



APLIKÁCIA TERMODIAGNOSTIKY V PODNIKOVÝCH PROCESOCH

THE APPLICATION OF THERMO DIAGNOSTICS IN BUSINESS PROCESSES

Ľudmila DULEBOVÁ – Ján VARGA

Abstract

The article presents the possibility of applying thermography systems to detect failures in practice and workflow designed for measurement using a thermal camera in accordance with the requirements of quality management system.

Key words

Quality, quality management, thermography, measurement, business processes

Úvod

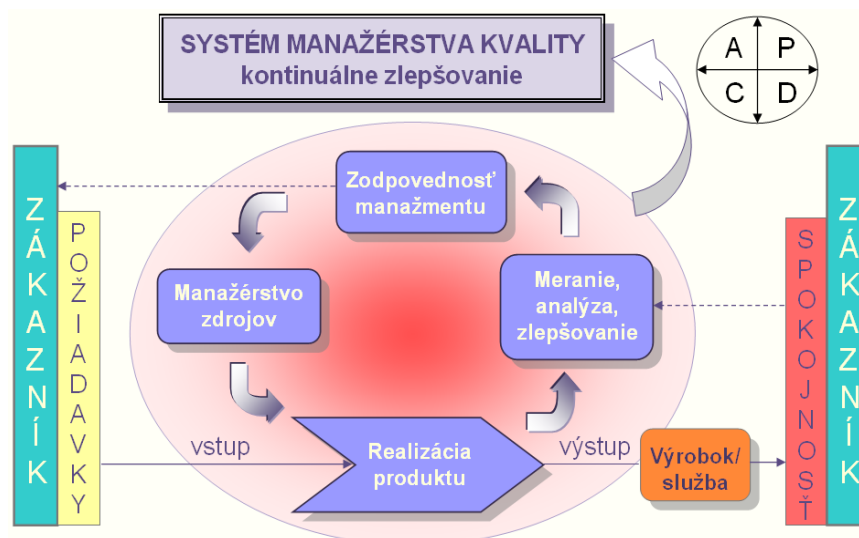
Slovenské podniky sa v rámci EÚ stávajú článkami nadpodnikových hodnototvorných reťazcov, ktoré medzi sebou súperia na globálnych trhoch o priazeň zákazníkov. Ako súčasť výrobných reťazcov aj sami prispievajú k ich konkurencieschopnosti. Hodnotu pre svojich zákazníkov vytvára podnik prostredníctvom svojich procesov. Preto je potrebné riadeniu procesov a ich výkonnosti venovať čoraz väčšiu pozornosť. Podniky si to uvedomujú a prechádzajú od riadenia činností k riadeniu procesov.

Rastúca konkurencia núti spoločnosti zaoberať sa čoraz viac kvalitou poskytovaných služieb a výrobkov. Na dosahovanie požadovaných výsledkov je potrebné v spoločnosti zaviesť systém riadenia, ktorý zabezpečí neustále zlepšovanie všetkých procesov v organizácii. Prijatie systému manažérstva kvality musí byť strategickým rozhodnutím organizácie. Súčasťou zavedenia systému manažérstva kvality je vypracovanie dokumentácie riadenia kvality, v rámci ktorej musia byť popísané jednotlivé procesy v organizácii.

Model systému manažérstva kvality na obr. 1 vychádza z procesného prístupu a znázorňuje väzby medzi jednotlivými procesmi. Zahŕňa všetky požiadavky medzinárodnej normy ISO 9001, neznázorňuje však procesy podrobnejšie. Významnú úlohu pri definovaní požiadaviek ako vstupov má zákazník.

V poslednej dobe sa čoraz častejšie stretávame s pojmom kvalita. Kvalita sa stala neodmysliteľnou súčasťou predajnosti každého výrobku či služby a je jedným zo základných prvkov konkurenčnej schopnosti podniku. Nejedná sa len o kvalitu výrobkov, ale aj kvalitu poskytovaných služieb. Pri narastajúcej konkurencii je pre každú spoločnosť dôležité ponúkať také výrobky a služby, ktoré spĺňajú požiadavky zákazníkov.

Pri plánovaní realizácie hmotného konečného produktu si organizácia určí výrobné procesy, verifikáciu, validáciu, sledovanie, kontrolu ako aj kritéria prijatia a záznamy nevyhnutné na poskytovanie dôkazov, že procesy realizácie a výsledný hmotný konečný produkt spĺňajú požiadavky a na to slúžia v podniku normy radu ISO 9001.



Obr.1 Model systému manažérstva kvality založený na procesnom princípe

Termodiagnostika je zaradená do odboru technickej diagnostiky, je to pomerne mladá disciplína, ktorá si začína nachádzať uplatnenie v podnikových procesoch rôznych oblastí hospodárstva. Cieľom príspevku je priblížiť postup pre meranie termovíznou kamerou v súlade s požiadavkami systému manažérstva kvality v podniku.

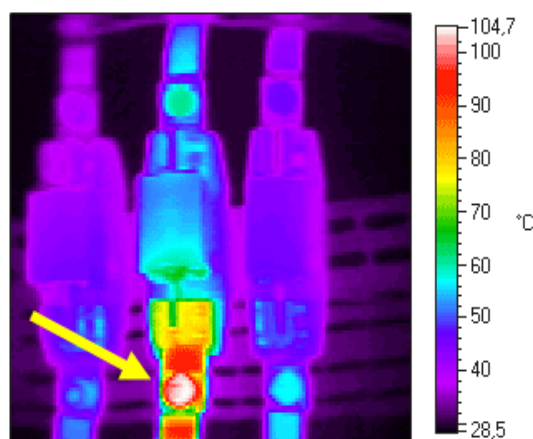
1. Termovízia ako nedeštruktívna metóda technickej diagnostiky

Termovízia umožňuje sledovanie rozloženia teplotných polí na povrchoch telies v infračervenej oblasti spektra, ktoré je pre ľudské oko neviditeľné pomocou termovíznych kamier. Pomocou rozloženia teplôt je možné určiť miesta tepelných únikov, ale aj odhaliť mechanické poškodenia. Skorým odhalením je možné odstránenie poruchy bez zvýšených nákladov, ktoré môžu vzniknúť havarijným stavom systémov.

Termovízia má široké spektrum využitia, najčastejšie je využívaná v stavebníctve na kontrolu tepelnej izolácie a v priemysle na kontrolu rôznych zariadení. Termovízne kamery sa využívajú aj v medicíne, na vedecké a výskumné účely, pri hľadaní nezvestných, pri hasení požiarov, na detekciu úniku plynu a pod. Príklady využitia termovízie sú napr. v energetike (obr.2), teplovodných a parovodných systémoch (obr.3), v stavebníctve (obr. 4).



a)

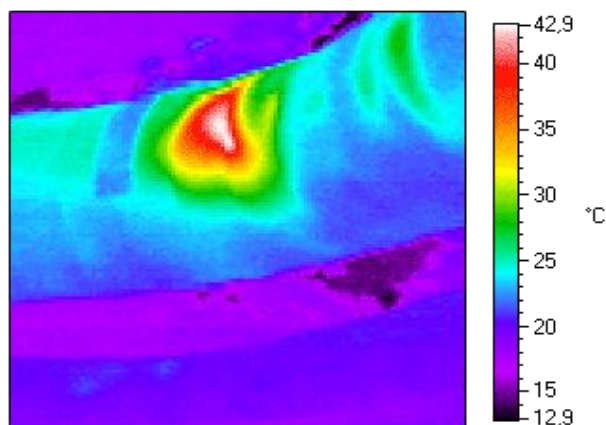


b)

Obr. 2 Elektrický rozvádzač a) reálny obraz, b) termogram

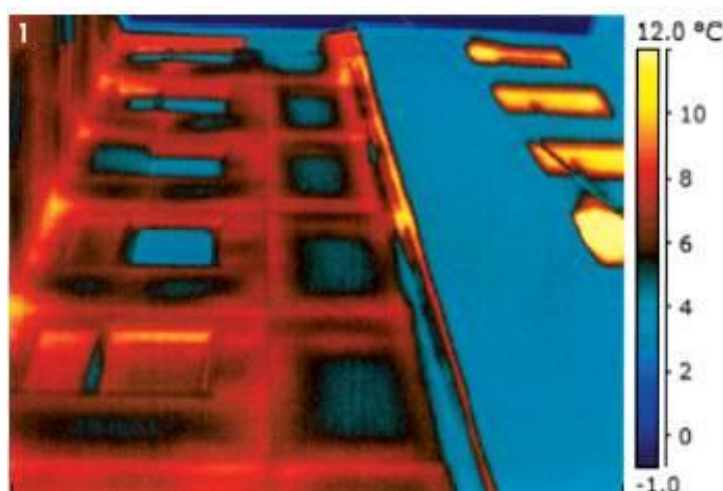


a)



b)

Obr.3 Teplovodné potrubie
a) reálny obraz, b) termogram



Obr. 4 Termogram bytového domu, neizolovaná a izolovaná časť (vpravo)

Pre zabezpečenie kvality merania je nevyhnutnou požiadavkou odborná spôsobilosť osôb vykonávajúcich meranie. Odborné zaškolenie ponúka viacero spoločností zaoberajúcich sa predajom termovíznych kamier. Po absolvovaní odbornej prípravy na požadovanej úrovni je možné získať certifikát odbornej spôsobilosti.

2. Pracovný postup pre termovízne meranie s použitím termovíznej kamery

Výsledky takého merania je možné použiť:

- pri odhaľovaní poškodenia mechanických, elektrických zariadení,
- na sledovanie priebehu teploty, zaťaženia, opotrebenia a vzniku poruchy,
- pri monitorovaní vzniku a typu poruchy,
- pri kontrole poškodených častí.



2.1 Princíp metódy merania

Termografická skúška zahŕňa:

- určenie rozloženia povrchovej teploty na povrchu z rozloženia zdanlivej sálavej teploty pomocou snímacieho zariadenia infračerveného žiarenia,
- zistenie, či je toto rozloženie povrchovej teploty netypické (veľké teplotné rozdiely na povrchu),
- prípadné posúdenie typu a rozsahu porúch.

Na určenie, či zistené odchýlky sú netypické, získané termogramy sa porovnávajú s predpokladaným rozložením teploty povrchu. Predpokladané rozloženie je možné určiť pomocou referenčných termogramov, výpočtov, technickej dokumentácie a pod.

Požiadavky na snímacie zariadenie:

- snímač infračerveného žiarenia pracujúci pri vlnovej dĺžke od 2 do 12 μm , ktorý sníma zdanlivú sálavú teplotu s dostatočnou rozlišovacou schopnosťou - minimálny rozlíšiteľný teplotný rozdiel 0,3 $^{\circ}\text{C}$ pri povrchovej teplote 20 $^{\circ}\text{C}$,
- zariadenie, ktoré zviditeľňuje a zobrazuje formou tepelného obrazu zdanlivú sálavú teplotu skúšobného povrchu,
- zariadenie, ktoré umožňuje zaznamenať tepelný obraz a súčasne aj namerané digitálne údaje,
- prostriedky na zabezpečenie ustálenej teploty na skúšanom povrchu.

Termovízna kamera (IR kamera) predstavuje špecializované zariadenie, prostredníctvom ktorého možno sledovať rozloženie teploty v sledovanom obraze. Obyčajne má tvar bežnej kamery a pomocou nej je možné názorne sledovať rozloženie tepelného toku daného objektu. V termovíznej kamere je čip citlivý na teplo, na ktorom je integrovaných veľké množstvo (v závislosti od rozlíšenia) „teplomero“v. Údaj z každého z nich sa v podobe farby zobrazí na displeji. Sprostredkovaný termovízny obraz má tak tvar mapy scény so zobrazenou teplotou. Čím je farba sprostredkovaného obrazu teplejšia, tým vyššia teplota je v sledovanom obraze.

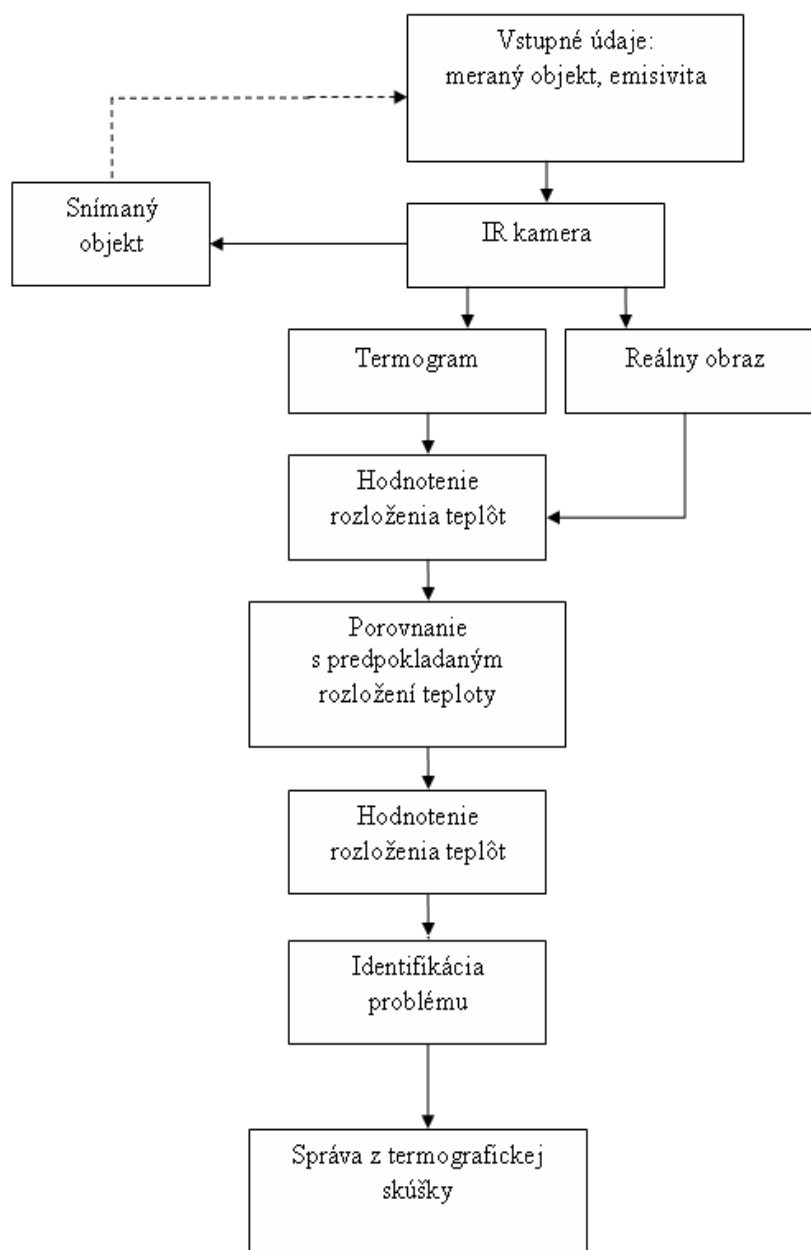
Na rozdiel od skôr používaných infrateplomero“v – pyrometrov, pomocou ktorých sa meria teplota jedného zvoleného miesta, termografia dáva informáciu o teplote v usporiadanej oblasti bodov. Termokamera opticko-mechanickým systémom sústreďuje žiarenie na polovodičový detektor, ktorý mení žiarenie na elektrický signál.

Moderné IR kamery používajú na označenie miesta merania laserové zameranie. Taktiež umožňujú meranie IR obrazov ako aj skutočného obrazu pomocou fotoaparátu. Na zobrazenie používajú LCD displej s rôznymi veľkosťami podľa typu IR kamery. Výrobcovia ponúkajú množstvo funkcií umožňujúcich dokonalé zobrazenie a profesionálnu analýzu. Model merania IR kamerou je na obr. 5.

Na vyhotovenie termogramu podľa pracovného postupu na obr. 5 sa použije napr. IR kamera typu Testo 880-3, výrobcu Testo AG, Nemecko s príslušenstvom (obr.6) a to - expertná infrakamera pre celkovú analýzu a dokumentáciu reálnych obrazov, elektrických systémov a strojov, IR softvér, USB kábel, Li-on batéria, ochrana optiky, teleobjektív, SD - karta a slnečný kryt.



Obr. 6 Termovízna kamera Testo 880-3 s príslušenstvom



Obr. 5 Model merania IR kamerou



Vyhodnotenie termogramov pozostáva z porovnania predpokladaného a skutočného rozloženia teplôt na povrchu meraného objektu. Nepravidelnosti v rozložení teplôt a výrazné teplotné rozdiely sa vyznačia na termograme a uvedie sa predpokladaná príčina ich vzniku.

2.2 Plánovanie a príprava merania

V rámci plánovania a prípravy merania je potrebné v spolupráci so zákazníkom konkretizovať podmienky merania, určiť rozsah merania a stanoviť termín merania. Súčasťou prípravy merania je získanie technických informácií o snímaných objektoch. Pre meranie vo vonkajších podmienkach je potrebné zohľadniť klimatické a poveternostné podmienky, pri nevhodných podmienkach nie je možné meranie uskutočniť.

2.3 Postup merania

V príslušnom formulári z merania sa vyplnia údaje o čase, dátume, mieste vykonávania skúšky, identifikačné údaje zákazníka spolu s adresou, stručný popis meraného zariadenia a meno osoby vykonávajúcej skúšky. Zaznamená a zapíše sa teplota okolia.

IR kamera sa nastaví podľa pokynov na používanie uvedených v návode. Citlivosť, rozsah a otvor sa musia nastaviť tak, aby pokryli rozsah teploty skúmaného povrchu.

Podľa materiálu povrchu sa určí hodnota emisivity a táto hodnota sa nastaví aj na IR kamere. Pre objekty s neznámou alebo nízkou emisivitou (hlavne kovové materiály s vysokým leskom) sa použije špeciálna farba ThermoSpray 800, ktorá je určená pre úpravu povrchu meraného objektu pred bezkontaktným meraním teploty termovíznou kamerou.

Pred samotným meraním je potrebné vykonať predbežné merania na zamedzenie vplyvu sálania odrazeného od iného ako skúmaného povrchu. Tieto merania je vhodné vykonať z viacerých rozličných miest, pretože odraz sa so zmenou polohy mení.

Až po vykonaní predbežných meraní je možné vykonať samotné meranie. Po zhotovení termogramu sa vyhotoví z rovnakého miesta aj reálna fotografia meraného objektu. Tieto snímky sa uložia na záznamové zariadenie a pomocou prenosového kábla sa údaje prenese do prenosného počítača, kde sa uložia do adresára vytvoreného pre daný meraný objekt.

2.4 Vyhodnotenie termogramov

Vyhodnotenie termogramov pozostáva z porovnania predpokladaného a skutočného rozloženia teplôt na povrchu meraného objektu. Nepravidelnosti v rozložení teplôt a výrazné teplotné rozdiely sa vyznačia na termograme a uvedie sa predpokladaná príčina ich vzniku.

2.5 Protokol z meraní IR kamerou

Vyhodnotenie výsledkov merania je zaznamenané v protokole zo skúšky IR kamerou. Protokol o skúške IR kamerou musí obsahovať:

- a) opis skúšky s vyhlásením, že skúška bola vykonaná s IR kamerou,
- b) meno zákazníka a úplnú adresu objektu,
- c) stručný opis objektu,
- d) typy povrchových materiálov s hodnotami emisivity,
- e) popis umiestnenia objektu spolu s popisom prostredia,
- f) popis použitej IR kamery spolu s výrobcou a výrobným číslom,
- g) dátum a čas merania,



- h) teplotu vzduchu počas merania,
- i) termogram s uvedením teplotných hladín a vyznačením miest, kde sa vyskytli poruchy,
- j) fotografiu meraného objektu,
- k) náčrt miesta s polohou IR kamery pri skúške a polohou termogramu,
- l) doplňujúce informácie, odporúčania a návrhy,
- m) dátum a podpis osoby, ktorá vyhotovila protokol.

Protokol z merania je zákazníkovi doručený v tlačenej forme. Elektronická podoba protokolu spolu termogramami je uchovávaná v počítači. Záznam z merania spolu s ostatnými podkladmi je uchovávaný v archíve.

Pri meraní je potrebné dodržiavať zásady bezpečnosti pri práci, ktoré sú určené všeobecnými pracovno-bezpečnostnými predpismi a zvláštnymi pracovno-bezpečnostnými predpismi.

Súhrn

V príspevku bolo poukázané na dôležitosť nielen samotného výkonu merania IR kamerou ako takého, ale aj všetkých ostatných činností súvisiacich s meraním. To všetko podľa systému manažérstva kvality v podnikových procesoch a to od prípravy merania v spolupráci so zákazníkom, cez prípravu na mieste merania až po dôsledné vyhodnotenie výsledkov merania. Pre dosiahnutie spokojnosti zákazníka je potrebné precízne zvládnutie všetkých spomenutých činností a iba týmto spôsobom si firma udrží konkurencieschopnosť na trhu.

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia grantového projektu VEGA č. 1/0725/08.

Kľúčové slová

kvalita, manažérstvo kvality, termovízia, meranie, podnikové procesy

Použitá literatúra

- [1] MALEGA, Peter: *Konkurencieschopný podnik – realita vs. vízia*. In: Trendy a inovatívne prístupy v podnikových procesoch : 12. medzinárodná vedecká konferencia : zborník príspevkov v elektronickej forme : Košice, december 2009. - Košice : TU, SJF, 2009. - ISBN 978-80-553-0330-7.
- [2] STN EN ISO 9001: 2000 : *Systémy manažérstva kvality : Požiadavky*.
- [3] STN EN ISO 9004: 2000: *Systémy manažérstva kvality: Návod na zlepšovanie výkonnosti*.
- [4] MARKULÍK, Štefan - NAGYOVÁ, Anna : *Systém manažérstva kvality*. Košice: SJF Technická univerzita v Košiciach, 2009. s. 79. ISBN 978-80-553-0306-2.
- [5] <http://www.termovize.com/princip-termovize/>
- [6] <http://www.etm.cz/rubriky/meraky/129-termodiagnostika-1-dil>
- [7] <http://www.etm.cz/rubriky/meraky/132-termodiagnostika-2-dil>
- [8] <http://www.termocamera.cz/termovize-a-prumysl>
- [9] http://www.testosites.de/cms/testo880/cz_CZ/index.html?sp=0



Kontaktná adresa

Ing. Ľudmila Dulebová, PhD.
TU v Košiciach, Strojnícka fakulta
Katedra technológií a materiálov
Mäsiarska 74
040 01 Košice
Tel.: 055 6023544
E- mail: Ludmila.Dulebova@tuke.sk

Ing. Ján Varga, PhD.
TU v Košiciach, Strojnícka fakulta
Katedra technológií a materiálov
Mäsiarska 74
040 01 Košice
Tel.: 055 6023519
E- mail: Jan.Varga@tuke.sk