



CONFERENCE 2015
BOOK OF PROCEEDINGS
design and technologies of architectural openings
ZBORNIK 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

SFERA d.o.o.  

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

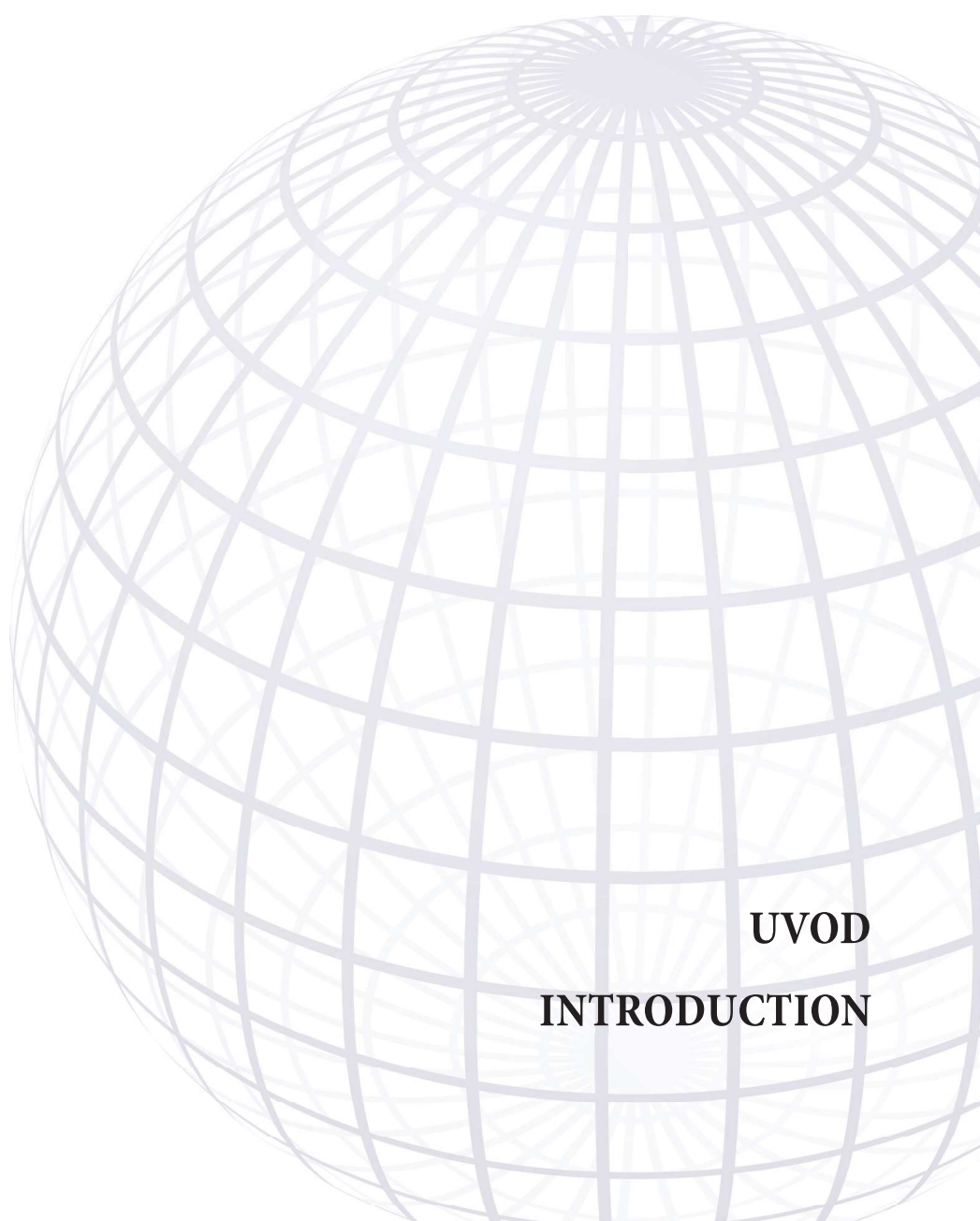
Mostar, 2015

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, energetsom 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.

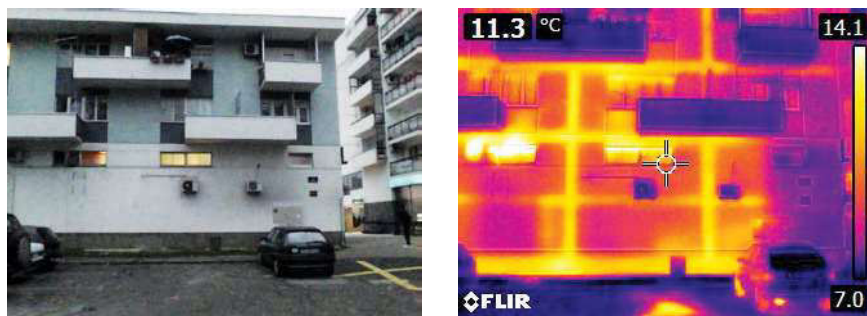
Ključne riječi: pasivna termografija, aktivna termografija

UVOD

Infracrvena termografija je beskontaktna metoda određivanja distribucije temperature na površini promatranog objekta mjerenjem intenziteta zračenja u IC području elektromagnetskog spektra. Od 2014. godine termografija postaje opće dostupna zahvaljujući modelima koje su tvrtke FLIR, Thermal Seek i Therm App plasirale na tržište. U biti, radi se o trećoj generaciji termografskih kamera koja se razvija od 1995. godine. Termografija u skladu s ISO 20473 vrši analizu zračenja u tri područja (NIR 0,78-3 μm , MIR 3-50 μm i FIR 50-1000 μm), ali najčešće se podjela vrši u pet područja: blisko infracrveno područje (0,7 - 1,4 μm), kratkovalno IC područje (1,4 - 3 μm), srednjevalno IC područje (3 - 8 μm), dugovalno IC područje (8 - 15 μm) i daleko infracrveno područje (15 - 1000 μm). Skoro sve kamere za civilnu upotrebu rade u dugovalnom IC području osim kamera za analizu plinova koje rade u srednjevalnom IC području. Gledajući sa strane korisnika, termografiju u pogledu informacije koju pruža dijelimo na kvalitativnu i kvantitativnu, a s aspekta pobude na pasivnu i aktivnu. Cilj rada je prikazati prednosti termografije kao nedestruktivne metode istraživanja i potaknuti primjenu aktivne termografije.

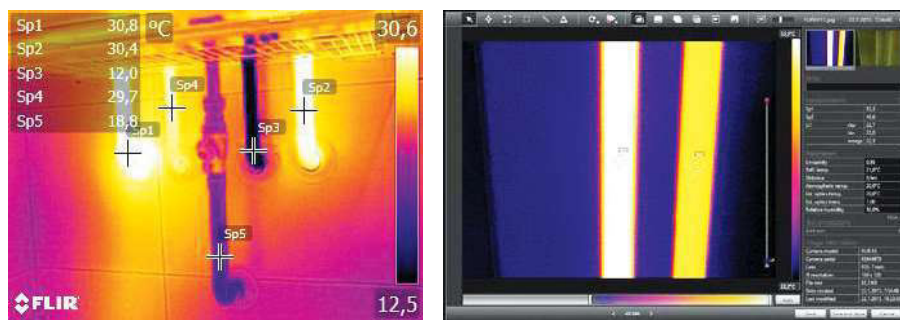
KVALITATIVNA / KVANTITATIVNA TERMOGRAFIJA

Kvalitativna termografija ima za zadatak pružiti načelne informacije o distribuciji temperature na površini analiziranog objekta. Pri tome stvarne vrijednosti temperature mogu značajno odstupati od onih očitanih na kameri. Slika 1 prikazuje stambenu zgradu s poslovnim prostorima u prizemlju (snimljenu 27. veljače 2015. godine) na kojoj se jasno vide serklaži i nosivi elementi konstrukcije, kao i dio stubišta (donji desni kut objekta) koje nije grijani prostor. Na osnovi termograma moguće je provesti ugradnju novih otvora ne narušavajući statiku objekta.



Slika 1: Termogram zgrade

Kvantitativna termografija za zadatak ima pružiti točne vrijednosti temperature na površini analiziranog objekta. Da bi ispunili kvantitativnu analizu, neophodno je prilikom snimanja unijeti točne vrijednosti emisivnosti, prividne reflektirane temperature i voditi računa o atmosferskim prilikama. Postupak kvantitativne termografije iziskuje osobu s iskustvom i znanjem koje se dobije usvajanjem prvog stupnja obuke. Opis zahtjeva koji se postavljaju na znanje operatera IC kamerom najbolje je opisan u BS ISO 18436-7:2014 "Condition monitoring and diagnostics of machines - Requirements for qualification and assessment of personnel Part 7: Thermography". Na slici 2 a) prikazani su izvodi plinskog kombi-bojlara i pripadajuće temperature pojedinih izvoda. Iz izmjerenih vrijednosti vidljivo je da je u trenutku snimanja bila aktivna potrošnja tople vode što je zaustavilo rad sustava grijanja. Iako je snimanje obavljeno korektno, prostor točkastog mjerenja je mali što može dovesti do pogreške prilikom mjerenja pa se stoga mjerenje temperature polaznog i povratnog voda treba provesti na većoj površini kao što je prikazano na slici 2 b).

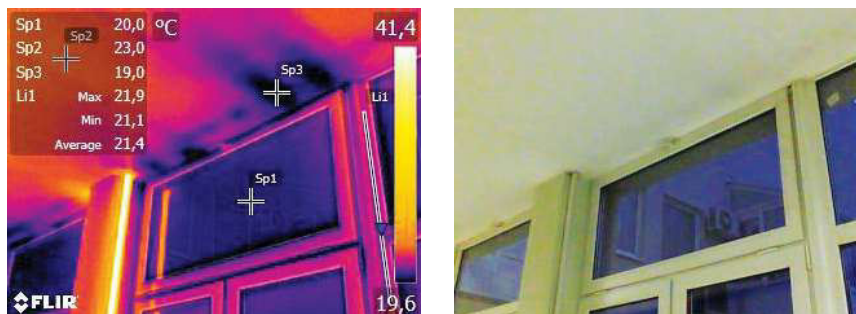


Slika 2: Određivanje temperature polaznog i povratnog voda sustava grijanja

Prilikom kvantitativne termografije zgrada i otvora na zgradama treba voditi računa da se emisivnost mijenja s kutom snimanja, da vlaga ima utjecaj na izmjerene vrijednosti temperature, vjetar i stanje atmosfere.

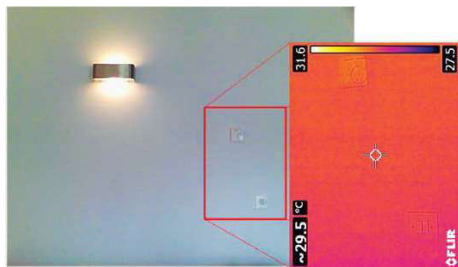
PASIVNA / AKTIVNA TERMOGRAFIJA

Pasivna termografija je postupak termografske analize objekata koji su duže vrijeme u stacionarnom stanju, tj. u okolini u kojoj se temperatura ne mijenja. Naravno, u slučaju objekta sa slike 1 neophodna je temperaturna razlika najmanje 10 °C između vanjske i unutarnje temperature kako bi se formirao toplinski tok. Slika 3 prikazuje termogram PVC otvora na vanjskoj ovojnici. Temperatura objekta je 23 °C, temperatura dijela stropa pod infiltracijom vanjskog zraka 19 °C, a reflektirana temperatura od stakla 20 °C jer je staklo nepropusno za IC zračenje te na njemu nije moguće izmjeriti temperaturu. Toplinska refleksija najbolje je vidljiva na zrcalnoj slici cijevi centralnog grijanja koja se oslikava na površini stakla. Linijska analiza na PVC dijelu stolarije pokazuje prosječnu temperaturu od 21,4 °C.



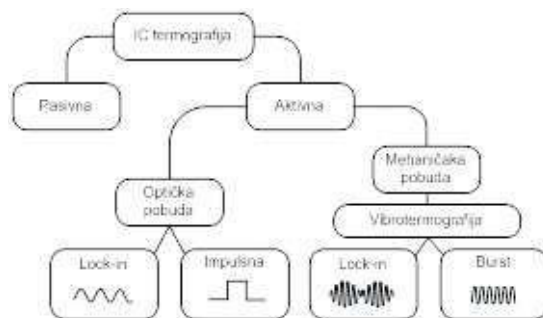
Slika 3: Termogram otvora vanjske ovojnice

Drugi primjer pasivne termografije vidljiv je na slici 4, koja prikazuje segment pregradnog zida u stacionarnom stanju na kojem je izvršena analiza 8. srpnja 2015. godine. Srednja izmjerena temperatura je 29,6 °C, uz razliku od 0,7 °C između maksimalne i minimalne očitane vrijednosti koju pripisujemo razlici u emisivnosti zida, sklopke i termostata. Prisutna je i refleksijom okolnih izvora, ali u manjoj mjeri. Pregradni zid nema toplinski tok i stoga je distribucija temperature po površini homogena.



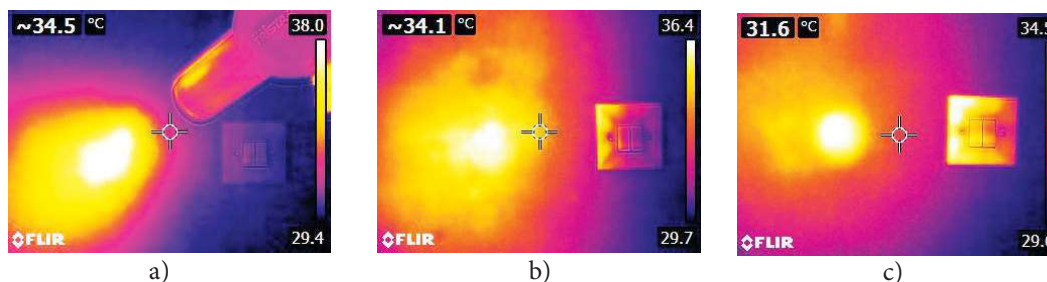
Slika 4: Pregradni zid i termogram prostora na kojem se nalazi skrivena razvodna kutija

Kada je objekt snimanja na istoj temperaturi kao i okolina, iznalaženje pojedinih elemenata moguće je samo uz upotrebu pobude i u tom slučaju radi se o aktivnoj termografiji. Pobuda u slučaju aktivne termografije može biti ultrazvučna, električna, toplinska i mehanička. Termogrami se snimaju u vremenskim intervalima i na osnovu njih upotrebom programske podrške dobivaju informacije o svojstvima materijala. Slika 5 prikazuje podjelu aktivne termografije koju možemo naći u literaturi.



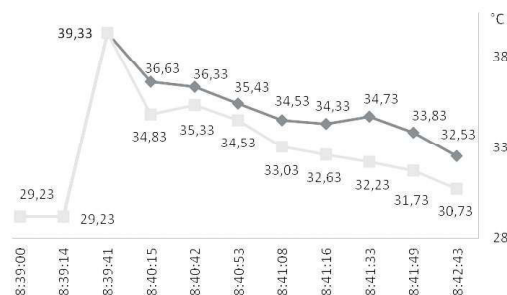
Slika 5: Podjela aktivne termografije

Na termogramu slike 4 nalazi se skrivena kutija u kojoj je izvršen spoj termostata. Položaj kutije nije poznat, ali zna se da je u blizini prekidača. Kako bi utvrdili njenu točnu poziciju, sušilom za kosu zagrijemo zid i termografskom kamerom pratimo odziv na toplinsku pobudu. Uslijed razlike toplinskog otpora, površina iza koje je skrivena kutija ima povećan toplinski otpor i duže zadržava toplinu. Na slici 6 a) prikazan je inicijalni položaj sušila za kosu, na slici b) može se vidjeti naznaka položaja kutije, ali i struktura nosivih elemenata sklopke. S vremenom na slici 6 c) jasno se očitava obris razvodne kutije.



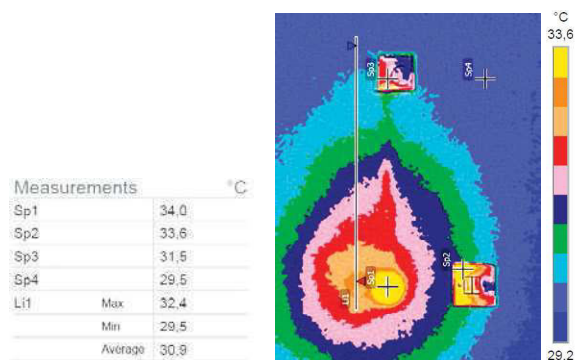
Slika 6: Pronalaženje skrivene razvodne kutije pomoću toplinske pobude

Vremenski tijek i vrijednosti temperature prikazani su na slici 7. Izmjerene vrijednosti označene kvadratima predstavljaju točku koja se nalazi između kutije i prekidača dok linija označena rombovima predstavlja vrijednost temperature na prostoru razvodne kutije.



Slika 7: Vrijednosti temperature na prostoru razvodne kutije i u njoj neposrednoj blizini

Slika 7. prikazuje precizne vrijednosti temperature, ali ne i njihov prostorni razmještaj. Prostorna distribucija temperature na prostoru skrivene razvodne kutije, prikazana slikom 8, jasno ukazuje na položaj spojnog vodiča kojim je termostat spojen na razvodnu kutiju.



Slika 8: Termogram skrivene razvodne kutije u medicinskoj paleti

Položaj vodiča vidljiv je zbog razlike u materijalu, ali na slici 8 nije najbolje uočljiv zbog velikog kontrasta jer je odabrana paleta boja namijenjena medicinskoj upotrebi. Prilikom snimanja treba se voditi računa da je slika koju promatramo crno-bijela i predstavlja u većini slučajeva sumu zračenja u dugovalnom IC području. Termosnimke u radu napravljene su kamerom razlučivosti osjetnika 160 x 120 pix, vidnog polja 45° x 34°, temperaturne razlučivosti <0.06 °C i temperaturnog opsega mjerenja od -20° do 250 °C. Kamere koje se koriste za analizu plinova mogu pružiti sliku u boji pri čemu su pojedine valne dužine pridružene različitim bojama te se na osnovi boje može ustanoviti vrsta registriranog plina.

ZAKLJUČAK

Infracrvena termografija je jedna od nedestruktivnih metoda ispitivanja koja na jednostavan način može pomoći u otkrivanju nehomogenih elemenata vanjske ovojnice, zaboravljenih otvora i konstruktivnih elemenata. Prilikom termografske analize za pravilno tumačenje termograma presudno je znanje i iskustvo operatera. S pojavom cijenom prihvatljivih modela termokamera pasivna termografija postaje sveprisutna, ali ne i aktivna kvantitativna termografija koja iziskuje značajna financijska izdavanja u opremu i edukaciju operatera. Praktičan primjer pronalaženja smještaja razvodne kutije predstavlja oblik kvalitativne aktivne termografije. Zahvaljujući različitim vrijednostima toplinskog otpora i toplinskog kapaciteta, analiziranog dijela zidne površine, u relativno kratkom vremenskom intervalu moguće je detektirati skrivene elemente elektroenergetskog razvoda. U navedenom primjeru kao toplinska pobuda upotrijebljena je grijalica za kosu, ali u svakodnevnoj praksi koriste se razni izvor topline.

IZVORI

- A. Rogalski, 2012. "History of Infrared Detectors" *Opto-Electronics Review* 20(3): 279–308.
- BS ISO 18436-7:2014 Condition monitoring and diagnostics of machines - Requirements for qualification and assessment of personnel Part 7: Thermography
- C. Ibarra-Castaneda, A. Bendada, X. P.V. Maldague 2011. "Infrared vision applications for the nondestructive testing of materials" 5th Pan American Conference for NDT 2-6, Cancun, Mexico
- C. Ibarra-Castaneda, M. Genest, Piau, J.-M., S. Guibert, A. Bendada & X. P.V. Maldague, 2007. "Active Infrared Thermography Techniques for the Nondestructive Testing of Materials" *Ultrasonic and Advanced Methods for Nondestructive Testing and Material Characterization* (pp. 325-348). World Scientific Publishing.
- H. Glavaš, T. Barić, A. Kvaček, 2015. "Termovizija u održavanju elektroenergetskih instalacija" 24. međunarodni znanstveno-stručni skup Organizacija i tehnologija održavanja OTO'2015, zbornik radova, 33.-38., Društvo održavatelja Osijek, Poduzetnički inkubator OSVIT Donji Miholjac, Alberta naklada - Osijek