

ĆWICZENIE 1

MODEL TERMOREGULACJI CZŁOWIEKA

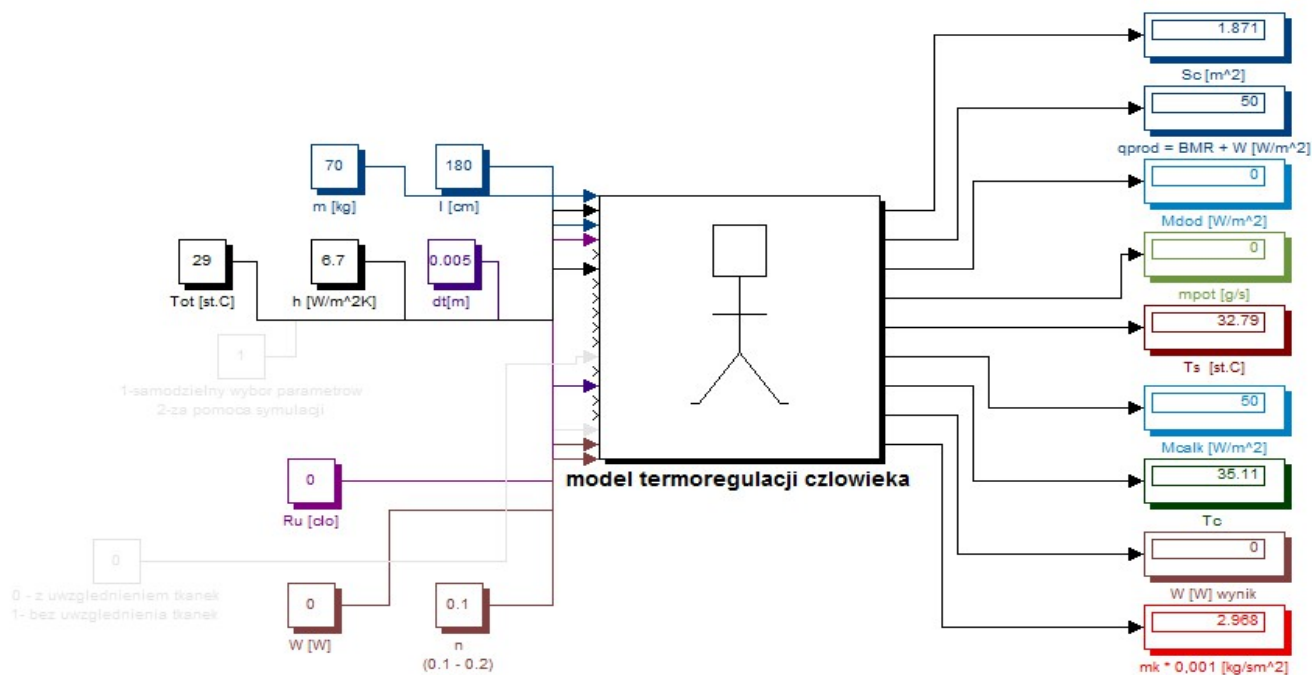
Cel ćwiczenia.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawowymi zasadami działania układu termoregulacji człowieka oraz określenie ograniczeń związanych z badanym modelem.

Zakres wymaganych wiadomości.

Mechanizm działania układu termoregulacji (na zasadzie ujemnego sprzężenia zwrotnego), zakres temperatur wnętrza organizmu, pojęcie wzorca temperatury (set-point), rozkład temperatur w ciele człowieka (rdzeń i płaszcz cieplny), efekторы układu termoregulacji, wymiana ciepła między organizmem a otoczeniem (konwekcja, przewodzenie, promieniowanie, parowanie, wytwarzanie ciepła przez organizm), bilans cieplny, strumień ciepła.

Opis modelu.



Rysunek 1: Model termoregulacji człowieka.

parametry wejściowe	parametry wyjściowe
m : masa ciała [kg]	Sc : pole powierzchni skóry[m ²]
l : wzrost [cm]	Tc : temperatura wnętrza ciała (rdzenia) [°C]
dt : grubość warstwy tkanki tłuszczowej [m]	Ts : temperatura skóry (uśredniona) [°C]
h : współczynnik przejmowania ciepła [W/m ² K]	mk·0,001 : masowe natężenie przepływu krwi najednostkę powierzchni [kg/m ² s]
Tot : temperatura otoczenia [°C]	

W: moc cieplna wydzielana przez organizm człowieka podczas pracy [W]

n: współczynnik sprawności

Ru: rezystancja cieplna ubrania [clo]

mpot: masa produkowanego potu w czasie [g/s]

qprod: moc produkowana przez organizm na jednostkę powierzchni ciała [W/m²]

$$q_{\text{prod}} = \text{BMR} + W$$

uwzględnia moc procesów życiowych (BMR) i pracę (W)

Mdod: metabolizm dodatkowy, produkcja ciepła-termogeneza bezdrzeniowa i drzeniowa [W/m²]

Mcałk: metabolizm całkowity [W/m²]

Dobór parametrów podstawowych modelu.

m: 70 [kg]

l: 180 [cm]

dt: 0,005 [m]

H: 6,7 [W/m²K]

Tot: 29 [°C]

W: 0 [W]

n: 0,1

Ru: 0 [clo]

Przebieg ćwiczenia i opracowanie wyników.

1. Wpływ zmian temperatury otoczenia na parametry wyjściowe

Ustawić parametry podstawowe modelu. Sprawdzić zmiany temperatury skóry oraz wnętrza organizmu wraz ze zmianami temperatury otoczenia. Sprawdzić wpływ zmian temperatury otoczenia na pozostałe parametry wyjściowe modelu. Określić prawidłowy zakres działania modelu.

Opracować wyniki w postaci wykresów - zależność parametrów wyjściowych od zmian temperatury otoczenia. Sprawdzić zakres funkcjonowania modelu.

2. Wpływ zmian wartości współczynnika przejmowania ciepła na parametry wyjściowe.

Ustawić parametry podstawowe modelu. Sprawdzić wpływ zmian wartości współczynnika przejmowania ciepła na parametry wyjściowe. Przykładowe wartości współczynnika przejmowania ciepła podano w tabeli 1.

Opracować wyniki w postaci wykresów - zależność parametrów wyjściowych od zmian wartości współczynnika przejmowania ciepła. Sprawdzić zakres funkcjonowania modelu.

Tabela 1: Przykładowe wartości współczynnika przejmowania ciepła.

	do 0,1 [m/s]	0,30 [m/s]	0,65 [m/s]
wertykalne położenie	6,7 [W/m ² K]	5,9 [W/m ² K]	4,5 [W/m ² K]
horyzontalne położenie	6,6 [W/m ² K]	5,7 [W/m ² K]	10,8 [W/m ² K]

3. Wpływ zmian wartości rezystancji cieplnej ubrania na parametry wyjściowe.

Ustawić parametry podstawowe modelu. Sprawdzić wpływ zmian wartości rezystancji cieplnej ubrania na parametry wyjściowe. Przykładowe wartości rezystancji cieplnej ubrania:

- brak ubrania: 0,0 [clo]
- podkoszulek: 0,09 [clo]
- szorty: 0,06 [clo]
- spodnie: 0,26 [clo]
- sweter: 0,28 [clo]
- lekkie ubranie letnie: 0,5 [clo]
- lekkie ubranie robocze: 0,7 [clo]
- typowe ubranie do przebywania w pomieszczeniu zimą: 1,0 [clo]

Opracować wyniki w postaci wykresów - zależność parametrów wyjściowych od zmian wartości rezystancji cieplnej ubrania. Sprawdzić zakres funkcjonowania modelu.

4. Wpływ zmian grubości tkanki tłuszczowej na parametry wyjściowe.

Ustawić parametry podstawowe modelu. Sprawdzić wpływ zmian grubości tkanki tłuszczowej na parametry wyjściowe. Przykładowe, orientacyjne wartości grubości tkanki tłuszczowej (dla przedziału wiekowego 21÷25 lat):

- niedowaga: 2÷6 [mm]
- norma: 6÷13 [mm]
- nadwaga: 13÷25 [mm]
- otyłość: 25÷36 [mm]

Opracować wyniki w postaci wykresów - zależność parametrów wyjściowych od zmian wartości grubości tkanki tłuszczowej.

5. Wpływ zmian wartości mocy cieplnej wydzielanej przez organizm człowieka podczas pracy na parametry wyjściowe.

Ustawić parametry podstawowe modelu. Sprawdzić wpływ zmian wartości mocy cieplnej wydzielanej przez organizm człowieka na parametry wyjściowe. Przykładowe zużycie energii w przeliczeniu na 1m² powierzchni ciała (praca tułowiem, wartości średnie z wyłączeniem podstawowej przemiany energii):

- lekka: 125 [W/m²]
- średnia: 190 [W/m²]
- ciężka: 280 [W/m²]
- bardzo ciężka: 390 [W/m²]

Opracować wyniki w postaci wykresów - zależność parametrów wyjściowych od zmian wartości mocy cieplnej wydzielanej przez organizm człowieka. Sprawdzić zakres funkcjonowania modelu.

6. Wpływ zmian wartości sprawności na parametry wyjściowe.

Ustawić parametry podstawowe modelu. Sprawdzić wpływ zmian wartości sprawności (w zakresie $0,1 \div 0,2$) na parametry wyjściowe.

Opracować wyniki w postaci wykresów - zależność parametrów wyjściowych od zmian wartości sprawności. Sprawdzić zakres funkcjonowania modelu.

Literatura

- [1] Małgorzata Tafl-Klawe, *Wykłady z fizjologii człowieka*, PZWL, Warszawa 2010
- [2] Konturek S., *Fizjologia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny*, ELSEVIER, Wrocław, 2007
- [3] Traczyk W., Trzebski A., *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej*, PZWL, Warszawa, 2004
- [4] K. Cena, J.A.Clark, *Bioengineering thermal physiology and comfort*, ELSEVIER 1981
- [5] Jerzy Jaworski, *Laboratorium ergonomii przewodnik do ćwiczeń*, Olsztyn 2008
- [6] Michał Strzeszewski, *Wprowadzenie do ogrzewnictwa – materiały do wykładów*, Politechnika Warszawska 2004
- [7] Zakład Ergonomii - Pracownia Obciążeń Termicznych, <http://www.ciop.pl/> (stan z dnia 10.09.2014)
- [8] THERMOPEDIA <http://www.thermopedia.com> (stan z dnia 10.09.2014)