

15:45-16:00

## IR termografija kot neporušna metoda preiskovanja v gradbeništvu

Patricia Cotič<sup>1</sup>, Vlatko Bosiljkov<sup>2</sup> in Zvonko Jagličić<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Inštitut za matematiko, fiziko in mehaniko, Jadranska 19, Ljubljana, Slovenija.*

<sup>2</sup> *Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, Jamova 2, Ljubljana, Slovenija.*

Infrardeča (IR) termografija kot neporušna metoda temelji na časovnem merjenju izsevanega infrardečega valovanja po predhodnem segrevanju površine preizkušanca. Zaznavanje strukturnih nepravilnosti je mogoče ob dejstvu, da njihove različne termične lastnosti povzročijo neenakomeren toplotni tok skozi preizkušane. Uporabnost metode se je pred kratkim pokazala tudi za neporušne preiskave gradbenih objektov v bližnje površinskem območju, tj. do prvih nekaj cm globine [1]. Ta lastnost dela IR termografijo komplementarno ostalim neporušnim metodam v gradbeništvu kot so georadar, ultrazvočna metoda in metoda udarec-odmev, katerih uporabnost je omejena na globine večje od 5–10 cm [2]. Dodatna prednost IR termografije je, da je metoda nekontaktna, kar je bistvenega pomena pri analizi poškodovanosti objektov kulturne dediščine, ki imajo na ometih pogosto dragocene poslikave, freske ali štukature. Kljub prednostim, ki jih IR termografija ponuja, pa je sposobnost zaznavanja v odvisnosti od heterogenosti preizkušanca in notranjih nepravilnosti ter merskih pogojev (časa segrevanja in ohlajanja) še precej neraziskana.

Možnost uporabe IR termografije za zaznavanje nekaterih tipičnih nepravilnosti (votlikavosti, zadržane vode, odstopanja plasti, razpok) in vključkov (armature in instalacijskih cevi) v gradbenih objektih smo preverili na laboratorijskih betonskih preizkušancih in ometanih kamnitih zidovih. Na betonskih preizkušancih smo votlikavost, odstopanje plasti in instalacijske cevi simulirali z vgrajenimi stiropornimi in plastičnimi elementi na različnih globinah, na kamnitih zidovih, izpostavljenih strižni obremenitvi, pa smo v odvisnosti od inducirane strižne sile zagotovili različne velikosti odstopanja ometa in razpok. Termografske meritve smo opravili z IR kamero FLIR A320 pri frekvenci zajemanja slik 0.2 Hz, analizo časovno odvisnih temperaturnih slik pa smo izvedli v frekvenčni domeni, ki zmanjša vpliv nehomogenega segrevanja, izboljša kontrast slike in omogoča kvantitativno oceno globine nepravilnosti [3]. Iz IR faznih slik je razvidno, da je sposobnost zaznavanja nepravilnosti/vključkov močno odvisna od njihovega materiala in globine, saj je zaznavanje večjih zračnih votlin (simuliranih s stiropornimi kvadri v betonskih preizkušancih) do analizirane globine 7.5 cm še zelo natančno, medtem ko je meja zaznavanja lokalizirane vode manjša od 6 cm. Termografska analiza kamnitih zidov kaže, da je z uporabo faznih slik pri višjih frekvencah mogoče zaznati tako površinske kot podometne razpoke, nastale zaradi strižne obremenitve, kot tudi odstopanje ometa v velikosti 2 mm. Ugotovitev tako kaže, da bi z IR termografijo lahko ocenili mejno stanje (MS) ometa in z njim povezano MS konstrukcije.

[1] Ch. Maierhofer *et al.*, Cement Concrete Comp. **28**, 393 (2006).

[2] R. Beutel *et al.*, J. Nondestruct. Eval. **27**, 59 (2008).

[3] R.W. Arndt, Infrared Phys. Techn. **53**, 246 (2010).