

# Mikroklimat

**dr inż. Magdalena Młynarczyk**

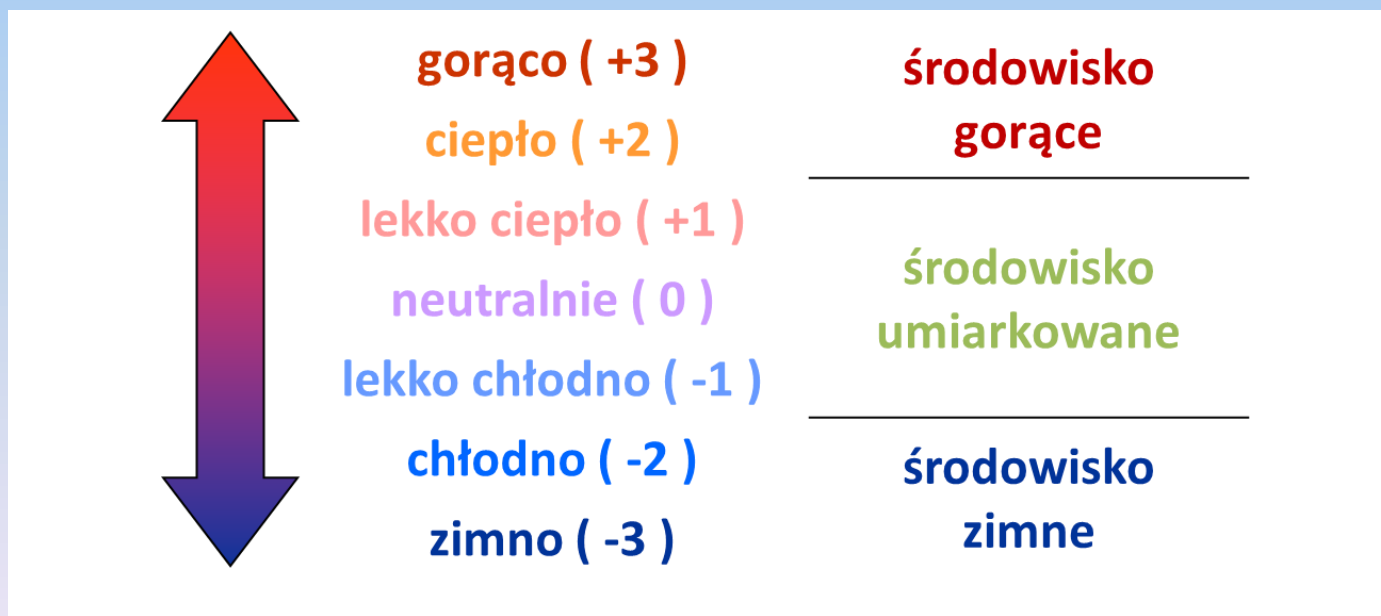
Pracownia Obciążeń Termicznych  
Zakład Ergonomii

e-mail: [m.mlynarczyk@ciop.pl](mailto:m.mlynarczyk@ciop.pl)

# Podział środowisk cieplnych

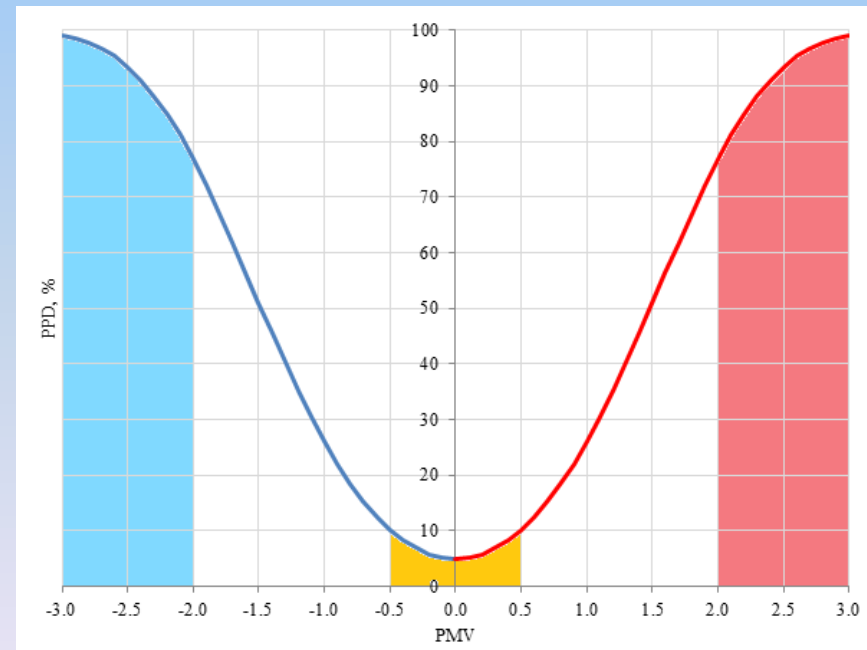
Wskaźnik PMV wykorzystywany jest również do klasyfikacji środowisk termicznych.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Społecznej kryterium klasyfikacji środowiska termicznego do obszaru mikroklimatu gorącego jest wartość wskaźnika  $PMV \geq +2$ , do mikroklimatu zimnego  $PMV \leq -2$



# ŚRODOWISKO TERMONEUTRALNE

- Wskaźnikiem umożliwiającym określenie odczuć cieplnych człowieka w danym środowisku jest **wskaźnik PMV** (*Predicted Mean Vote – Przewidywana Średnia Ocena*). Za pomocą wskaźnika PMV prognozuje się przeciętne wrażenia cieplne dużej grupy ludzi, poddanej działaniu określonej kombinacji zmiennych parametrów otoczenia
- Ze wskaźnikiem PMV związany jest **wskaźnik PPD** (*Predicted Percentage of Dissatisfied* *przewidywany procent osób niezadowolonych*) – określający przewidywany procent osób niezadowolonych
- Na podstawie wskaźników PMV i PPD proponuje się określenie granic **komfortu cieplnego** jako **zadawalających dla 80% ludzi**, co odpowiada wartości wskaźnika PMV zawartej w granicach **- 0,5 < PMV < + 0,5**



[Sobolewski, A., Zwolińska, M. O problemach związanych z oceną środowiska cieplnego za pomocą wskaźnika PMV *Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka* 2011 nr 12 20-23;

PN-EN ISO 7730:2006. *Ergonomia środowiska termicznego – Analityczne wyznaczenie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów lokalnego komfortu termicznego (oryg).*]

# ŚRODOWISKO GORĄCE

- Do określenia obciążenia cieplnego w środowisku gorącym stosowany jest wskaźnik WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature*).
- Przy określeniu wartości WBGT wymagane są pomiary: temperatury wilgotnej naturalnej  $t_{nw}$ , temperatury poczernionej kuli  $t_g$ , a w przypadku badań na zewnątrz budynku również temperatury powietrza  $t_a$ . Sposób prowadzenia badań oraz wartości odniesienia opisane są w normie PN-EN 27243.

- Obliczone wartości WBGT porównywalne są z wartościami dopuszczalnymi zapisanymi w normie PN-EN 27243 oraz odpowiednim Rozporządzeniu.

Klasa tempa metabolizmu	Tempo metabolizmu		Wartości dopuszczalne WBGT			
	Odniesienie do jednostki powierzchni skóry, $W/m^2$	Całkowite (przy średniej powierzchni skóry $1,8m^2$ ), $W$	Osoba zaaklimatyzowana w środowisku gorącym °C		Osoba niezaaklimatyzowana w środowisku gorącym °C	
0 (spoczynek)	$M \leq 65$	$M \leq 117$	33		32	
1 (praca lekka)	$65 < M \leq 130$	$117 < M \leq 234$	30		29	
2 (praca średnio ciężka)	$130 < M \leq 200$	$234 < M \leq 360$	28		26	
3 (praca ciężka)	$200 < M \leq 260$	$360 < M \leq 468$	nieodczuwalny ruch powietrza 25	odczuwalny ruch powietrza 26	nieodczuwalny ruch powietrza 22	odczuwalny ruch powietrza 23
4 (praca bardzo ciężka)	$M > 260$	$M > 468$	23	25	18	20

[PN-EN-27243:2005 Środowiska gorące. Wyznaczenie obciążenia termicznego działającego na człowieka podczas pracy, oparte na wskaźniku WBGT; Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 16 czerwca 2009 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 105, poz. 873].

# ŚRODOWISKO ZIMNE

- Do określenia obciążenia cieplnego (długu cieplnego) w środowisku zimnym stosowany jest wskaźnik **IREQ** (*Required Clothing Insulation*) oraz  $t_{wc}$  (*wind chill temperature*) mówiące o dopuszczalnym wychłodzeniu.
- W normie PN-EN ISO 11079 znajdują się definicje m.in.  $IREQ_{min}$ ,  $IREQ_{neutral}$ ,  $t_{wc}$  jak również powyższa norma zawiera opis sposobu prowadzenia badań oraz obliczeń wskaźników obciążenia cieplnego (długu cieplnego) w środowisku zimnym.
- Badania wykonuje się na stanowisku pracy za pomocą mierników mikroklimatu oraz programu komputerowego pozwalającego na wyliczenie w/w wskaźników.

JAVA applet for ISO 11079

**CALCULATION OF REQUIRED CLOTHING INSULATION (IREQ),  
DURATION LIMITED EXPOSURE (Dlim),  
REQUIRED RECOVERY TIME (RT),  
and Wind Chill Temperature (twc)**

IREQ 2008 ver 4.2, Hakan O. Nilsson and Ingvar Holmer.  
**BOOKMARK THIS PAGE in order to ALWAYS use the LATEST VERSION of the code.**  
Disclaimer and references at the end of the document.

**CALCULATION OF REQUIRED INSULATION, IREQ AND  
DURATION LIMITED EXPOSURE, Dlim**

<input type="text" value="116"/>	M (W/m2), Metabolic energy production (58 to 400 W/m2)
<input type="text" value="0"/>	W (W/m2), Rate of mechanical work, (normally 0)
<input type="text" value="-15"/>	Ta (C), Ambient air temperature (< +10 C)
<input type="text" value="-15"/>	Tr (C), Mean radiant temperature (often close to ambient air temperature)
<input type="text" value="8"/>	p (l/m2s), Air permeability (low < 5, medium 50, high > 100 l/m2s)
<input type="text" value="0"/>	w (m/s), Walking speed (or calculated work created air movements)
<input type="text" value="0.4"/>	v (m/s), Relative air velocity (0.4 to 18 m/s)
<input type="text" value="85"/>	rh (%), Relative humidity
<input type="text" value="2.5"/>	Icl (clo), AVAILABLE basic clothing insulation (1 clo = 0.155 W/m2K)

**IREQ & Dlim RESULTS (minimal to neutral)**

Insulation Required, IREQ  to  (clo)

REQUIRED basic clothing insulation (ISO 9920), Icl  to  (clo)

Duration limited exposure, Dlim  to  (hours)

message

[http://www.eat.lth.se/fileadmin/eat/Termisk\\_miljoe/IREQ2009ver4\\_2.html](http://www.eat.lth.se/fileadmin/eat/Termisk_miljoe/IREQ2009ver4_2.html)

[PN-EN ISO 11079:2008. Ergonomia środowiska termicznego – Wyznaczanie i interpretacja stresu termicznego wynikającego z ekspozycji na środowisko zimne z uwzględnieniem wymaganej izolacyjności cieplnej odzieży (IREQ) oraz wpływu chłodzenia miejscowego (oryg.); Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 16 czerwca 2009 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 105, poz. 873].