурацијама терена, кањон улицама, улицама са једном и са више саобраћајних трака, снимање на различитим висинама микрофонског низа у односу на подлогу),
- софтверска имплементација алгоритама за просторно- временску обраду сигнала са микрофонског низа (имплементација неколико алгоритама за одређивање правца наиласка звука на микрофонски низ),
- статистичка обрада резултата експериментално добијених расподела инцидентних углова звука на фасадама,
- софтверска имплементација модела за одређивање звучне изолације фасадних преграда са експериментално добијеним расподелама.

Одговарајућа софтверска решења биће реализована коришћењем Matlab програмског пакета.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни доприноси

Вредност изолационе моћи фасадне преграде зависи од функције густине вероватноће углова инциденције буке, односно расподеле углова инциденције. Због тога је, са аспекта акустичког комфора, важно познавање ове расподеле као и разлика између расподела које се могу јавити као последица различитог профила терена у урбаним срединама.

У складу с тим, очекивани су следећи научни доприноси докторске дисертације:

- дизајнирање микрофонског низа оптимизованог за анализу саобраћајне буке

На основу фреквенцијских карактеристика саобраћајне буке у урбаним условима могуће је оптимизовати позиције микрофона у простору тако да микрофонски низ има карактеристике које су боље у односу на друге конфигурације микрофона у простору. Такође, микрофонски низ имаће смањен број микрофона у односу на друге конфигурације уз задржан квалитет локализације звучних извора у простору.

- увођење процедуре за експериментално одређивање углова инциденције на фасади зграда

Расподела углова инциденције буке на фасадама зграда није позната у општем случају и теоријски модели ове расподеле често не одговарају реалним ситуацијама на терену. Очекује се да ће се помоћу микрофонског низа добити расподела углова инциденције буке у фреквенцијском опсегу од интереса за акустички комфор.

- Одређивање разлика између вредности изолационе моћи фасадних преграда услед изложености саобраћајној буци у различитим конфигурацијама терена.

Разлике у расподелама углова инциденције буке доводе до разлика у вредностима изолационе моћи фасадних преграда. Резултати овог истраживања требало би да покажу оквирне границе у вредностима изолационе моћи исте преграде у различитим условима. Такође, допринос ове докторске дисертације биће увођење могуће класификације урбаних зона према разликама у оствареној изолационој моћи услед саобраћајне буке.

- Могућност за увођење препорука са аспекта акустичког комфора у зградама при пројектовању објеката у урбаним зонама

Због различитог профила терена у ком се могу наћи фасаде зграда у урбаним условима јављају се разлике у вредностима њихове изолационе моћи. У овој дисертацији биће извршена класификација одређених профила терена према расподелама углова инциденције саобраћајне буке. Тиме се отвара могућност да се пројектантима зграда у урбаним условима пружи увид у реалне потребе за звучном изолацијом у зависности од профила терена.

6. План истраживања и структура рада

Предложено истраживање обухватаће следеће активности:

- анализа досадашњих истраживања у вези карактеристика саобраћајне буке у урбаним срединама и изолационе моћи фасада,
- преглед досадашњих истраживања у области дизајна микрофонских низова,
- преглед досадашњих истраживања у области алгоритама за одређивање правца наиласка звука на микрофонски низ,
- оптимизација позиција микрофона у планарном нерегуларном микрофонском низу за специфичне потребе анализе саобраћајне буке у урбаним условима,
- хардверска реализација микрофонског низа са позицијама микрофона оптимизованим за саобраћајну буку и вишеканалног система за прикупљање сигнала са таквог низа,
- реализација софтвера за обраду сигнала са микрофонског низа са могућношћу коришћења неколико различитих алгоритама за одређивање правца наиласка звука,
- анализа могућих конфигурација улица у урбаним условима (број трака, висина зграда, присутност зграда са две стране улице, положај раскрсница и семафора и слично),
- формирање базе снимака саобраћајне буке на фасади (снимање саобраћајне буке на фасадама зграда помоћу реализованог микрофонског низа у карактеристичним конфигурацијама улица),
- анализа резултата добијених помоћу софтвера за одређивање правца наиласка звука за снимке из формиране базе,
- реализација софтвера за одређивање расподела инцидентних углова буке на фасаду на основу резултата софтвера за одређивање правца наиласка,
- анализа експериментално добијених расподела углова инциденције енергије саобраћајне буке на фасадама зграда,
- реализација софтвера за прорачун изолационе моћи фасадних преграда на основу експериментално добијених расподела инцидентних углова саобраћајне буке,

- анализа могућности увођења корекционог члана за изолациону моћ фасаде у зависности од физичког окружења зграде, а на основу претходно добијених резултата о утицају статистике углова инциденције енергије буке на изолациона својства преграда.

7. Закључак и предлог

На основу приложене документације, као и непосредног увида у досадашњи научни рад кандидата Милоша Бјелића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, Комисија је закључила да:

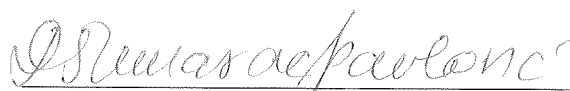
1. кандидат испуњава све формалне и суштинске услове прописане Законом о високом образовању и Статутом Електротехничког факултета Универзитета у Београду за одобрење теме за израду докторске дисертације;
2. предложена тема „Анализа угаоне расподеле инцидентне енергије спољашње буке применом микрофонског низа“ је научно заснована, а резултати до којих ће се доћи израдом ове дисертације биће значајан и оригиналан допринос области.

Студент докторских студија спроводи истраживања у вези са предложеном темом на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

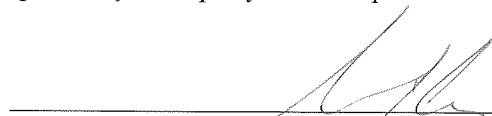
На основу претходно изложеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду да кандидату Милошу Бјелићу одобри израду докторске дисертације под наведеним називом, а под менторством др Драгана Шумарац Павловић, ванредног професора Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Београд, 14.07.2017.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Драгана Шумарац Павловић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Миомир Мијић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Љиљана Брајовић, редовни професор,
Универзитет у Београду - Грађевински факултет



др, Предраг Маринковић редовни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет