

TEPELNÝ KOMFORT A PRACOVNÉ PROSTREDIE

Ružena KRÁLIKOVÁ

THERMAL COMFORT AND WORKING ENVIRONMENT



ABSTRAKT

Hodnotenie parametrov tepelno-vlhkostnej mikroklimy je dôležité z hľadiska skvalitnenia pracovného prostredia a ochrany zdravia pracovníkov. Objektívne hodnotiť tepelno-vlhkostnú mikroklimu, ktorá je jednou zo zložiek celkovej mikroklimy vnútorného priestoru, znamená merať fyzikálne parametre ktoré ju určujú. Keďže človek odvádza do priestoru svojej metabolické teplo, od čoho závisí výsledný tepelný stav jeho organizmu, je potrebné poznať tento energetický výdaj a stav prostredia, ktorý možno charakterizovať ako tepelný komfort. V príspevku sú uvádzané spôsoby hodnotenia tepelného komfortu na základe indexov.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: Mikroklima, teplota, vlhkosť, rýchlosť prúdenia vzduchu, pracovné prostredie.

ABSTRACT

The evaluation of the parameters of the thermal-humidity microclimate is important in terms of improving the working environment and protecting the health of workers. Objectively assessing the heat-humidity microclimate, which is one of the components of the total microclimate of the inner space, is to measure the physical parameters that determine it. As a person takes the metabolic heat to the space, from which depends the resulting thermal state of his organism, and the state of the environment, which can be characterized as thermal comfort. The paper mentions methods of thermal comfort based on indexes.

KEY WORDS: Microclimates, temperature, humidity, air velocity, thermal comfort, working environment.

RESEARCH TYPE: research paper

JEL classification:

Q01 - Sustainable Development

Q56 - Environment and Development; Environment and Trade; Sustainability; Environmental Accounts and Accounting; Environmental Equity; Population Growth

ÚVOD

Tepelno-vlhkostnú pohodu prostredia tvoria tepelné a vlhkostné toky v interiéri, ktoré exponujú človeka a spolu vytvárajú celkový stav prostredia. Jedným z najvýznamnejších faktorov, ktoré ovplyvňujú tepelnú rovnováhu ľudského organizmu je záťaž teplom alebo chladom. Pre určenie stupňa telesného zaťaženia ľudského organizmu je však potrebné brať do úvahy súhrn viacerých faktorov tepelno-vlhkostnej mikroklimy. Všeobecne platí, že čím viac negatívnych faktorov v pracovnom prostredí pôsobí o to väčší negatívny vplyv budú mať na zdravie pracovníka. Na riešenie uvedených problémov sa Katedra procesného a environmentálneho inžinierstva Strojníckej fakulty, Technickej univerzity v Košiciach aktívne podieľa riešením viacerých výskumných projektov a úloh pre spoločenskú prax. Komplementárna technická infraštruktúra katedry pre potreby riešenia týchto úloh a projektov pozostáva z meracích prístrojov a technických zariadení, ako aj softvérového vybavenia slúžiacich na výpočet a hodnotenie nameraných výsledkov z experimentov.

KRITÉRIA TEPELNÉHO KOMFORTU

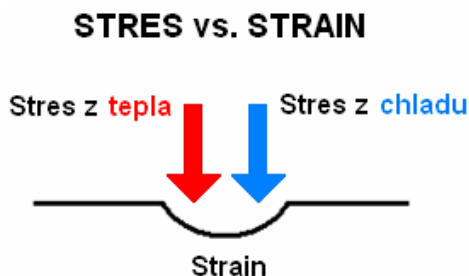
Pre hodnotenie tepelno-vlhkostných parametrov za účelom dosiahnutia optimálnej tepelno-vlhkostnej mikroklímy je potrebné zohľadniť aj technologické vybavenie pracoviska a poznať limitné hodnoty spomínaných parametrov.

Tepelno-vlhkostná mikroklíma (ďalej PVM) je súčasťou celkovej mikroklímy pracovného prostredia. Je tvorená tepelnými a vlhkostnými tokmi medzi človekom a prostredím. Potreba rýchleho ohodnotenia TVM založená na meraniach a výpočtoch viedla k vývoju indexov - kritérií tepelného komfortu. V súčasnosti existuje viacero indexov tepelného komfortu pre hodnotenie rôznych tepelno-vlhkostných prostredí.

Tepelné pohodlie znamená podmienky prostredia, za akých sú regulačné mechanizmy organizmu sú napnuté na človeka prispôsobené životnému prostrediu, udržiavané s minimálnym úsilím všetky jeho biologicky dôležité funkcie (Selye, 1964). Súčasné metódy pre hodnotenie tepelného stavu človeka v stave tepelnej pohody, nepohody, alebo stresu sú založené na analýze tepelných tokov medzi človekom a jeho okolím. V širokom rozsahu tepelno-vlhkostných podmienok prostredia je možné dosiahnuť stav tepelnej rovnováhy. Tento stav nastane, ak vnútorná produkcia tepla ľudského organizmu je rovná tepelným stratám do vonkajšieho okolia. V súvislosti s tepelno-vlhkostnou mikroklímou na pracovisku môžu nastať tri reakcie ľudského organizmu:

- záťaž z tepla,
- záťaž z chladu a
- tepelná pohoda.

V prostredí s prebytkom, alebo nedostatkom tepla vzniká tepelný *stres* (tlak), ktorý pôsobí na organizmus a zapríčiňuje *záťaž* (preťaženie) z tepla alebo chladu – *strain* (obr. 1).

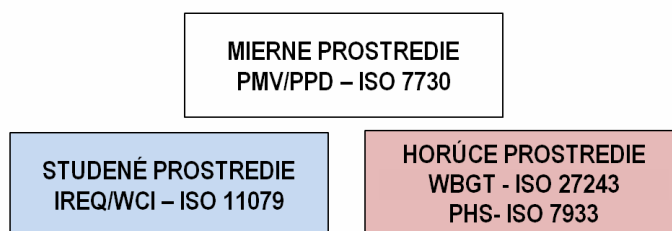


Obr. 1 Stres a strain

ROZDELENIE INDEXOV A ICH CHARAKTERISTIKA

Indexy kombinuje dva alebo viac parametrov TVM do jednej premennej a zjednodušuje popis tepelného prostredia a stres ktorý tým vzniká. Môžu byť rozdelené podľa viacerých kritérií, napr. na analytické indexy - založené na teoretických konceptoch a empirické indexy - založené na meraniach na objektoch alebo na zjednodušených vzťahoch ktoré nenasledujú nevyhnutne teóriu.

Indexy môžu byť delené aj podľa toho, pre hodnotenie ktorého druhu tepelno-vlhkostného prostredia sú určené (mierne, horúce, studené prostredie). Na tomto princípe riešila túto problematiku organizácia ISO, ktorá vytvorila niekoľko významných noriem, zaoberajúcich sa každou vyššie uvedenou kategóriou tepelno-vlhkostného prostredia pomocou indexov (viď obr. 2) [4].



Obr. 2 Indexy hodnotenia prostredia podľa ISO štandard

Medzi najznámejšie a najčastejšie používané indexy hodnotenia TVM patria nasledujúce:

Index ET sa používa k hodnoteniu mierneho aj horúceho prostredia [5]. Tento index má široký rozsah použitia - kombinuje účinok teploty, tlaku vzduchu a strednej teploty sálania. Závisí na odeve a činnosti osôb.

Index P4SR (Predicted Four-hour Sweat Rate) - predpovedané množstvo potenia za 4 hodiny predstavuje predpokladané množstvo potu vylúčené za štyri hodiny. Je vhodný pre podmienky s vysokými teplotami (nad 28 °C). Stanovuje sa odčítaním z nomogramu [2].

HSI (Heat Stress Index) – index tepelného stresu je definovaný ako pomer množstva tepla ktoré by malo byť odvedené z ľudského organizmu odparovaním potu (evaporáciou) k množstvu tepla, ktoré sa dá v danom prostredí maximálne odvieť vylúčeného celým povrchom tela, vynásobený 100.

PMV (Predicted Mean Vote) – index predpokladaného stredného tepelného pocitu (podľa Fanger) je najpoužívanejším analytickým indexom tepelného komfortu používaný na hodnotenie miernych prostredí.[3] Vyjadruje tepelný stav konkrétneho prostredia a predpovedá priemernú hodnotu tepelných pocitov veľkej skupiny osôb pri rovnakých tepelných podmienkach nachádzajúcich sa v tej istej miestnosti. Výsledný stredný tepelný pocit je hodnotený 7-bodovou stupnicou tepelných pocitov: (-3) Studený, (-2) Chladný, (-1) Mierne chladný, (0) Neutrálny, (+1) Mierne teplý, (+2) Teplý, (+3) Horúci, obr.3.



Obr.37-bodová stupnica tepelných pocitov

PPD (Predicted Percentage of dissatisfied) – predpokladané percento nespokojných poskytuje informáciu o tepelnom diskomforte alebo nespokojnosti s TVM tak, že stanovuje kvantitatívnu predpoveď percenta nespokojných z veľkej skupiny ľudí, ktorí sa pravdepodobne cítia príliš chladno alebo príliš teple v danom prostredí (t.j. ich tepelný pocit by bol podľa ASHRAE stupnice ± 2 , resp. ± 3), keďže každý jednotlivec vníma tepelný pocit individuálne [5].

WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) – teplota vlhkého a guľového teplomeru je najčastejšie používaným empirickým indexom a slúži pre približné ohodnotenie extrémne horúcich prostredí a charakterizuje záťaž zamestnancov sálavým teplom [4].

PHS (Predicted Heat Strain) index sa doporučuje použiť pre hlbšiu analýzu extrémne horúceho prostredia. Je to index tepelného strainu, zameraného na hodnotenie prechodných podmienok v horúcom pracovnom prostredí [4]. Jestvujú ďalšie indexy určené podľa charakteru prostredia, určené na hodnotenie mierneho, horúceho alebo studeného prostredia .

ZÁVER

Analýza tepelného komfortu ovplyvňuje vývoj stanovísk a noriem zaoberajúcich sa problematikou TVM vnútorného prostredia budov. V súčasnosti už existujú adaptívne normy, (napr. norma ASHRAE Standard 55) založené na adaptívnom prístupe hodnotenia tepelno-vlhkostných podmienok v interiéri, ktorý zohľadňuje aj napr. vonkajšiu klímu, lokalitu atď. Celkovo adaptívny prístup je perspektívou vedúcou k zvýšeniu komfortu pracovníkov, citlivejšiemu algoritmu pre kontrolu tepelno-vlhkostnej mikroklímy a zníženiu spotreby energie v budovách.

Pod'akovanie [zaradenie príspevku]

Tento príspevok vznikol v rámci riešenia projektu APVV 12-0432 „Identifikácia potenciálov zníženia hluku strojov azariadení aplikáciou metód vizualizácie“, riešeného na Katedre procesného a environmentálneho inžinierstva, Strojníckej fakulty, Technickej univerzity v Košiciach.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers: ASHRAE Handbook-Fundamentals (SI Edition), 2009. 986 s. ISBN: 978-1-933742-55-7
- [2] AULICIEMS, Andris – SZOKOLAY, Steven V.: Thermal comfort. In: Passive and Low Energy Architecture International Design tools and techniques. Brisbane, 2007. 66 s. ISBN 0-86776-729-4
- [3] FANGER, P. O.: Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering. Kodaň: Danish Technical Press, 1970. 244 s. ISBN 8757103410
- [4] d'AMBROSIO ALFANO, Francesca Romana – PALELLA, Boris Igor - RICCIO Giuseppe: Thermal Environment Assessment Reliability Using Temperature-Humidity Indices. In: Industrial health, 2011, roč. 49, p. 95-106. ISSN:0019-8366
- [5] EPSTEIN, Yoram – MORAN, Daniel S.: Thermal comfort and the heat stress indices. In: Industrial Health, 3/2006, p. 388-398. ISSN:0019-8366

ADRESA AUTORA

doc. Ing. Ružena KRÁLIKOVÁ, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra procesného a environmentálneho inžinierstva,
Park Komenského 5, 042 00 Košice, Slovenská republika
e-mail: ruzena.kralikova@tuke.sk.

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.