

Model wirtualnego manekina do wykorzystywania przy kształtowaniu własności termicznych odzieży stosowanej w zimnych i gorących środowiskach

Centralny Instytut Ochrony Pracy

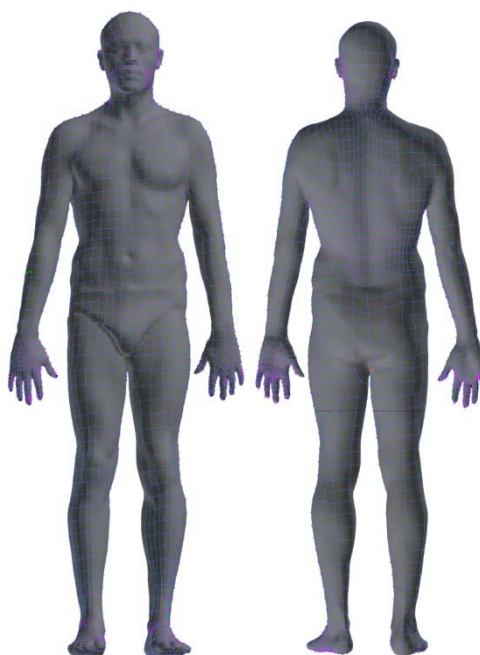
—

Państwowy Instytut Badawczy

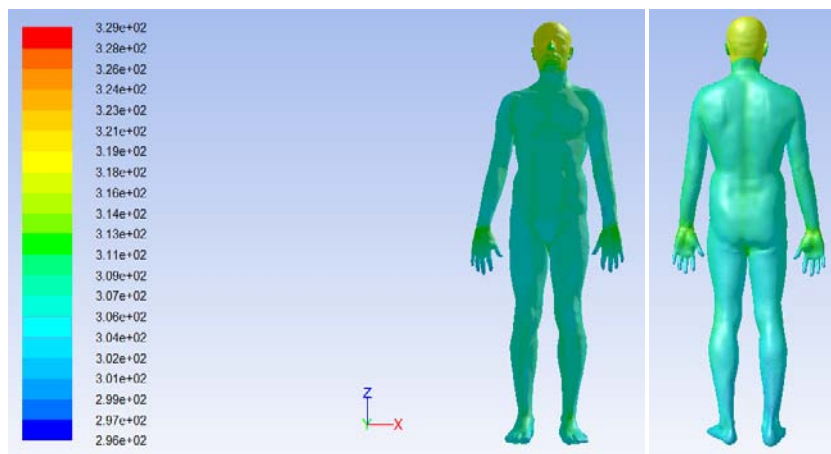
Celem projektu było opracowanie wirtualnego manekina termicznego, wykorzystywanego do analizy i modelowania warunków termicznych środowiska, który następnie, po opracowaniu dodatkowych modułów, będzie stosowany do modelowania izolacyjności termicznej odzieży ochronnej stosowanej do pracy w warunkach mikroklimatu zimnego i gorącego oraz projektowania systemów wentylacji i klimatyzacji, przy dokładnym odwzorowaniu parametrów środowiska.

Na podstawie badań z udziałem ochotników określono warunki początkowe modelu (takie jak podział manekina na segmenty, wielkości otworów wydechowych itp.), a także wartości służące do weryfikacji poprawności działania manekina,

Na tej podstawie wprowadzono do programu FLUENT (Ansys) powierzchnię standardowego mężczyzny (1,85m i masie ciała 82kg, rys.1.), która następnie została wyposażona w odpowiednie warstwy, podzielona na segmenty, a także zaimplementowano działanie układu termoregulacji człowieka oraz procesu oddychania. Weryfikacja poprawności działania manekina została przeprowadzona w temperaturze otoczenia równej 15-35°C (rys.2.).

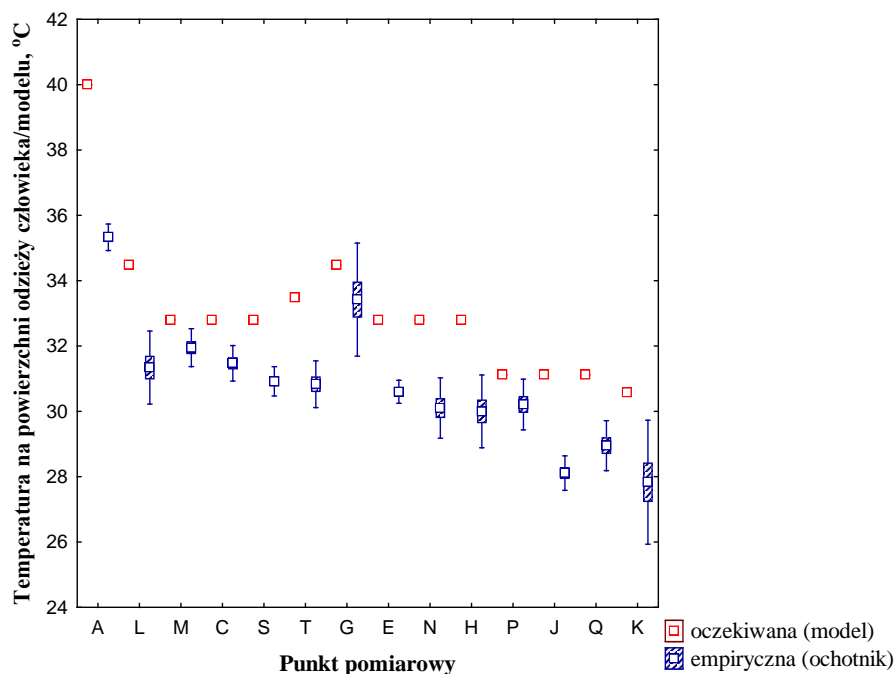


Rys.1. Powierzchnia ciała modelu (widok: przód i tył)



Rys. 2. Rozkład temperatury na powierzchni manekina przy założeniu temperatury otoczenia równej 30°C

Analiza statystyczna dotyczyła sprawdzenia występowania różnic lub zgodności statystycznych pomiędzy wynikami badań z udziałem ochotników, a wynikami obliczeń prowadzonych na manekinie. Na tej podstawie opracowano wykresy zawierające wyniki badań z udziałem ochotników w porównaniu do wyników uzyskanych na modelu (rys.3.).



Rys. 3. Porównanie wartości temperatury na powierzchni skóry ochotników/ manekina w temperaturze otoczenia równej 30°C

Na podstawie prac weryfikacyjnych określono następujące wnioski:

1. Uzyskano wysoką (błąd < 5%) zgodność pomiędzy wartościami temperatury na powierzchni modelu a temperaturą skóry ochotników. W przypadku temperatury otoczenia w zakresie 15 – 20°C uzyskano nawet zgodność statystyczną w 6 ÷ 9 punktach pomiarowych. W temperaturze otoczenia równej 35°C zgodność statystyczna wystąpiła w 4 punktach pomiarowych, jednak we wszystkich przypadkach błąd był niższy od 5%. Na tej podstawie można wnioskować, iż prognozowanie rozkładu temperatury na powierzchni modelu jest zgodne z rozkładem temperatury skóry człowieka.

2. Strumień powietrza wydychanego przez model z nozdrzy miał charakter zbliżony do strumienia powietrza wydychanego przez ludzi. Najwyższa wartość prędkości powietrza w strumieniu wydychanym przez model wynosiła od 0,68m/s do 0,98m/s w zależności od temperatury otoczenia i była zaobserwowana w odległości 10 cm od powierzchni wypływu powietrza. Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej określono, iż w większości punktów pomiarowych uzyskano brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami prędkości powietrza uzyskanymi dla modelu i ochotników. Błąd występujący pomiędzy tymi wynikami był mniejszy niż 15%.

3. Strumień powietrza wydychanego przez usta modelu był również charakterem zbliżony do strumienia powietrza wydychanego przez ochotników. Najwyższa wartość prędkości powietrza określona była tuż przy wypływie z ust i wynosiła od 0,51m/s do 0,83 w zależności od temperatury otoczenia. Zanik strumienia zaobserwowano w odległości 0,25m od powierzchni wypływu. Na podstawie analizy statystycznej określono, iż ponownie w większości punktów pomiarowych nie wystąpiły statystycznie istotne różnice, jedynie w odległości 0,05m i 0,15m od powierzchni wypływu. Błąd występujący pomiędzy wynikami uzyskanymi dla modelu i z badań z udziałem ochotników był mniejszy niż 15%.

4. Na podstawie przeprowadzonych analiz statystycznych można wnioskować, iż opracowany model jest dostosowany do symulacji procesu wydychania powietrza.

W obecnej wersji model reprezentuje standardowego człowieka - mężczyznę. Dalsze prace nad modelem będą kontynuowane w celu wprowadzenia możliwości symulacji przepływu ciepła przez różnego rodzaju odzież ochronną. W wyniku tych prac powstanie szeroka gama modeli, które będą wykorzystywane w obliczeniach i doborze odzieży ochronnej, symulacjach i prognozowaniu przepływu i parametrów powietrza w pomieszczeniach w celu kształtowania optymalnego, pod kątem zdrowia i komfortu użytkowników, środowiska wewnętrznego.

dr inż. Anna Bogdan