

## MERANIE TEPLoty PRACOVNÉHO PROSTREDIA

### MEASUREMENT OF TEMPERATURE WORKING ENVIRONMENT

Michal DOBIÁŠ

#### **Resumé**

*Autor v príspevku uvádza metodiku merania teploty pracovného prostredia použiteľnú ako návod na praktické cvičenia v príprave budúcich učiteľov technických predmetov. Uvedená metodika korešponduje s platnými normami a rešpektuje didaktickú zásadu spojenia teórie s praxou. Článok zároveň uvádza konkrétne výsledky z merania teploty z odbornej učebne.*

#### **Abstract**

*The author of the contribution states the methodology of measuring temperature in a work environment, which can be used as a guide for practical exercises in education of future teachers of technical subjects. This methodology corresponds to the applicable standards and respects the didactic principle of connecting both theory and practice. The article also presents specific results of temperature measurement in specialized classrooms.*

#### **ÚVOD**

V technike sa často stretávame s problematikou merania technických veličín. Tieto veličiny meriame prostredníctvom rôznych meracích postupov. Niektoré postupy merania priamo vyplývajú z definície technických veličín a pre niektoré je potrebné určiť správny postup, vhodné prístroje a metódy na získanie reprezentatívnych výsledkov. V niektorých prípadoch sú merania podmienené technickými a legislatívnymi normami, ktoré zohľadňujú účel samotného merania. Takýmto meraním je napríklad, v problematike bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci (BOZP), meranie teploty pracovného prostredia.

Certifikované merania teploty pracovného prostredia môže realizovať len organizácia, ktorá je spôsobilá tieto merania vykonávať. Hlavnou podmienkou je mať správne prístroje, ktoré zodpovedajú normám a sú kalibrované Slovenskou legálnou metrológiou.

Meranie teploty pracovného prostredia prioritne spadá do problematiky bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a v rámci štúdia na Katedre techniky a informačných technológií sa s ňou oboznamujú študenti tohto odboru. Naším cieľom bolo ale navrhnúť metodiku merania teploty pracovného prostredia tak, aby si ju osvojili aj budúci učelia technických odborných predmetov. Je to hlavne z toho dôvodu, aby sa prostredníctvom merania naučili správne používať meracie prístroje a spracovávať namerané veličiny. Problematika BOZP je v súčasnosti už globálnym problémom, ktorý sa týka každého človeka.

#### **Základné pojmy súvisiace meraním teploty pracovného prostredia**

Teplota pracovného prostredia je bližšie charakterizovaná tzv. **tepelno-vlhkostnou mikroklímou**. Tepelno-vlhkostná mikroklíma je súčasťou celkovej mikroklímy pracovného prostredia. Jej najdôležitejšími faktormi sú **teplota vzduchu** ( $t_a$ ), **stredná teplota sálania** ( $t_{r,m}$ ), **relatívna vlhkosť vzduchu** ( $r_h$ ) a **rýchlosť prúdenia vzduchu** ( $v_a$ ).

**Teplé obdobie roka** je obdobie s priemernou dennou vonkajšou teplotou vzduchu  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$  a vyššou. Ak priemerná denná teplota počas dvoch po sebe nasledujúcich dní klesne pod  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ , hodnotí sa prostredie podľa hodnôt pre chladné obdobie roka. Pre konkrétne meranie sa

odmeria v danom mieste vonkajšia teplota. Podmienkou odmerania vonkajšej teploty je minimálna vzdialenosť od steny budovy 3 m v mieste bez priameho dopadu slnečného svitu a vo výške 1,8 m nad zemou. V prípade, keď nie je možné takéto hodnoty odmerať, môžu sa využiť oficiálne údaje Slovenského hydrometeorologického ústavu.

## Príprava na meranie a meracie prístroje

Zhodnotíme či je v danom čase možné vykonať meranie a či nie sú prítomné faktory, ktoré by mohli znehodnotiť alebo spochybniť meranie. Je potrebné zistiť, či v danom priestore sa nenachádzajú zdroje sálavého tepla a či nie je vysoká relatívna vlhkosť. Meranie sa nemôže uskutočniť ak sa vyskytnú mimoriadne okolnosti:

- nadmerná prašnosť alebo agresívne prostredie,
- veličiny prekračujú rozsah prístrojov ktoré sme chceli použiť,
- zistíme závažnú poruchu na našom meracom prístroji,
- prípadné iné okolnosti a faktory ktoré by spochybnili výsledky merania.

Nakoľko chceme poukázať na to, že jednoduché merania sa dajú vykonávať aj v školských podmienkach, tak na meranie faktorov tepelno-vlhkostnej mikroklímy stačí použiť dva ortuťové laboratórne teplomery. Jeden teplomer je potrebné upraviť tak, aby jeho koniec bol cez bavlnenú gázu zvlhčovaný destilovanou vodou z nádoby. Prostredníctvom týchto teplomerov môžeme tzv. psychrometrickou metódou určiť relatívnu vlhkosť vzduchu. Hodnota relatívnej vlhkosti vzduchu sa získa zo súčasne odmeranej teploty vzduchu ( $t_a$ ) – hodnota meraná suchým teplomerom a teploty mokrého teplomeru ( $t_w$ ) odčítaním v psychrometrickej tabuľke priamo určíme relatívnu vlhkosť vzduchu.

## Meranie parametrov tepelno-vlhkostnej mikroklímy

Meranie parametrov tepelno-vlhkostnej mikroklímy sme uskutočnili v odbornej učebni určenej na ručné spracovanie kovových materiálov. Samotné meranie sa uskutočnilo v 22. apríla 2013 od 9:00 do 15:00 hod.

Teplotu vzduchu ( $t_a$ ), sme merali prostredníctvom suchého teplomera každú pol hodinu. Pre naše meranie bol takýto teplomer postačujúci a podľa normy STN EN ISO 7726 bol vhodný nami použitý ortuťový teplomer. Namerané hodnoty sú zaznamenané v tabuľke 1. Priemerná teplota vzduchu z nameraných hodnôt dosiahla hodnotu 25,2 °C.

Stredná teplota sálania ( $t_{r,m}$ ) sa určí výpočtom z výslednej teploty guľového teplomera ( $t_g$ ) z rýchlosti prúdenia vzduchu a z suchej teploty ( $t_a$ ) pomocou vzorca:

- pre prirodzené prúdenie:  $t_{r,m} = [(t_g + 273)^4 + 0,46 \cdot 10^8 \cdot |t_g - t_a|^{1,25}]^{0,25} - 273$
- pre nutné prúdenie:  $t_{r,m} = [(t_g + 273)^4 + 2,91 \cdot 10^8 \cdot v_a \cdot 0,6 \cdot (t_g - t_a)]^{0,25} - 273$

Pre meranie sa používa guľový teplomer Vernon alebo Vernon-Jokl o priemere gule 150 alebo 100 mm, povrch gule je čierny plech alebo čierny polyuretán. Nakoľko dostupnosť takéhoto teplomeru je dosť finančne náročná (cena cca 1 200 €) dosadili sme do príslušných vzťahov priemernú hodnotu nameranú suchým teplomerom.

V učebni nebola klimatizácia, ani žiaden iný umelý zdroj prúdenia vzduchu preto pre výpočet bol použitý vzorec pre prirodzené prúdenie. To znamená, že rýchlosť prúdenia vzduchu ( $v_a$ ) je zanedbateľná (volí sa hodnota 0,1 m.s<sup>-1</sup>).

$$t_g = 25,12 \text{ °C}; t_a = 25,12 \text{ °C}; t_{r,m} = 25,12 \text{ °C}.$$

Pre stanovenie relatívnej vlhkosti vzduchu  $r_h$  bola použitá psychrometrická metóda merania vlhkosti. Namerané a výsledné hodnoty sú spracované v tabuľke 1

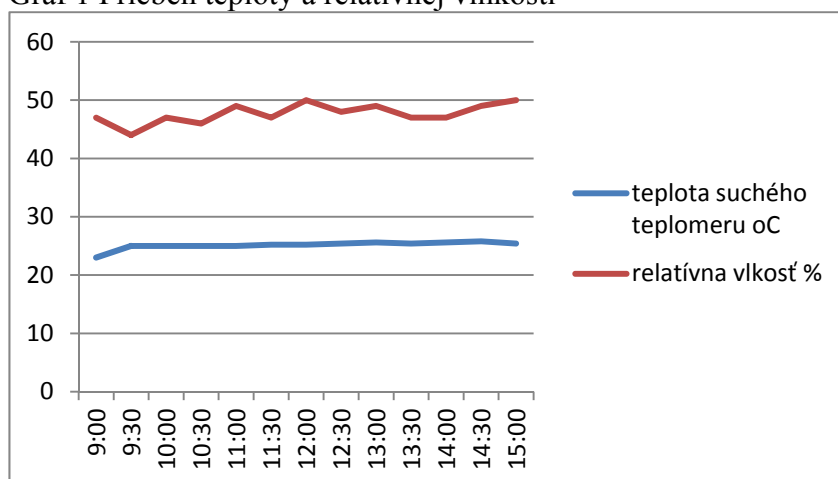
Tabuľka 1 Namerané hodnoty merania

čas	suchý teplomer $t_a$ [°C]	mokrý teplomer $t_w$ [°C]	rozdiel [°C]	vlhkosť [%]
09:00	23,0	16,0	7,0	47
09:30	25,0	17,0	8,0	44
10:00	25,0	17,4	7,6	47
10:30	25,0	17,6	7,4	46
11:00	25,0	17,8	7,2	49
11:30	25,2	17,8	7,4	47
12:00	25,2	18,0	7,2	50
12:30	25,4	18,0	7,4	48
13:00	25,6	18,2	7,4	49
13:30	25,4	18,2	7,2	47
14:00	25,6	18,4	7,2	47
14:30	25,8	18,4	7,4	49
15:00	25,4	18,2	7,2	50
priemer	25,2	17,8		47,7

Rýchlosť prúdenia vzduchu ( $v_a$ ) býva v uzavretých miestnostiach bez klimatizácie alebo iného zdroja prúdenia vzduchu veľmi malá. Nakoľko naše meranie prebiehalo v zimnom období, nebola rýchlosť prúdenia ovplyvnená otvorenými oknami, bola rýchlosť prúdenia vzduchu meraná na začiatku a konci merania. Rýchlosť prúdenia vzduchu bola  $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Namerané hodnoty teploty suchého teplomeru a vlhkosti vzduchu sú uvedené v grafe 1.

Graf 1 Priebeh teploty a relatívnej vlhkosti



Z nameraných hodnôt vyplýva, že teplota v priebehu dňa sa pohybovala okolo priemernej hodnoty a podobne aj relatívna vlhkosť mierne stúpala, pričom najväčšiu hodnotu dosiahla o 12-tej a 15-tej hodine.

## Metodické poznámky k realizácii merania

Meranie teploty pracovného prostredia je po stránke technického zabezpečenia pomerne jednoduché. V našom prípade na meranie stačili dva laboratórne ortuťové teploměry a univerzálny prístroj, ktorý bol použitý na meranie rýchlosti prúdenia vzduchu.

Čas merania je v školských podmienkach pomerne dlhý, no je možné voliť z intervalu od 1 h do 8 h.

Na samotné meranie sú potrebné vedomosti z fyziky, matematiky, štatistiky, biológie. Samotné merania integrujú tieto poznatky. Študent, ktorý chce takéto meranie uskutočniť, musí byť po teoretickej stránke dobre pripravený.

Na spracovanie výsledkov merania je možné použiť základné funkcie bežných tabuľkových procesorov. Tieto dokážu z nameraných hodnôt zostaviť základnú popisnú štatistiku a v grafoch znázorniť časový priebeh nameraných hodnôt teploty a vlhkosti.

## ZÁVER

Už na úvod príspevku sme uviedli, že tieto druhy merania súvisia s problematikou BOZP. Sme ale toho názoru, že aj budúci učitelia technických predmetov pri svojej príprave na budúce povolanie sa s touto metodikou môžu oboznámiť a tieto poznatky uplatniť vo svojom budúcom profesijnom živote.

## LITERATÚRA

- DOBIÁŠ, M.: Meranie teploty pracovného prostredia v kovoobrábacej dielni. Nitra: PF UKF, 2013. (bakalárska práca)
- BÁNESZ, G.: LMS Moodle vo vzdelávaní bezpečnostných technikov. In: Modernizace vysokoškolské výuky technických předmětů : *Výsledky výzkumu a vývoje v technických oborech*. - ISSN 1214-0554, Roč. 2013, č. I (2013), s. 11-14.
- Odborné usmernenie Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky, ktorým sa upravuje postup pri merní a hodnotení tepelno-vlhkostnej mikroklímy. Bratislava: MZSR, 2012.

## Kontaktná adresa

Michal Dobiáš, Katedra techniky a informačných technológií PF UKF v Nitre