KONTROLA ELEKTRICKÝCH INŠTALÁCIÍ POMOCOU TERMOVÍZIE

Ing. Marián Brúsil, Ing. Miroslava Bočkayová, Ing. Michal Sahuľ, ZTS Elektronika SKS s.r.o.

Problematika termovízie je v súčasnosti pomerne lukratívnou témou v relatívne širokom spektre vedných oblastí. Tak, ako sa stáva nevyhnutnou súčasťou priemyslu, úspešne preukazuje svoj nemalý význam i v oblasti stavebníctva – elektrických inštalácií. Princípy hodnotenia vlastností a kvality elektrických inštalácií/zariadení v stavebných objektoch na základe teploty sa ukázali efektívne a hlavne jednoduché a to ich v elektrotechnickej oblasti/kontrolnej činnosti zaradilo do úlohy z hľadiska každodenného používania, čím dochádza už v zárodku k eliminácii škôd/poškodení/chýb, ktoré by mohli vzniknúť na majetku, alebo spôsobiť zásah elektrickým prúdom.

Úvod

Prechodom elektrického prúdu vodičom, ktorý je predstavuje elektrický odpor vzniká tzv. „**Joulovo teplo**“, ktoré je charakterizované, ako prirodzená súčasť procesu distribúcie elektrickej energie od zdroja k spotrebiču. Vzniknuté teplo možné účelovo využívať v **tepelných spotrebičoch**, alebo môže byť vnímané ako **nežiaduci jav**. Ten môže spôsobovať problémy v dôsledku nadmerného zahrievania jednak v podobe strát, ale aj vážnych škôd na elektrických inštaláciách/elektrických zariadeniach a pod.

Miera vznikajúceho tepla v elektrickom vodiči (ako súčasti elektrickej inštalácie) je priamo definovaná (okrem ďalších vplyvov) najmä:

- elektrickým prúdom
- prechodovým odporom

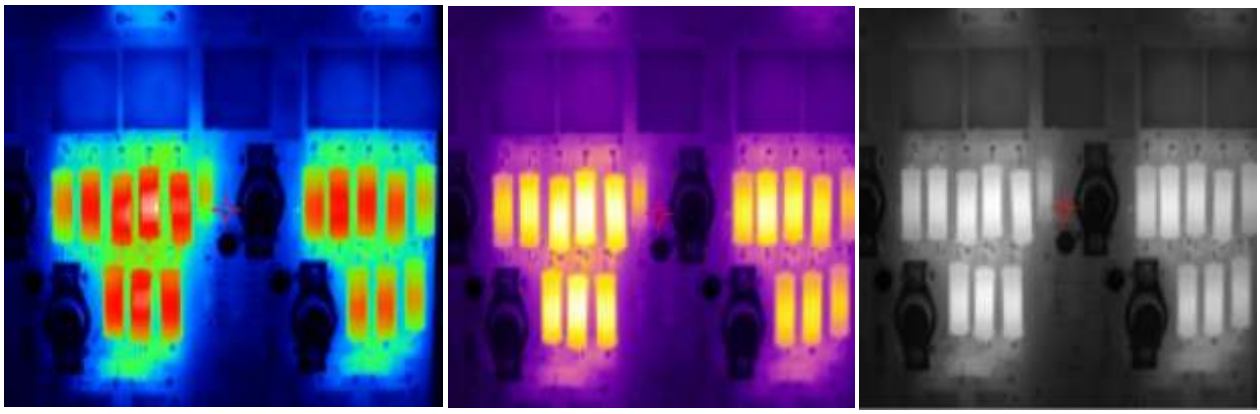
Elektrické inštalácie sa vyznačujú veľkým množstvom inštalačných spojov, ktoré v dôsledku prechodových odporov výrazne ovplyvňujú ich zahrievanie. Možno teda konštatovať, že odhalením neprimerane zahriatych častí elektrických obvodov je možné lokalizovať príčiny vzniku závad, a tým predísť nemalým škodám na konkrétnych elektrických inštaláciách/zariadeniach, ale aj na majetku všeobecne. Termovízne meranie predstavuje bezkontaktný spôsob merania teploty, dá sa reálne považovať za jednu z najefektívnejších metód lokalizovania možných porúch počas plnej prevádzky, či s jej minimálnym obmedzením.

Obr. 1 Kontrola elektrickej inštalácii v rozvodnej skrini pomocou termovíznej kamery

1. Základné termíny a definície

- **Termovízia** – je považovaná za vedný odbor, ktorý sa zaoberá analýzou rozloženia teplotného poľa na povrchu telesa. Ide o analýzu prirodzene vyžarovanej (emitovanej) miery infračervenej energie telesom a jej následné zatriedenie do zadefinovanej teplotnej škály.
- **Termogram** –termovízny snímok, vykonaný termovíznou kamerou, ktorý priraďuje stupne teploty (na základe voľným okom neviditeľného IR žiarenia) k palete farieb.
- **Teplotné žiarenie** – (emisivita) všetky látky ľubovoľného skupenstva vydávajú elektromagnetické žiarenie, ktoré je spôsobené termickým pohybom ich nabitých častíc. Toto žiarenie sa nazýva teplotné žiarenie. Pri teplotách menších ako 530 °C telesá vyžarujú iba v infračervenej oblasti a ich žiarenie nie je viditeľné. Pri teplotách nad 530 °C sa v spektre objavujú i viditeľné vlnové dĺžky a s rastúcou teplotou rastie intenzita tohto žiarenia a teleso žiari na stále kratších vlnových dĺžkach.
- **IR Žiarivý tok** - Energiu, ktorú povrch telesa vyžiari do priestoru za jednotku času, nazývame žiarivý tok Φ a meria sa vo wattoch. Žiarivý tok samozrejme závisí na veľkosti povrchu telesa, a preto zavádzame veličinu **intenzita vyžarovania** *H,* ktorá je definovaná ako žiarivý tok Φ z plochy *S*, vydelený touto plochu:

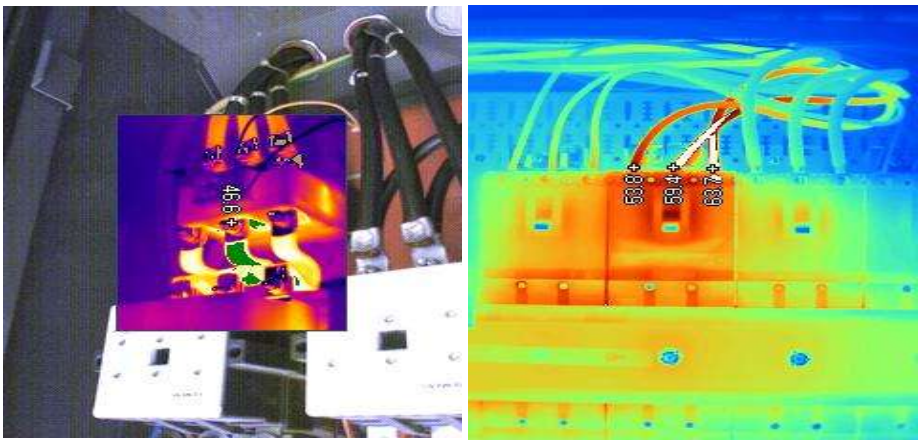
$$H = \frac{\Phi}{S} \quad W.m^{-2}$$



Obr. 2 Znázornenie tepelnej intenzity elektrických zariadení/prvkov pomocou termovíznej kamery

2. Význam a využitie termovíznych meraní v elektrotechnickej praxi.

Termovízia patrí medzi technicky najefektívnejšie metódy diagnostiky prevádzkových, či poruchových stavov, ktoré sa presadzujú takmer vo všetkých odvetviach priemyslu, stavebníctve a pod. V energetike/elektrotechnike je termovízia hromadne využívaná za účelom pravidelnej kontroly a vykonávaní prediktívnej údržby. Monitorovanie prevádzkových stavov elektrických zariadení má nielen bezpečnostný význam, ale aj ekonomický efekt, nakoľko z poznatkov kontroly a vyhodnotenia nameraných údajov (poruchový inštalačný spoj) je možné predpokladať poruchový stav zariadenia, či výpadok elektrickej energie aj na niekoľko hodín. Termovízne meranie môže využívať ako nástroj elektrických kontrol elektrotechnik, revízny technik, pracovník v údržbe, požiarny technik, bezpečnostný technik a pod. Prevádzkovateľ ju využíva, ako prostriedok na identifikovanie a hľadanie chybných problémových oblastí v jednotlivých častiach inštalácií, VN/NN rozvodní, transformátorových staníc, či v samotnom prenose a distribúcii elektrickej energie od výrobcu k odberateľovi.



Obr. 3 Znázornenie chybných častí/prvkov el. inštalácie pomocou termovíznej kamery

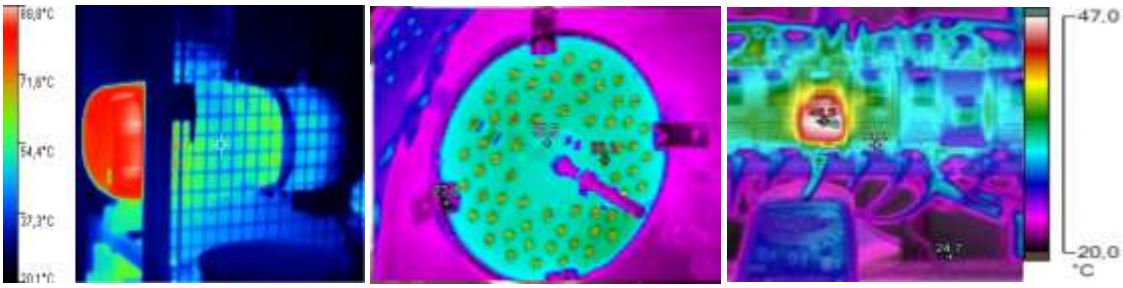
Hlavnou prednosťou tejto diagnostiky je to, že sa kontrola uskutočňuje počas normálnej prevádzky bez zásahu do elektrickej inštalácie/elektrického zariadenia, nakoľko je meranie bezkontaktné a nedeštruktívne. Počas periodických kontrol sú prípadné chyby objavené už v počiatočnom štádiu, čo má značný vplyv na ekonomiku prevádzky. Meraním, postupným sledovaním a porovnávaním s archivovanými hodnotami možno rozhodnúť o kvalite sledovaného elektrického zariadenia/spoja. Z uvedeného vyplýva, že termovízna kamera je neodmysliteľným pomocníkom pri periodických kontrolách odborných prehliadok a odborných skúšok elektrických inštalácií/elektrických zariadení. Špičkové technické vybavenie umožňuje informovať prevádzkovateľa/vlastníka/majiteľa priamo na mieste o zistenej poruche, jej závažnosti, čo vlastníkovi umožní okamžité vykonanie nápravných opatrení v záujme bezpečnosti, ochrany zdravia a majetku.

Ako najrozšírenejšie oblasti využívania termovízie v elektrotechnike je možné uviesť:

A. Kontrola požiarnej bezpečnosti

Štatistické údaje z roku 2011 poukazujú na to, že viac ako 20% požiarov v nedomových priestoroch vzniklo v dôsledku poruchových elektroinštalácií . Najčastejšími príčinami zistených porúch inštalácií boli slabo utiahnuté spoje, poškodená izolácia a pod. Je viac, než isté, že v prípade včasného diagnostikovania možných zdrojov porúch, by sa mnohým nešťastiam predišlo.

Kontrola, zber údajov a vyhodnocovanie súčastí elektroinštalácií ako sú napr.



a) elektromotory b) svetelné systémy c) rozvádzače

B. Termodiagnostika pri údržbe v priemysle

<u>Hlásenie zistených chýb</u>

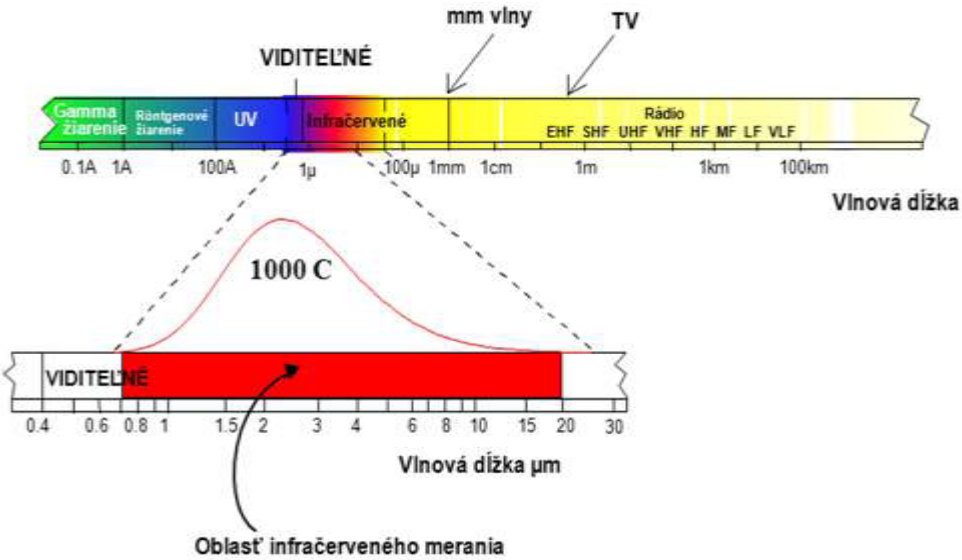
- prehliadky, hlásenia, dohľad;
- počas prehliadky sú zhotovené len IR zábery tepelných anomálií a zaznamenané doplnkové informácie;
- príprava správy o anomáliách, kategorizácia opráv a kontrol je pripravená následne.

Periodická kontrola

- počas prvej obhliadky sú zhotovené IČ zábery a poznačené informácie súvisiace zo zariadením a uložené;
- následné kontroly sú vykonané či už na opravených alebo neopravených zariadeniach sledujúc trend.

3. Predpoklady validných (platných/nameraných) výsledkov termovíznych meraní

Termovízne systémy dostupné v súčasnosti, bežne umožňujú zobrazenie teplotných polí na povrchu meraného objektu v rozsahu teplôt –20 až +2 000 °C, s citlivosťou vyššou ako je 0,1 °C pri teplote meraného objektu +35 °C. Skutočný reálny obraz snímaných objektov môže byť priamo vizuálne sledovaný, zaznamenávaný, prípadne prenášaný na miesto spracovania. Aby bol termovízny systém schopný zobraziť teplotné pole, musí obsahovať rôzne špeciálne komponenty a časti. Tieto systémy pracujú v tzv. infračervenej oblasti elektromagnetického spektra, ktoré je dané vlnovými dĺžkami 0,8 až 1 000 µm (1 mm). Väčšina termovíznych systémov pracuje v krátkovlnovom pásme, ktoré je dané vlnovými dĺžkami 2 až 5,6 µm, a v dlhovlnovom pásme 8 až 14 µm. Možno povedať, že každé toto pásmo je svojím spôsobom špecifické, a preto i používaná technika sa odlišuje predovšetkým použitým modulom optiky a detektora.

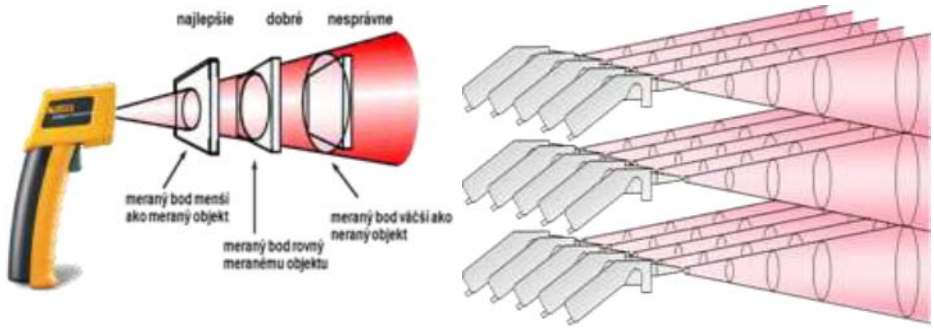


Obr. 4 Zobrazenie pracovných oblastí termovíznych kamier/vlnových dĺžok

Pre správnu interpretáciu výsledkov meraní je nevyhnutné zohľadniť niekoľko faktorov.

Validitu, resp. ***platnosť výsledkov*** podmieňuje najmä:

- **meranie s korektným IR meradlom;**
  prvým predpokladom dodržania tejto podmienky je ***platná kalibrácia***
- **voľba správneho typu meradla (termokamery/IR teplomera);**



Termogramy môžu byť v IR zobrazení (rádiometrickom) alebo reálnom zobrazení. Základom pre správnu interpretáciu jednotlivých teplotných bodov vyjadrujúcich povrch telesa, je množstvo zaznamenaného IR žiarivého toku v jednotlivých bodoch snímky.

Dá sa teda povedať, že faktory, ktoré treba pri meraní zohľadniť sú:

- emisivita meraného objektu
- vzdialenosť, poloha a zaostrenie meraného objektu
- správny výrez snímky zachycujúci teplotný rozdiel materiálov na snímke
- rozpätie maximálnej a minimálnej teploty na snímke

V plnohodnotnom IR zobrazení je možné dodatočne merať teplotu zvolených bodov dodatočne aj po jeho uložení.

4. Emisivita meraného objektu

Aby sa správne zmerala teplota povrchu rôznych materiálov, je potrebné použiť vhodné IR zariadenie a vhodne nastaviť emisivitu. Hodnoty emisivity závisia na skutočnom povrchu materiálu a podmienkach pri ktorých sa vykonáva meranie.

Tab. 1 Hodnoty emisivity niektorých materiálov – spracované podľa firemnej literatúry výrobcu IR teplomerov a termovíznych kamier FLUKE.

Hliník lesklý, vyhladený	0,05
Hliník s nerovným povrchom	0,07
Azbestová doska	0,96
Azbestový papier	0,94
Mosadz matná	0,22
Mosadz lesklá	0,03
Tehla	0,85
Bronz nerovný, porézny	0,55
Bronz lesklý	0,10
Čistý uhlík	0,80
Liatina nerovná, hrubá	0,81
Liatina lesklá	0,21
Drevené uhlie	0,96
Chróm	0,10
Vypálená hlina	0,91
Betón	0,54
Meď lesklá	0,01
*Smalt – email	0,90
Umakart	0,93
Zmrznutá pôda	0,93
Sklo	0,92
Nepriehľadné sklo	0,96
Zlato lesklé	0,02
Voda	0,98

Ľad	0,97
Železo valcované za tepla	0,77
Oceľový plech	0,23
Železo lesklé leptané	0,16
Glazúra, lak čierny	0,97
Glazúra, lak biely	0,87
Olovo šedé	0,28
Čistá ortuť	0,10
Liatina niklu	0,05
Čistý nikel	0,05
Papier čierny lesklý	0,90
Papier čierny matný	0,94
Papier biely	0,90
Čistá platina	0,08
Glazúrovaný porcelán	0,92
Kryštál	0,93
Guma	0,93
Sneh	0,80
Oceľ pozinkovaná	0,28
Oceľ zhrdzavená	0,88
Dechtová lepenka	0,92
Leštený cín	0,05
Volfrám	0,05
Zinkový povrch	0,20

LITERATÚRA

[1] Gustavsson R.: Thermography a practical approach. NORBO KraftTeknik. 2010. ISBN 978-91-974844-4-2.
[2] Firemná dokumentácia a katalógy firmy FLUKE.