

TEMPERATURE MEASUREMENT BY MEANS MODERN AUTOMATIZATION

MĚŘENÍ TEPLoty PROSTŘEDKY MODERNÍ AUTOMATIZACE

Křenovský R.

Department of Agriculture, Food and Environmental Engineering, Faculty of Agronomy, Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Zemědělská 1, 613 00, Brno, Czech Republic

Email: vmille@centrum.cz

ABSTRACT

This article is conversant problems temperature measurement by various methods, their use in practice, processing measured values and interpretation. Is noted several example measurement contacts end infrared method, their outputs may be number data end picture type. As a result is improving technological process, detection problems and defect.

Key words: temperature, measurement, infrared camera

ABSTRAKT

Příspěvek se zabývá problematikou měření teplot různými metodami, jejich využití v praxi, zpracováním naměřených hodnot a vyhodnocením. Je uvedeno několik příkladů měření bezkontaktní a kontaktní metodou, jejichž výstupy mohou být datové nebo obrazové. Výsledkem je zlepšování technologických procesů, odhalování problémů a závad.

Klíčová slova: teplota, měření, termokamera

ÚVOD

Teplota je jedna z nejdůležitějších termodynamických vlastností, které určují stav hmoty a objevuje se v mnoha fyzikálních zákonech. Existuje jen velmi málo vlastností látek, které by nebyly teplotně závislé. Ve své podstatě je teplota mírou kinetické energie pohybu molekul a atomů, přičemž molekuly na sebe navzájem narážejí a rychlost jejich pohybu se stále mění v čase. V pevném skupenství molekuly neuspořádaně kmitají kolem rovnovážné polohy, v tekutém skupenství je pohyb molekul neuspořádaný v celém objemu. Pokud na hmotu nepůsobí okolní prostředí, průměrná rychlost pohybu molekul je konstantní. Tato průměrná rychlost je závislá na teplotě a termodynamická teplota libovolného tělesa je přímo měrná kinetické energii molekul neboli přímo úměrná jejich hmotnosti a kvadrátu rychlosti pohybu.

Znalost teploty je nutná ve všech oblastech lidské činnosti. Jednou z prvních byl lékařský teploměr. Diagnostika ale není jen lékařská disciplína, ale také základní prostředek ke zjišťování technického stavu neživých objektů. Základem bezpečnosti, spolehlivosti v energetice, v letectví, železniční a automobilové dopravě a ve veškeré průmyslové produkci elektrospotřebičů, výpočetní a telekomunikační techniky je technická diagnostika, přičemž měření teploty patří mezi základní diagnostické veličiny. Měření a regulace teploty jsou základem pro zajištění hospodárního vytápění a současně tepelné pohody obytných a pracovních prostor.

Každý měřicí přístroj nebo měřicí systém pro měření libovolné fyzikální veličiny má stanovený rozsah teploty, v němž je zajištěna mezní hodnota nejistoty přístroje nebo nejistoty ovlivňující nejistotu měření jiných veličin.

Teplota je stavová veličina určující stav termodynamické rovnováhy tj. stav, kdy v izolované soustavě těles od okolního prostředí neprobíhají žádné makroskopické změny a všechny fyzikální veličiny, jimiž je stav soustavy popsán nezávisí na čase. Stav termodynamické rovnováhy bývá charakterizován termodynamickou teplotou, která musí být stejná pro všechny části izolované soustavy. Fyzikální veličina teplota se nesmí zaměňovat za fyzikální veličinu teplo, neboť teplo je forma energie související s pohybem částic dané soustavy těles, ale není stavovou veličinou, neboť nezávisí na přítomném stavu soustavy, ale na celé minulosti vývoje této soustavy. Teplota je jedna z mála veličin, která se nedá měřit přímo, ale pouze prostřednictvím jiných fyzikálních veličin. Měření teploty je tedy měření nepřímé.

Senzor teploty je funkční prvek tvořící vstupní blok měřicího řetězce tj. blok, který jev přímém styku s měřeným prostředím. Pojem senzor teploty je ekvivalentní pojmu snímač teploty (samostatná konstrukční součást teploměrového zařízení, která obsahuje teplotní čidlo), ale také pojmu čidlo teploty (část snímače převádějící teplotu na jinou vhodnou fyzikální veličinu). Stejně tak se jako senzor označuje detektor tepelného zařízení nebo teploměr (zařízení k měření teploty).

Dle fyzikálního principu se senzory teploty dělí na odporové, termoelektrické, polovodičové s PN přechodem, dilatační, optické, radiační, chemické, šumové, akustické, magnetické, a na další jako jsou např. kapacitní, aerodynamické.

MĚŘENÍ TEPLOTY

V laboratorních podmínkách i v praxi používáme dvě základní metody měření teploty:

- Přímé
- Nepřímé

Přímé měření využíváme v laboratorních podmínkách jak pro monitorování zkoumaných teplotních dějů tak pro kontrolu technologických linek, stávajících senzorů, jejich kalibraci a zlepšování technologických procesů. Na potravinářských linkách používáme hlaviceové odporové senzory jejichž výhodou je snadná a pevná instalace. Výstupem je proud 4-20 mA závislý na sledované teplotě, tento proud dále vyhodnocujeme moderními prvky automatizace. Jedná se zařízení určená pro sběr dat do PC které komunikují po sériové lince (RS-232, USB).

Naměřené hodnoty z jednotlivých senzorů softwarově zpracováváme, přepočítáváme a zobrazujeme na vytvořeném čelním panelu na monitoru nebo zaznamenáváme na médium. Na základě jejich vyhodnocení můžeme pomocí akčních členů ovládat technologický proces.

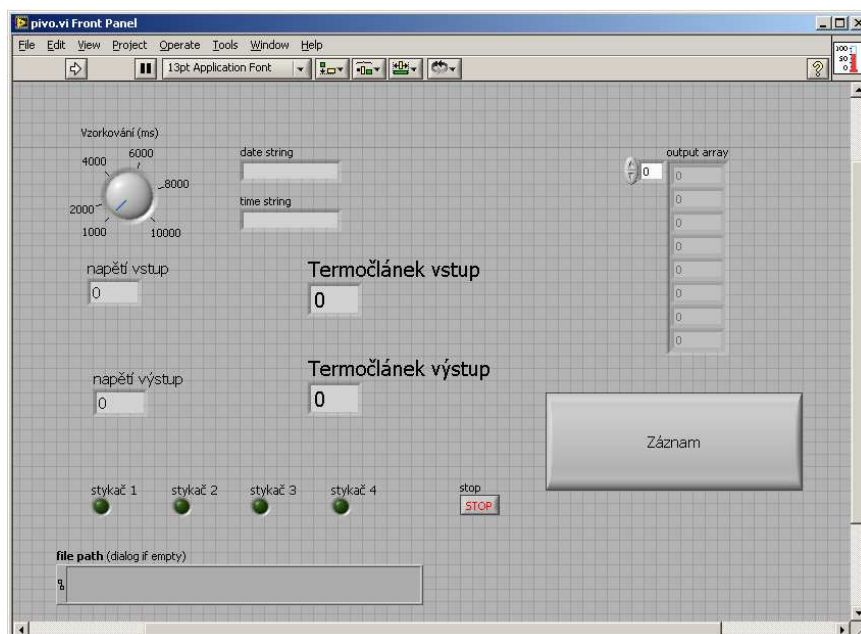
Aplikace č.1: Kontrola ohřevu a teplot varné pánve

Z důvodu potřeby dodržování teplot při technologii výroby piva vznikla aplikace která si kladla za úkol:

- Monitorování teploty sladu ve varné pánvi
- Monitorování teploty topného oleje (vstupu a výstup pánve)
- Monitorování teploty topného oleje v topeništi
- Stav akčních členu topných spirál (spínání jednotlivých stykačů)

Teplota ve varné pánvi a v topeništi byla měřena ze stávajících odporových snímačů, vstupní a výstupní teplota topného oleje byla měřena termočlánky připevněnými na potrubí, z rozvaděče byli vyvedeny výstupy ze stykačů. Pro sběr dat jsme využili USB zařízení ADVANTECH USB-4718 s využitím 2 analogových vstupů, 2 termočlánekových vstupů a 4 digitálních vstupů.

Byla vytvořena softwarová aplikace která zobrazovala naměřené údaje a zaznamenávala je do souboru s nastavitelnou frekvencí zápisu.



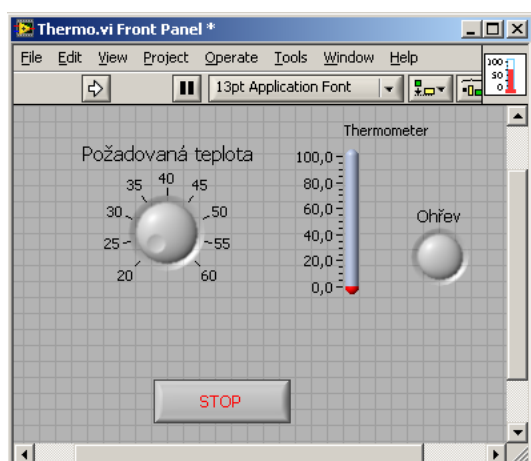
Obrázek č.1 Čelní panel pro monitorování teplot varné pánve pivovaru

Aplikace č.2: Regulace ohřevu kapaliny

Ve snaze přiblížit studentů praktickou výuku byla navržena aplikace jejíž úkolem aby si studenti udělali základní představu o návrhu regulované soustavy.

Model se sestává z kádinky s ohřívanou vodou ve které je ponořena topná spirála a termočlánek, jako akční člen pro spínání spirály je použito relé které je připojeno spolu s termočlánkem k USB vstupně-výstupnímu zařízení ADVANTECH USB-4718.

Studenti sami vytvářejí softwarovou aplikaci kde na základě měřené teploty ovládají akční člen, rozsvěcují varovnou kontrolu při překročení určité teploty.



Obrázek č.2 Čelní panel pro regulaci ohřevu vody

Nepřímé měření doznalo v poslední době značného pokroku a rozšíření díky pokroku v elektronice a optice. Přístroje byly původně označovány jako radiační pyrometry nebo radiační teploměry, nyní často jako IČ-teploměry. Radiační pyrometry nacházely původně

uplatnění v takových provozech a aplikacích, kde bylo třeba měřit vysoké teploty často v malém prostoru, kde nebylo možno použít dotykový teploměr. Jednalo se zejména o aplikace v metalurgii, chemickém a zejména silikátovém průmyslu (sklářství, cementárny, vápenky, keramický průmysl). V průběhu posledních let se aplikace IČ-teploměrů posunula k nižším teplotám, včetně měření teplot nižších než 0 °C, takže se s nimi setkáváme v potravinářství, elektronice, průmyslu papírenském, farmaceutickém, textilním, gumárenském, při zpracování plastických hmot apod. Přenosné IČ-teploměry nacházejí široké uplatnění při detekci tepelných ztrát a poruch, při kontrole potrubních systémů, nádrží apod.

Teoretické základy bezdotykové pyrometrie

Měření teploty bezdotykovými teploměry je založeno na vyhodnocování tepelného záření těles. Část tepelné energie látek se neustále přeměňuje v energii, kterou tyto látky vysílají ve formě elektromagnetického záření. Při rovnováze mezi energií přijímanou a vysílanou může být stav zářiče charakterizován určitou teplotou. Vysílané záření se nazývá tepelné a je složeno z různých vlnových délek. Intenzita vyzařování H ($W\ m^{-2}$) je závislá na zářivém toku Φ (W) a ploše povrchu zdroje záření S (m^2). Dokonale černé těleso maximálně vyzařuje i maximálně pohlcuje záření. Je-li teplota tělesa větší než teplota okolí, převažuje intenzita vyzařování nad pohltivostí.

Emisivita je definována jako poměr energie vyzařované objektem při dané teplotě k energii ideálně černého tělesa při stejné teplotě. Emisivita černého tělesa je rovna 1,0. Emisivita je velmi důležitým faktorem IČ-termometrie a její vliv není možno zanedbávat. Emisivita závisí na materiálu, úpravě povrchu, oxidaci povrchu.

Nepřímé měření teplot v praxi

Pro laboratorní a terénní měření používáme termovizy FLIR ThermaCam E320, která disponuje teplotním rozsahem -20 až 120 °C, 80 až 500°C, 300 až 1200°C, rozlišením 320x240 pixelů.

Termo kamera byla použita při diagnostice v těchto případech:

Pásová sušárna zeleniny

Byli zjišťovány tepelné ztráty, poruchy izolace, přehřívání součástí, kontrola elektrické rozvodné sítě, rozložení teplot na pásu se sušeným materiálem.

Povrchová teplota zvířat

Na termosnímku zvířete zle vidět rozložení teplot, ty jsou zapříčiněny různou emisivitou různého zbarvení srsti nebo mohou pomoci ve vyhledání zánětů.

Zahřívání pneumatik

Monitorování zahřívání pneumatik na vozidlové zkušebně v různých jízdních režimech, při různém zatížení, při různém nahuštění.

VYHODNOCENÍ

Kontrola ohřevu a teplot varné pánve

Z naměřených dat byla ověřena přesnost teplotních senzorů, funkce regulace teploty. Na základě výsledků byl regulátor pánve nastaven pro přesnější dodržování teplot.

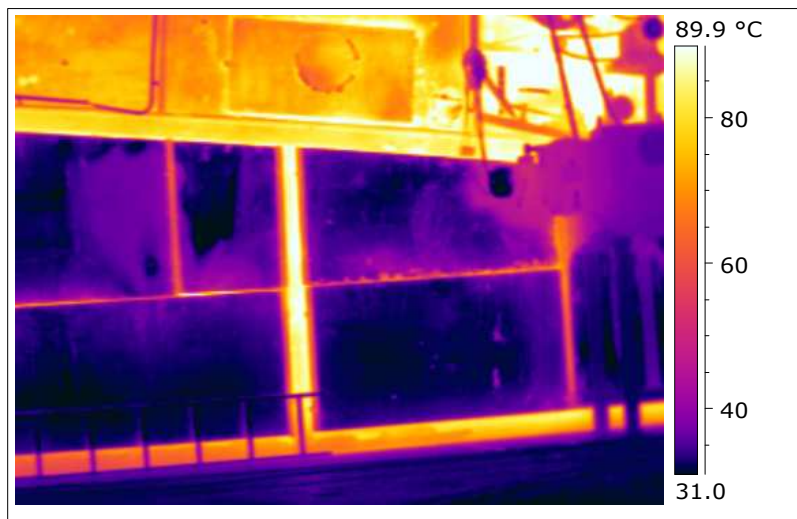
Regulace ohřevu kapaliny

Názorně přiblížilo studentům problematiku regulace v praxi.

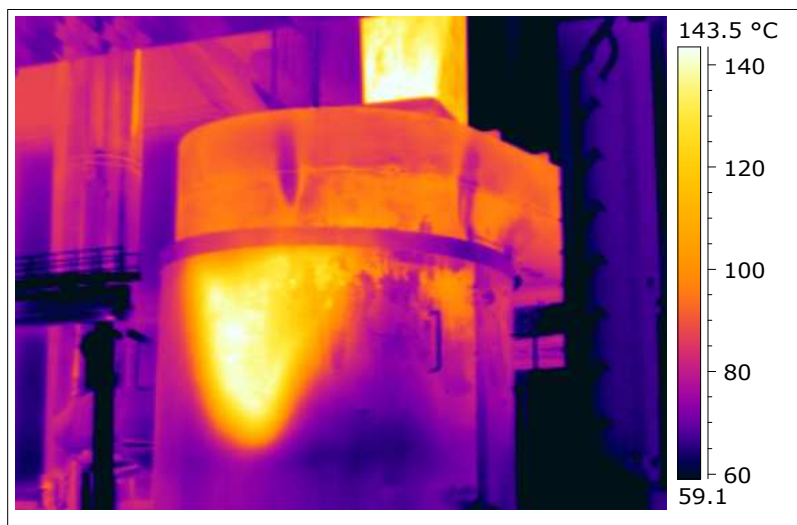
Pásová sušárna zeleniny

Bylo zjištěno několik nedostatků a krizových míst:

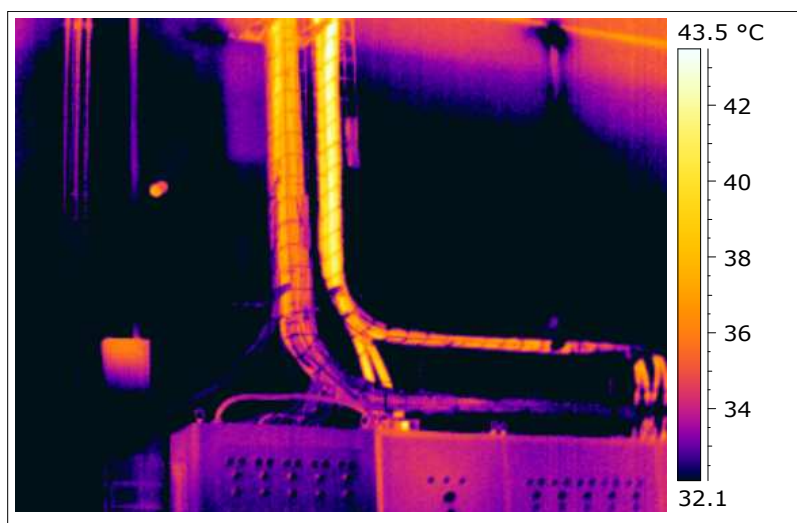
- Velké tepelné ztráty vlivem chybějící izolace



- Přehřívání části výměníku vzduch-vzduch

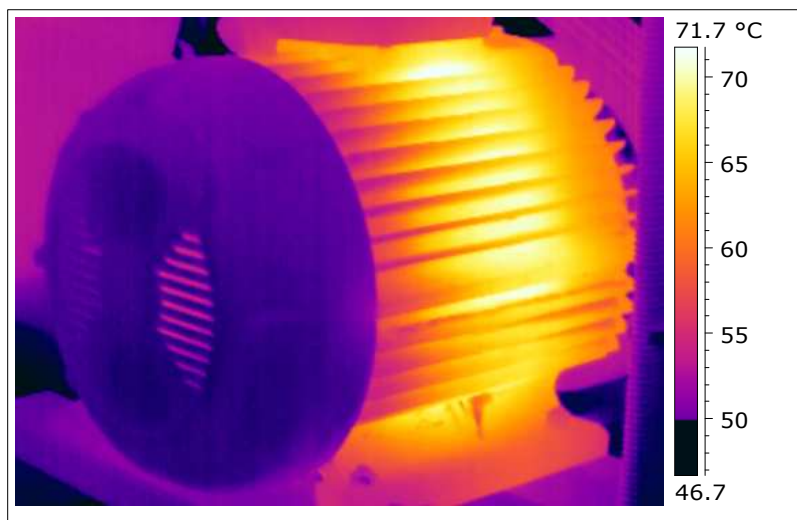


- Přehřívání kabeláže elektroinstalace

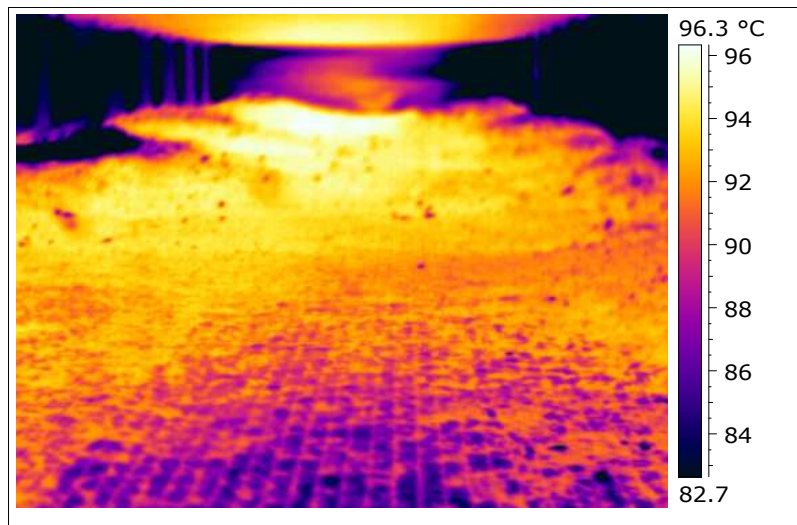


Byla monitorována funkce:

- Elektromotoru



- Rozložení teploty pasu se sušeným materiálem



ZÁVĚR

Měření teploty je velmi důležité odvětví, v mnoha případech odhalíme skutečnosti které nejdou pouhým okem odhalit, obzvláště pak bezdotykové měření které je v současné době v největším rozmachu.

Z této práce vyplívá, že pomocí bezdotykového termovizního měření můžeme odhalit problém dříve než nastanou katastrofické scénáře např. v podobě propálené izolace nebo můžeme snižovat ztráty odhalením tepelných úniků.

Využitím kontaktního měření teploty v praxi můžeme zlepšovat kvalitu technologických procesů kde nedodržování přesné teploty má za následek zhoršování kvality výrobků.

LITERATURA

KREIDL, M. *Měření Teploty* BEN – technická literatura Praha 2005, 230 s.

ISBN 80-7300-145-4

LYSENKO, V. *Detektory teplot* BEN – technická literatura Praha 2005, 153 s.

ISBN 80-7300-180-2

OMEGA *The Temperature Handbook*, OMEGA ENGINEERING 2004

Bezdotykové teploměry, www.vscht.cz/ufmt/kadleck.html

FLIR, www.flir.com