

WPŁYW WYSOKIEJ TEMPERATURY NA ODPOWIEDZI ORGANIZMU

dr hab. inż. Magdalena Młynarczyk
dr inż. Anna Dąbrowska

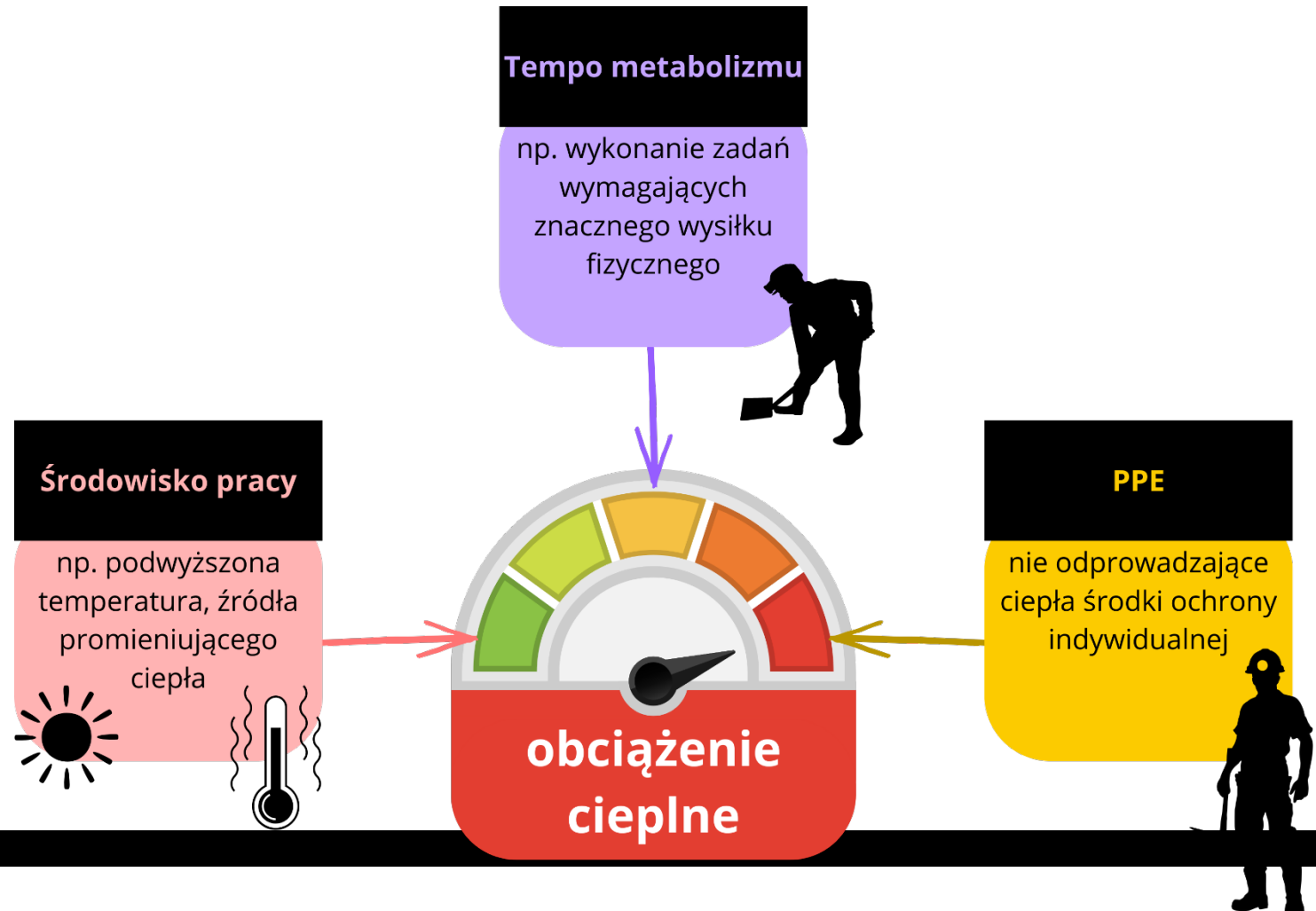
Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

VI Warsztaty Ratownicze CSRG S.A. 14.11.2025 r.

„Wysoka temperatura i wilgotność to wysokie ryzyko - Jak bezpiecznie pracować? Jak skutecznie ratować?”

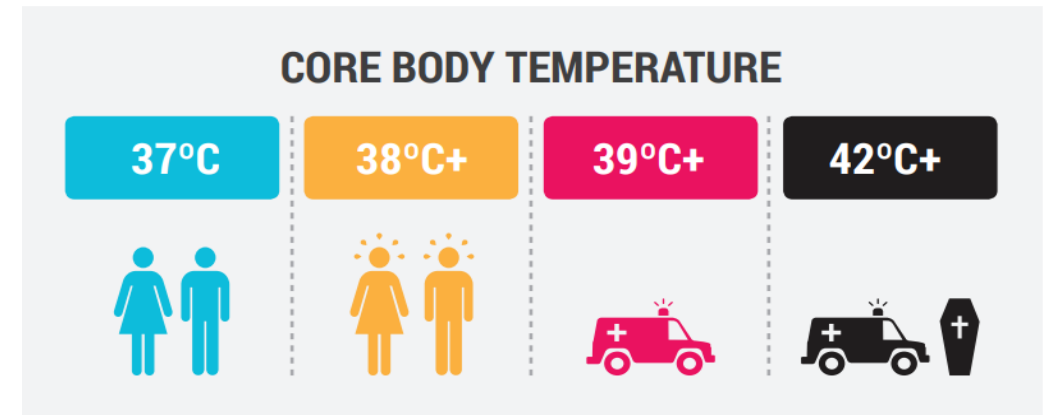
Środowisko zewnętrzne

➔ jako jeden z elementów wpływających na **obciążenie cieplne** człowieka



Obciążenie cieplne

- Obciążenie cieplne jako **wytrącenie organizmu z równowagi** i możliwości utrzymania **stałej temperatury wewnętrznej ciała**, na poziomie **36 °C – 38 °C**.
- Obciążenie cieplne organizmu definiowane jest także jako **przyrost temperatury wewnętrznej $\Delta 1$ °C w ciągu 1 godziny**.



Praca w warunkach obciążenia cieplnego

➤ Stałe warunki środowiskowe



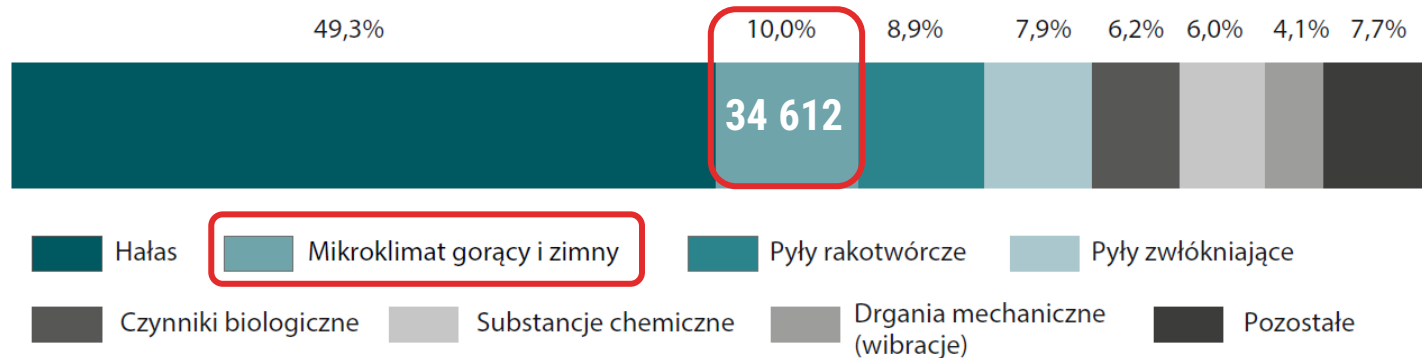
➤ Zmienne warunki środowiskowe



Praca w warunkach obciążenia cieplnego

Stale warunki środowiskowe

Zatrudnieni^a w warunkach zagrożenia związanego ze środowiskiem pracy według czynników szkodliwych i niebezpiecznych oraz uciążliwych dla zdrowia w 2024 r.

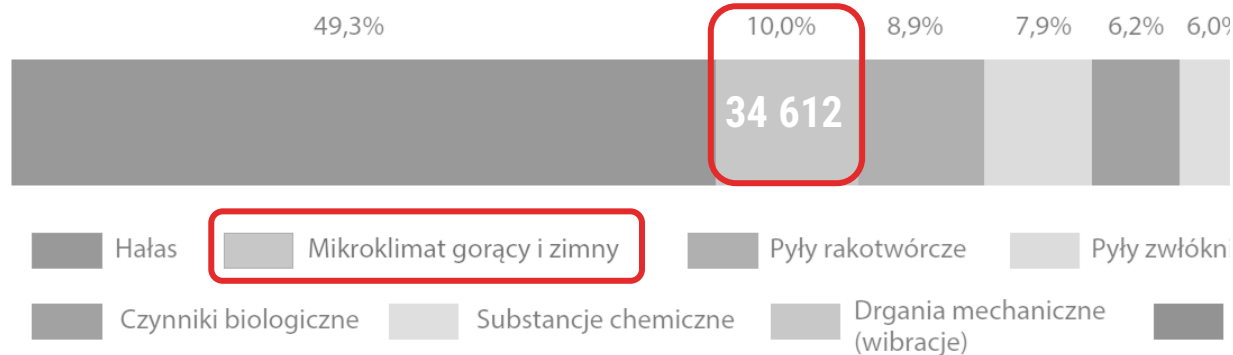


^a Liczeni tyle razy, na ile czynników są narażeni.

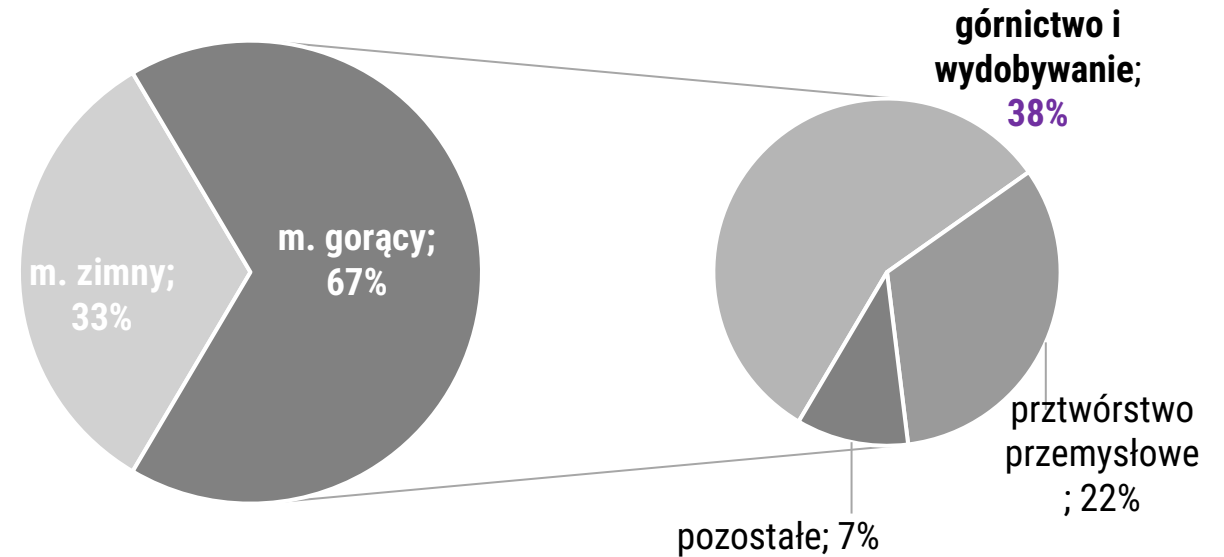
Praca w warunkach obciążenia cieplnego

Stale warunki środowiskowe

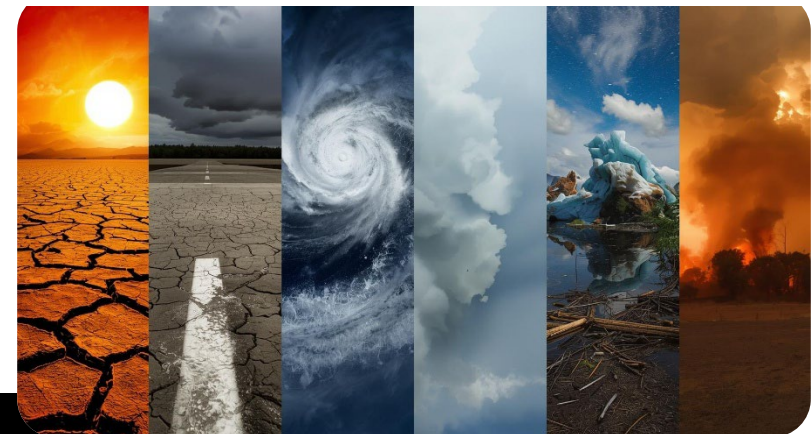
Zatrudnieni^a w warunkach zagrożenia związanego ze środowiskiem pracy według czynników szkodliwych i niebezpiecznych oraz uciążliwych dla zdrowia w 2023 r.



a Liczeni tyle razy, na ile czynników są narażeni.



Zmienne warunki środowiskowe

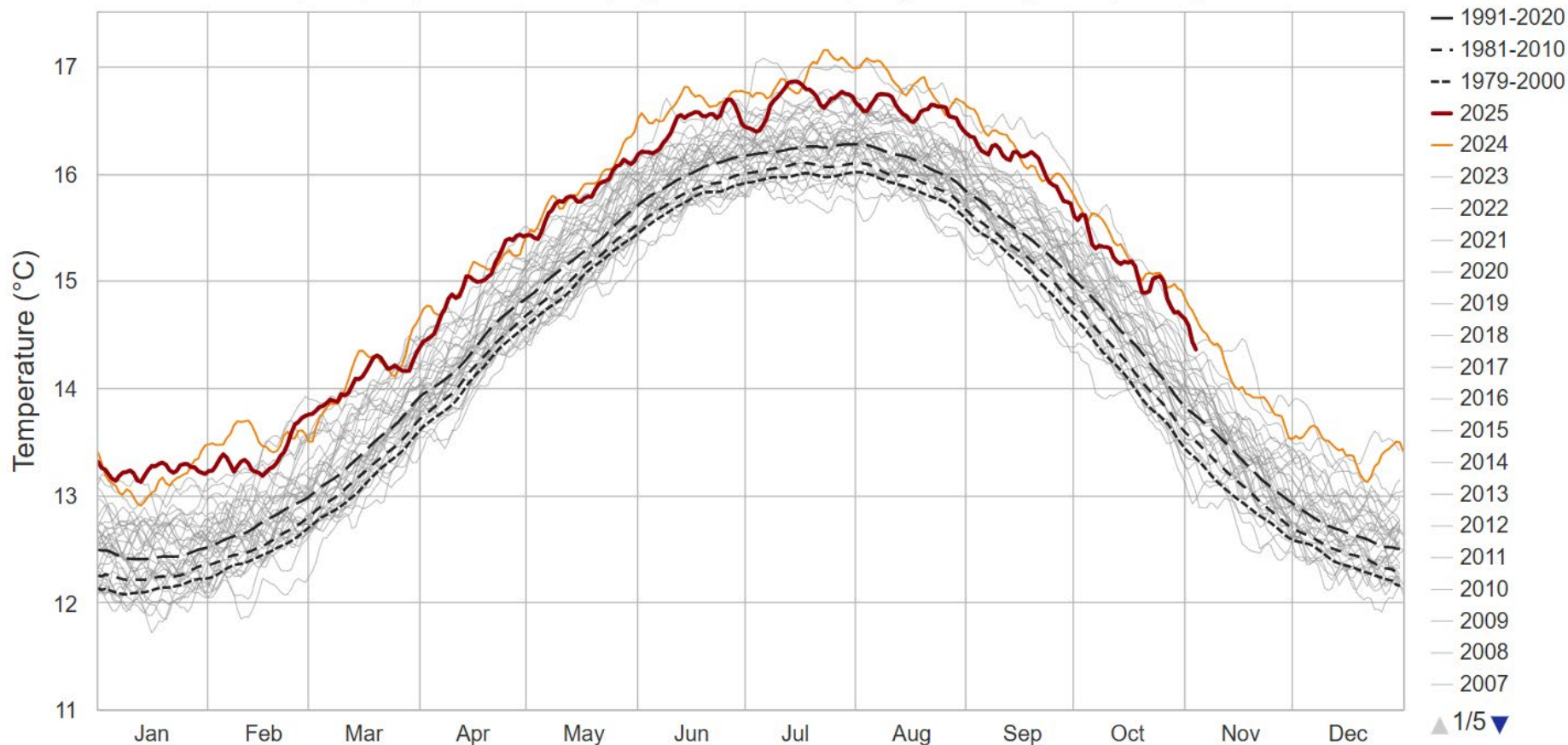


Zmienne warunki środowiskowe – zmiana klimatu

Daily Surface Air Temperature, World (90°S–90°N, 0–360°E)

Dataset: ECMWF Reanalysis v5 (ERA5) downloaded from C3S | Image Credit: ClimateReanalyzer.org, Climate Change Institute, University of Maine

Export Chart



Lata 2023-2024 rekordowe wartości globalne.

Zmienne warunki środowiskowe – zmiana klimatu

▶ Lata 2023-2024 rekordowe wartości globalne.

W **Europie** w 2025 r. zanotowano liczne rekordy temperatury, w tym **rekordowo ciepły marzec, czerwiec i lipiec** w skali kontynentu. Styczeń 2025 był najcieplejszym w historii pomiarów dla całej Ziemi, w czerwcu 2025 część zachodniej Europy doświadczyła wyjątkowej fali upałów, a w **Turcji** odnotowano rekordową temperaturę **50,5 °C**.

W **Polsce**, **kwiecień 2025** r. był **drugim najcieplejszym kwietniem w historii pomiarów w Polsce**.

W czerwcu 2025 r. w **Warszawie** odnotowano temperaturę **37,68 °C**, co stanowi rekordową temperaturę w stolicy od 121 lat.

Wysoka temperatura – zagrożenia

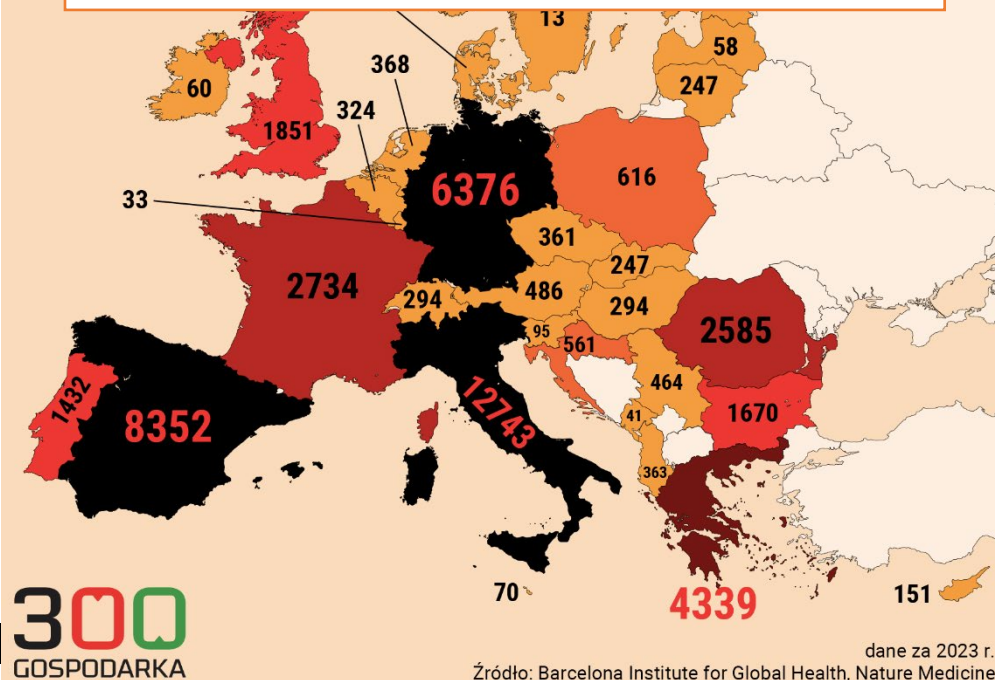
Według najnowszych badań przeprowadzonych przez **Barcelona Institute for Global Health (ISGlobal)**, w **2023 roku w Europie** odnotowano **ponad 47 000 zgonów** związanych z falami upałów.

Wyniki badania, opublikowane w prestiżowym czasopiśmie **Nature Medicine**, wskazują, że był to **drugi najwyższy wskaźnik śmiertelności spowodowanej wysokimi temperaturami w ostatniej dekadzie**.

<https://300gospodarka.pl/news/fala-upalow-i-fala-zgonow-prawie-50-tysiecy-europejczykow-zmarlo-z-powodu-wysokich-temperatur>

Liczba zgonów przypisywanych upałom

– Jeżeli podsumujemy liczbę nadmiarowych zgonów z powodu wysokich temperatur to **Polska znajduje się na 10. miejscu wśród krajów europejskich z wynikiem 616**. - prof. dr hab. n.med. Agnieszka Pawlak z Zespołu Kliniczno-Badawczego Fizjologii Stosowanej IMDIK PAN.



Wysoka temperatura – zagrożenia

SKUTKI EKSPOZYCJI NA WYSOKĄ TEMPERATURĘ

- ryzyko urazów spowodowanych:
 - zmęczeniem,
 - brakiem koncentracji,
 - podejmowaniem złych decyzji
- spadek wydajności
- zwiększony poziom stresu
- wyczerpanie cieplne
- udar cieplny
- ryzyko chorób serca
- ryzyko ostrego uszkodzenia nerek (odwodnienie)

NAJCZĘŚCIEJ WYSTĘPUJĄCE OBJAWY NADMIERNEGO STRESU CIEPLNEGO

- obfite pocenie się
- zmęczenie
- odwodnienie (zmniejszenie ilości wydalanego moczu i zmianę jego barwy)
- kurcze cieplne
- bóle głowy
- wysypki skórne/swędzenie
- wysoka temperatura ciała
- nudności
- krwawienie z nosa
- utrata koordynacji
- wyczerpanie cieplne/udar cieplny
- omdlenia

ŚRODOWISKO PRACY

- Wpływa na samopoczucie, kondycję psychiczną i fizyczną oraz stan zdrowia osób w nim przebywających.
- Wpływa zatem **nie tylko na odpowiedzi fizjologiczne organizmu**, ale także na **działanie funkcji poznawczych**.

Ważne jest zatem organizowanie miejsc pracy tak, by pracownik:

- odczuwał komfort cieplny;
- nie był narażony na negatywne skutki parametrów mikroklimatu, na który jest ekspozowany (nie tylko pod kątem fizjologicznym);
- mógł bezpiecznie pracować (podnoszenie świadomości, upowszechnianie wiedzy nt. wpływu mikroklimatu na organizm człowieka).

Zmniejszanie obciążenia cieplnego

Profilaktyka występowania obciążenia cieplnego

- Organizacja pracy (przerwy, chłodne miejsca odpoczynku)
- Odpowiednie nawodnienie
- Odpowiednie środki ochrony indywidualnej

 Nowinki technologiczne 
– nowe rozwiązania odbierające ciepło

SYSTEM DO MONITOROWANIA I PRZECIWDZIAŁANIA OBCIĄŻENIU CIEPLNEMU



Ograniczenie obciążenia cieplnego osób wykonujących pracę w warunkach zagrożenia mikroklimatem gorącym poprzez **wykorzystanie systemu**, umożliwiającego **monitorowanie obciążenia cieplnego** pracowników w czasie rzeczywistym i aktywnemu przeciwdziałaniu mu dzięki zastosowaniu odpowiednio **zaprojektowanej do warunków pracy odzieży chłodzącej**.



Przenośny miernik WBGT – pomiar wskaźnika WBGT w czasie rzeczywistym w miejscu pracy



Wartość WBGT



Wartość zwrotna od użytkownika



Odzież chłodząca – Indywidualne chłodzenie

TEC – funkcja chłodzenia

Materiał trudnopalny – dostosowanie do specyfiki pracy w hucie szkła

Elastyczny moduł termoelektryczny (TEC)



ZASADA DZIAŁANIA

CZĘŚĆ MONITORUJĄCA

monitorowanie wskaźnika obciążenia cieplnego WBGT na stanowisku pracy w czasie rzeczywistym



CZĘŚĆ KOMUNIKACYJNA

zbieranie danych z części monitorującej
wysyłanie komunikatów dotyczących wartości WBGT
komunikacja pomiędzy częścią monitorującą i częścią wykonawczą systemu



CZĘŚĆ WYKONAWCZA

obliczanie wymaganej moc chłodzenia na podstawie wartości WBGT
realizacja funkcji chłodzenia z wykorzystaniem odzieży chłodzącej wyposażonej w elastyczne moduły termoelektryczne



ODZIEŻ CHŁODZĄCA

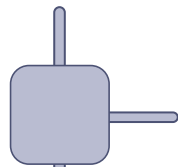
Całkowita masa części wykonawczej wynosi **ok. 1 kg**:

- sterownik – 164 g,
- źródło zasilania – 209 g,
- koszula – 331 g,
- układ chłodzący – 232 g,
- moduły rozpraszające ciepło (radiatory) w stanie suchym – 104 g

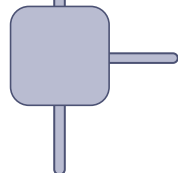


K O R Z Y Ś C I

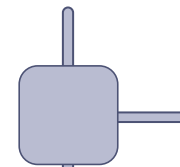
Z Z A S T O S O W A N I A S Y S T E M U



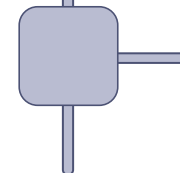
ciągłe monitorowanie wskaźnika WBGT w czasie rzeczywistym uwzględniające **dynamicznie zmieniające** się warunki pracy



automatyczne sterowne chłodzeniem dostosowane do warunków pracy
– brak konieczności ręcznego sterowania



aktywne przeciwdziałanie przed wystąpieniem nadmiernego obciążenia cieplnego – **działanie prewencyjne**



dodatkowe środki wspomagające poprawę warunków pracy
– **proaktywna inicjatywa**

Uważajmy na siebie podczas ekspozycji
na wysoką temperaturę !

Zwiększajmy świadomość nt. jej wpływu
na ludzki organizm !

Dziękuję za uwagę!

dr hab. inż. Magdalena Młynarczyk
Kierownik Pracowni Obciążeń Termicznych
Zakład Ergonomii

Zrealizowano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej. Zadanie nr: **3.ZS.13** pod tytułem: „Określenie współczynnika korekcji odzieżowej (CAV) z uwzględnieniem odzieży chłodzącej do oceny obciążenia cieplnego pracownika w środowisku gorącym”.

Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Zrealizowano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Projekt nr: **II.PN.02** pod tytułem: „Monitorowanie i przeciwdziałanie obciążeniu cieplnemu osób wykonujących pracę w warunkach zagrożenia mikroklimatem gorącym”.

Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.