



**СТЕП
ГРАД**

Међународна конференција
Савремена теорија и пракса у градитељству XIV

International Conference on Contemporary Theory and Practice in Construction XIV **STEPGRAD**

ЗБОРНИК РАДОВА PROCEEDINGS

stepgrad.aggf.unibl.org

11-12.06.2020.



**МЕЂУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА
САВРЕМЕНА ТЕОРИЈА И ПРАКСА У ГРАДИТЕЉСТВУ XIV**

INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONTEMPORARY
THEORY AND PRACTICE IN CONSTRUCTION XIV

**ЗБОРНИК РАДОВА
PROCEEDINGS**

Издавач Универзитет у Бањој Луци
Publisher Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

University of Banja Luka
Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy
За издавача др Бранкица Милојевић, ванр. професор
On behalf of publisher Brankica Milojević, PhD, associate professor

Уредници др Александар Борковић, ванр. професор
Editors Aleksandar Borković, PhD, associate professor

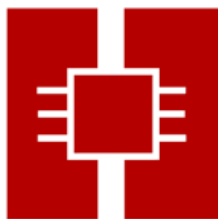
др Мирослав Малиновић, доцент
Miroslav Malinović, PhD, assistant professor

**ЕЛЕКТРОНСКО ИЗДАЊЕ –
ДИСТРИБУЦИЈА ПУТЕМ ИНТЕРНЕТ СТРАНИЦЕ
КОНФЕРЕНЦИЈЕ:
stepgrad.aggf.unibl.org
и
doisrpska.nub.rs/index.php/STPG/index**

DIGITAL PUBLICATION – DISTRIBUTION THROUGH
CONFERENCE WEB SITE:
stepgrad.aggf.unibl.org
and
doisrpska.nub.rs/index.php/STPG/index

Бања Лука, 2020.
Banja Luka, 2020

ISSN 2566-4484



**МЕЂУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА
САВРЕМЕНА ТЕОРИЈА И ПРАКСА У
ГРАДИТЕЉСТВУ XIV**

СТЕПГРАД XIV

INTERNATIONAL CONFERENCE ON
CONTEMPORARY THEORY AND
PRACTICE IN CONSTRUCTION XIV

STEPGRAD XIV

**ЗБОРНИК РАДОВА
PROCEEDINGS**

Бања Лука, 11-12. јун 2020.
Banja Luka, June 11-12, 2020

ПРЕДГОВОР

Изузетно нам је задовољство написати овај Предговор за Зборник радова са међународне конференције Савремена теорија и пракса у градитељству XIV – СТЕПГРАД. Конференција је била заказана за 11. и 12. јун у Бањој Луци али је, услед неочекиваних дешавања везаних за појаву коронавируса, морала бити отказана. Упркос томе, Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет је одлучио да Зборник радова буде објављен према првобитном плану.

Конференција СТЕПГРАД XIV наставља традицију повезивања истраживача, наставника и стручњака из цијелог свијета, експерата грађевинарства, архитектуре, геодезије и сродних области. Чак и у оваквим ванредним околностима, Конференција је омогућила интеракцију студената, младих инжењера и научника са искуснијим члановима академске и стручне заједнице у циљу дискусије о савременим тенденцијама у градитељству. Њихов допринос је учинио овај Зборник изузетним. Објављени радови пружају увид у актуелно научно и стручно знање из рачунске механике, инжењерских конструкција, грађевинских материјала, саобраћајница, енергетске ефикасности, урбанизма, архитектуре, историје архитектуре, геодезије, образовања инжењера, итд.

Од скоро педесет достављених рукописа, 43 су прихваћена и категорисана. Сваки рад је био прегледан од стране два рецензента, члана Научног одбора. Критеријуми за одабир радова су били њихова актуелност, значај и допринос широкој области градитељства. Поред редовних радова, два позивна рада су доставили др Максимилијан Хартмут са Универзитета у Бечу и др Војкан Ловичић са Универзитета у Љубљани.

Овај Зборник радова ће послужити као корисна референца стручњацима и истраживачима те смо сигурни да ће пружити подстицај за даљња истраживања у предметним областима.

Захваљујемо се свим ауторима и рецензентима на њиховом изузетном доприносу. Посебну захвалност упућујемо нашим спонзорима те свим члановима Организационог одбора и Радног тима.

Александар Борковић
Мирослав Малиновић

уредници

FOREWORD

It gives us great satisfaction to write this Foreword to the Proceedings of the International Conference on Contemporary Theory and Practice in Construction XIV - STEPGRAD. The Conference was scheduled for 11th and 12th June 2020 in Banja Luka. Due to the unfortunate course of events, caused by the spread of the coronavirus, the Conference event had to be cancelled. Nevertheless, the Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy decided to publish the Proceedings as planned.

Conference STEPGRAD XIV continues a tradition of bringing together researchers, academics and professionals from all over the world, experts in Civil Engineering, Architecture, Geodesy, and related fields. Despite these extraordinary circumstances, the Conference enables the interaction of research students, young academics and engineers with the more experienced academic and professional community to present and to discuss current accomplishments. Their contributions make these Proceedings outstanding. The published papers provide the most recent scientific and professional knowledge in the fields of Computational mechanics, Structural engineering, Building materials, Road planning, Energy efficiency, Urban planning, Architecture, History of architecture, Surveying, Education of engineers, etc.

Almost fifty manuscripts were submitted while 43 of them was accepted and categorized. Each contributed paper was refereed by the two reviewers, members of the Scientific committee. The papers were refereed based on their interest, relevance, innovation and application to the broad field of Construction. In addition to the regular papers, two invited keynote papers were delivered by Maximilian Hartmuth PhD from the University of Vienna, and by Vojkan Jovičić PhD from the University of Ljubljana.

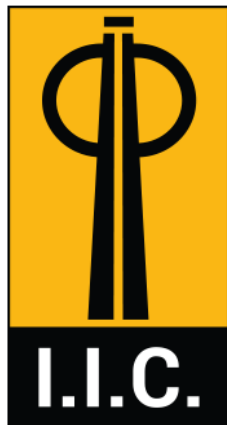
These Proceedings will furnish the scientists and professional as an excellent reference book. We trust that it will give an impetus for further studies in all subject areas.

We thank all the authors and reviewers for their valuable contributions. Special thanks go to our sponsors and the members of Organizational committee and Working team.

Aleksandar Borković
Miroslav Malinović

Editors

ЗЛАТНИ СПОНЗОР GOLDEN SPONSOR



INTEGRAL
INŽENJERING a.d.

ПРИЈАТЕЉИ КОНФЕРЕНЦИЈЕ
CONFERENCE FRIENDS



MIXED HOLDING
"POWER UTILITY OF THE REPUBLIC OF SRPSKA"
Parent Joint-stock Company Trebinje

ОРГАНИЗАТОР ORGANISER

Универзитет у Бањој Луци
Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет
University of Banja Luka
Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy



СУОРГАНИЗАТОРИ CO-ORGANISERS

ICOMOS International

Грађевински факултет, Тјенђин Ченгјан универзитет
School of Civil Engineering, Tianjin Chengjian University

ICOMOS
International Council on Monuments and Sites



Машински факултет, Аристотелов универзитет у Солуну
Faculty of Engineering, School of Mechanical Engineering, Aristotle
University of Thessaloniki



EURAXESS International

EURAXESS Босна и Херцеговина
EURAXESS Bosnia and Herzegovina



Институт за земљотресно инжењерство и инжењерску
сеизмологију, Скопје
Institute of Earthquake Engineering & Engineering Seismology, Skopje



Архитектонски факултет, Универзитет у Београду
Faculty of Architecture, University of Belgrade



Архитектонски факултет, Универзитет Црне Горе
Faculty of Architecture, University of Montenegro



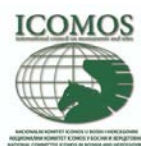
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду
Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad



Грађевински факултет, Универзитет Црне Горе
Faculty of Civil Engineering, University of Montenegro



Национални комитет ICOMOS у Босни и Херцеговини
National Committee ICOMOS in Bosnia and Herzegovina



Грађевински факултет, Универзитет у Сарајеву
Faculty of Civil Engineering,
University of Sarajevo



Архитектонски факултет, Универзитет у Сарајеву
Faculty of Architecture, University of Sarajevo



Републички хидрометеоролошки завод Републике Српске
Republic Hydrometeorological Institute, Banja Luka



Привредна комора Републике Српске
Chamber of Commerce and Industry of the Republic of Srpska



проф. др Александар Борковић, директор Конференције
доц. др Мирослав Малиновић, замјеник директора Конференције

Associate Prof. Aleksandar Borković, PhD, Conference director
Assistant Prof. Miroslav Malinović, Deputy Conference director

ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР ORGANISING COMMITTEE

- Бранкица Милојевић, Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет, Универзитет у Бањој Луци, председник** Brankica Milojević, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, University of Banja Luka, president
- Тошијуки Коно ICOMOS International** Toshiyuki Kono ICOMOS International
- Хаиланг Ванг Грађевински факултет, Универзитет Тјенђин Ченгјан** Hailian Wang School of Civil Engineering, Tianjin Chengjian University
- Агис Пападопулос Машински факултет, Аристотелов универзитет у Солуну** Agis Papadopoulos Faculty of Engineering, School of Mechanical Engineering, Aristotle University of Thessaloniki
- Laura Sancho Andres EURAXESS International** Laura Sancho Andres EURAXESS International
- Марина Антић EURAXESS Босна и Херцеговина** Marina Antić EURAXESS Bosnia and Herzegovina
- Радмила Шалић Институт за земљотресно инжењерство и инжењерску сеизмологију, Скопље** Radmila Šalić Institute of Earthquake Engineering & Engineering Seismology, Skopje
- Будимир Судимац Архитектонски факултет, Универзитет у Београду** Budimir Sudimac Faculty of Architecture, University of Belgrade
- Светислав Поповић Архитектонски факултет, Универзитет Црне Горе** Svetislav Popović Faculty of Architecture, University of Montenegro
- Дејана Недучин Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду** Dejana Nedučin Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad
- Марина Ракочевић Грађевински факултет, Универзитет Црне Горе** Marina Rakočević Faculty of Civil Engineering, University of Montenegro
- Љилјана Шево Национални комитет ICOMOS у Босни и Херцеговини** Ljiljana Ševo National Committee ICOMOS in Bosnia and Herzegovina
- Емина Хацић Грађевински факултет, Универзитет у Сарајеву** Emina Hadžić Faculty of Civil Engineering, University of Sarajevo
- Емир Фејзић Архитектонски факултет, Универзитет у Сарајеву** Emir Fejzić Faculty of Architecture, University of Sarajevo
- Сњежана Цвијић Амулић Републички хидрометеоролошки завод Републике Српске** Snježana Cvijić Amulić Republic Hydrometeorological Institute, Banja Luka
- Борко Ђурић Привредна комора Републике Српске** Borko Đurić Chamber of Commerce and Industry of the Republic of Srpska

НАУЧНИ ОДБОР

Проф. др Драган Милашиновић, Универзитет у Новом Саду, предсједник

Агис М. Пападопулос, Универзитет у Солуну
Адриана Бјелановић, Свеучилиште у Ријеци
Азра Куртовић, Универзитет у Сарајеву
Акош Торок, Универзитет технологије и економије у Будимпешти
Александар Борковић, Универзитет у Бањој Луци
Александар В. Радевић, Универзитет у Београду
Александар Савић, Универзитет у Београду
Александра Ђукић, Универзитет у Београду
Александра Крстић-Фурунџић, Универзитет у Београду
Ален Жунић, Универзитет Колумбија
Аленка Фикфак, Универзитет у Љубљани
Ана Радивојевић, Универзитет у Београду
Ања Б. Раићеловић, Универзитет у Београду
Барбара Карлеуша, Свеучилиште у Ријеци
Биљана Антуновић, Универзитет у Бањој Луци
Биљана Шћепановић, Универзитет Црне Горе
Борислава Благојевић, Универзитет у Нишу
Бошко Д. Стевановић, Универзитет у Београду
Бранкица Милојевић, Универзитет у Бањој Луци
Бранко Божић, Универзитет у Београду
Будимир Судимац, Универзитет у Београду
Валентина Голубовић-Бугарски, Универзитет у Бањој Луци
Весна Послончец-Петрић, Свеучилиште у Загребу
Владан Ђокић, Универзитет у Београду
Властимир Радоњанин, Универзитет у Новом Саду
Влатко Шешов, Институт за земљотресно инжењерство и инжењерску сеизмологију, Скопље
Војкан Јовичић, Универзитет у Љубљани
Горан Ћировић, Универзитет у Новом Саду
Дарија Гајић, Универзитет у Бањој Луци
Дејана Недучин, Универзитет у Новом Саду
Диана Ступар, Универзитет у Бањој Луци
Драган Лукић, Универзитет у Новом Саду
Драган Маринковић, Технички универзитет у Берлину
Драган Николић, Висока грађевинско-геодетска школа Београд
Драгица Јевтић, Универзитет у Београду
Драгослав Стојић, Универзитет у Нишу
Дубравка Бјеговић, Свеучилиште у Загребу
Душан Јовановић, Универзитет у Новом Саду
Душан Продановић, Универзитет у Београду
Елша Туркушић Јурић, Универзитет у Сарајеву
Жанеса Љево, Универзитет у Сарајеву
Жељко Бачић, Свеучилиште у Загребу
Златко Карач, Свеучилиште у Загребу
Зоран Ракићевић, Институт за земљотресно инжењерство и инжењерску сеизмологију, Скопље
Зринка Баришић Маренић, Свеучилиште у Загребу

Иван Млинар, Свеучилиште у Загребу
Игор Емри, Универзитет у Љубљани
Игор Јокановић, Универзитет у Новом Саду
Илија Лалошевић, Универзитет Црне Горе
Јакоб Шуштершич, Институт за испитивање материјала и примјену, Трзин
Јасенка Чакарић, Универзитет у Сарајеву
Јелена Пејовић, Универзитет Црне Горе
Криси Посиу, Национални технички универзитет у Атини
Лара Сливник, Универзитет у Љубљани
Луција Ажман Момирски, Универзитет у Љубљани
Маја Росо Поповац, Универзитет Џемал Биједић
Максимилијан Хартмут, Универзитет у Бечу
Марија Т. Нефовска-Даниловић, Универзитет у Београду
Марина Ракочевић, Универзитет Црне Горе
Марко Иветић, Универзитет у Београду
Марко Пинтерич, Универзитет у Марибору
Мери Цветковска, Универзитет Свети Ћирило и Методије
Мехмед Чаушевић, Свеучилиште у Ријечи
Мила Пуцар, Институт за архитектуру и урбанизам
Милева С. Самарцић-Петровић, Универзитет у Београду
Милена Динић Бранковић, Универзитет у Нишу
Миленко Пржуљ, Универзитет у Сарајеву
Милена Кркљеш, Универзитет у Новом Саду
Мирјана Малешев, Универзитет у Новом Саду
Миро Говедарица, Универзитет у Новом Саду
Мирослав Малиновић, Универзитет у Бањој Луци
Нађа Куртовић-Фолић, Универзитет у Новом Саду
Наталија Беде, Свеучилиште у Ријечи
Невена Новаковић, Универзитет у Бањој Луци
Невенка Ожанић, Свеучилиште у Ријечи
Павле Крстић, Универзитет у Сарајеву
Петар Гверо, Универзитет у Бањој Луци
Саја Косановић, Универзитет у Приштини са привременим сједиштем у Косовској Митровици
Сандра Косић-Јеремић, Универзитет у Бањој Луци
Славица Стаматовић Вучковић, Универзитет Црне Горе
Слађана Миљановић, Универзитет у Сарајеву
Сњежана Максимовић, Универзитет у Бањој Луци
Хаилианг Ванг, Тјенђин Ченгјан универзитет
Хуан Луис Ривас Наваро, Универзитет у Гранади
Чедомир Зељковић, Универзитет у Бањој Луци
Ценана Биједић, Универзитет у Сарајеву
Џонгсиан Лиу, Тјенђин Ченгјан универзитет
Шима Махмуд, Универзитет Суцекког Канала
Шиникиро Накашима, Универзитет Јамагучи

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dragan Milašinović, PhD, University of Novi Sad, chair

Agis Papadopoulos, Aristotle University of Thessaloniki
Adriana Bjelanović, University of Rijeka
Azra Kurtović, University of Sarajevo
Ákos Török, Budapest University of Technology and Economics
Aleksandar Borković, University of Banja Luka
Aleksandar V. Radević, University of Belgrade
Aleksandar Savić, University of Belgrade
Aleksandra Đukić, University of Belgrade
Aleksandra Krstić-Furundžić, University of Belgrade
Alen Žunić, Columbia University
Alenka Fikfak, University of Ljubljana
Ana Radivojević, University of Belgrade
Anja B. Randelović, University of Belgrade
Barbara Karleuša, University of Rijeka
Biljana Antunović, University of Banja Luka
Biljana Šćepanović, University of Montenegro
Borislava Blagojević, University of Nis
Boško D. Stevanović, University of Belgrade
Brankica Milojević, University of Banja Luka
Branko Božić, University of Belgrade
Budimir Sudimac, University of Belgrade
Valentina Golubović-Bugarski, University of Banja Luka
Vesna Poslončec-Petrić, University of Zagreb
Vladan Đokić, University of Belgrade
Vlastimir Radonjanin, University of Novi Sad
Vlatko Šešov, Institute of Earthquake Engineering and
Engineering Seismology, Skopje
Vojkan Jovičić, University of Ljubljana
Goran Ćirović, University of Novi Sad
Darija Gajić, University of Banja Luka
Dejana Nedučin, University of Novi Sad
Diana Stupar, University of Banja Luka
Dragan Lukić, University of Novi Sad
Dragan Marinković, Technical University of Berlin
Dragan Nikolić, University College of Civil Engineering and Geodesy, Belgrade
Dragica Jevtić, University of Belgrade
Dragoslav Stojić, University of Nis
Dubravka Bjegović, University of Zagreb
Dušan Jovanović, University of Novi Sad
Dušan Prodanović, University of Belgrade
Elša Turkušić Jurić, University of Sarajevo
Žanesa Ljevo, University of Sarajevo
Željko Bačić, University of Zagreb, Croatia
Zlatko Karač, University of Zagreb
Zoran Rakićević, Institute of Earthquake Engineering and
Engineering Seismology, Skopje
Zrinka Barišić Marenčić, University of Zagreb

Ivan Mlinar, University of Zagreb
Igor Emri, University of Ljubljana
Igor Jokanović, University of Novi Sad
Ilija Lalošević, University of Montenegro
Jakob Šušteršič, Institute for Research in Materials and Applications, Trzin
Jasenska Čakarić, University of Sarajevo
Jelena Pejović, University of Montenegro
Chryssy Potsiou, National Technical University of Athens
Lara Slivnik, University of Ljubljana
Lucija Ažman Momirski, University of Ljubljana
Maja Roso Popovac, University Džemal Bijedić of Mostar
Maximilian Hartmuth, University of Vienna
Marija T. Nefovska-Danilović, University of Belgrade
Marina Rakočević, University of Montenegro
Marko Ivetić, University of Belgrade
Marko Pinterič, University of Maribor
Meri Cvetkovska, Ss. Cyril and Methodius University, Skopje
Mehmed Čaušević, University of Rijeka
Mila Pucar, Institute of Architecture and Urban & Spatial Planning of Serbia
Mileva S. Samardžić-Petrović, University of Belgrade
Milena Dinić Branković, University of Nis
Milenko Pržulj, University of Zagreb
Milena Krklješ, University of Novi Sad
Mirjana Malešev, University of Novi Sad
Miro Govedarica, University of Novi Sad
Miroslav Malinović, University of Banja Luka
Nađa Kurtović-Folić, University of Novi Sad
Natalija Bede, University of Rijeka
Nevena Novaković, University of Banja Luka
Nevenka Ožanić, University of Rijeka
Pavle Krstić, University of Sarajevo
Petar Gvero, University of Banja Luka
Saja Kosanović, University of Pristina, Kosovska Mitrovica
Sandra Kosić-Jeremić, University of Banja Luka
Slavica Stamatović Vučković, University of Montenegro
Slađana Miljanović, University of Sarajevo
Snježana Maksimović, University of Banja Luka
Wang, Hailiang, Tianjin Chengjian University, Tianjin
Juan Luis Rivas Navarro, University of Granada
Čedomir Zeljković, University of Banja Luka
Dženana Bijedić, University of Sarajevo
Zhongxian Li, Tianjin Chengjian University, Tianjin
Shimaa M. Ahmed, Suez Canal University
Shinichiro Nakashima, Yamaguchi University, Japan

УРЕДНИЦИ

проф. др Александар Борковић
доц. др Мирослав Малиновић

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР

проф. др Миодраг Регодић
проф. др Мато Уљаревић
доц. др Тања Тркуља

доц. др Маја Илић, технички уредник
Гордана Јаковљевић, веб администратор
Драгана Зелјић, технички администратор
Дајана Папас, помоћник техничког уредника
Игор Кувач, графички уредник
Јелена Пажин, лектор

ИЗВРШНИ ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР

доц. др Гордана Броћета
доц. др Малина Чворо
проф. др Биљана Антуновић

EDITORS

Associate Prof. Aleksandar Borković, PhD
Assistant Prof. Miroslav Malinović, PhD

EDITORIAL COMMITTEE

Full Prof. Miodrag Regodić, PhD
Full Prof. Mato Uljarević, PhD
Assistant Prof. Tanja Trkulja, PhD

Assistant Prof. Maja Ilić, PhD, technical editor
Gordana Jakovljević, web administrator
Dragana Zeljić, technical administrator
Dajana Papaz, assistant technical editor
Igor Kuvač, PhD, design associate
Jelena Pažin, proofreader

EXECUTIVE ORGANISATIONAL COMMITTEE

Assistant Prof. Gordana Broćeta
Assistant Prof. Malina Čvoro
Associate Prof. Biljana Antunović