

Zdravotné aspekty tepelno-vlhkostnej mikroklímy pri práci

Richard Drahoš^{1,2}, Milan DRAHOŠ¹

¹ D2R engineering, s.r.o., Na letisko 42, 058 01 Poprad, Slovensko, d2r@d2r.sk

² Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky a riadenia procesov, Park Komenského 5, 042 00 Košice, Slovensko, richard.drahos@d2r.sk

1. Úvod

Tepelno-vlhkostná mikroklíma je dôležitým fyzikálnym faktorom prostredia, ktorý výrazne ovplyvňuje pracovné podmienky na pracoviskách. Za účelom vylúčenia alebo zníženia nepriaznivých účinkov tepelno-vlhkostnej mikroklímy na zdravie zamestnancov sú v § 37 zákona č. 355/2007 Z.z. [1] ustanovené základné povinnosti zamestnávateľov:

- a) na pracoviskách s trvalým výkonom práce, zabezpečiť dodržiavanie prípustných hodnôt mikroklimatických veličín (parametrov) tepelno-vlhkostnej mikroklímy v závislosti od tepelnej produkcie organizmu zamestnanca,
- b) pracovné podmienky zamestnancov zabezpečiť tak, aby nebola prekračovaná únosná tepelná záťaž na pracoviskách, na ktorých nemožno dodržať prípustné hodnoty parametrov mikroklímy z dôvodu tepelnej záťaže z technológie, ako aj na iných pracoviskách počas dní, keď teplota vonkajšieho vzduchu nameraná v tieni presahuje 30 °C,
- c) pracovné podmienky zamestnancov zabezpečiť tak, aby nebola prekračovaná prípustná záťaž chladom,
- d) zabezpečiť dodržanie prípustných povrchových teplôt pevných materiálov a kvapalín, s ktorými prichádza do kontaktu pokožka zamestnanca,
- e) poskytnúť vhodné osobné ochranné pracovné prostriedky, ochranný odev a pitný režim pri zvýšenej záťaži teplom alebo chladom.

Požiadavky súvisiace s ochranou zdravia pred záťažou teplom a chladom pri práci sú ustanovené vo vyhláske MZ SR č. 544/2007 Z.z. [2].

2. Fyziologická reakcia človeka na okolité prostredie

Metabolická tepelná produkcia človeka je vyvolaná bazálnym metabolizmom (teplo je produkované na základe biologických procesov) a svalovým metabolizmom, ktorý vzniká pri vykonávaní činností (spaní, odpočívání, práci a pod.)

Teplo produkované organizmom sa musí odvádzať do okolitého prostredia alebo dochádza ku zmene telesnej teploty. Teplota vo vnútri ľudského tela je okolo 37 °C, zatiaľ čo teplota kože sa môže pohybovať v rozmedzí 31 °C až 34 °C, podľa stavu okolitého prostredia. Rozdiely vznikajú v priebehu času (deň, večer, noc), ale aj podľa častí tela (pokrytie odevom, množstve krvi, ktorá preteká periférnymi kapilármi v podkoží). V ľudskom tele dochádza k nepretržitému procesu dopravy tepla z vnútorných orgánov k povrchu kože, odkiaľ je teplo odvádzané sálaním, prúdením, vedením a odparovaním.

2.1 Tepelná bilancia

Tepelná bilancia ľudského tela môže byť vyjadrená rovnicou [3]:

$$M - W - C_{res} - E_{res} - K - C - R - E = \Delta S$$

kde M - hodnota metabolizmu,

W - efektívna mechanická práca,

C_{res} - tepelný tok prúdením pri dýchaní,

E_{res} - tepelný tok odparovaním pri dýchaní,

K - tepelný tok vedením,

C - tepelný tok prúdením povrchom kože,

R - tepelný tok sálaním povrchom kože,

E - tepelná strata bežným odparovaním (potením) povrchom kože,

ΔS - zmena akumulácia tepla (tepelnej kapacity).

Ak je ΔS kladné, teplota ľudského tela stúpa, ak je ΔS záporné, teplota ľudského tela klesá. Odvod tepla z ľudského tela závisí na faktoroch okolia, avšak ľudské telo je homoiotermické (nie je pasívne), tzn., že má niekoľko fyziologických regulačných mechanizmov ako doceliť tepelnú pohodu, keď ΔS je rovné nule.

2.2 Reakcia ľudského tela na teplé prostredie

Na teplé prostredie alebo stúpajúcu produkciu metabolického tepla, telo človeka odpovedá rozšírením podkožných ciev (vazodilatácia), čím sa zvyšuje zásoba podkožnej krvi. Tým nastáva zvýšenie teploty pokožky, ktorá zvýši odvod tepla z tela. Ak zvýšenie teploty pokožky nemôže obnoviť tepelnú rovnováhu, aktivizujú sa potné žľazy a začne prebiehať ochladenie odparovaním. V krátkom časovom intervale môže byť vyprodukované až 4 litre potu za hodinu. Udržateľná miera odparovania je však 1 liter/hodinu, pričom pri odparovaní 1 litra potu je z tela odvedené okolo 2,4 MJ tepla.

Ak tieto dva mechanizmy nemôžu obnoviť tepelnú rovnováhu tela, dochádza k prehrievaniu organizmu - hypertermii. Prvé zdravotné príznaky hypertermie sú: slabosť, bolesť hlavy, nevoľnosť, krátke dýchanie, zrýchlená srdcová frekvencia (až 150/min), apatia a pod.. Pri tepelnom šoku teplota tela rýchlo stúpa cez 41 °C, zastaví sa potenie, začne kóma a nastáva smrť. Aj keď je človek v tejto fáze zachránený tepelný šok môže spôsobiť nenávratné poškodenie mozgu.

2.3 Reakcia ľudského tela na chladné prostredie

Na chladné prostredie reaguje ľudské telo najprv znížením podkožnej cirkulácie krvi, znížením teploty pokožky, čo následne znižuje tepelné straty. Tento proces je sprevádzaný vznikom „husej kože“ alebo atavistickým javom „postavením chlčpkov na koži“, čo spôsobuje lepšiu tepelnú izoláciu kože. Ak je tento mechanizmus neúčinný, nastupuje svalové napätie, trasenie, ktoré zvyšuje tepelnú produkciu tela.

Ak tieto fyziologické reakcie nezabezpečia tepelnú rovnováhu, nastane nevyhnutné podchladenie tela – hypotermia a vnútorná teplota tela môže klesnúť pod 35 °C. Aj keď nenastane hypotermia, pokračujúce vystavenie chladným podmienkam spôsobuje vzostup krvného tlaku, srdcovej frekvencie a spotreby kyslíka. Ak začne klesať teplota telesného jadra, klesá srdcová frekvencia a dochádza k prerušeniu krvného obehu, pričom smrť nastáva pri teplote jadra medzi 25 °C až 30 °C.

3. Faktory ovplyvňujúce tepelnú pohodu

Faktory ktoré ovplyvňujú tepelnú bilanciu organizmu (zároveň aj tepelnú pohodu) sa môžu rozdeliť do troch skupín [4]:

1. skupina – Vnútorné prostredie:

- teplota vzduchu,
- relatívna vlhkosť vzduchu,
- sálavé účinky okolitých plôch (povrchov stien, konštrukcií a pod.),
- rýchlosť prúdenia vzduchu a jeho turbulencia.

2. skupina – Osobné faktory

- hodnota metabolizmu,
- oblečenie.

3. skupina – Doplnujúce faktory

- aklimatizácia (adaptácia na vonkajšiu klímu),
- aklimatizácia (adaptácia na vnútorne prostredie),
- telesná postava a podkožný tuk,
- vek a pohlavie.

4. Tepelná pohoda

Pod pojmom tepelná pohoda sa rozumie stav mysle, ktorá vyjadruje spokojnosť človeka s teplotnou klímou a ktorá vychádza zo subjektívneho hodnotenia [5].

Tepelná pohoda človeka závisí na jeho pocitovom vnímaní, na psychologických vplyvoch a na skúsenostiach s tepelným stavom prostredia. To znamená, že tepelná rovnováha nemusí nutne znamenať tepelnú pohodu, ale tepelná pohoda je podmienená tepelnou rovnováhou.

Z rovnice tepelnej bilancie bol odvodený index *PMV* (predicted mean vote - predpokladaný stredný tepelný pocit), ktorý je vyjadrený vzťahom:

$$PMV = [0,303 \cdot \exp(-0,036 \cdot M) + 0,028] \cdot L$$

kde

M – hodnota metabolizmu,

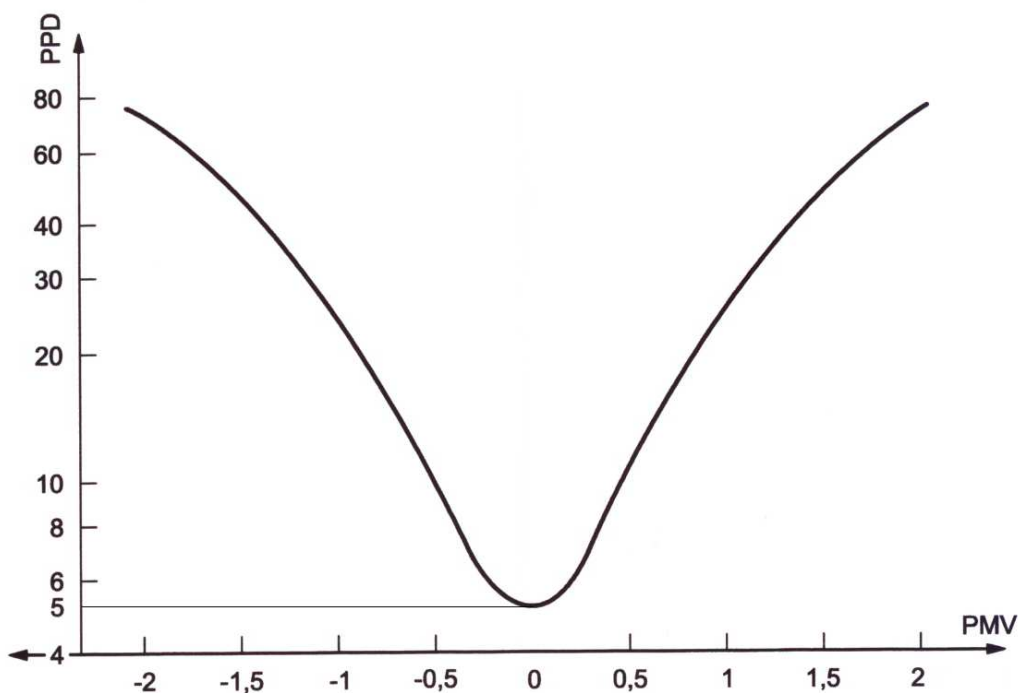
L - rozdiel vnútornej produkcie tepla a odvedeného tepla.

Predpokladaná tepelná voľba (výsledný stredný tepelný pocit) je hodnotený sedemstupňovou stupnicou, kde „+ 3“ je horúco, „+ 2“ je teplo, „+ 1“ je mierne teplo, „0“ je neutrálne (tepelná pohoda), „- 1“ je mierne chladno, „- 2“ je chladno a „- 3“ je zima.

Percentuálny podiel nespokojných *PPD* (predicted percentage dissatisfied - predpokladané percento nespokojných osôb) sa vyhodnocuje na indexu *PMV* podľa vzťahu:

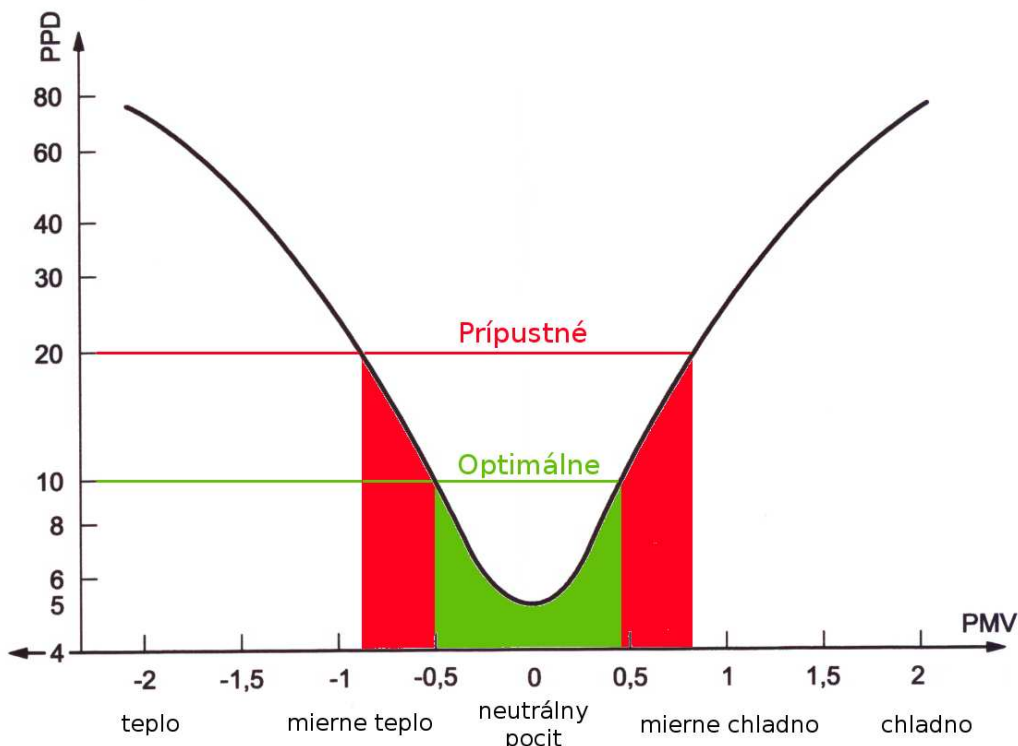
$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp[-(0,03353 \cdot PMV^4 + 0,2179 \cdot PMV^2)]$$

Na obrázku č. 1 je grafické znázornenie predpokladaného percenta nespokojných (*PPD*) ako funkcie predpokladaného stredného tepelného pocitu (*PMV*) [6]. Z grafu je zrejmé, že u veľkej skupiny osôb vystavených rovnakému prostrediu, bude vždy aspoň 5 % nespokojných osôb.



Obr. č. 1: Predpokladané percento nespokojných ako funkcia predpokladaného stredného tepelného pocitu

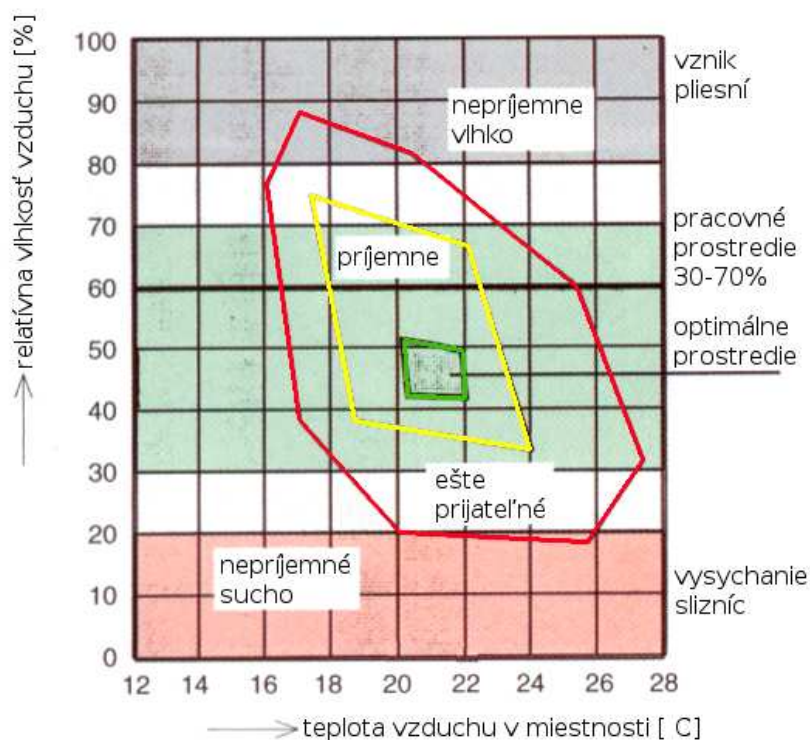
Stanoviť hranice tepelnej pohody tak, aby to vyhovovalo všetkým osobám je prakticky nemožné a preto sa vždy predpokladá určité percento nespokojných osôb. Na obrázku č.2 sú hranice tepelnej pohody stanovené pre 10 % a 20 % nespokojných osôb s daným tepelným stavom prostredia.



Obr. č. 2: Hranice tepelnej pohody pre 10 % a 20 % nespokojných osôb ako funkcia predpokladaného stredného tepelného pocitu

PPD 10 znamená, že 10 % osôb je nespokojných s daným tepelným stavom prostredia a to zodpovedá rozsahu hodnôt teplôt, ktoré sú vo vyhláske udávané ako optimálne teploty. PPD 20 znamená, že 20 % osôb je nespokojných s daným tepelným stavom prostredia a to zodpovedá rozsahu hodnôt teplôt, ktoré sú udávané ako prípustné teploty. **Prípustné teploty nemajú u zdravých osôb vplyv na zdravie, ale môžu byť pociťované ako teplotný diskomfort.**

Na pociťovanie tepelnej pohody sa podieľajú aj ďalšie parametre prostredia ako rýchlosť prúdenia vzduchu a vlhkosť vzduchu a faktory práce. Na obrázku č. 3 je graf, ktorý znázorňuje vnímanie vlhkosti vzduchu v závislosti na teplote v priestore.



Obr. č. 3: Vnímanie vlhkosti vzduchu v závislosti na teplote v priestore

Vzhľadom na skutočnosť, že do posúdenia tepelnej pohody vstupuje celá rada parametrov, ktorých určenie výpočtom je zložité, pri hodnotení tepelnej pohody sa spravidla vychádza z merania jednotlivých mikroklimatických veličín (parametrov) tepelno-vlhkostnej mikroklímy.

5. Mikroklimatické veličiny

Najdôležitejšími mikroklimatickými veličinami (parametrami) tepelno-vlhkostnej mikroklímy pracovného prostredia sú [7]:

- teplota vzduchu t_a – teplota vzduchu vo vnútornom priestore bez vplyvu sálania z okolitých povrchov (označovaná suchá teplota),
- korigovaná teplota – teplota vzduchu znížená vplyvom prúdenia vzduchu, ktorá sa používa pri posudzovaní účinkov prúdenia vzduchu spravidla na vonkajších pracoviskách,

- výsledná teplota t_g – teplota meraná guľovým teplomerom, ktorá zahrňuje vplyv súčasného pôsobenia teploty vzduchu, teploty okolitých plôch a rýchlosti prúdenia vzduchu,
- stredná teplota sálania plôch t_r - pomyslená homogénna teplota okolitých plôch, pri ktorej sa sálaním odovzdáva rovnaké teplo, ako v skutočnom heterogénnom prostredí. Stredná teplota sálania plôch sa vypočíta z výslednej teploty a teploty vzduchu pre nútené prúdenie vzduchu podľa vzťahu:

$$t_r = \left[(t_g + 273)^4 + 2,9 \cdot 10^8 \cdot v_a^{0,6} \cdot (t_g - t_a) \right]^{1/4} - 273$$

kde t_g – výsledná teplota guľového teplomera $\varnothing 0,10$ m v $^{\circ}\text{C}$,
 t_a – teplota vzduchu v $^{\circ}\text{C}$,
 v_a – rýchlosť prúdenia vzduchu v $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- operatívna teplota t_o - jednotná teplota uzavretej uniformnej izotermickej čiernej plochy (čiernom priestore) vo vnútri ktorej by medzi človekom a prostredím nastala výmena rovnakého množstva tepla prúdením a sálaním ako v skutočnom nehomogénnom prostredí. Operatívna teplota sa vypočíta podľa vzťahu [8]:

$$t_o = t_r + A(t_a - t_r)$$

kde t_a – teplota vzduchu v $^{\circ}\text{C}$, za zvolený časový interval alebo priemerná hodnota za pracovnú zmenu,
 t_r – stredná teplota sálania v $^{\circ}\text{C}$, za zvolený časový interval alebo priemerná hodnota za pracovnú zmenu,
 A - koeficient, ktorý je funkciou rýchlosti prúdenia vzduchu.

v_a ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0
A (-)	0,50	0,53	0,60	0,65	0,70	0,75

Poznámka: Za podmienky rýchlosti prúdenia $v \leq 0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ sa operatívna teplota t_o môže nahradit' výslednou teplotou guľového teplomera t_g .

- teplota mokrého teplomera t_w – teplota nútene vetraného vlhčeného mokrého teplomera v C,
- relatívna vlhkosť vzduchu rh – udáva stupeň nasýtenia vzduchu vodnými parami, definovaná pomerom hustoty vodenej pary vo vzduchu a vo vlhkom vzduchu nasýtenom vodnou parou pri rovnakej teplote a tlaku, udaná v %,
- asymetria teploty sálania Δt_{pr} – rozdiel medzi rovinnými teplotami sálania dvoch protiľahlých plôch malého rovinného prvku v K,
- rýchlosť prúdenia vzduchu – veličina charakterizujúca pohyb vzduchu v priestore, je určená veľkosťou a smerom prúdenia, udaná v $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

6. Optimálne a prípustné hodnoty

Tepelná pohoda je zabezpečená v rozsahu optimálnych hodnôt operatívnej teploty t_o vrátane hodnôt ďalších mikroklimatických veličín. Mierny teplotný diskomfort je vyjadrený rozsahom prípustných hodnôt operatívnej teploty t_o vrátane hodnôt ďalších mikroklimatických veličín. Rozsah optimálnych a prípustných hodnôt operatívnej teploty t_o a ďalších mikroklimatických veličín závisí na celkovom energetickom výdaji organizmu (triede prác) a je stanovený pre teplé a chladné obdobie roka. Rozdiel medzi teplým a chladným obdobím súvisí s rozdielnym oblečením (izoláciou oblečenia v clo), t.j. v lete 0,3 až 0,7 clo a v zime 1,0 až 1,5 clo.

Poznámka: Pre oblečenie bola zavedená jednotka clo, pričom 1 clo odpovedá izolačnej hmote s tepelným odporom $R = 0,155 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ (bežný pánsky oblek s bavlneným spodným prádlom).

V tabuľke č. 1 sú uvedené hodnoty mikroklimatických veličín tepelno-vlhkostnej mikroklímy pre triedu prác 1a (práca po sediačky s minimálnou pohybovou aktivitou, práca posediačky spojená s ľahkou manuálnou prácou rukami a ramenami) v letnom a v zimnom období roka.

Tab. č. 1: Hodnoty mikroklimatických veličín pre triedu prác 1a

Hodnoty	t_o °C	v_a m.s ⁻¹	$\frac{t_{o,hl} - t_{o,čl}}{°C}$	$\frac{Rh^{*)}}{\%}$	Asymetria sálania v K	
					od okien / chladných povrchov	od teplého stropu/ vodorovných plôch
Teplé obdobie roka						
Optimálne	23 až 27	≤ 0,25	3	30 až 70	3	10
Prípustné	20 až 28					
Chladné obdobie roka						
Optimálne	20 až 24	≤ 0,2	3	30 až 70	3	10
Prípustné	18 až 26					

Poznámka: *) Ak relatívna vlhkosť trvale prekračuje 90 %, zamestnávateľ má zabezpečiť účinné náhradné opatrenia.

Na pracovisku, na ktorom sa vykonáva dlhodobá práca (dlhšia ako 4 hodiny za pracovnú zmenu) a nie je možné zabezpečiť optimálne hodnoty mikroklimatických veličín, zamestnávateľ má zabezpečiť prípustné hodnoty s výnimkou:

- pracoviska, kde sa vyžadujú osobitné tepelné podmienky,
- pracoviska, na ktorom nie je možné technickými prostriedkami odstrániť záťaž teplom alebo chladom z technologických procesov,
- mimoriadne teplých dní (v tieni teplota vzduchu vyššia ako 30 °C a mimoriadne chladných dní (teplota vonkajšieho vzduchu nižšia ako – 15 °C).

Ak sa na pracovisku (pracovnej zóne, pracovnom mieste) prekračujú prípustné hodnoty mikroklimatických veličín v dôsledku sálavých zdrojov tepla (technologických zariadení a pod.) alebo za mimoriadnych teplých dní, čas práce sa upraviť tak, aby sa dodržala dlhodobá a krátkodobá únosná záťaž teplom.

7. Únosná záťaž teplom

Tepelná záťaž organizmu vzniká v dôsledku energetického výdaja organizmu súvisiaceho s charakterom pracovnej činnosti a tepelným stavom prostredia, ktorý ovplyvňuje odvod tepla z tela do okolitého prostredia. Pri stanovení záťaže teplom zamestnancov sa vychádza z energetického výdaja (tepelnej produkcie organizmu). Energetický výdaj sa zisťuje meraním spotreby kyslíka, odhadom podľa referenčných tabuliek alebo výpočtom.

7.1 Dlhodobá a krátkodobá únosná záťaž teplom

Dlhodobá únosná záťaž teplom je limitovaná množstvom vody vylúčenej z organizmu potením a dýchaním, pri ktorej je ešte organizmus schopný udržať tepelnú rovnováhu termoreguláciou. Krátkodobá únosná záťaž teplom je limitovaná množstvom akumulovaného tepla v organizme, pri ktorom už organizmus nedokáže udržať tepelnú rovnováhu, pričom teplota telesného jadra (mozog, miecha, orgány brušnej a rudnej dutiny) v stanovenom čase neprekročí limitnú hodnotu.

V norme [9] je uvedený postup stanovenia tepelnej záťaže podľa ukazovateľa *WBGT* (wet bulb globe temperature – teplota mokrého a guľového teplomeru). Ukazovateľ *WBGT*

zlučuje hodnoty troch parametrov VTM – teplotu prirodzene vetraného mokrého teplomera t_{nw} , výslednú teplotu guľového teplomera t_g , a teplotu vzduchu t_a (teplotu suchého teplomera) s prihliadnutím k ich časovým a priestorovým zmenám. Vzťah medzi týmito tromi parametrami TVM je vyjadrený takto:

$$WBGT = 0,7.t_{mw} + 0,3.t_g \text{ (bez vplyvu slnečného žiarenia)}$$

alebo

$$WBGTS = 0,7.t_{mw} + 0,3.t_g + 0,1.t_a \text{ (s vplyvom slnečného žiarenia).}$$

Meraním získané hodnoty ukazovateľa tepelnej záťaže *WBGT* sa porovnávajú s referenčnými hodnotami. Referenčné hodnoty *WBGT* predstavujú priemerný účinok tepla na zamestnanca za dostatočne dlhý čas práce, okrem špičkových hodnôt záťaže vyskytujúcej sa v krátkych časových intervaloch. V tabuľke č. 2 sú uvedené referenčné hodnoty *WBGT* pre kategóriu prác 4.

Tab. č. 2: Referenčné hodnoty ukazovateľa tepelnej záťaže pre kategóriu prác 4

Energetický výdaj		Referenčná hodnota <i>WBGT</i>			
Na jednotku povrchu tela	Na priemernú plochu povrchu tela 1,8 m	Aklimatizovaná osoba °C		Neaklimatizovaná osoba °C	
W.m ⁻²	W	1)	2)	1)	2)
> 260	> 468	23	25	18	20

Poznámka: ¹⁾ Bez pociťovaného pohybu vzduchu

²⁾ Pociťovaný pohyb vzduch

Ak sú prekračované referenčné hodnoty ukazovateľa tepelnej záťaže *WBGT* je nutné na danom pracovnom mieste znížiť tepelnú záťaž vhodnými technickými opatreniami alebo organizačnými opatreniami – stanovením únosného času práce.

Stanovením únosného času práce sa má zabezpečiť dodržanie dlhodobej alebo krátkodobej únosnej záťaže teplom. Smerné hodnoty dlhodobu a krátkodobu únosnej záťaže teplom sú uvedené v tabuľke č. 4 a 5 v prílohe k vyhláške .

Tepelná záťaž za sálania silných zdrojov (napr. taviacich pecí) sa má vyhodnotiť pre každé exponované pracovné miesto.

7.2 Dlhodobý a krátkodobý únosný čas práce

Dlhodobu a krátkodobu únosný čas práce je limitovaný čas práce na pracoviskách, na ktorých sú u zamestnanca prekračované hodnoty prípustnej záťaže teplom. Únosný čas práce je závislý od energetického výdaja, od mikroklimatických podmienok pre aklimatizovaných a neaklimatizovaných zamestnancov so zohľadnením tepelného odporu odevu. Únosný čas práce v minútach za 8 hodinovú pracovnú zmenu osobitne pre mužov a ženy je uvedený v tabuľkách č. 6 až 20 v prílohe k vyhláške alebo sa dá vypočítať podľa normy [3].

8. Zát'az chladom

Pri dlhodobej práci na pracovisku s operatívnu teplotou nižšou ako 10 °C až 4 °C sa ochrana zdravia zamestnancov zabezpečuje ochranným odevom s tepelným odporom, ktorý zabezpečí tepelne neutrálne podmienky pre organizmus. V prípade vonkajšieho pracoviska, ak rýchlosť prúdenia vzduchu prekračuje 1,8 m.s⁻² musia vlastnosti odevu splniť podmienky v závislosti od korigovanej teploty vzduchu podľa skutočnej rýchlosti prúdenia vzduchu na pracovnom mieste.

Ak tepelný odpor ochranného odevu nestačí na zabezpečenie tepelne neutrálnych podmienok pre organizmus, práca sa prerušuje a zamestnancom sa umožní odpočinok v ohrievarni s teplotou vzduchu 22 °C s vybavením na ohrievanie rúk.

9. Záver

Tepelno-vlhkostná mikroklima prostredia v rozsahu optimálnych hodnôt operatívnej teploty a v podmienok doplňujúcich mikroklimatických veličín vytvára predpoklad pre tepelné pohodu zamestnancov pri práci vo vnútorných priestoroch. V rozsahu prípustných hodnôt vzniká mierny tepelný diskomfort, bez vplyvu na zdravie zamestnancov.

V prípade prekročovania horného rozsahu prípustných hodnôt operatívnej teploty alebo pri práci v blízkosti sálavých zdrojov tepla, ochrana zdravia zamestnancov sa zabezpečuje stanovením dlhodobého alebo krátkodobého únosného času práce za pracovnú zmenu. V prípade práce v chladných vnútorných priestoroch sa ochrana zdravia zabezpečuje vhodným ochranným odevom a opakovaným pobytom zamestnancov v ohrievarni.

Tepelno-vlhkostná mikroklima patrí medzi dôležité fyzikálne faktory vnútorného prostredia, pretože na charakteristike jednotlivých mikroklimatických veličín (parametroch) závisia aj biologické a mikrobiologické faktory, ako aj množstvo niektorých chemických látok uvoľnených v prostredí.

Literatúra

- [1] Zákon č. 355/2007 Z.z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [2] Vyhláška MZ SR č. 544/2007 Z.z. o podrobnostiach o ochrane zdravia pred záťažou teplom a chladom.
- [3] STN EN ISO 7933:2005: Ergonómia tepelného prostredia. Analytické určovanie a interpretácia tepelného zaťaženia predpokladaného tepelného namáhania výpočtom
- [4] Centnerová, L.: Tepelná pohoda a nepohoda. VVI 5/2000
- [5] ANSI/ASHRAE Standard 55-1992. Thermal Environment Conditions for Human Occupancy 1992
- [6] STN EN ISO 7930:2006: Ergonómia tepelného prostredia. Analytické určovanie a interpretácia tepelnej pohody pomocou výpočtu ukazovateľov PMV a PPD a kritérií miestneho tepelného prostredia
- [7] Z. Mathausarová: Vzduchotechnické veličiny v nové hygienické legislatíve. VVI 2/2002
- [8] Vestník MZ ČR, Čiastka 2/2009 Metodický návod. Měření mikroklimatických parametrů pracovního prostředí a vnitřních prostředí staveb
- [9] STN ISO 7243 ZMENA 1:1998: Horúce prostredia. Stanovenie tepelnej záťaže podľa ukazovateľa WBGT