

INFRACRVENA TERMOGRAFIJA (TERMOVIZIJA) PRAVI IZBOR ZA REDOVNO ODRŽAVANJE

Krešimir Petrović, Ing.el.teh.,
Level 2 termografist
e-mail: kostelgrad@kostelgrad.hr

REZIME

Infracrvena tehnologija našla je svoje mjesto u industriji za osiguranje i održavanje kvalitete neophodne na današnjem globalnom tržištu. Primjenjuje se i u medicini, astronomiji, građevinarstvu, znanstvenoj djelatnosti, u održavanju kao novi alat za održavanje po stanju. U okviru zaštite od požara, termografski se sustavi koriste za otkrivanje latentnih požara, pronalaženje osoba u objektu zahvaćenom požarom, kod testiranja elemenata na otpornost od požara. Koristi za i pri nadzoru objekata i prostora, prometa, zagađenja okoliša. U zgradarstvu je njezina primjena kod ispitivanja kvalitete izolacije objekta, utvrđivanje mjesta s povećanom vlagom. Termografskim snimanjem zgrada, te kasnijom stručnom interpretacijom moguće je locirati nedostatke konstrukcije i usmjeriti zahvate na rekonstrukciji prema optimalnom poboljšanju energetske efikasnosti sustava zgrade (energetske iskaznice zgrada). Posebno je naglašena primjena IC termografije kasnije pri održavanju i korištenju objekta. Pri zaštiti lokaliteta kulturne baštine IC tehnologija vrši kontrolu bez razaranja.

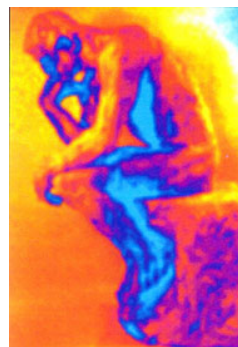
Ključne riječi: infracrvena (IC) termografija, IC uređaj (IC kamera), termovizija, temperatura, emisivnost, IC zračenje, elektromagnetski (EM) valovi

1. O ČEMU SE ZAPRAVO RADI ?!

IC termografija je beskontaktna metoda mjerenja temperature i njezine raspodjele na površini tijela. Temelji se na mjerenju intenziteta infracrvenog zračenja s površine promatranog tijela. Da bi se temperatura na daljinu uopće mogla mjeriti, potrebna je neka informacija o toj temperaturi. Ta informacija sadržana je u fizičkom zakonu prema kojemu sva tijela odašilju energiju:

$$W = f(\epsilon, T),$$

gdje je “ ϵ ” koeficijent sposobnosti odašiljanja (emisije) i ovisi o kemijskom sastavu materijala, a “ T ” je temperatura u °K. Iz ovog zakona je vidljivo, s obzirom da 0°K odgovara temperaturi od -273,3 °C (apsolutnoj nuli), da na toj temperaturi nema zračenja energije. No ovakve niske temperature nalaze se u dalekom svemiru i može se reći da sve što nas okružuje odašilje energiju u obliku topline. Poznato je i da sva tijela iznad temperature apsolutne nule zrače, ovisno o kretanju svojih molekula kao posljedicom djelovanja temperature, to zračenje je veće ili manje. Naravno niti svi materijali ne zrače istim intenzitetom. Znane su točne ovisnosti koliko energije zrače pojedini materijali ovisno o svojoj temperaturi. Odašiljanje te energije događa se u obliku elektromagnetskih valova i to je dobro poznata pojava s obzirom da elektromagnetske valove koristimo u životu u raznim



oblicima. Dakle, nositelj energije je elektromagnetski val valne duljine od 2 μm do 13 μm . Iste takve valove, ali valne duljine od 0,4 μm do 0,75 μm mi vidimo kao optičku svjetlost, dok nam valna duljina određuje boju. Da valne duljine zamjećujemo i u infra spektru bili bismo zaslijepljeni - energijom, jer sva tijela odašilju energiju.

I sada je jasno da je uloga IC kamere da nam prenese sliku iz oku nevidljivog područja u vidljivu sliku. Elektroničkim putem stvara se termička slika promatranog objekta u realnom vremenu pri IC uređaju - kameri, a tu se jedan dio spektra elektromagnetskih valova oku nevidljiv (onaj od 2 μm do 13 μm) koji sadrži velik broj informacija o promatranom, premješta u oku vidljivo područje (ono od 0,4 μm do 0,75 μm). Tako dobivenu sliku moguće je analizirati kao emitiranu toplinsku energiju objekta, snagu zračenja prispjelu na detektor IC kamere, a uz primjenu poznatih zakonitosti fizike. Za ovu tehniku mjerenja znani su i nazivi IC radiometrija u medicini ili termovizija za kvalitativna praćenja.

Jednostavno, IC mjerenja možemo podijeliti i u dvije grupe: kvalitativna i kvantitativna. Za prva je važno da registramo i uočimo, za druga da precizno mjerimo. Dakle s jedne strane imamo zahtjeve na preciznu i dobru vidljivost (optiku) u IC spektru EM valova (vojska, policija, vatrogastvo, službe spašavanja), a s druge pak strane zahtjevi su za preciznim i umjerenim instrumentom koji je u stanju registrirati temperaturne promjene u tisućinkama stupnja kelvina ($^{\circ}\text{K}$) odnosno celzijusa ($^{\circ}\text{C}$), doznačenih i reflektiranih od objekta ka detektoru IC kamere.

Za otkriće infracrvenog (IC) zračenja zaslužan je fizičar Sir William Herschel (1738.-1822.). On je godine 1800-te već bio poznat po svom otkriću planeta Urana, koji je bio prvi planet otkriven pomoću teleskopa.

Herschel je zapazio kako svjetlo koje prolazi kroz različito obojene filtere različito zagrijava stvari, pa je odlučio napraviti eksperiment kako bi testirao svoje zapažanje. Upotrijebio je prizmu da razluči bijelu svjetlost u boje spektra.



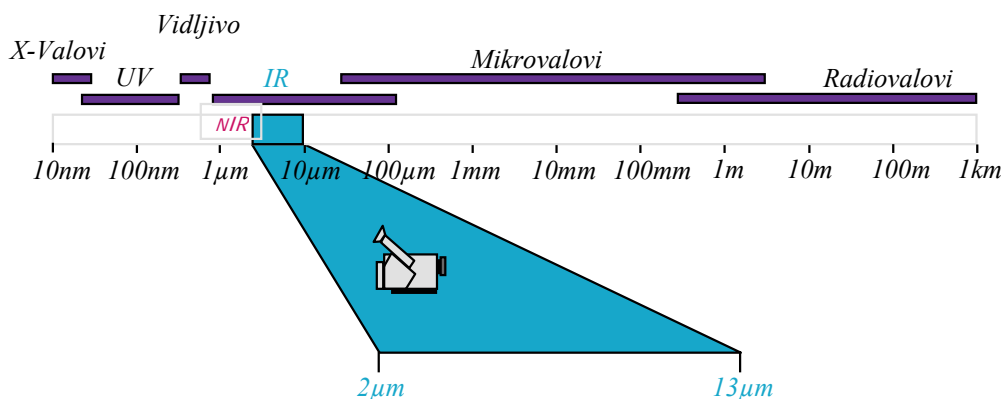
Termometar je stavio na jednu od razlučenih boja spektra, dok su ostali termometri bili bez utjecaja svjetla. Oni su mu služili kao kontroleri eksperimenta. Mjereno u jednakim vremenskim intervalima primjetio je da su dobivene vrijednosti sve veće kako ide prema crvenoj svjetlosti, npr. zelena svjetlost činila je termometar toplijim nego plava svjetlost, žuta svjetlost činila je termometar toplijim nego zelena svjetlost, dok je crvena svjetlost učinila

termometar najtoplijim. Zainteresiran tim rezultatom odlučio je postaviti termometar izvan razlučenog spektra odmah uz crvenu boju. Postavljeni termometar postigao je maksimalnu vrijednost, a Herschel je zaključio da postoji još neko zračenje izvan oku vidljivog spektra, kojemu su priroda i svojstva jednake svjetlosti, nazvao ga infracrveno zračenje.

2. INFRACRVENO ZRAČENJE

Infracrveno (IC) zračenje dio je elektromagnetskog (EM) spektra i počinje ispod vidljivog dijela spektra, a proteže se do preko 200 μm , kada IC zračenje prelazi u mikrovalno područje koje je gornji nivo radio valova. Za praktičnu primjenu u termografiji IC spektar je prihvatljiv u području 2 μm do 13 μm . Za vrijednosti ispod 2 μm , pa do gornje granice oku vidljivog područja, kažemo da ulaze u "blisko infracrveno područje" (NIR - near infrared), područje u kojem postoje posebni NIR IC uređaji i koriste se za medicinsku i farmaceutsku dijagnostiku, dijagnostiku hrane i agrokemijsku kontrolu kvalitete, te pri istraživanju izgaranja.

Slika prikazuje primjenu spektra elektromagnetskih valova sa naglaskom na nama korisno područje za infracrvena mjerenja (IR). Kada bi govorili o stupnju informacija koje nam ono daje i donosi, onda bi jednostavno mogli kazati da se tu nalazi izuzetno velik broj korisnih podataka, ali našim očima nedostupnih.



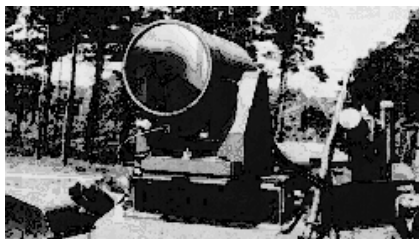
Kao što vrijedi za vidljivi dio spektra, i IC zračenje se pokorava osnovnim zakonima koji vrijede za elektromagnetsko zračenje. Ono se razlikuje samo po valnoj duljini i frekvenciji. Kako IC zračenje nije vidljivo, za praktičnu primjenu mora se pretvoriti u neki drugi oblik energije: električnu, mehaničku ili kemijsku. Ta pretvorba odvija se dakle u “tim posebnim” IC uređajima uz upotrebu detektora koji pak uključuju termoparove, termometre, bolometre, fotografske ploče ili fotočelije.

Za korisnika je svakako primjena od primarnog interesa, a način konverzije je sporedan. Danas proizvedeni uređaji za detekciju IC zračenja svrstavaju se u dvije kategorije: one za mjerenje temperature (radiometrija) i one za snimanje raspodjele temperature na površini objekata (termografija).

3. UREĐAJI ZA DETEKCIJU IC ZRAČENJA (IC KAMERE)

Primjena infracrvenog zračenja, tkzv. infracrvena tehnika počela se značajnije razvijati tek u drugom svjetskom ratu. Posebno se razvila primjena u vojne svrhe, za snimanje terena iz aviona ili umjetnih satelita, te za industrijsku kontrolu.

Od sredine 60-ih godina postoje na komercijalnom tržištu razni tipovi kamera. Početni tipovi kamera bili su vrlo spori, dok se današnji tipovi kamera kvalitetom slike mogu izjednačiti sa TV-om. Svi tipovi kamera koriste tkzv. optomehaničko skeniranje, te se zovu još i IC skeneri (u početku su bili skeneri dio IC sistema, kao i dio za pohranu slike, računalo ili procesor). Današnje kamere ujedinjuju sve funkcije u sebi. U drugoj polovici 80-ih javljaju se za razliku od ranijih tipova koji imaju samo jedan detektor i gdje se slika stvara mehanički, tkzv. kamere koje koriste više detektora. Naime slika sa objektom prenosi se preko optike na matricu detektora koja se sastoji od stotinu linija, a svaka linija od stotinu detektorskih elemenata koji pokrivaju čitavu površinu na koju se projicira slika. Takav tip detektora zove se FPA (Focal Plane Array). To stvaranje slike mehanički, tkzv. tehnologijom rotirajućih prizmi, zahtijevalo je posebno hlađenje uređaja tekućim dušikom što je ograničavalo dodatnu mobilnost uređaja, pa se IC kamere upotrebljavaju laboratorijski. Tek daljnji razvoj tehnologije hlađenja detektora omogućio je da i IC kamere budu pokretne poput klasične video kamere i polako uđu i u komercijalnu primjenu, prvotno u sustave održavanja elektroenergetskih postrojenja.



*Pioniri IC snimanja 1958-1963
(kompanije AGA i Bofors)*



Današnja IC kamera firme FLIR

IC kamera uzima u obzir koeficijent emisije, udaljenost objekta, temperaturu okoline, te sve te podatke obrađuje u svom procesoru i kao rezultat daje točnu temperaturu površine mjerenog objekta. Znači, primjena infracrvene termografija moguća je tamo gdje se na temelju temperaturne razlike prema referentnom uzorku može napraviti analiza mjerenoga. To znači pak da nije dovoljno samo snimiti objekt IC kamerom, već je potrebno i snimljeno analizirati posebnom PC opremom i programskom aplikacijom te izradi protokol IC snimanja.

4. ODRŽAVANJE UZ PRIMJENU IC UREĐAJA

Za svakog korisnika IC termografije, snimka se obrađuje računalom posebnom programskom aplikacijom za analizu IC zapisa, a završno se izdaje Protokol - Izvješće (ili nalaz - atest) snimljenog sa naznakom defekta i preporukom sanacije. Upravo je definiranje i prepoznavanje graničnih vrijednosti otkrivenih nepravilnosti predmet izučavanja i poznavanja pojedine grane djelatnosti i svakako zahtijeva stručne analize koje se stječu kroz obvezno školovanje termografista i naravno iskustvo u raznim radnim uvjetima.

Kao bezkontaktna temperaturna mjerna metoda infracrvena termografija omogućuje korisniku otkrivanje raznolikih potencijalnih grešaka i to bez potrebe prekida procesa proizvodnje i troškova koji su povezani tim prekidom! Pojava zagrijavanja u mnogim slučajevima ukazuje na stanje kvara. Termografskim se uređajima mogu vrlo dobro pratiti stanja elemenata za prijenos električne energije, rashladnih postrojenja, transformatorskih stanica, kao i same proizvodnje električne energije. Jednako tako može se pratiti stanje izolacije, mreže cjevovoda u procesnoj industriji, vrelovoda u toplinarstvu, kvalitete obloga peći za taljenje, rotacijskih peći u cementnoj industriji, stanje ležajeva na strojevima. U okviru zaštite od požara, termografski se sustavi koriste za otkrivanje latentnih požara, pronalaženja osoba u objektu zahvaćenom požarom, ispitivanja elemenata na otpornost od požara. Nadalje, IC termografija se koristi za nadzor objekata, prostora, prometa i zagađenja okoliša. U zgradarstvu se primjenjuje kod ispitivanja kvalitete izolacije objekta, utvrđivanja mjesta s povećanom vlagom, itd. Primjenjuje se i u medicini, znanstveno-istraživačkom radu iz područja provođenja topline, mehanike fluida, kontrole bez razaranja – zaštite kulturne baštine. Primjenu ove tehnologije u vojne svrhe nije potrebno naglašavati.

4.1. IC termografija pri kontroli elektroenergetskih (ee) postrojenja

Pomoću primjene IC termografske tehnike i IC uređaja moguće je kako je spomenuto za normalnog pogonskog stanja, bez ostvarivanja kontakta s objektom kojeg se ispituje, otkrivanje povišenog zagrijavanja električkih i mehaničkih komponenti, čime se sprječavaju ozbiljni kvarovi odnosno ukazuje se na lošu ili neodgovarajuću toplinsku izolaciju. Na taj način smanjuje se broj neplaniranih ispada pogona. Izravni učinci očituju se u ubrzanju postupka dijagnosticiranja kvara i provjeri poduzetih zahvata, uštedi energije, zaštiti kapitalne opreme, kao i smanjenju premija osiguranja (za sada u EU). Maksimaliziranjem raspoloživosti opreme, uz potvrdu njene pouzdanosti, ali i ukazujući na moguća kritična

mjesta, povećava se i ukupno vrijeme rada, odnosno proizvodnje.

Ispitivanje električne opreme najčešće ukazuje na probleme uzrokovane odnosima struje i napona. Općenito, "toplo mjesto" u električnom strujnom krugu pojavljuje se kao posljedica npr. nedovoljno pritegnutog, oksidiranog ili korodiranog spoja, ali i nepravilnog rada samog aparata. Zato i IC termografija nalazi primjenu u područjima kao: proizvodnja el. opreme, preventivno održavanje postrojenja (u proizvodnji el. energije, u prijenosu i distribuciji, u industriji i transportu).

Stanje ee opreme na kojoj je uočeno povećanje temperature (prema novoj klasifikaciji) može se po Joule-ovom zakonu procijeniti temeljem kriterija prema poznatoj referentnoj i korektnoj temperaturi, gledano pod istim radnim uvjetima, i uzimanjem u obzir dobivene temperaturne razlike izražene kroz „delta t“ :

Delta T preko 30°C ili ako je apsolutna temperatura preko 80°C Klasa 'A'

Zahtjeva HITNU intervenciju !

Delta T od 5°C do 30°C Klasa 'B'

Zahtjeva intervenciju kod prvog zaustavljanja pogona !

Delta T do 5°C Klasa 'C'

Zahtjeva praćenje stanja i planiranje skore intervencije !

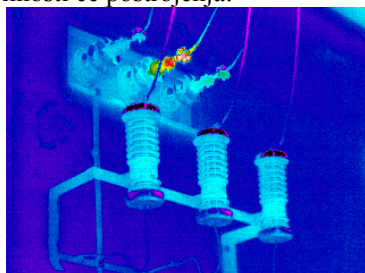
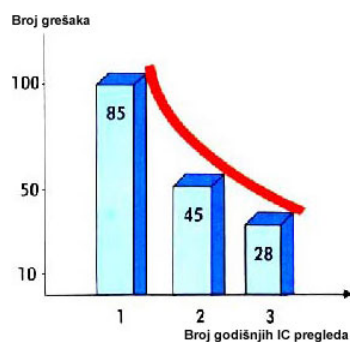
Ova klasifikacija stanja el. opreme urađena je prema "itc"-u (Infrared Training Center). Da bi se odredilo nazivno povišenje temperature kod opterećenja koja su manja od 100% - tnog, koristimo dakle za izračun Jouleov zakon, što je također predmet spomenutog školovanja termografista.

Preporuča se za kontrolu i inspekciju ee postrojenja uvođenje tzv. "ciklusa održavanja" pomoću IC praćenja stanja el. opreme, a koji se može prilagoditi gotovo svakoj industrijskoj sredini. Tako se npr. mogu dobiti podaci: o tipovima popravaka, o broju komponenti koje su zamijenjene, o potrebnom broju rezervnih dijelova, o ostalim važnostima za pogonsku spremnost postrojenja. Moguće je izvršiti ocjenu efikasnosti urađenih popravaka kao i njihovog periodičkog praćenja, a koje ima za cilj smanjenje kvarova, posebno onih najtežih. Ovako generirani podaci omogućavaju povratnu vezu koja je nužna u stvaranju efikasnog sustava održavanja postrojenja. To je upravo pravi razlog uvođenja preventivnih pregleda metodom IC termografije.

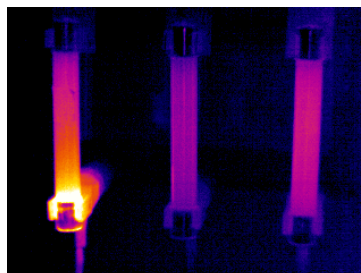
Daljnjom detaljnom analizom, koliko opada broj godišnjih kvarova s brojem godišnjih kontrola IC termografijom, došli bi do izuzetnih rezultata: ako je godišnji broj kvarova nekog energetskog postrojenja 100, onda već kod primjene jedne IC termografije on iznosi 85, kod dvije primjene godišnje to je 45, a kod tri IC termografije godišnje (znači svaka četiri mjeseca) pada na fantastičnih 28!

Naveden je dijagram kako bi to grafički mogli prikazati:

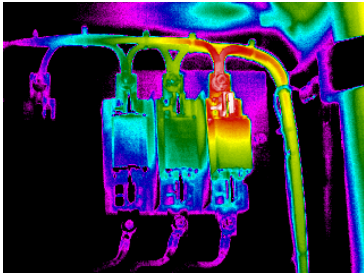
Nekoliko primjera IC termografijom registriranih nepravilnosti ee postrojenja:



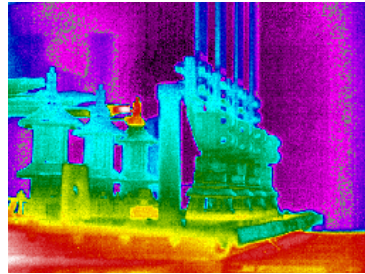
Izlaz 10kV iz TS na dalekovod



Dosjed VN osigurača u RO pri VN dijelu TS



Dosjed osigurača u RO pri NN dijelu TS



Spoj VN kabela na 10kV strani transformatora

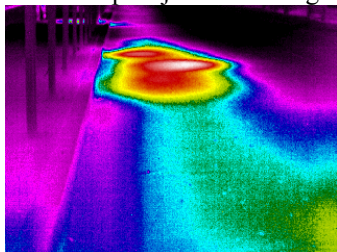
4.2. IC termografska kontrola gubitaka toplinske energije

Pomoću IC opreme moguće je na daljinu mjeriti temperaturu objekta, vidjeti gdje nastaju gubici toplinske energije iz zgrada, procesnih postrojenja i slično, toplovodnih ili parovodnih cijevnih instalacija i elemenata (podzemnih i nadzemnih), kontrolirati požare. Pojava zagrijavanja u mnogim slučajevima ukazuje na greške. Termografskim se uređajima vrlo dobro mogu pratiti stanja izolacije, mreže cjevovoda u procesnoj industriji, vrelovoda u toplinarstvu pri distribuciji tople vode i pare, kontrolirati izmjenjivače topline i kotlove, kvalitetu obloga peći.

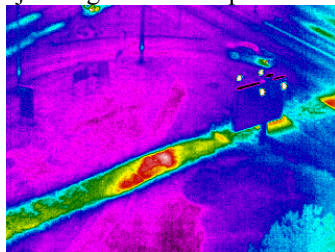
Pri kontroli podzemnih instalacija mreže vrelovodnih cijevi (raznih presjeka) u gradskoj distribuciji od toplane do toplinskih stanica u stambenim objektima, IC termografija zauzima sve značajniju ulogu. Uz pomoć IC kamere moguće je pratiti podzemnu instalaciju cijevi i na osnovu računalne IC analize, te usporedbe sa izvedbenom tehničkom dokumentacijom, vrlo precizno odrediti mjesto defekta - propusta, odnosno mjesto otvaranja (podzemne vrelovodne instalacije nalaze se na dubini od 0.80m i do više od 2.00m). Ponekad dokumentacija nije potrebna jer je puknuće cijevi toliko da se nepravilno grije veća površina iznad defekta. Važno je pri ovakvom praćenju paziti na "vanjske utjecaje" koji mogu toliko "iskriviti" IC sliku da dovedu do krivih rezultata interpretacije (npr. utjecaj sunčevih zraka na mjerenu površinu, prije parkiranja vozila na trasi prolaza cijevi vidljivo je više sati, drveće uz trasu, okolne kanalizacijske cijevi i propusti kanalizacije, refleksije ulične rasvjete, vlažnost površine, utjecaj vjetrova i dr.). Zato pri završnoj analizi IC zapisa i pri kreiranju protokola za toplinske podzemne mreže snimane u raznim godišnjim dobima, danju ili noću, o "vanjskim utjecajima" i njihovoj emisiji treba posebno voditi računa. Ponekad je potrebno koristiti i druge metode dijagnostike, npr. prislusni uređaj poznat i pod nazivom „echo-sonder“, i usporediti dobivene rezultate. Naravno zbog hitnosti takovih intervencija neophodno je dobro poznavanje svih mogućih metoda, a posebno IC tehnike.

Kako je ovo nova metoda praćenja stanja vrelovodnih podzemnih instalacija neophodno je snimiti "početno stanje" za kontinuirano praćenje i uredno ažurirati svaku promjenu (zahvat pri otklonu kvara). Tako se mogu registrirati podaci o kvaliteti izolacije, pa čak i definirati gubici. Samo praćenje moguće je organizirati na više načina. Za napomenu je da se najbolji rezultati postižu snimanjem iz zraka!

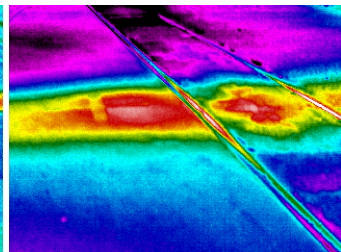
Nekoliko primjera IC termografijom registriranih nepravilnosti:



Propust magistralnog podzemnog Vrelovoda



Pogled iz helikoptera na propust magistralnog vrelovoda



Propust instalacije ispod tram. tračnica

4.3. IC termografija u zgradarstvu

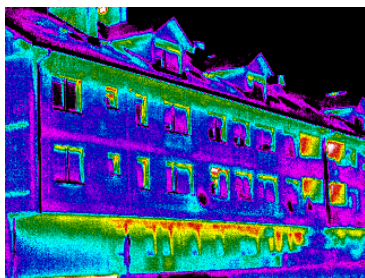
IC mjerenjem fasadne izolacije zgrade dolazi se do podataka o kvaliteti toplinske izolacije, a time i do spoznaje o uštedi energije. Mjeri se postojanje "toplih mjesta", mjesta rasipanja energije. Kod mjerenja propusta krovne izolacije traže se područja vlaženja. Ovdje pak treba paziti pri izdavanju završne analize jer se propusti javljaju na jednome mjestu, a stvarno "curenje" se događa sasvim na drugome mjestu. Zato je obvezna tehnička dokumentacija objekta za ispravno tumačenje snimljenog, ili pak veliko iskustvo termografista.

Infracrvena termografija je dakle izuzetno korisna metoda za vizualizaciju toplinskih gubitaka kroz elemente konstrukcije kod istraživanja i unapređivanja energetske efikasnosti zgrada. Pomoću termografskih snimaka elemenata građevne konstrukcije moguće je u njima, neagresivnom metodom prepoznati nedostatke vezane uz toplinske karakteristike. Sposobnost termografskog uređaja (IC kamere) da brzo i efikasno registrira male razlike temperature čine ga pogodnim za određivanje diskontinuiteta temperaturne razdiobe na površini građevinske opne. Termografskim snimanjem zgrada, te kasnijom stručnom interpretacijom moguće je locirati nedostatke konstrukcije i usmjeriti zahvate na rekonstrukciji prema optimalnom poboljšanju energetske efikasnosti sustava zgrade.

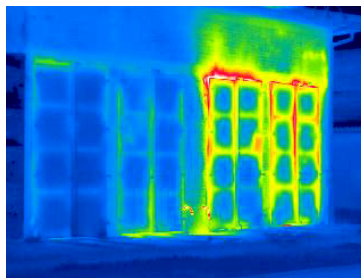
Od 01. listopada 2007. u Republici Hrvatskoj stupio je na snagu «*Zakon o prostornom uređenju i gradnji*» koji prihvaća IC termografska mjerenja u građevinarstvu kao metodu pri analizi energetske učinkovitosti objekata (pronalaženje toplinskih mostova ovojnice objekta, propusta pri izolaciji objekta), a kao mjerna metoda bez razaranja omogućuje i pronalaženje mjesta propustnosti hidroizolacije i vlaženja u prostor. Pri održavanju i korištenju objekata ukazuje se na mjesta nepravilnosti, propusta ili puknuća položenih instalacija: podnih, zidnih, stropnih !

A od 31. ožujka ove godine, u svrhu energetske učinkovitosti objekata, Republika Hrvatska počela je sa primjenom regulative o energetske certifikaciji zgrada i izdavanju energetskih iskaznica u zgradarstvu za sve javne objekte površine veće od 1000 m², te za sve objekte koji su predmet prodaje, najma ili leasinga. IC termografija uključena je kao metoda u energetske preglede !

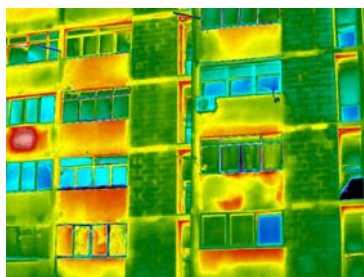
Nekoliko primjera IC termografijom registriranih nepravilnosti u zgradarstvu



Loša izvedba izolacije, dolazi do kondenzacije i vlaženja



Loša izolacija vrata, veliki gubici toplinske energije



Nema izolacije pročeljih površina, veliki gubici topline



Kameni svod oko prozora ukazuje na nekadašnji kolni ulaz (pročelje kompletno uređeno i restaurirano – zgrada Općine Varaždin, ali se zbog različitih materijala IC nazire ugrađeni nekoliko stotina godina stari kamen)

4.4. IC termografija za detekciju propusnosti plina i plinskih instalacija

Primjenom najnovije tehnologije za detekciju propusnosti plina i plinskih instalacija, kako nadzemnih tako i podzemnih, moguća je detekcija više vrsta plinova, što ovisi o ugrađenom IC detektoru u samu kameru i o njegovoj selektivnoj karakteristici u IC području elektromagnetskih valova. Ta tehnološka novost zove se GasFindIR kamera i dolazi od prvog svjetskog proizvođača IC uređaja firme FLIR.

5. ZAKLJUČAK

Često je teško procijeniti velike gubitke nastale oštećenjem uređaja i postrojenja u radu, npr. zbog prekida el. energije ili pregrijavanja motora u procesu proizvodnje, velike gubitke toplinske energije zbog npr. nepoznatog propusta podzemne vrelovodne instalacije ili pak zbog loše izvedene toplinske izolacije u zgradarstvu, odnosno njenog propusta. Također je prilično teško kvantitativno izmjeriti dobitke od pravovremenog programa preventivnog održavanja. No kada se predaju tehnički izvještaji o neplaniranom prekidu procesa proizvodnje, mimo planiranog i kalkuliranog redovnog održavanja, dolazi se do velikih iznosa.

Poznato je da broj kvarova, pogotovo u procesnoj industriji, predstavlja jako velike troškove pa su i uštede koje se postižu uvođenjem i primjenom IC termografije izuzetno velike. Uz redovitu i svakako ispravnu primjenu pri održavanju, IC termografija maksimalno će se zaštititi uređaje i njihovu ispravnost, otkriti finese potencijalnih kvarova i uvijek omogućiti popravak u najpovoljnijem trenutku za korisnika.

Sigurno je da će se redovitim uvođenjem i primjenom IC termografije pojavljivati i sve više aplikacija i mogućnosti njene primjene kao bezkontaktna mjerne metode i metode ispitivanja bez razaranja, a uvođenjem tkzv. “ciklusa održavanja” IC praćenjem stanja opreme, koje se može prilagoditi gotovo svakoj industrijskoj sredini, ostvarit će se povratna veza između održavanja i planiranja tog održavanja koja je nužna u stvaranju učinkovitog sustava održavanja postrojenja. No treba znati da će se paralelno sa uvođenjem IC termografije u sustav redovnog održavanja pojaviti potreba za školovanim termografskim kadrom i da je neophodna kvalitetna organizacija i pristup toj izobrazbi prema važećim i propisanim pravilima i normama.

U Republici Hrvatskoj osnovana je 2005. g. Udruga za infracrvenu termografiju (HUICT) koja je 2008. g. primljena u punopravno članstvo EU nacionalnih udruga i koja vodi evidenciju ovlaštenja termografista i sudjeluje u provedbi školovanja na međunarodnoj razini, osnovanom pri Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Korištena dokumentacija i IC slike KOSTELGRAD-a.

Fotografije kamere od firme FLIR Systems.

Objavljeno i na internet stranicama:

<http://www.kostelgrad.hr>

<http://www.huict.hr>