



Ćwiczenie 11 / sala 133

Temat: Ocena obciążeń termicznych pracownika w środowisku umiarkowanym

Przedmiot

- Ocena wrażeń cieplnych w środowisku umiarkowanym wg normy PN-EN ISO 7730;
- Wskazanie zaleceń dotyczących optymalizacji parametrów mikroklimatycznych w środowisku umiarkowanym dla wybranych prac wymagających określonego tempa metabolizmu.

Zastosowanie

Ćwiczenie ma na celu prezentację zasad oceniania środowiska mikroklimatycznego bazujących na modelach empirycznych PMV, PPD i PD, wg normy PN-EN ISO 7730. Metodyka prezentowana podczas zajęć służy do oceny warunków termicznych na stanowiskach pracy, w których zakresy temperatur powietrza mieszczą się w przedziale od +10°C do +30°C. Do analiz wykorzystywana jest aparatura pomiarowa, specjalistyczne oprogramowanie oraz procedury pomiarowe.

Podstawowe pojęcia

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">▪ homeostaza▪ wrażenia cieplne całego ciała▪ wymiana ciepła▪ równanie bilansu termicznego▪ DLE▪ komfort termiczny▪ PMV▪ PPD▪ met▪ kryteria oceny mikroklimatu▪ ryzyko związane z mikroklimatem▪ bezwzględna wilgotność powietrza | <ul style="list-style-type: none">▪ temperatura▪ całkowite obciążenie termiczne pracownika▪ obciążenie termiczne zewnętrzne▪ obciążenie termiczne wewnętrzne▪ I_{cl} [clo]▪ wielkości fizyczne charakteryzujące środowisko termiczne▪ zintegrowany miernik mikroklimatu▪ termometr▪ katatermometr▪ psychrometr▪ anemometr |
|---|--|

Aparatura i pomoce dydaktyczne

- zintegrowany miernik mikroklimatu MM-01;
- Normy: PN-EN ISO 7726, PN-EN ISO 7730, PN-EN ISO 8996, PN-EN 9920, PN-EN ISO 11079;
- Karta wyników pomiarów;

Pomoce i umiejętności zabezpieczone przez studenta

- Normy (PN-EN ISO 7726, PN-EN ISO 7730, PN-EN ISO 8996, PN-EN ISO 9920, PN-EN ISO 11079) lub ich opracowania,
- znajomość procedur pomiarowych,
- umiejętność wyjaśnienia podstawowych pojęć z tabeli powyżej,

- znajomość zasad pomiaru parametrów mikroklimatu z uwzględnieniem umiejscowienia czujników pomiarowych.

Zasady BHP podczas realizacji ćwiczenia

1. Przed przystąpieniem do ćwiczeń należy zapoznać się z dedykowanymi instrukcjami obsługi aparatury pomiarowej oraz niniejszą instrukcją realizacji ćwiczeń;
2. Prowadzący zajęcia sprawdza stan bezpieczeństwa przed rozpoczęciem zajęć;
3. Wszelkie zauważone niezgodności, a w szczególności uszkodzenia aparatury i wyposażenia na stanowisku należy niezwłocznie zgłaszać prowadzącemu zajęcia.

Przebieg i wykonanie ćwiczenia

1. Dla środowiska pracy wyznaczonego przez osobę prowadzącą zajęcia za pomocą zintegrowanego miernika mikroklimatu lub innych dostępnych przyrządów zmierz parametry niezbędne do obliczenia wskaźników PMV i PPD (temperatura wilgotna naturalna, temperatura poczernionej kuli, temperatura powietrza, prędkość przepływu powietrza, wilgotność względna). Pomiarów wykonaj według norm PN-EN ISO 7730, PN-ISO 7726. Pomiarów dokonaj w trzech punktach pomieszczenia na następujących wysokościach:
 - a. Dla osoby pracującej w pozycji stojącej : 0,1 m, 1,1 m i 1,7 m;
 - b. Dla osoby pracującej w pozycji siedzącej: 0,1 m, 0,6 m i 1,1 m.
2. Na podstawie informacji z załącznika B do PN-ISO 7726, a w szczególności wzoru (9), oblicz średnią temperaturę promieniowania (wzory zamieszczono w podrozdziale: Opracowanie wyników).
3. Posługując się załącznikami z norm (lub opracowaniami norm):
 - a. PN-EN ISO 8996 – określ poziom metabolizmu dla prac wykonywanych w analizowanych grupach zawodowych;
 - b. PN-EN ISO 9920 (lub PN-EN ISO 11079) – określ izolacyjność odzieży (wartości należy doprać w oparciu o dopasowanie do własnego zestawu odzieży).
4. Posługując się aplikacją HTML opracowaną przez autorów normy PN-EN ISO 7730, oblicz wskaźniki PMV i PPD wprowadzając niezbędne parametry z pomiarów i z obliczeń z norm: http://www.eat.lth.se/fileadmin/eat/Termisk_miljoe/PMV-PPD.html.
5. Wyniki zapisz w **Karcie wyników pomiarów**.

Opracowanie wyników

1. Wykonaj sprawozdanie z oceny obciążenia termicznego posługując się **Wzorcem sprawozdania**. Powinno ono zawierać:
 - a. opis miejsca, w którym prowadzono ocenę (firma, pomieszczenie, stanowisko pracy),
 - b. okres, w jakim prowadzono ocenę (rok, miesiąc, dzień, godzina),

- c. nazwę organu lub nazwisko osoby, która prowadziła ocenę,
- d. szczegółowe wyniki pomiarów parametrów mikroklimatu oraz wartości wskaźników niezbędnych do obliczenia PMV i PPD,
- e. wartości wskaźników PMV i PPD obliczone dla prac o określonej aktywności fizycznej i ciepłochronności odzieży.

2. Wyznacz średnią temperaturę promieniowania z następujących zależności:

- a. Przy **konwekcji naturalnej** dla termometru z poczernioną kulą o średnicy D i emisyjności ε_g (emisyjność $\varepsilon_g = 0,95$ dla kuli pomalowanej czarną matową farbą – stosuje się również kule zaczernione powłoką naniesioną elektrochemicznie; Zaleca się stosowanie kul o średnicy 0,15 m), średnią temperaturę promieniowania t_r obliczamy ze wzoru:

$$\bar{t}_r = \left[(t_g + 273)^4 + \frac{0,25 \times 10^8}{\varepsilon_g} \cdot \left(\frac{|t_g - t_a|}{D} \right)^{1/4} \times (t_g - t_a) \right]^{1/4} - 273, [^\circ\text{C}]$$

gdzie: D – średnica kuli termometru z poczernioną kulą, w metrach,
 t_g – temperatura poczernionej kuli, w stopniach Celsjusza,
 ε_g – emisyjność poczernionej kuli (bez wymiaru),
 t_a – temperatura powietrza, w stopniach Celsjusza.

- b. W przypadku standardowej kuli o średnicy $D = 0,15$ m oraz $\varepsilon_g = 0,95$, uzyskamy zależność:

$$\bar{t}_r = \left[(t_g + 273)^4 + 0,4 \times 10^8 \cdot |t_g - t_a|^{1/4} \times (t_g - t_a) \right]^{1/4} - 273, [^\circ\text{C}]$$

- c. Przy **konwekcji wymuszonej** dla termometru z poczernioną kulą o średnicy D i emisyjności ε_g , średnią temperaturę promieniowania t_r obliczamy ze wzoru:

$$\bar{t}_r = \left[(t_g + 273)^4 + \frac{1,1 \times 10^8 \times v_a^{0,6}}{\varepsilon_g \times D^{0,4}} \cdot (t_g - t_a) \right]^{1/4} - 273, [^\circ\text{C}]$$

- d. Dla kuli standardowej o średnicy $D = 0,15$ m oraz $\varepsilon_g = 0,95$, uzyskamy zależność:

$$\bar{t}_r = \left[(t_g + 273)^4 + 2,5 \times 10^8 \times v_a^{0,6} \cdot (t_g - t_a) \right]^{1/4} - 273, [^\circ\text{C}]$$

W praktyce najczęściej do obliczania średniej temperatury promieniowania przyjmuje się wzór dla kuli standardowej i konwekcji wymuszonej.

3. Dla warunków pracy wskazanych przez osobę prowadzącą zajęcia oraz na podstawie obliczeń opisanych w przebiegu i opisie ćwiczenia, dokonaj interpretacji wielkości wskaźników PMV i PPD oraz skutków pracy w badanym środowisku dla człowieka.
4. Sformułuj zalecenia zmian parametrów mikroklimatu lub procesu pracy i ciepłochronności odzieży w celu dostosowania wskaźnika PMV do zakresu komfortu cieplnego.

3. Zapisz wnioski i uwagi.

Literatura

Horst W. M., Dahlke G., Górny A., Horst N., Horst W. F., Ergonomia z elementami bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy. Zasady i wymagania związane z materialnym środowiskiem pracy, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2011

PN-EN ISO 7726 Ergonomia środowiska termicznego -- Przyrządy do pomiaru wielkości fizycznych

PN-EN ISO 7730 Ergonomia środowiska termicznego -- Analityczne wyznaczenie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów miejscowego komfortu termicznego

PN-EN ISO 8996 Ergonomia środowiska termicznego -- Określanie tempa metabolizmu

PN-EN ISO 9920 Ergonomia środowiska termicznego -- Szacowanie izolacyjności cieplnej i oporu pary wodnej zestawów odzieży

PN-EN ISO 11079 Ergonomia środowiska termicznego -- Wyznaczanie i interpretacja stresu zimna z uwzględnieniem wymaganej izolacyjności cieplnej odzieży (IREQ) oraz wpływu wychłodzenia miejscowego

Karta wyników pomiarów

Nazwa aplikacji komputerowej zastosowanej do analizy:

Identyfikacja punktów pomiarowych wg norm z zakresu mikroklimatu (wpisz wartości wysokości dla prac, które wykonuje osoba, której wrażenia cieplne są oceniane):

	I badany	II badany	III badany	IV badany	V badany
Wysokość stóp [cm]:					
Wysokość brzucha [cm]:					
Wysokość głowy [cm]:					

Identyfikacja poziomu ciężkości pracy osób, których wrażenia cieplne są oceniane (dla prac wskazanych przez osobę prowadzącą zajęcia dokonaj identyfikacji metabolicznej produkcji ciepła – wg PN-EN ISO 8996:2005 lub PN-EN 28996:1999):

	I badany		II badany		III badany		IV badany		V badany	
Praca 1:	Nazwa pracy:	M_{1bI} [W/m ²]:	Nazwa pracy:	M_{1bII} [W/m ²]:	Nazwa pracy:	M_{1bIII} [W/m ²]:	Nazwa pracy:	M_{1bIV} [W/m ²]:	Nazwa pracy:	M_{1bV} [W/m ²]:
Praca 2:	Nazwa pracy:	M_{2bI} [W/m ²]:	Nazwa pracy:	M_{2bII} [W/m ²]:	Nazwa pracy:	M_{2bIII} [W/m ²]:	Nazwa pracy:	M_{2bIV} [W/m ²]:	Nazwa pracy:	M_{2bV} [W/m ²]:
Praca 3:	Nazwa pracy:	M_{3bI} [W/m ²]:	Nazwa pracy:	M_{3bII} [W/m ²]:	Nazwa pracy:	M_{3bIII} [W/m ²]:	Nazwa pracy:	M_{3bIV} [W/m ²]:	Nazwa pracy:	M_{3bV} [W/m ²]:

Wpisz wartość pracy zewnętrznej W wyrażonej w [W/m²]:

Określ sumaryczną oporność cieplną odzieży badanych osób wg normy PN-EN ISO 9920, wycofanej normy PN-N-08013 lub aplikacji Pomiary czynników:

	I badany	II badany	III badany	IV badany	V badany
Oporność cieplna odzieży [clo]:					

Wyniki pomiarów:

Dla prac wykonywanych **na siedząco**:

Wysokość stóp:	Pomiar I	Pomiar II	Pomiar III	Pomiar IV	Pomiar V	Wartości średnie
t_a [°C]						
t_g [°C]						
V [m/s]						
RH [%]						
Wysokość brzucha:						
t_a [°C]						
t_g [°C]						
V [m/s]						
RH [%]						
Wysokość głowy:						
t_a [°C]						
t_g [°C]						
V [m/s]						
RH [%]						

Dla prac wykonywanych **na stojąco**:

Wysokość stóp:	Pomiar I	Pomiar II	Pomiar III	Pomiar IV	Pomiar V	Wartości średnie
t_a [°C]						
t_g [°C]						
V [m/s]						
RH [%]						
Wysokość brzucha:						
t_a [°C]						
t_g [°C]						
V [m/s]						
RH [%]						
Wysokość głowy:						
t_a [°C]						
t_g [°C]						
V [m/s]						
RH [%]						

Obliczenia

Oblicz średnią temperaturę promieniowania:

Dla prac wykonywanych **na siedząco**:

Wysokość stóp:	Pomiar I	Pomiar II	Pomiar III	Pomiar IV	Pomiar V	Wartości średnie
t_r [°C]						
Wysokość brzucha:						
t_r [°C]						
Wysokość głowy:						
t_r [°C]						

Dla prac wykonywanych **na stojąco**:

Wysokość stóp:	Pomiar I	Pomiar II	Pomiar III	Pomiar IV	Pomiar V	Wartości średnie
t_r [°C]						
Wysokość brzucha:						
t_r [°C]						
Wysokość głowy:						
t_r [°C]						

Oblicz PMV i PPD:

Dla prac wykonywanych **na siedząco**:

Wysokość stóp:	I badany	II badany	III badany	IV badany	V badany
<i>PMV</i>					
<i>PPD</i> [%]					
Wysokość brzucha:					
<i>PMV</i>					
<i>PPD</i> [%]					
Wysokość głowy:					
<i>PMV</i>					
<i>PPD</i> [%]					
Wartości średnie:					
<i>PMV</i>					
<i>PPD</i> [%]					

Dla prac wykonywanych **na stojąco**:

Wysokość stóp:	I badany	II badany	III badany	IV badany	V badany
<i>PMV</i>					
<i>PPD</i> [%]					
Wysokość brzucha:					
<i>PMV</i>					
<i>PPD</i> [%]					
Wysokość głowy:					
<i>PMV</i>					
<i>PPD</i> [%]					
Wartości średnie:					
<i>PMV</i>					
<i>PPD</i> [%]					

.....

Podpis wykładowcy