

# UŠTEDA ENERGIJE U STANOGRADNJI I TOPLIFIKACIJI PRIMENOM TERMOVIZIJE

*Zoran Stević<sup>1</sup>, Mirjana Rajčić Vujasinović<sup>2</sup>, Dejan V. Antić<sup>3</sup>*

## SAŽETAK

Pregled mogućnosti primene savremenih dostignuća u oblasti termovizije u nadzoru gradnje, proveru izolacije i zaptivenosti gotovih stambenih objekata, dijagnostici i preventivnom održavanju toplana, praćenju oštećenja izolacije i pronalazanju mesta gubitaka tople vode u toplifikacionoj mreži dat je u ovom radu. Snimano je više različitih objekata standardnom termovizijskom kamerom. Snimanja su obuhvatila postrojenja u gradskoj toplani u Boru i toplifikacionu mrežu kod koje su utvrđena mesta gde je oštećena toplotna izolacija ili je došlo do curenja tople vode. Takođe, detektovana su i ispitivana mesta maksimalnih gubitaka toplote iz zagrevanih prostorija. Dobijeni podaci mogu biti vrlo značajni pri projektovanju novih stambenih i drugih zgrada, a takođe pri proceni potrebe popravke ili zamene izolacije.

Ključne reči: *termovizija, energetika, stanogradnja, toplifikacija*

## 1. UVOD

Digitalna infracrvena termografija – termovizija je instrumentalna metoda koja omogućava merenje emisije infracrvenih (toplotnih) zraka sa površine svakog tela čija je temperatura iznad apsolutne nule. Za razliku od ostalih infracrvenih metoda, termovizija ili „infracrvena termografija“, omogućava snimanje emi-

---

<sup>1</sup> Doc. dr Zoran Stević, IHIS, Batajnički drum 23, 11080 Beograd, Srbija. E-mail: [zstevic@tf.bor.ac.yu](mailto:zstevic@tf.bor.ac.yu).

<sup>2</sup> Prof. dr Mirjana Rajčić, Tehnički fakultet, Vojske Jugoslavije 12, 19210 Bor, Srbija. E-mail: [mrjajcic@tf.bor.ac.yu](mailto:mrjajcic@tf.bor.ac.yu).

<sup>3</sup> Dejan V. Antić, Tehnički fakultet, Vojske Jugoslavije 12, 19210 Bor, Srbija. E-mail: [dantic@tf.bor.ac.yu](mailto:dantic@tf.bor.ac.yu). Univerzitetski saradnik.

sije toplotnih zraka sa mašina, opreme ili celokupnog procesa u veoma kratkom vremenu. Kao i većina drugih visokih tehnologija razvijena je za primenu vojne svrhe. Prva ispitivanja senzora koji mere sopstveno zračenje objekata u infracrvenom delu spektra izvedena su daleke 1900. godine, a prva praktična primena za detekciju aviona ili ljudstva u I svetskom ratu [1].

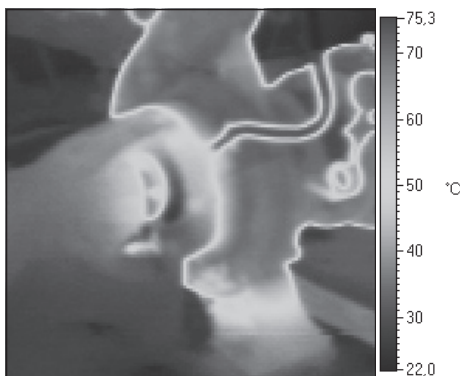
Većina termovizijskih sistema funkcioniše na principu sličnom običnoj digitalnoj video kameri. Savremene infracrvene kamere su konstruisane tako da apsorbirano zračenje sa snimljenih objekata prevedu u odgovarajuće boje vidljivog dela spektra tako da dobijena slika prikazuje temperaturnu mapu snimanog objekta [2, 3]. Operater može videti emisiju toplotnih zraka neke posmatrane oblasti kroz optiku instrumenta jer je temperaturna raspodela snimljene površine prikazana varijacijom boja. Današnja tehnologija omogućava dobijanje termovizijskih slika visoke rezolucije uz numerički i grafički prikaz temperature svake tačke sa greškom manjom od 0,1 °C [4, 5, 6].

Primena termovizije kao savremene metode za merenje, ali i metoda skladištenja i analize podataka, njihovog poređenja i *on line* monitoringa u industrijskim i energetske postrojenjima omogućava stvaranje tehničkih, eksploatacionih i organizacionih preduslova za povećanje energetske efikasnosti, smanjenje troškova održavanja ali i otklanjanje uskih grla u proizvodnji.

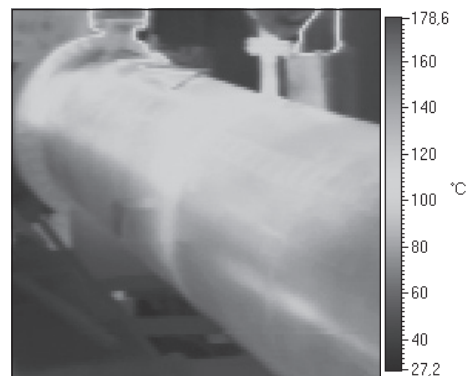
Sistematskim snimanjem stambenih objekata mogu se utvrditi oblasti značajnog odvođenja toplote i na taj način proveriti solidnost gradnje kod novih objekata ili detektovati slaba mesta u izolaciji starih objekata.

## 2. EKSPERIMENTALNI DEO

Primljena je termovizijska kamera Wohler IK 21, koja formira termalnu sliku merenjem infracrvene radijacije određenog tela ili celokupne scene zahvalju-



Slika 1. Cirkulaciona pumpa

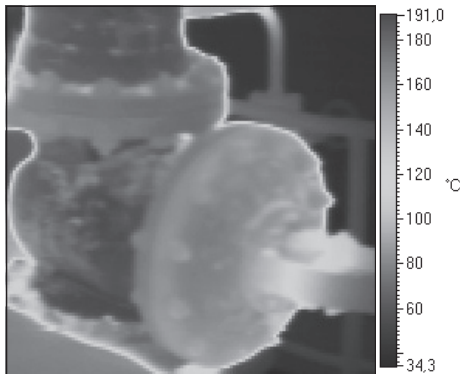


Slika 2. Izmenjivač toplote

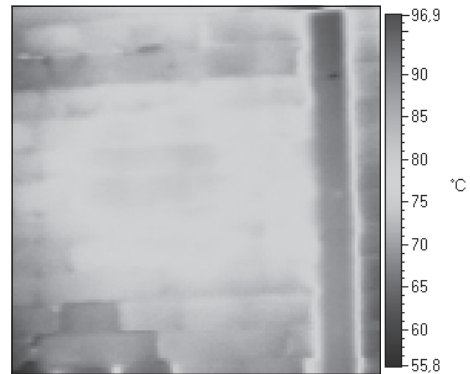
jući nehladenom, germanijumskom, termolektričnom, linijskom detektoru. Ugrađeni detektor omogućava registrovanje temperaturne razlike od  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  u intervalu temperatura od  $0$  do  $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ , koji je moguće proširiti. Snimak posmatranog objekta – termogram, prikazuje se u boji na LCD ekranu kamere dijagonale  $10,2\text{ cm}$ , na eksternom monitoru (televizoru) preko ugrađenog NTSC/PAL konektora ili ekranu personalnog računara. Neposredno nakon snimanja kamera označi kursorom najtoplije mesto na snimku i njegovu temperaturu, tako da se u toku snimanja i na licu mesta mogu uočiti najugroženija mesta.

Kamerom IK 21 obavljeno je više serija snimanja u objektima za proizvodnju i distribuciju toplote, a takođe su snimani i stambeni i poslovni objekti. Ovde su prikazani karakteristični snimci koji ukazuju na velike mogućnosti ovakve opreme.

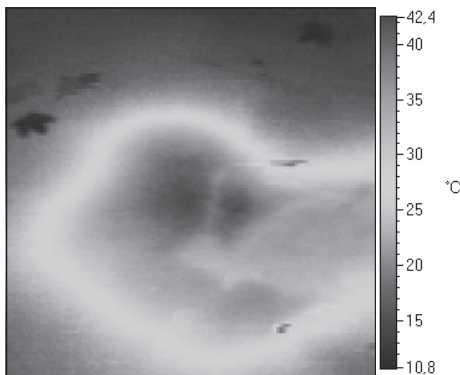
Na slici 1 prikazan je termovizijski snimak cirkulacione pumpe u Toplani u Boru. Temperaturna slika ukazuje na potrebu daljeg praćenja i eventualnog re-



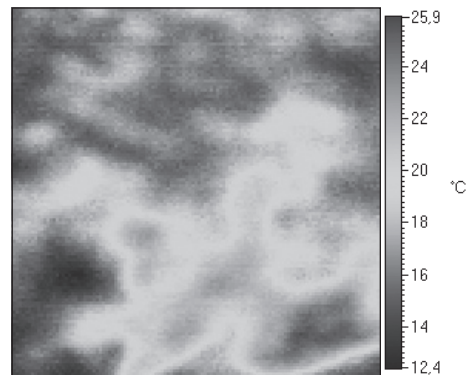
Slika 3. Priklučni ventil



Slika 4. Neravnomerna i oštećena izolacija kotla

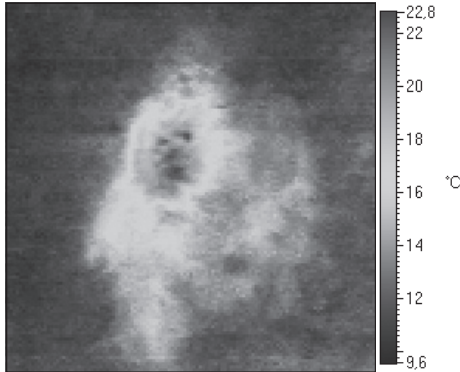


Slika 5. Povišena temperatura tla – mesto curenja

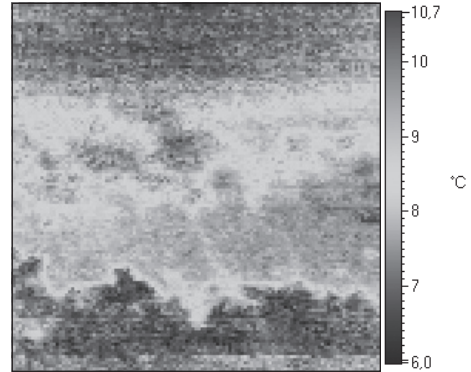


Slika 6. Povišena temperature tla – moguće mesto kvara

monta pumpe. Isto važi i za izmenjivač toplote (slika 2), priključni ventil (slika 3) i izolaciju kotla (slika 4).



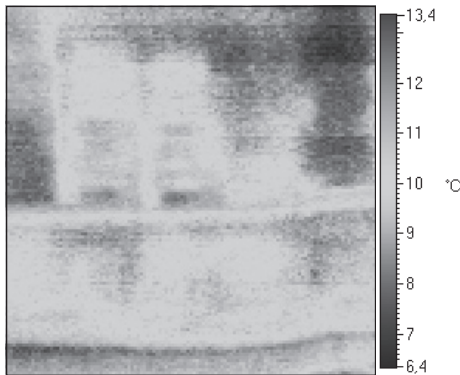
Slika 7. Otkopana toplovodna cev – oštećena izolacija



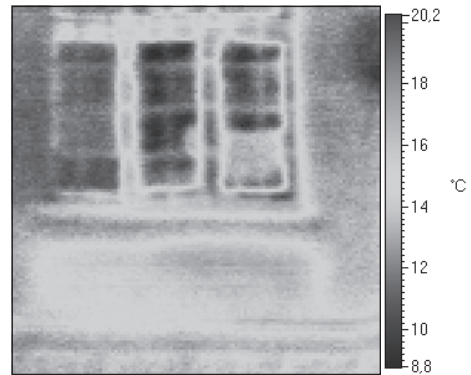
Slika 8. Povišena temperatura tla – trasa ispravnog toplovoda

U toplifikacionoj mreži Bora utvrđeno je više mesta curenja toplovodnih cevi (slika 5) i mesta sa oštećenom izolacijom (slika 6 i 7). Takođe je moguće pratiti trasu ispravnog toplovoda (slika 8).

Izvršen je niz snimanja starih stambenih i poslovnih objekata i u praksi po-

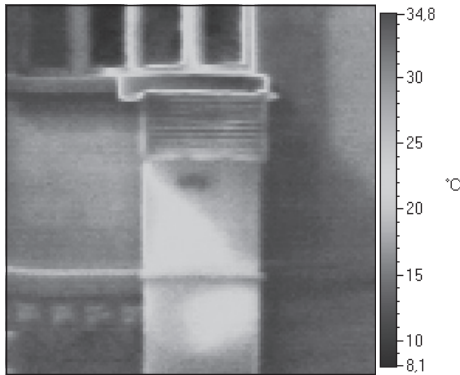


Slika 9. Naravnomerna izolacija fasade

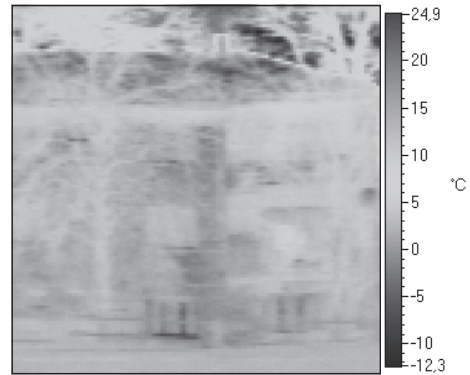


Slika 10. Loša izolacija okvira prozora

tvrđen jednostavan način za utvrđivanje anomalija u toplotnoj izolaciji, kao što su: neravnomernost izolacije fasade (slika 9), loša građevinska stolarija (slika 10 i 11), ili nepostojanje krovne izolacije (slika 12).



Slika 11. Ispust prozora – radijator



Slika 12. Zgrada kod koje ne postoji krovna izolacija

### 3. ZAKLJUČAK

Termovizijski nadzor omogućava uvođenje novih, veoma moćnih tehnologija za dijagnostiku, nadzor, preventivno održavanje i upravljanje različitim tehnološkim procesima. Fizički veoma složen proces infracrvene termografije može se, uz pomoć relativno jednostavne i ne tako skupe opreme, primeniti u realnim sistemima kao što su toplane, toplovodne mreže ili stambeni objekti. Termovizijska slika nadziranih objekata pruža mogućnost otkrivanja mesta koja se greju iznad dozvoljenih granica, ili njihova temperaturna slika ukazuje na mehaničke, izolacione ili druge poremećaje. Na taj način omogućava se ogromna ušteda energije i sredstava.

### 4. LITERATURA

- [1] R. K. Mobley: *An Introduction to Predictive Maintenance*, Second Edition, Butterworth–Heinemann, New York 2002.
- [2] Z. Stević: *Optoelektronika*, Tehnički fakultet, Bor 2005.
- [3] C. Meola, G. M. Carlomagno and L. Giorleo: *The Use Of Infrared Thermography For Materials Characterization* Journal of Materials Processing Technology, vol. 155-156 2004. p. 1132-1137.
- [4] Infrared Solutions Inc., <http://www.infraredsolutions.com>
- [5] FLIR, <http://www.flirthermography.com>
- [6] Wohler GmbH, <http://www.woehler.de/mgkg>

## THERMOGRAPHY AS A TECHNIQUE FOR ENERGY SAVING IN CIVIL ENGINEERING AND THERMAL ENERGY SUPPLY

### ABSTRACT:

An overview of recent achievements in digital infrared thermography technique and its application in civil engineering, diagnostics and predictive maintenance of thermal energy plants and energy supply are presented in the paper.

Infrared images of various objects from different locations have been taken using standard digital infrared camera. Recording sessions, in which local, thermal energy plant in Bor and distribution facilities were involved, resulted in detection of leakage and damaged isolation. Also, areas on building with maximal dissipation of thermal energy are detected. As a result, collected and analyzed data can be used in designing, projecting and construction of new commercial objects and in evaluation and quality control of isolation.

*Keywords: digital infrared thermography, energetic, civil engineering, thermal energy distribution*