



**BOOK OF PROCEEDINGS**  
design and technologies of architectural openings

**ZBORNİK RADOVA**

Urednici / Editors Mileva Stanković Naida Memić Nevena Novaković Martina Mišić

**Izdavač**  
Marketinška i izdavačka agencija Sfera d.o.o. Mostar,  
Univerzitet u Banjoj Luci  
Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet

**Publisher**  
Agency for marketing and publishing SFERA Mostar,  
University of Banja Luka  
Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy



Mostar, 2015

**Naučna i stručna konferencija sa međunarodnim učešćem  
SFERA 2015  
Oblikovanje i tehnologije arhitektonskih otvora/**

**Scientific and technical conference with international participation  
SFERA 2015  
Design and technologies of architectural openings**

**Izdavač/Publisher**

Marketinška i izdavačka agencija Sfera d.o.o. Mostar,  
Univerzitet u Banjoj Luci  
Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet/

Agency for marketing and publishing SFERA Mostar,  
University of Banja Luka  
Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy

**Za izdavača/For publisher**

Naida Memić

**Urednici/Editors**

Milenko Stanković  
Naida Memić  
Nevena Novaković  
Martina Mišić

**Tehnički urednici/Technical editors**

Martina Mišić  
Una Umićević

**Lektori/Proofreaders**

Iva Marinović

**Prelom/Prepress**

Sfera d.o.o.

**Tiraž/Circulation**

300

**Mjesto i godina/Place and year**

Mostar, 2015

ZBORNIK RADOVA  
NAUČNO-STRUČNE KONFERENCIJE  
SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM  
SFERA 2015.  
**OBLIKOVANJE I TEHNOLOGIJE  
ARHITEKTONSKIH OTVORA**

PROCEEDINGS OF  
TECHNICAL AND SCIENTIFIC CONFERENCE  
WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION  
SFERA 2015.  
**DESIGN AND TECHNOLOGIES  
OF ARCHITECTURAL OPENINGS**

**Urednici/Editors**  
Milenko Stanković  
Naida Memić  
Nevena Novaković  
Martina Mišić

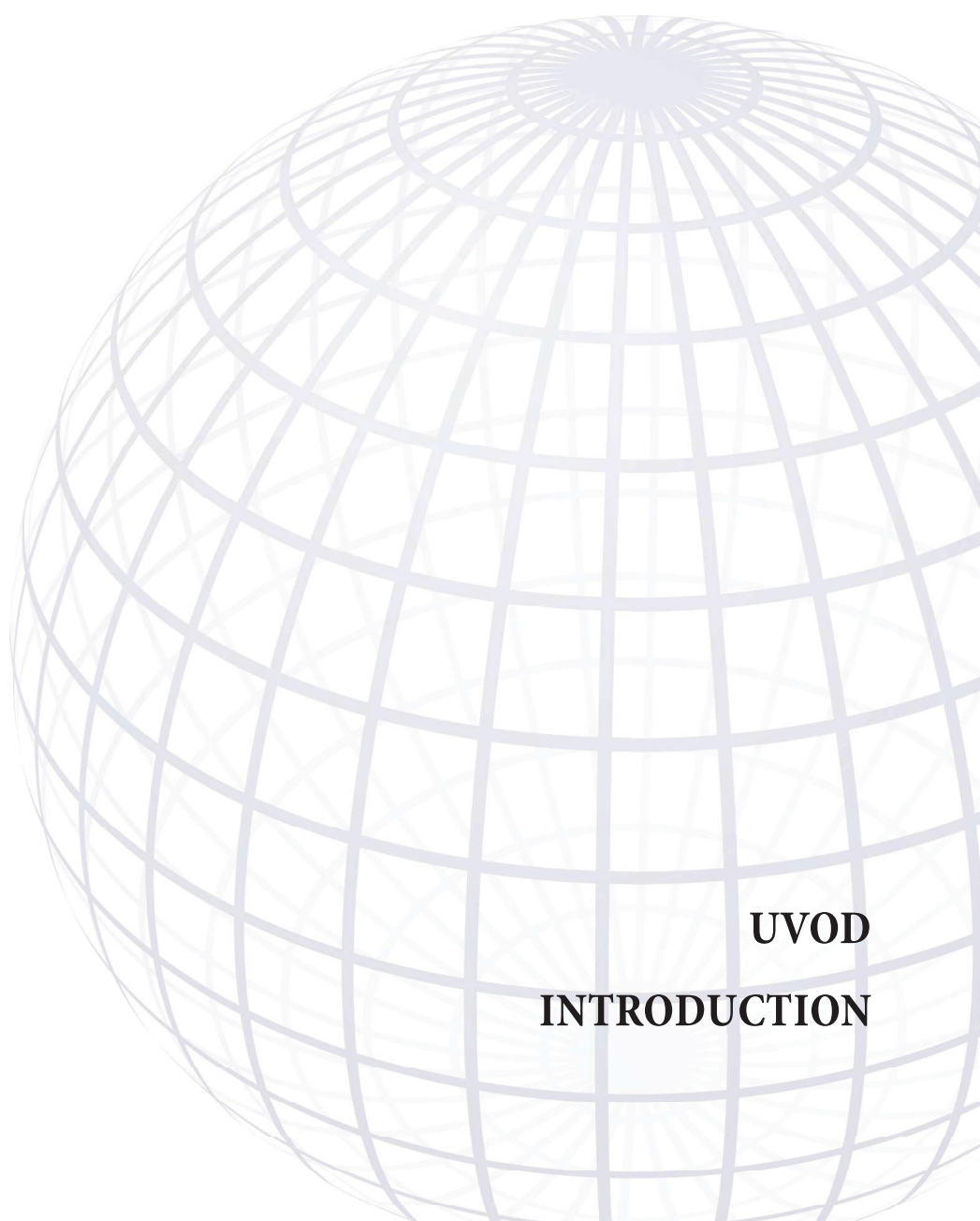
Mostar, 2015

#### **ZAHVALNICA**

Urednici se toplo zahvaljuju svim institucijama i kompanijama koje su omogućile organizaciju konferencije SFERA 2015 i doprinijele njenom izuzetnom kvalitetu. Velika zahvalnost svim članovima organizacionog odbora za veliki napor u pripremi konferencije i Zbornika radova. Takođe, velika zahvalnost članovima naučno-stručnog odbora za kritičke recenzije naučnih i stručnih radova i njihov doprinos u promociji konferencije. Posebnu zahvalanost urednici duguju gostujućim predavačima i svim autorima radova.

#### **ACKNOWLEDGEMENTS**

The editors would like to express sincere gratitude to all institutions and companies who made the conference SFERA 2015 possible and exceptional. Sincere thanks to all members of the Organizing Committee for their continuous hard work in organizing the conference and preparing the Proceedings. Also, sincere thanks to members of Scientific and Technical Committee for their critical selection and review of all papers and their contribution to promotion of the conference. Special thanks to the Keynote Speakers and to the all contributing authors.



**UVOD**

**INTRODUCTION**

## UVODNA RIJEČ UREDNIKA

Naučno-stručna konferencija sa međunarodnim učešćem SFERA 2015: Oblikovanje i tehnologije arhitektonskih otvora je nastala prema ideji i inicijativi kreativne Marketinške i izdavačke agencije SFERA iz Mostara. Njena partnerska realizacija počiva na višegodišnjoj uspješnoj saradnji Agencije SFERA, Arhitektonsko-građevinsko-geodetskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci i veoma dugog niza poslovnih partnera.

Konferencija je zamišljena kao dvodnevni događaj koji preispituje naučna, odnosno tehnološka dostignuća i profesionalna opredjeljenja u kontekstu proizvodnje, primjene i oblikovanja arhitektonskih ili građevinskih otvora, kao jedne od važnih aktuelnih stručnih tema. Ovi elementi prostorne konfiguracije koje upotrebljavamo skoro ne razmišljajući o njima, kao govor, određuju naše gledanje i kretanje kroz prostor, i utiču na njegov doživljaj, osjećaj sigurnosti i komfora. Sadržaj konferencije je podijeljen u sesiju sa prezentacijama savremenih tehnologija i proizvoda u domenu proizvodnje i dizajna prozora i vrata, i sesiju sa prezentacijama naučnih i stručnih radova. Razmjena znanja i iskustva u različitim oblastima inženjerstva, kao i otvaranje mogućnosti uspostavljanja međunarodne i domaće saradnje, je cilj ove dvodnevne diskusije koja spaja pogled na prošlost, sadašnja dostignuća i buduće vizije o ovim arhitektonskim elementima.

Zbornik radova je jedan od rezultata konferencije, i u njemu su sadržani naučni i stručni radovi autora koji dolaze iz pet različitih zemalja: Italije, Slovenije, Hrvatske, Srbije i Bosne i Hercegovine. Autori radova su se bavili različitim aspektima i pitanjima koja se tiču arhitektonskih otvora kao sastavnog dijela objekta i prostora: oblikovanjem, tehnološkim performansama, strukturalnim kvalitetima, građevinskim propisima, funkcionalnim zahtjevima, sigurnošću, energetske efikasnošću, zdravljem i komforom, istorijskim razvojem. Ipak, radovi su grupisani u tri poglavlja na osnovu prepoznatih ključnih tema koje ih povezuju: Arhitektonski dizajn i arhitektonski otvori; Energetske performanse i tehnološka perspektiva na arhitektonske otvore; Arhitektonski otvori u istorijskom razvoju i simboličkom značenju arhitekture i urbanog prostora. Svi radovi u Zborniku su recenzirani.

Nadamo se da će ova knjiga pronaći svoju svrhu u akademskom i stručnom krugu čitalaca i da će na taj način nastaviti promišljanja i razgovore koji su započeti u toku konferencije.

***Urednici***

## INTRODUCTION

Scientific Conference with international participation SFERA 2015: Design and technologies of architectural openings was created and organized according to the idea and initiative of creative Advertising and publishing agency SFERA from Mostar. The conference partnership implementation is based on a long-lasting successful cooperation between SFERA agency, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, and a long list of business partners.

The conference was designed as a two-day event which examines scientific or technological achievements and professional commitment in the context of the production, application and design of architectural openings, as one of the most important professional topics. These elements of the spatial configurations that we use almost without thinking about them, as a language, determine our vision and movement through space, and affect our experience and sense of safety and comfort. The content of the conference was divided into two sessions. The one with presentations of new technologies and products in the field of manufacturing and design of windows and doors, and the session with presentations of scientific and technical papers. The aim of the two-day discussion, that connects past experiences, present achievements and future vision of the architectural elements, was sharing of the knowledge and experience in various fields of engineering, as well as the possibility of establishing international and domestic cooperation between the participants.

The Proceedings are one of the results of the conference, and the book contains scientific and technical papers of authors who come from five different countries: Italy, Slovenia, Croatia, Serbia and Bosnia and Herzegovina. Authors were engaged in various aspects and issues concerning architectural openings as an integral part of the building and space: design, technological performance, structural qualities, building regulations, functional requirements, security, energy efficiency, health and comfort, historical development. However, the works are grouped into three sections based on the identified key themes that connects them: architectural design and architectural openings; Energy performance and technological perspectives on architectural openings; Architectural openings in historical development and symbolic meaning of architecture and urban space. All works in the Proceedings are single reviewed.

We hope that this book will find its purpose in the academic and professional readership and will thus continue rethinking and discussion that were initiated during the conference.

***Editors***

## **GOSTUJUĆI PREDAVAČI/ KEYNOTE SPEAKERS**

**Jasmina Katica (BiH)**

Federalno ministarstvo prostornog uređenja/ Federal Ministry of Physical  
Planning

**Miroslav Turk (HR)**

**Goran Jahovac (HR)**

ift Rosenheim Hrvatska/ ift Rosenheim Croatia

**Dr Darija Gajić (BiH)**

Univerzitet u Banjoj Luci, Arhitektonsko-gradevinsko-geodetski fakultet/  
University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and  
Geodesy

**Zoran Dimitrijević (BiH)**

Ministarstvo civilnih poslova Bosne i Hercegovine/  
Ministry of Civil Affairs of Bosnia and Herzegovina

#### **ORGANIZACIONI ODBOR/ ORGANIZING COMMITTEE**

**Naida Memić** (BiH)

Sfera d.o.o. Mostar

Direktor konferencije/ Conference director

**Dr Milenko Stanković** (BiH)

Univerzitet u Banjoj Luci, AGGF/ University of Banja Luka, FACEG

Direktor konferencije/ Conference director

**Martina Mišić** (BiH)

Sfera d.o.o. Mostar

Koordinator konferencije/ Conference coordinator

**Dr Nevena Novaković** (BiH)

Univerzitet u Banjoj Luci, AGGF/ University of Banja Luka, FACEG

**Una Umićević** (BiH)

Univerzitet u Banjoj Luci, AGGF/ University of Banja Luka, FACEG

**NAUČNO-STRUČNI ODBOR/ SCIENTIFIC AND TECHNICAL  
COMMITTEE**

**Dr Alenka Fikfak (SI)**

Univerzitet u Ljubljani, Arhitektonski fakultet/ University of  
Ljubljana, Faculty of Architecture

**Dr Martina Zbašnik Senegačnik (SI)**

Univerzitet u Ljubljani, Arhitektonski fakultet/ University of  
Ljubljana, Faculty of Architecture

**Dr Aleksandra Krstić-Furundžić (SR)**

Univerzitet u Beogradu - Arhitektonski fakultet/ University of  
Belgrade - Faculty of Architecture

**Dr Aleksandra Đukić (SR)**

Univerzitet u Beogradu - Arhitektonski fakultet/ University of  
Belgrade - Faculty of Architecture

**Mr Držislav Vidaković (HR)**

Univerzitet u Osijeku, Građevinski fakultet/ University of Osijek,  
Faculty of Civil Engineering

**Dr Milenko Stanković (BH)**

Univerzitet u Banjoj Luci, AGGF/ University of Banja Luka, FACEG

**Dr Biljana Antunović (BH)**

Univerzitet u Banjoj Luci, AGGF/ University of Banja Luka, FACEG

**Dr Nevena Novaković (BH)**

Univerzitet u Banjoj Luci, AGGF/ University of Banja Luka, FACEG

**Dr Saša Čvoro (BH)**

Univerzitet u Banjoj Luci, AGGF/ University of Banja Luka, FACEG

**Dr Marina Radulj (BH)**

Univerzitet u Banjoj Luci, AGGF/ University of Banja Luka, FACEG

**Mr Gordana Broćeta (BH)**

Univerzitet u Banjoj Luci, AGGF/ University of Banja Luka, FACEG

**Mr Krešimir Šaravanja (BH)**

Sveučilište u Mostaru/ University of Mostar

**Dr Mladen Glibić (BH)**

Sveučilište u Mostaru/ University of Mostar

**Dr Maja Popovac (BH)**

Univerzitet u Mostaru/ University of Mostar

**Mario Zovko (BH)**

Sveučilište u Mostaru/ / University of Mostar

**Dragan Katić (BH)**

Sveučilište u Mostaru/ University of Mostar

# Pronalaženje skrivenih otvora infracrvenom termografijom

## / Finding openings with the use of infrared thermography

### **Hrvoje Glavaš**

Elektrotehnički fakultet Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku,  
Kneza Trpimira 2B, 31 000 Osijek, Hrvatska, hrvoje.glavas@etfos.hr

### **Držislav Vidaković**

Građevinski fakultet Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku,  
Drinska 16a, 31 000 Osijek, Hrvatska, pbrana@gfos.hr

### **Tomislav Barić**

Elektrotehnički fakultet Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku,  
Kneza Trpimira 2B, 31 000 Osijek, Hrvatska, tomlslav.baric@etfos.hr

### **ABSTRACT**

*Openings as elements of the building are primarily in a role of particular function. On the outside envelope openings often lead to increased heat flow due to the change of geometry, material and thickness. If openings are hidden their thermodynamic properties make them visible to thermal camera and thermography is one of the simplest non-destructive method of opening finding. The openings that are not in the area of heat flow shows properties only with use of active infrared thermography. As a practical example paper shows finding of hidden junction box.*

*Keywords: passive thermography, active thermography*

### **SAŽETAK**

*Otvori kao elementi građevine imaju prvenstveno funkcionalnu ulogu. Na vanjskoj ovojnici otvori zbog promjene geometrije, materijala i debljine često dovode do pojačanog toplinskog toka. Ako su otvori skriveni, njihova termodinamička svojstva čine ih vidljivima termografskoj kameri, a termografija predstavlja jednu od najjednostavnijih nedestruktivnih metoda njihova pronalaženja. Otvori koji nisu na prostoru toplinskog toka svoja svojstva pokazuju samo primjenom aktivne termografije. Kao praktičan primjer rad prikazuje pronalaženje skrivene razvodne kutije.*

*Ključne riječi: pasivna termografija, aktivna termografija*