

PROCEEDINGS

IX International Conference IcETLAN
and LXVI ETRAN Conference,
Novi Pazar, Serbia, 6 - 9, June, 2022.

ЗБОРНИК РАДОВА

IX међународне конференције ИцЕТРАН
и LXVI конференције ЕТРАН,
Нови Пазар 6 - 9. јуна 2022. године

PROCEEDINGS IX International Conference IcETLAN and LXVI ETRAN
Conference, Novi Pazar, Serbia, 6 - 9, June, 2022.

ЗБОРНИК РАДОВА IX међународне конференције ИцЕТРАН и LXVI
конференције ЕТРАН, Нови Пазар 6 - 9. јуна 2022. године

Editor in Charge / Главни уредник
Vladimir Katić / Владимир Катић

Published by / **ETLAN Society, Belgrade, Academic Mind, Belgrade**
Издавачи / **Друштво за ЕТРАН, Београд и Академска мисао, Београд**

Production / Израда
Academic Mind, Belgrade / Академска мисао, Београд

Place and year of publication / Место и година издања
Belgrade, 2022. / Београд, 2022.

Circulation / Тираж
300 copies / 300 примерака

ISBN 978-86-7466-930-3

**ETRAN – Society for electronics, telecommunication,
computing, automatics and nuclear engineering**

**ЕТРАН - Друштво за електронику, телекомуникације,
рачунарство, аутоматику и нуклеарну технику**

Kneza Milosa 9/IV, 11000 Belgrade / Кнеза Милоша 9/IV, 11000 Београд

Phone / Телефон: +381 (11) 3233 957

E-mail / Е-пошта: office@etran.rs

www.etran.rs

ORGANIZERS - ОРГАНИЗАТОРИ

ETRAN Society, Belgrade / Друштво за ЕТРАН, Београд

**State University of Novi Pazar, Novi Pazar, Serbia /
Државни универзитет у Новом Пазару, Нови Пазар, Србија**

**University of Priština temporarily settled in Kosovska Mitrovica, Faculty of
Technical Sciences, Serbia /**

**Факултет техничких наука Косовска Митровица - Универзитет у Приштини са
привременим седиштем у Косовској Митровици**

UNDER THE AUSPICES OF / ПОКРОВИТЕЉ

**Ministry of Education, Science and Technological Development
of the Republic of Serbia /**

Министарство просвете, науке и технолошког развоја републике Србије

SUPPORTED BY / ПОДРШКА

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers, USA

Power Electronics Society of Serbia / Друштво за енергетску електронику Србије

CIRED Serbia / CIRED Србија

ЗБОРНИК РАДОВА/PROCEEDINGS

ИМПРЕСУМ/IMPRESUM

ACOUSTICS/АКУСТИКА - (AKI/AK)

1

AKI1.1	Recent Advances on Perforated Panels for Sound Absorption Applications <i>Jesus Carbajo, Nicholas Xuanlai Fang and Sang-Hoon Nam</i>	2
AKI1.2	Real-time Speaker Independent Recognition of Bimodal Produced Speech <i>Boris Malčić, Vlado Delić, Jovan Galić and Nebojša Babić</i>	6
AKI1.3	Feature Analysis for Industrial Product Sounds Using Discrete Meyer Wavelet <i>Đorđe Damnjanović, Dejan Ćirić and Dejan Vujičić</i>	12
AK1.1	Multidisciplinarnost u istraživanju slike i zvuka u sakralnom prostoru <i>Jelena Erdeljan and Ljubica Vinulović</i>	18
AK1.2	Auralizacija sakralnih prostora i likovni programi: nove perspektive i mogućnosti istraživanja <i>Vuk Dautović and Jakov Đorđević</i>	21
AK1.3	Istraživanje zvučnog ambijenta srpskih sakralnih prostora kao višemedijskog fenomena <i>Miomir Mijić, Miloš Bjelić, Dragana Šumarac Pavlović, Tatjana Miljković and Filip Pantelić</i>	25
AK1.4	O ulozi akustičkih rezonatora u prostoru hrama Svetog Save u Beogradu <i>Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, Jelena Erdeljan and Tatjana Miljković</i>	31
AK2.1	Optimizacija prostorne rezolucije mikrofonskog niza za merenje saobraćajne buke <i>Miodrag Stanojević, Miloš Bjelić and Tatjana Miljković</i>	37
AK2.2	Komparativna analiza akustičkih signala motora sa unutrašnjim sagorevanjem mapiranih u slike bazirane na spektrogramu <i>Marko Milivojević, Emilija Kisić and Dejan Ćirić</i>	41
AK2.3	Koeficijent inharmoničnosti tonova harfe -Specifičnost i problemi automatske procene <i>Tatjana Miljkovic, Miloš Bjelić, Jelena Ćertić and Dragana Šumarac Pavlović</i>	46
AK2.4	Implementacija algoritama za kontrolu usmerenosti zvučničkog niza sa dva glavna loba na otvorenom hardveru <i>Tijana Đorđević, Stefan Ćimović and Miloš Bjelić</i>	52
AK2.5	Optimizacija pozicija zvučnika u zvučničkom nizu <i>Stefan Ćimović, Tijana Đorđević and Miloš Bjelić</i>	58
AK2.6	Realizacija sistema za aktivnu kontrolu buke u cevi na otvorenom hardveru <i>Marija Ratković, Nebojša Kolarić and Miloš Bjelić</i>	63

ANTENNAS AND PROPAGATION/АНТЕНЕ И ПРОСТИРАЊЕ - (API/AP)

69

API1.1	Application of Microwave Imaging for Brain Diagnostics <i>Marija Nikolic Stevanovic, Darko Ninkovic, Tushar Singh, Branislav Ninkovic, Miodrag Tasic and Branko Kolundzija</i>	70
API1.2	Current distribution in a hollow circular conductor influenced by a parallel filament <i>Dragan Filipović and Tatijana Dlabac</i>	75
API1.3	Jamming a Drone - EM Simulation of Simple EW and EW Countermeasures Scenarios <i>Tomislav Milosevic</i>	80
API1.4	Simulation Study of Voxel-Based Head Phantom for Medical Microwave Imaging <i>Mladjen Stevanetic, Branko Kolundzija, Tushar Singh and Marija Nikolic Stevanovic</i>	85
API1.5	Radome Shape Impact on Automotive Radar Sensor Operating at 79 GHz <i>Nebojsa Pupavac and Miodrag Tasic</i>	90
API1.6	Implementing Gradient Model for Surface Roughness in WIPL-D <i>Milan Radović, Aleksandar Golubović and Miloš Jovičić</i>	95
API1.7	The Ability to Minimize a New Type of Moderate-Bandwidth Microwave Filter <i>Dušan Nešić and Tomislav Milošević</i>	99
AP1.1	Uopštenje izraza za transfer funkcije između antena u problemima inverznog rasejanja <i>Anja Kovačević, Marija Nikolić Stevanović and Antonije Đorđević</i>	102

AUTOMATION/АУТОМАТИКА - (AUI/AU)

106

AUI1.1	The Improved GM PHD algorithm for Multi- Target Radar Tracking <i>Zvonko Radosavljevic, Dejan Ivkovic and Branko Kovacevic</i>	107
AUI1.2	Four-Stage Recursive Least Squares Algorithm for CARARMA Systems <i>Nasar Aldian Shashoa, Ahmed J Abougarair, Bduh Hakim Agll and Abdurrezag Elmezughi</i>	113
AUI1.3	Consensus on the Auxiliary Variables in Distributed Gradient-Based Temporal Difference Algorithms <i>Milos Stankovic, Marko Beko, Nemanja Ilic and Srdjan Stankovic</i>	118
AUI1.5	Arduino based online laboratory platform for digital control systems analysis and design <i>Vladimir Mitić, Vladimir Sibinović, Snežana Đorđević and Boban Veselić</i>	124
AUI2.1	Implementation of the New Curricula in Smart Products and Services Engineering <i>Marko Milojkovic, Dragan Antic, Sasa Nikolic and Nebojsa Jotovic</i>	129
AUI2.2	Denosing the open-loop step response using an encoder-decoder convolutional neural network <i>Natalija Đorđević, Nenad Džamić, Aleksa Stojić and Goran Kvaščev</i>	132

AU12.3	Single Screw Extruder Temperature Control Using PLC and HMI in Cable Production Process <i>Igor Kocić, Saša Nikolić, Aleksandra Milovanović, Darko Mitić, Petar Đekić and Nikola Danković</i>	137
AU1.1	Upravljanje nivoom vode i pumpama upotrebom SMS poruka <i>Igor Kocić and Zoran Jovanović</i>	143
AU1.2	Application of Subtractive Clustering in Data Processing <i>Boris Barišić, Aleksandra Krstić, Sanja Vujnović and Željko Đurović</i>	148
BIOMEDICAL ENGINEERING/БИОМЕДИЦИНСКА ТЕХНИКА - (BTI/БТ)		153
BTI1.1	AGILIS: Restoring Functional Grasping in Individuals with Tetraplegia using Epineural Electrodes <i>Christine Azevedo, Charles Fattal, Lucie William, Lucas Fonseca, Arthur Haiarrassary, David Andreu, Antoine Geffrier, Jacques Teissier and David Guiraud</i>	154
BTI1.2	A Device for Monitoring Physiological Parameters and Electrotactile Stimulation <i>Bojan Jorgovanović, Matija Štrbac, Miloš Kostić, Vojin Ilić and Nikola Jorgovanović</i>	156
BTI1.3	Deep Neural Network Approach for Artifact Detection in Raw ECG <i>Tanja Boljanić, Jovana Malešević and Goran Kvaščev</i>	160
BTI1.4	Inhibition Potency of Terpyridine Metal Complexes toward Penicillin-Binding Protein 1A <i>Svetlana Jeremić, Enisa Selimović, Milan Dekić and Tanja Soldatović</i>	164
BTI1.5	GT Analyzer - A Basic Tool for Handwriting Movement Data <i>Vladimir Džepina, Nikola Ivančević, Vera Miler-Jerković, Blažo Nikolić, Dejan Stevanović, Jasna Jančić and Milica Janković</i>	168
BTI1.6	Morphological parameters assessment with a depth camera based measurement system <i>Olivera Tomašević, Luka Mejić, Darko Stanišić and Nikolina Maravić</i>	173
POWER ENGINEERING/ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА - (EEI/ЕЕ)		178
EEI1.1	Overview of measuring methods and equipment for calibration of instrument transformers <i>Dragana Naumovic-Vukovic</i>	179
EEI1.2	Effects of cryptocurrency mining rig operation on power quality in LV distribution network <i>Vladimir Katic, Zoltan Corba and Aleksandar Stanisavljevic</i>	188
EEI1.3	Prediction of voltage dips characteristics in IEEE 13-bus test grid using harmonic footprint <i>Aleksandar Stanisavljević and Vladimir Katic</i>	194
EEI1.4	Optimal Power Dispatch in Distribution Networks with PV Generation and Battery Storage <i>Jordan Radosavljević, Miloš Milovanović, Nebojša Arsić, Andrijana Jovanović, Bojan Perović and Jovan Vukašinović</i>	199
EEI1.5	Modeling of High-Voltage Induction Machines with Fallen-out Magnetic Slot Wedges <i>Milica Banović, Kristina Vujkov, Mladen Terzić and Dejan Jerkan</i>	205
EEI1.6	Time-domain simulation of electric circuit with nonlinear hysteretic inductor <i>Srđan Divac and Branko Koprivica</i>	211
EEI1.7	A Comparative Analysis of Three-Phase Phase-Locked Loops for Grid-Connected Systems <i>Filip Bakić, Lazar Stojanović, Katarina Obradović and Emilija Lukić</i>	217
EEI2.1	Parameter estimation of induction motors using Wild Horse Optimizer <i>Jovan Vukašinović, Miloš Milovanović, Nebojša Arsić, Jordan Radosavljević, Saša Štatkić, Bojan Perović and Andrijana Jovanović</i>	222
EEI2.2	Damper Winding Inductances Calculation by Winding Function Approach <i>Aldin Kajević and Gojko Joksimović</i>	228
EE1.1	Inteligentni DTC algoritam sa automatskom reorganizacijom u zavisnosti od intenziteta ripla momenta <i>Marko Posuћ</i>	234
EE1.2	Primjena električnih vozila za smanjenje deficita snage u sistemu <i>Uroš Ognjenović, Saša Mujović and Lazar Šćekić</i>	240
EE1.3	Realizacija laboratorijskog sistema za bežični prenos energije <i>Dejan Janjić, Alenka Milovanović and Branko Koprivica</i>	246
EE1.4	Pravci istraživanja u elektroenergetici kroz tematsku orijentaciju radova sa skupova CIRED Srbija i ETRAN/IcETAN <i>Zoran Simendić and Vladimir Katic</i>	251
ELECTRIC CIRCUITS AND SYSTEMS AND SIGNAL PROCESSING/ЕЛЕКТРИЧНА КОЛА, ЕЛЕКТРИЧНИ СИСТЕМИ И ОБРАДА СИГНАЛА - (EKI/ЕК)		257
EKI1.1	A method for laser rangefinder reticle position calibration in a multi-sensor imaging system <i>Saša Vujić, Miloš Radisavljević, Dragana Perić and Branko Livada</i>	258
EKI1.2	Linear regression in RR-RT domain for cardiac cycle evaluation <i>Milan Milivojević, Ana Gavrovska and Dragi Dujković</i>	264
EKI1.3	Application of Bayes and knn classifiers in tumor detection from brain MRI images <i>Marta Mirkov and Ana Gavrovska</i>	268
EKI1.4	From puppet-master creation to false detection <i>Ana Pantelić and Ana Gavrovska</i>	273
EK1.1	Kvarcni kristalni filter frekvencije 35.4 MHz zasnovan na trećem overtonu <i>Dragi Dujkovic, Ana Gavrovska, Lenkica Grubišić, Snežana Dedić-Nešić, Irini Reljin and Ivan Popovic</i>	278
EK1.2	Primena vremensko-frekvencijskih metoda kod analize spektra u kognitivnom radiju <i>Nenad Stojanovic, Milenko Andrić, Dimitrije Bujaković, Boban Bondzulich and Vladimir Ristić</i>	283
ELECTRONICS/ЕЛЕКТРОНИКА - (ELI/ЕЛ)		289

ELI1.1	A Gigabit Ethernet Media Access Controller for TCP/UDP Radar Data Streaming and Visualization <i>Vukan Damnjanović and Vladimir Milovanović</i>	290
ELI1.2	ANN model for one day ahead Covid-19 prediction <i>Jelena Milojković, Miljana Milić and Vančo Litovski</i>	296
ELI1.3	Equivalent Electromechanical Model of a Composite Ultrasonic Transducer <i>Igor Jovanović and Dragan Mančić</i>	300
ELI1.4	Hardware Realization of Nearest Neighbour Search Algorithm over an In-Memory Pre-Stored k-d Tree <i>Aleksandar Kondić and Vladimir Milovanović</i>	304
METROLOGY/МЕТРОЛОГИЈА - (MLI/МЛ)		310
MLI1.1	An Intercomparison of the Broadband Electrical Field Meter NARDA NBM 550 <i>Nenad Munić, Aleksandar Kovacević, Nenko Brkljač and Ljubiša Tomić</i>	311
MLI1.2	LiDAR measurements in Maritime transport safety and navigation of the deep seafloor <i>Dijana Džever and Marjan Urekar</i>	316
ML1.2	Dvokoračna segmentna linearizacija kao deo mernog lanca termopara <i>Dragan Živanović, Milan Simić, Milica Stojanović and Dragan Denić</i>	322
ML1.3	Poređenje merenja brzine vetra anemometrom sa lopaticama i ultrasoničnim anemometrom na vetroturbini <i>Robert Fajhner and Marjan Urekar</i>	328
ML1.4	Primena linearnog niza fotodetektora kod optičkih pseudoslučajnih pozicionih enkodera <i>Ivana Ranđelović, Dragan Denić, Goran Miljković and Aleksandar Jocić</i>	333
ML2.1	Ponovljivost rezultata merenja nivoa električnog polja EM smetnji <i>Aleksandar Kovačević and Nenad Munić</i>	337
ML2.2	Pregled elektrogastrografske metode <i>Jelena Đorđević Kozarov, Platon Sovilj, Marjan Urekar, Milan Šaš and Miroljub Pešić</i>	340
ML2.3	Sistem za merenje pritiska u konceptu Internet of Things <i>Tomislav Pap and Marjan Urekar</i>	344
ML2.4	Merno informacioni sistem za automatsko hranjenje kućnih ljubimaca <i>Maja Perić and Marjan Urekar</i>	347
ML2.5	Uređaj za pravilno sedenje baziran na merno-informacionim modulima <i>Jovana Jović and Marjan Urekar</i>	352
ML2.6	Merno-akvizicioni sistem za pravilno sedenje <i>Mario Volaš, Dragan Pejić and Marjan Urekar</i>	358
ML2.7	Razvoj softvera za merenje vremena reakcije na vizuelne i zvučne stimuluse <i>Milica Djordjevic, Djordje Novakovic and Marjan Urekar</i>	364
ML3.1	Projektovanje univerzalne razvojne ploče za merenje i regulaciju <i>Ninoslav Srdić, Marjan Urekar, Dragan Pejić and Platon Sovilj</i>	368
ML3.2	Merni sistem za detekciju padova zasnovan na akcelerometru, žiroskopu i GPS modulu <i>Sanja Mandić and Đorđe Novaković</i>	373
ML3.3	Merenje karakteristika i modelovanje Hamonovih etalon otpornika u naizmeničnom režimu <i>Stefan Mirkovic, Dragan Pejic and Aleksandar Dimitrijevic</i>	378
ML3.4	Merni sistem za određivanje modula i faznog stava impedanse baziran na virtuelnoj instrumentaciji <i>Milan Šaš, Dragan Pejić, Nemanja Gazivoda, Đorđe Novaković and Bojan Vujičić</i>	382
ML3.5	Simulaciona analiza metode pogodna za metrološku karakterizaciju impedanse na niskim frekvencijama <i>Milan Šaš, Dragan Pejić, Nemanja Gazivoda, Đorđe Novaković and Bojan Vujičić</i>	386
MICROELECTRONICS AND OPTOELECTRONICS, NANOSCIENCES AND NANOTECHNOLOGIES/МИКРОЕЛЕКТРОНИКА И ОПТОЕЛЕКТРОНИКА - (MOI/МО)		390
MOI1.1	Two Color Photodiodes Mounted on the Micromachined Carrier <i>Žarko Lazić, Milče Smiljanić, Dušan Nešić and Ljubiša Zeković</i>	391
MOI1.2	Optimization of electrodeposition parameters to improve composite hardness of nickel coatings on brass substrate for varying film thicknesses and applied indentation loads <i>Ivana Mladenović, Jelena Lamovec, Marko Obradov, Milena Rašljić Rafajilović, Vesna Radojević, Dana Vasiljević Radović and Nebojša Nikolić</i>	395
MOI1.3	Electrically Programmable Analog Device As An Ultraviolet Light Sensor <i>Stefan Ilić, Milija Sarajlić, Dana Vasiljević-Radović, Marko Andjelković, Alberto J. Palma, Russell Duane and Goran Ristić</i>	401
MOI1.4	Origin of the Open Circuit Voltage and Important Processes that Affect its Value in Organic Solar Cells <i>Teodora Pavličević, Jovana Gojanović, Nataša Ćirović and Sandra Živanović</i>	405
MOI1.5	Design Consideration for Low-Power Step-Up Converter <i>Jana Vračar, Milan Stojanović, Zoran Prijjić, Aneta Prijjić and Ljubomir Vračar</i>	411
MO1.1	Osnovi teorije diferencnih jednačina sa primenom na analizu svojstava nanostrukture <i>Jovan Šetrajčić, Vjekoslav Sajfert and Siniša Vučenović</i>	415
MO1.2	Difuzija optičkih pobuđenja u tankim molekulskim filmovima <i>Jovan Šetrajčić and Siniša Vučenović</i>	427
MO1.3	Indukovanje stanja sličnih topološkim kod dvoslojnih fosforenskih traka primenom normalnog električnog polja <i>Vladimir Arsoski and Milan Tadić</i>	433
MO1.4	Elektronska svojstva grafenskih nanotraka sa periodičnim defektima <i>Jovana Vlahović, Vladimir Arsoski, Milan Tadić and Milorad Milošević</i>	437

	MICROWAVE TECHNIQUE, TECHNOLOGIES AND SYSTEMS/МИКРОТАЛАСНА ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЈЕ И СИСТЕМИ - (MTI/MT)	441
MTI1.1	On Some Differences Between Wave Digital Models of Directional Couplers <i>Biljana Stošić, Nebojša Dončov and Marin Nedelchev</i>	442
MTI1.2	Doherty PA Linearization by Injection of the 2nd order Digitally Processed Signals for 5G FBMC modulation <i>Aleksandar Atanasković, Nataša Maleš-Ilić, Biljana Stošić and Djurdje Budimir</i>	448
MTI1.3	Planar Archimedean Spiral Antenna Resonant Frequency and Bandwidth Estimation using MLP Neural Network <i>Zoran Stanković, Maja Sarevska, Nebojsa Doncov and Ksenija Pesic</i>	452
MTI1.4	Analysis of Feeding Methods for High-Gain Crossed Slot Antenna Arrays <i>Marija Milijic and Branka Jokanovic</i>	457
MTI1.5	Cost-Effective Standing Wave Ratio Meter <i>Ana Ćupurdija and Slobodan Savić</i>	463
MT1.1	Automatizacija određivanja nivoa EM polja radio-difuznih predajnika na osnovu ITU-R P.1546 metode za visine h1 manje od 10 m <i>Miloš Radojković and Zlatica Marinković</i>	469
MT1.2	TLM modelovanje deformacija savijanja antene u biomedicinskim aplikacijama <i>Jugoslav Jokovic, Tijana Dimitrijević, Aleksandar Atanaskovic and Nebojsa Doncov</i>	473
	NEW MATERIALS IN ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING/НОВИ МАТЕРИЈАЛИ - (NMI/HM)	478
NMI1.1	Sintering and Phase transition of the ZnTiO ₃ nano powder dilatometric data deconvolution <i>Nebojša Labus, Milena Rosić, Smilja Marković, Maria-Vesna Nikolić and Srđan Matijašević</i>	479
NMI1.2	Study of the effect of microstructure and magnetic texture on major loop phenomenology using OOMMF <i>Mehrija Hasicic, Aphrodite Ktena and Jasna Hivziefendic</i>	487
NM1.1	Primeri primene fraktalne analize na karakterizaciju novih materijala <i>Sanja Aleksić, Branislav Ranđelović, Aleksandar Pantić, Neda Stanojević and Dušan Milošević</i>	492
NM1.2	Mikrostrukturna i dielektrična karakterizacija PLZT keramike <i>Vesna Paunović, Miloš Marjanović and Zoran Prijić</i>	498
NM1.3	Električne karakteristike BaTiO ₃ keramike dopirane antimonom <i>Aleksandra Stojković, Miloš Marjanović, Vesna Paunović, Aneta Prijić and Zoran Prijić</i>	503
NM1.4	Осетљивост магнетоимпедансног елемента CoFeSiB аморфне жице <i>Jelena Orelj and Nebojsa Mitrovic</i>	507
	NUCLEAR ENGINEERING AND TECHNOLOGY/НУКЛЕАРНА ТЕХНИКА - (NTI/HT)	512
NTI1.1	The stability and Quality Control of Instruments for Measurement of Ambient Dose Equivalent Rate <i>Jelena Krneta Nikolic, Marija Janković, Milica Rajacic, Ivana Vukanac, Dragana Todorovic and Natasa Sarap</i>	513
NTI1.2	Measurement using liquid scintillation spectrometer-quality control <i>Marija Janković, Nataša Sarap, Jelena Krneta Nikolić, Milica Rajačić, Dragana Todorović and Ivana Vukanac</i>	516
NTI1.3	E-Waste Glass in Radionuclide Immobilization <i>Tatjana Miljojcic, Ivana Jelic, Marija Sljivic Ivanovic and Slavko Dimovic</i>	519
NT1.1	UTICAJ FUZIONIH GENERATORA NA EFIKASNOST GASNOG ODVODNIKA PRENAPONA <i>Nemanja Aranđelović, Dušan P. Nikezić, Uzahir Ramadani, Ivan Lazović, Nikola Mirkov and Predrag V. Osmokrović</i>	524
NT1.2	Sektorski pristup u analizi bezbednosnih rizika upravljanja nuklearnim otpadom <i>Slavko Dimović, Milica Ćurčić and Nikola Zdolšek</i>	530
NT1.3	UTICAJ JONIZUJUĆEG ZRAČENJA NA KARAKTERISTIKE GASNIH ODVODNIKA PRENAPONA <i>Uzahir Ramadani, Dušan P Nikezić, Alija Jusić, Ivan Lazović and Nikola Mirkov</i>	537
	COMPUTING AND INFORMATION ENGINEERING/РАЧУНАРСКА ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА - (RTI/PT)	543
RTI1.1	One Solution For Multimedia Subscription Using Blockchain <i>Igor Srdić and Djordje Glisic</i>	544
RTI1.2	Model-Driven Approach to Blockchain-Enabled MLOps <i>Nenad Petrović</i>	548
RTI1.3	Controllability of the multi-agent system modeled by the chain graphs with repeated degree <i>Milica Anđelić, Edin Dolićanin and Zoran Stanić</i>	554
RTI1.4	Distillation of Secret Keys using Speech Signals and Discussion through a Public Channel <i>Jelica Radomirović, Milan Milosavljević and Aleksandra Krstić</i>	558
RTI2.1	One solution for voice commands on Android based STB <i>Jovana Simić, Djordje Glisic and Uros Jokic</i>	562
RTI2.2	One solution for simulating conditional access in DTV Software on PC platform <i>Milan Petrović, Djordje Glisic and Uroš Jokić</i>	566
RTI2.3	One solution for testing embedded DTV software on the PC platform <i>Branka Ševa, Djordje Glisic and Uroš Jokić</i>	570
RTI2.4	Comparison of type-2 hypervisor performance on the example of VirtualBox, VMware Workstation player and MS Hyper-V	574

	<i>Borislav Đorđević, Iva Jovičić, Nenad Kraljević and Valentina Timčenko</i>	
RTI2.5	Comparison of file system performance in full virtualization with MS Hyper-V and KVM hypervisors	580
	<i>Borislav Đorđević, Miloš Piljić, Nenad Kraljević and Valentina Timčenko</i>	
RTI2.6	A Review of Wazuh Tool Capabilities for Detecting Attacks Based on Log Analysis	585
	<i>Stefan Stanković, Slavko Gajin and Ranko Petrović</i>	
RTI3.1	Infrastructure for Simulating n-Dimensional Simplicial Complexes	590
	<i>Dušan Cvijetić, Nenad Korolija and Marko Vojinović</i>	
RTI3.2	Possibilities for Parallelizing Simplicial Complexes Simulation	595
	<i>Dušan Cvijetić, Nenad Korolija and Marko Vojinović</i>	
RTI3.3	The Evolution of Big Data Analytics Solutions in the Cloud	600
	<i>Danko Miladinović, Jovan Popović and Nenad Korolija</i>	
RTI3.4	Hybrid Manycore Dataflow Processor	606
	<i>Danko Miladinović, Miroslav Bojović, Vladislav Jelisavčić and Nenad Korolija</i>	
RTI3.5	Service-Oriented Communication Between ADAS and IVI Domains in Automotive Solutions	611
	<i>Dušan Kenjić, Marija Antić and Dušan Živkov</i>	
RT1.1	Утврђивање сличности софтверског кода	617
	<i>Zaharije Radivojević and Miloš Cvetanović</i>	
RT1.2	Softversko rešenje za akviziciju i vizuelizaciju moždanih talasa	626
	<i>Ivan Tot, Boriša Jovanović, Dušan Bogičević, Tamara Gajić and Jordan Atanasijević</i>	
RT2.1	Platforma za praćenje kvaliteta vazduha u gradu Čačak	630
	<i>Nikola Kukric, Bozidar Popovic, Slobodan Lubura and Zorana Mandić</i>	
	ROBOTICS AND FLEXIBLE AUTOMATION/РОБОТИКА И ФЛЕКСИБИЛНА АУТОМАТИЗАЦИЈА - (ROI/PO)	634
ROI1.1	Mobile robot decision-making system based on deep machine learning	635
	<i>Aleksandar Jokić, Milica Petrović and Zoran Miljković</i>	
ROI1.2	Method for Configuring Virtual Robot as an Integral Part of the Control System	639
	<i>Nikola Slavković, Saša Živanović, Zoran Dimić and Nikola Vorkapić</i>	
ROI1.3	Low-cost real-time human motion capturing system	645
	<i>Milutin Nikolic, Lazar Milić, Milutin Studen and Mirko Raković</i>	
ROI1.4	GAN-based Data Augmentation in the Design of Cyber-attack Detection Methods	651
	<i>Dušan Nedeljković and Živana Jakovljević</i>	
ROI1.5	Comparison of SLAM algorithms on omnidirectional four wheel mobile robot	657
	<i>Slaven Petković, Lazar Milić, Milutin Nikolić, Mirko Raković and Dragiša Mišković</i>	
ROI2.1	Natural Non-Invasive Human-Machine Interface Based on Hand Gesture Recognition	663
	<i>Jelena Rodić, Darko Golubović, Nikola Knežević and Kosta Jovanović</i>	
ROI1.1	Pozicioniranje Hvataljke ABB Kolaborativnom Robota Pomoću Kamere	668
	<i>Vojislav Vujičić and Ivan Milićević</i>	
ROI1.2	Upravljanje pasivnom krutošću završnog uređaja robota oblikovanjem elipsoida krutosti	672
	<i>Branko Lukić, Nikola Knežević and Kosta Jovanović</i>	
ROI1.3	Hijerarhijsko distribuirano upravljanje kolaborativnim industrijskim humanoidnim robotom podržano oblak-arhitekturom	678
	<i>Jovan Šumarac, Aleksandar Rodić and Ilija Stevanović</i>	
	TELECOMMUNICATIONS/ТЕЛЕКОМУНИКАЦИЈЕ - (TEI/TE)	683
TEI1.1	On Pulse Shaping for Generalized Faster than Nyquist Signaling with and without Equalization	684
	<i>Jovan Milojkovic, Srđan Brkić and Jelena Čertić</i>	
TEI1.2	Performance simulation for LCR of MIMO Multi-branch SC Diversity System in α - μ fading and α - μ interference channel	688
	<i>Dejan Milic, Suad Suljović, Dejan Rančić, Nenad Petrović and Nenad Milošević</i>	
TEI1.3	Location Privacy Improvements in Telecommunication Data Management Systems	693
	<i>Milan Simaković, Zoran Čiča and Dejan Drajić</i>	
TEI1.4	Introducing IoT to Big Data Platform for Network Performance Monitoring	698
	<i>Milan Simaković, Zoran Čiča and Dejan Drajić</i>	
TEI1.5	Reliability of Earth-Space Links under Deep Fades with Interleaved Reed-Solomon Codes	702
	<i>Srđan Brkić, Zoran Čiča, Andreja Radošević, Đorđe Sarač and Predrag Ivaniš</i>	
TEI1.6	Effect of Phase Noise on Error Probability of MPSK Receiver over TWDP Channel - Simulation Study	707
	<i>Goran Djordjevic, Jarosław Makal, Bane Vasic and Bata Vasic</i>	
TEI2.1	Initial Development of a Program for Drone Micro-Doppler Signature Modelling	711
	<i>Jovan Radivojević, Predrag Petrović, Aleksandar Lebl and Mladen Mileusnić</i>	
TEI2.2	Execution Time Improvement using CPU Parallelization and Non-Uniform High-Resolution Range-Doppler Map Estimation in HFSWR	717
	<i>Dragan Golubović, Nenad Vukmirović, Zoran Lončarević, Marko Marković and Miljko Erić</i>	
TEI2.3	Layer 2 Forwarding Using T4P4S: P4 Language and Data Plane Development Kit	723
	<i>Dimitrije Jovanović and Aleksandra Smiljanić</i>	
TE1.1	Mogućnost primene beacon tehnologije za razvoj Covid-19 sistema za praćenje kontakta u visokoškolskim institucijama	729
	<i>Ivana Stefanović, Milutin Nešić and Marko Milivojčević</i>	

TE1.2	Istraživanje različitih algoritama dubokog učenja za detekciju i klasifikaciju dronova <i>Mohammed Mokhtari, Jovan Bajčetić, Boban Sazdić-Jotić and Boban Pavlović</i>	734
TE1.3	LDPC dekoderi sa reinicijalizacijama koji objedinjuju tvrde odluke i razmenu mekih poruka <i>Predrag Ivaniš, Srđan Brkić and Bane Vasić</i>	740
TE1.4	Analiza performansi kooperativnog diverziti sistema u kompozitnom fedingu modelovanom odnosom α - μ i gama raspodela <i>Edis Mekić, Irfan Fetahović and Edin Dolićanin</i>	746
ARTIFICIAL INTELLIGENCE/ВЕШТАЧКА ИНТЕЛИГЕНЦИЈА - (VII/ВИ)		750
VII1.1	Code Comment Classification Taxonomies <i>Marija Kostić, Aleksa Sribljanović, Vuk Batanović and Boško Nikolić</i>	751
VI1.2	Primena ConvLSTM modela za predikciju optičke debljine aerosola <i>Uzahir Ramadani, Dusan Nikezić, Dušan Radivojević, Nikola Mirkov and Ivan Lazović</i>	757
VI1.3	Primena veštačke inteligencije na terminal za daljinsko upravljanje stanice za punjenje električnih vozila koja se napaja iz obnovljivih izvora električne energije <i>Jovan Vujasinovic and Goran Savić</i>	763
VI1.4	Prepoznavanje imena na slikama lekarskih izveštaja na srpskom jeziku u cilju zaštite ličnih podataka <i>Aldina Avdić and Ulfeta Marovac</i>	768
VI1.5	Sistem za automatizaciju testova za proveru znanja baziran na transformaciji predikatskih iskaza <i>Ulfeta Marovac and Aldina Avdić</i>	772
SPECIAL THEMATIC SESSION CONTEMPORARY TECHNOLOGIES AND EDUCATION/СПЕЦИЈАЛНА ТЕМАТСКА СЕСИЈА САВРЕМЕНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ И ЕДУКАЦИЈА (SS-EDUI/СС-ЕДУ/)		777
SS-EDUUvodni rad	Konferencije ETRAN/IcETLAN kroz statistiku <i>Vladimir Katić, Marko Jarnević, Dragomir Nikolić and Mirjana Jovanić</i>	778
SS-EDUI1.1	A Comparison of Selected Systems For Learning About SQLi Vulnerability Suitable for Academic Uses <i>Djordje Madic, Danko Miladinovic and Zarko Stanislavljevic</i>	784
SS-EDUI1.2	Automated grading system for picoComputer assembly codes integrated within E-Learning platform <i>Jovan Đukić, Vladimir Jocić, Marko Mišić and Milo Tomašević</i>	789
SS-EDUI1.3	Pandemic Support System Modelling and Implementation as Integral Part of Computer Science Courses <i>Nenad Petrović</i>	794
SS-EDUI1.4	An overview of software code review tools and the possibility of their application in teaching at the School of Electrical Engineering in Belgrade <i>Milos Obradovic, Marija Kostic, Balsa Knezevic and Drazen Draskovic</i>	799
SS-EDUI1.1	Automatsko snimanje amplitudno-frekventnih karakteristika primenom Arduino okruženja <i>Goran Dikić and Slobodan Drašković</i>	805
SS-EDUI1.2	Zaštita prenosa paketskog telefonskog saobraćaja upotrebom tehnologije virtuelnih privatnih mreža <i>Miće Živanović, Jovan Bajčetić and Ivan Tot</i>	809
SPECIAL THEMATIC SESSION – DIGITALISATION IN SCIENCE/СПЕЦИЈАЛНА ТЕМАТСКА СЕСИЈА – ДИГИТАЛИЗАЦИЈА У НАУЦИ (SS-DI/СС-ДИ)		815
SS-DI1.1	Digitalizacija naučne građe - metode i rešenja <i>Zoran Zdravković</i>	816
SS-DI1.2	Jedinica za snimanje podataka u ispitivanju vanrednih železničkih događaja <i>Sanja Jevtić, Marija Vukšić Popović, Nada Ratković Kovačević and Sonja Ketin</i>	822
SS-DI1.3	Merenje digitalizacije i IKT sektora – parametri i metode kvantifikacije razvoja društva <i>Zoran Zdravković</i>	826
SS-DI1.4	Neki savremeni aspekti upotrebe luminiscentnih efekata <i>Milanka Pećanac and Bećko Kaslića</i>	830
SS-DI1.5	Изазови у настави на рачунарима током пандемије Covid 19 на предмету Нацртна геометрија са рачунарским цртањем <i>Magdalena Dragović, Aleksandar Čučaković, Svetlana Čičević, Aleksandar Trifunović and Anastazija Martinenko</i>	834
SS-DI1.6	Aktuelni problemi digitalizacije u državnoj administraciji <i>Nikola Popović and Julijana Mirčevski</i>	840
SS-DI1.7	On the Potential of SMS Text Messaging in mHealth <i>Danica Mamula Tartalja, Gordana Jelic and Enis Osmani</i>	844
SPECIAL THEMATIC SESSION - FORENSICS/ СПЕЦИЈАЛНА ТЕМАТСКА СЕСИЈА – ФОРЕНЗИКА (SS-FO/СС-ФО)		848
SS-FO1.1	Forenzičke metode za identifikaciju lica: juče, danas, sutra <i>Snezana Stojčić, Nataša Petrović, Radovan Radovanović and Mileša Srećković</i>	849
SS-FO1.2	Sigurnosni uređaji za proveru oružja u funkciji forenzičko-balističkih ispitivanja <i>Kristijan Đujić, Radovan Radovanović, Saša Milić, Martin Matijašević and Aleksandar Ivković</i>	854
SS-FO1.3	Primena forenzičkih alata u klasifikaciji incidenata i nesreća u komercijalnom vazдушном саобраћају по EASA методологији <i>Aleksandar Ivković, Radovan Radovanović, Sаша Милић, Душан Ивковић and Кристијан Ђујић</i>	858
SS-FO1.4	Нуклеарна форензика – методе за откривање процеса производње, прометовања и кријумчарења недозвољених физионих материјала <i>Срећко Илић, Радован Радовановић, Саша Милић, Александар Алексић and Александар Ивковић</i>	863

SS-FO1.5	Stabilnost frekvencije kvarcnih oscilatora <i>Miodrag Malović, Ljiljana Brajović and Tomislav Šekara</i>	869
SS-FO1.6	Natural Polymers As Nanocapsule Carriers <i>Danijela Rajić, Srđan Vuković and Svetlana Pelemiš</i>	875
SS-FO2.1	Kvantne generativne suparničke mreže za generisanje naučnih rezultata <i>Vladimir Arsoski</i>	879
SS-FO2.2	Forenzički aspekt prostorne i vremenske komponente <i>Snezana Stojičić, Radovan Radovanović, Mileša Srečković and Nikola Radovanović</i>	886
SS-FO2.3	Različiti režimi rada kvantnih generatora kao instrument za modifikacije u stomatologiji <i>Aleksandar Bugarinović, Željka Tomić, Sanja Jevtić, Aleksander Kovačević, Svetlana Pelemiš, Zoran Nedić and Dragan Družijanić</i>	890
SS-FO2.4	Оптичка влакна у периметарским системима техничке заштите <i>Slađana Pantelić and Branka Radojčić</i>	894
SS-FO2.5	FIZIČKA I NEDESTRUKTIVNA ISPITIVANJA KERAMIČKIH MATERIJALA ZA OBLAGANJE SA ASPEKTA TRAJNOSTI <i>Zoran Stević, Aleksandar Savić, Milica Vlahović, Sanja Martinović and Tatjana Volkov Husović</i>	898
SS-FO2.6	Суб-микрометарске паралелне површинске структуре индуковане фемтосекундним ласерским снопом у форензици <i>Aleksander Kovačević, Suzana Petrović, Marina Lekić, Borislav Vasić, Branislav Salatić and Jelena Potočnik</i>	901
SPECIAL THEMATIC SESSION - HERITOLGY/СПЕЦИЈАЛНА ТЕМАТСКА СЕСИЈА - ХЕРИТОЛОГИЈА (SS-HE/CC-XE)		905
SS-HE1.1	Sinhronizacija mernih podataka u bežičnim senzorskim mrežama <i>Miodrag Malović</i>	906
SS-HE1.2	Primer kombinovanja raspodela atmosferskih aerosola po veličinama dobijenih metodom merenja električne pokretljivosti i optičkom metodom <i>Miloš Davidović, Milena Davidovic, Sonja Dmitrašinović, Mileša Srečković and Milena Jovašević–stojanović</i>	913
SS-HE1.3	INTEGRACIJE NAUČNIH ZNANJA U PRIMENI VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U HERITOLOŠKIM PROBLEMIMA <i>Suzana Polić, Mileša Srečković, Zoran Stević, Slobodan Bojanić and Željka Tomić</i>	918
SS-HE1.4	Problem heritološke abdukcije u vezi sa instrumentalnim analizama materijala kulturne baštine <i>Suzana Polić, Mileša Srečković, Zoran Stević, Miodrag Malović and Miloš Đurić</i>	922
SS-HE1.5	Deskripcija, heritologija i metrologija boje <i>Mileša Srečković, Veljko Zarubica, Aleksander Kovačević, Zoran Fidanovski, Suzana Polić and Milena Davidović</i>	928
SS-HE1.6	PROTO-KONCEPTUALNA REŠENJA U PRIMENI LASERA U HERITOLOGIJU <i>Mileša Srečković, Suzana Polić, Zoran Stević, Veljko Zarubica and Stanko Ostojić</i>	933
SS-HE1.7	COMPARISON OF 3D PRINTING AND GALVANIC COATING OF GOLD IN PRINTING CIRCUIT BOARD PRODUCTION <i>Zoran Karastojković, Radiša Perić, Aleksandar Bugarinović, Milan Miladinov and Višeslava Rajković</i>	937
SSICETRAN-KALCEA		940
SS-ICETRAN-KALCEA	Platform for Rapid Prototyping of Maximum Power Point Tracking Algorithms in Photovoltaic Systems <i>Srđan Lale, Ognjen Petrić, Slobodan Lubura and Marko Ikić</i>	941
Indeks autora/Author index		

Multidisciplinarnost u istraživanju slike i zvuka u sakralnom prostoru

Jelena Erdeljan, Ljubica Vinulović

Astrakcija— Multidisciplinarnost u istraživanju studija vizuelne kulture u poslednje dve decenije imala je ključnu ulogu. Kombinovanje metoda različitih naučnih oblasti poput istorije umetnosti, etnologije, istorije liturgije, muzikologije, digitalnih tehnologija i inženjerstva, posebno inženjera akustike doprinelo je potpunijem razumevanju odnosa slike i zvuka i njihovoj ulozi u sakralnom prostoru srednjovekovne crkve. Knjiga Bisere Penčeve *Icons and the Architecture of Sacred Space*, pruža podatke o višegodišnjim istraživanjima odnosa slike i zvuka i njihovoj ulozi u rekonstrukciji autentičnog srednjovekovnog akustičnog ambijenta.

Ključne reči—multidisciplinarnost; slika; zvuk; sakralni prostor; vizuelna kultura, auralnost

I. UVOD

Novija istraživanja vizuelne kulture tj. slike (*imago*), prevazilaze tradicionalne okvire ikonografskih pa i ikonoloških studija, koje su, izvesno, značajno doprinele njenom proučavanju. Ona danas uključuju široki opseg materijala koji se proučava kao što su predmeti vizuelne kulture, efemerni spektakli, film, televizija, opera, pozorište, multimedijalne instalacije, video igre, a oslanjaju se na metode i istraživačke postupke velikog broja disciplina – od istorije umetnosti preko studija kulture, performativnosti, do muzikologije i etnomuzikologije, te psihologije muzike i kognitivnih neuro-nauka.

Knjiga profesorke Bisere Penčeve, profesorke istorije vizantijske umetnosti sa univerziteta Stanford (SAD), *Icons and the Architecture of Sacred Space* (u originalu *Icons of Sound: Voice, Architecture, and Imagination in Medieval Art*), predstavlja zbornik tekstova od izuzetnog značaja za proučavanje performativnosti tj. odnosa između slike i zvuka u sakralnom prostoru srednjovekovne crkve [1]. Eseji autora govore o višegodišnjim istraživanjima u okviru projekta profesorke Penčeve koji ona vodi od 2008. godine na Stanford Univerzitetu. Ključ istraživanja odnosa i slike i zvuka leži u multidisciplinarnom i interdisciplinarnom pristupu. Na projektu je okupljen tim vodećih stručnjaka iz različitih naučnih oblasti kao što su istorija umetnosti, etnologija, istorija liturgike, muzikologija, digitalne tehnologije i inženjerstvo, a posebno inženjeri koji se bave pitanjem akustike [2]. Njihova zajednička istraživanja

Jelena Erdeljan – Odeljenje za istoriju umetnosti, Filozofski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Čika Ljubina 18–20, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: jerdelja@f.bg.ac.rs).

Ljubica Vinulović – Odeljenje za istoriju umetnosti, Filozofski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Čika Ljubina 18–20, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: ljvinulovic91@gmail.com).

doprinela su formiranju krajnjeg cilja projekta a to je kako umetnost i slika postaje oživotvorena putem zvuka i glasa. Merenja zvuka u crkvi Svete Sofije u Carigradu doprinela su jasnijem razumevanju na koji način se zvuk kretao kroz prostor crkve i kako se u vidu „vodopada“ odbijao od pojedinih tačaka u crkvi, na koji način je to oživljavalo mozaike i ono što je najvažnije, kako je to sadejstvo slike i zvuka imalo uticaj na doživljaj vernika [3]. Istraživanja na ovom projektu pokazala su da je putem zvuka slika prestajala da bude dvodimenzionalna i da je oživljavala pred očima vernika. Angažovanje profesionalnog hora Kapela Romana čiji su pojci pojali iz originalnih sačuvanih srednjovekovnih notnih zapisa omogućilo je ovom timu stručnjaka da rekreira autentičan akustični ambijent srednjovekovnih sakralnih prostora, pre svega sakralnog prostora Svete Sofije. Današnja dostignuća digitalne tehnologije omogućila su da se izvođenje liturgije i različitih službi službenih na originalnom grčkom jeziku snimi i postavi na youtube kako bi se ljudi mogli da osete deo autentične srednjovekovna atmosfere [4]. Istraživanja predstavljena u radovima obuhvataju izuzetno veliku geografsku širinu, od srednjovekovne Francuske, Španije i Italije do Vizantije i Jermenije. Hronološki raspon obuhvaćen u radovima je od 9. do 16. veka.

II. METOD

Metodologija studije vizuelne kulture kombinovana je sa metodologijom studija muzikologije, istorije liturgike, etnologije i inženjeringa s obzirom na to da su njihovi rezultati a posebno rezultati muzikologije i inženjeriga opipljivi i empirijski ih je moguće izmeriti i zabeležiti [1]. Rezultati obrađeni u okviru ove knjige su čistoća zvuka, rasipanje zvučne energije, jačina zvuka i njegova reverberacija. Merenje, prikupljanje i obrada ovih podataka omogućilo je kreiranje akustičnog modela odabranih sakralnih prostora i stvaranje njihove auralne atmosfere, kao što je to slučaj sa Svetom Sofijom. Ova istraživanja omogućena su upravo uključivanjem hora Kapela Romana koji je pojava određene originalne srednjovekovne službe od kojih su neke od njih posebno pisane za Svetu Sofiju. Merenja su vršena tokom njihovog pojanja i istraživači su mogli da utvrde kojom brzinom zvuk putuje kroz prostor crkve, koja mu je jačina u određenim tačkama prostora kao i koliko traje reverberacija [3]. Ovakva istraživanja nisu mogla da budu obavljena bez uključivanja inženjera čija je uska specijalnost akustika. Njihova istraživanja spojena sa vizuelnom kulturom su istoričari umetnosti, muzikolozi i istoričari liturgike stavili u

kontekst i dali su im interpretaciju kako bi rekonstruisali i oživeli prošlost.

III. GLAVNI REZULTATI

Knjiga je podeljena na tri „neopipljiva“ aspekta koji su međusobno povezani. To su liturgijski glas (liturgijsko pojanje), zvučni identitet prostora i reverberacija. Ova tri aspekta zajedno čine auralnu dimenziju sakralnog prostora koja komunicira sa slikama na zidu [2]. Tehnička merenja jačine zvuka i njegove reverberacije omogućila su da se rekonstruiše autentična atmosfera srednjovekovnih sakralnih prostora. Digitalni zapisi omogućili su da se ljudi bliže upoznaju sa akustikom srednjovekovnih prostora od kojih je danas veliki broj „gluv“ prostor s obzirom na to da se tu više ne vrše službe ili su oni pretvoreni u muzeje ili džamije kao što je to danas slučaj sa velikim brojem vizantijskih crkava. Sva istraživanja povezana su sa krajnjom svrhom liturgijskog pojanja i slika svete istorije u crkvi, a to je spasenje kroz realno Božije prisustvo koje se ogleda upravo u zvuku i slici. U ovom doživljaju su pored čula sluha, ogromnu ulogu imala i druga ljudska čula kao i ljudska psiha i moć imaginacije. Nekoliko radova fokusirano je na sferu imaginalnog i taktilnog, kao ključne aspekte za rekonstrukciju korelacije zvuka i slike a u cilju da se spasenje definiše u pojmu auralnosti koji omogućava da se Bog čuje [2].

Kroz radove se istražuje odnos između zvuka, umetnosti i arhitekture i njihovi zajednički uticaj na ljudsku imaginaciju i doživljaj sakralnog prostora [1,5]. Ključno pitanje ovih radova je koju je ulogu zvuk imao u pojanju u sakralnom prostoru i njegovom oblikovanju kao i u percepciji metafizičkog i aktiviranju veze između fizičke slike i imaginacije. Još od vremena autora iz ranog srednjeg veka kao što je Sveti Benedikt hor monaha koji poje predstavljao je odraz hora anđela. Pojanje u okviru sakralnog prostora simbolise prisustvo anđela kao i Boga koji prebiva u okviru crkve ili manastira. Na ovaj način su vernici istovremeno slušajući pojanje i gledajući slike ostvarivali kontakt sa Bogom.

Francisko Prado-Vilar jedan od autora posebno se u svom radu fokusirao na moć imaginacije i ulogu koji zvuk kako imaginarni tako i realni ima u tome [6]. Predmet njegovog istraživanja je takozvani Porta Francigena, severni portal hodočasničke crkve Santijago de Kompostela koji se nalazi u Galiciji na severu današnje Španije. Ova crkva u kojoj se čuvaju mošti Svetog Jakova Zavedejeva jednog od dvanaest Hristovih učenika u srednjem veku je pored Jerusalima i Rima predstavljao jednu od najvažnijih hodočasničkih tačaka i krajnji cilj hodočasnika na zapadu. Svoju pažnju je posebno fokusirao na mermerni stub. Na njemu su u vidu friza duž celog stuba u nekoliko registra predstavljene scene iz Odiseje. U pitanju je antička scena *Nostos* koja priča priču o Odisejevom povratku kući na rodnu Itaku i poteškoćama koje su zadesile Odiseja i njegovu posadu tokom putovanja. Na stubu je posebno istaknut Odisejev susret sa sirenama i morskim nemanima Scilom i Haribdom na uzburkanom moru. Stub je nekada činio sastavni deo severnog portala koji je

predstavljao glavni ulaz za hodočasnike koji su dolazili na poklonjenje moštima Svetog Jakova. Predstave sa stuba komunicirale su sa scenama koje su se nalazile na timpanonu portala. To su Stvaranje Adama i Adamov izgon iz Raja kao i Blagovesti Bogorodici. Autor posebno ističe moć taktilnog u ljudskoj imaginaciji, s obzirom na to da su hodočasnici mogli da dodirnu stub i uzborkane talase mora koji su isklesani na njemu i na taj način da evociraju šum i miris mora. U tome im je mnogo pomogao prirodni ambijent i prirodni zvukovi jer se sama crkva nalazi na obali Atlantskog okeana. Realni šum i miris okeana bili su okidači za kontemplaciju vernika pred ovim portalom na kojem je noseća tema putovanje kući, koje u hrišćanskoj interpretaciji predstavlja putovanje čoveka u porazi za iskupljenjem čoveka, njegovo pomirenje i susret sa Bogom i povratak u Raj. U rekreaciji ovog susreta čoveka i Boga ključnu ulogu imao je zvuk vode, kiše i vetra koji je oživljavao Božiji glas i njegovo realno prisustvo u scenama na portalu. Ljudska čula zajedno sa slikom i zvukom kako prirodnim tako i imaginarnim oblikuje sakralni prostor u kojem se pred očima vernika prepliću realno i metafizičko.

IV. ZAKLJUČAK

Uloga zvuka imala je ključnu ulogu u aktivaciji slike kreirajući na taj način sakralnu dramu u kojoj su uslugu imali pojci, svećenici, slike na zidovima crkava i vernici koji su prosustvovali liturgiji i drugim sakralnim obredima za koje su pisane posebne službe. Odnos zvuka, slike i osvetljenja oživljavao je sakralni prostor u kojem prebiva Bog i Božija sila. Zvučna atmosfera srednjovekovnih crkava stvaranja je kroz pojanje i molitve. Slike i osvetljenje prostora predstavljale su neizostavni deo ove atmosfere. Tokom merenja utvrđeno je da su se određeni tonovi sa određenim slogovima odbijali od određenih tačaka na mozaicima ili freskama [3]. Na ovaj način su dodatno davali život ovim slikama. U sadejstvu zvuka sa osvetljenjem stvaran je pokret i tako su vernici pred svojim očima videli žive, oživotvorene svetitelje i postajali su realni svedoci svete istorije koja je predstavljena na zidovima crkve u vidu mozaika ili fresaka. Ova međusobna povezanost zvuka, slike i osvetljenja predstavlja štimung jednog sakralnog prostora.

LITERATURA

- [1] B. V. Pentcheva, *Icons of Sound: Voice, Architecture, and Imagination in Medieval Art*, 1th ed. New York, NY: Routl, 2021.
- [2] B. V. Pentcheva, *Aural Architecture in Byzantium: Music, Acoustic, and Ritual*, 1th ed. New York, NY: Routl, 2018.
- [3] B. V. Pencheva, "The Glittering Sound of Hagia Sophia and Feast of the Ecalation of the Cross in Constantinople," in *Icons of Sound: Voice, Architecture, and Imagination in Medieval Art*, ch. 3, pp. 52–100, New York, NY: Routl, 2021.
- [4] F. Prado-Vilar, "The Marble Tempest: Material Imagination, the Echoes of Nostos, and the Transfiguration of Myth in Romanesque Sculpture", in *Icons of Sound: Voice, Architecture, and Imagination in Medieval Art*, ch. , pp. 152–205, New York, NY: Routl, 2021.

- [5] B. V. Pencheva, "Introduction," in *Icons of Sound Voice, Architecture, and Imagination in Medieval Art*, pp. 1–18, New York, NY: Routl, 2021.
- [6] D. Howard, "Sound, Space, and the Sensory Perception: The Eastern Mass in the Liturgy of San Marco, Venice," in *Icons of Sound Voice, Architecture, and Imagination in Medieval Art*, ch. , pp. 135–151, New York, NY: Routl, 2021.

acoustical engineering, has contributed to a more encompassing understanding of the relation between image and sound in the shaping of the sacral space of medieval churches. The volume *Icons of Sound Voice, Architecture and Imagination in Medieval Art* edited by Bissera Pentcheva offers insight into years of research in the field of correlation between image and sound and their role in the process of recreating authentic medieval acoustical (aural) ambiances and bringing the past back to the present.

ABSTRACT

The multidisciplinary approach to the research in the field of study of visual culture has been prevalent over the last two decades. A combination of methods of various fields of research such as art history, ethnology, liturgical history, musicology, digital technologies and engineering, and in particular electrical and

ultidisciplinary approach in the study of image and sound in sacral space

Jelena Erdeljan and Ljubica Vinulović