

Ogrzewanie mieszkania - modelowanie deterministyczne

Hanna Świtała

8 lutego 2024

Spis treści

1	Projekt mieszkania	3
1.1	Rozkład mieszkania	3
1.2	Ustawienia grzewcze w mieszkaniu	3
2	Zmiany temperatury	4
2.1	Równanie rozchodzenia się temperatury	4
2.2	Symulacje	5
3	Pomiar zużytej energii	5

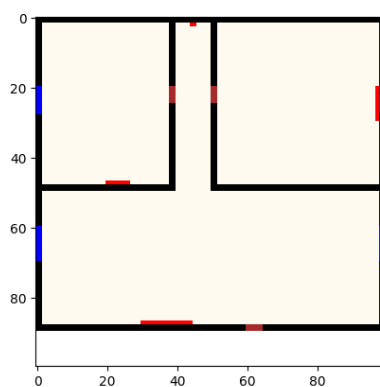
1 Projekt mieszkania

1.1 Rozkład mieszkania

Plan domu jest zaimplementowany jako macierz 100 x 100. Mieszkanie składa się z sypialni (prawy górny pokój, $2500[j^2]$), łazienki (lewy górny pokój, $2000[j^2]$) oraz pokoju dziennego ($4000[j^2]$), będącego jednocześnie kuchnią, jadalnią i salonem. Pomiędzy sypialnią i łazienką znajduje się wąski korytarz ($500[j^2]$). Powierzchnia mieszkania obejmuje kolor kremowy, natomiast biały prostokąt u dołu planu odzwierciedla klatkę schodową ($1000[j^2]$). Kolory w projekcie oznaczają:

- kolor czarny - ściany
- kolor czerwony - grzejniki
- kolor niebieski - okna
- kolor brązowy - drzwi

W mieszkaniu znajdują się 4 równoległe do siebie osadzone okna, 4 grzejniki (w każdym pomieszczeniu) oraz 3 drzwi (w tym jedno wejściowe).



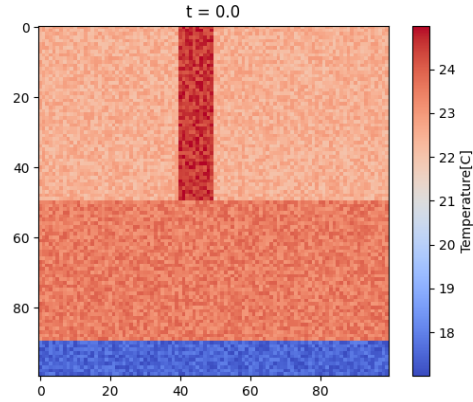
Wykres 1: Plan mieszkania

1.2 Ustawienia grzewcze w mieszkaniu

Początkowe temperatury w poszczególnych pokojach wynoszą:

- sypialnia - 22°C
- łazienka - 22°C
- korytarz - 24°C

- pokój dzienny - 23°C
- klatka schodowa - 17°C



Wykres 2: Rozkład początkowy temperatury

Każdy grzejnik posiada 5-stopniową grzałkę (0, 1, 2, 3, 4), przy czym ustawiony na 0 oznacza wyłączenie.

2 Zmiany temperatury

2.1 Równanie rozchodzenia się temperatury

Schemat numeryczny opisujący rozchodzenie się temperatury działa w różny sposób w zależności położenia w mieszkaniu:

- dla okien temperatura zmienia się zgodnie z funkcją $w(t) = 280 - 10 \sin(\frac{24t}{3600})$,
- dla pokoi korzystamy ze schematu numerycznego oraz z warunków brzegowych Neumanna opisanych równaniem:

$$u_{i,j,k+1} = u_{i,j,k} + \frac{Dh_t}{h_x^2} \left(u_{i+1,j,k} + u_{i-1,j,k} + u_{i,j+1,k} + u_{i,j-1,k} - 4u_{i,j,k} \right) + h_t f(x, t),$$

gdzie

- u to macierz 100 x 100 zawierające indeksy umieszczonych w mieszkaniu ścian, drzwi, okien i grzejników,
- D to współczynnik dyfuzji,
- h_t, h_x to wielkości kroków, które są uwzględniane przy ewolucji ciepła,

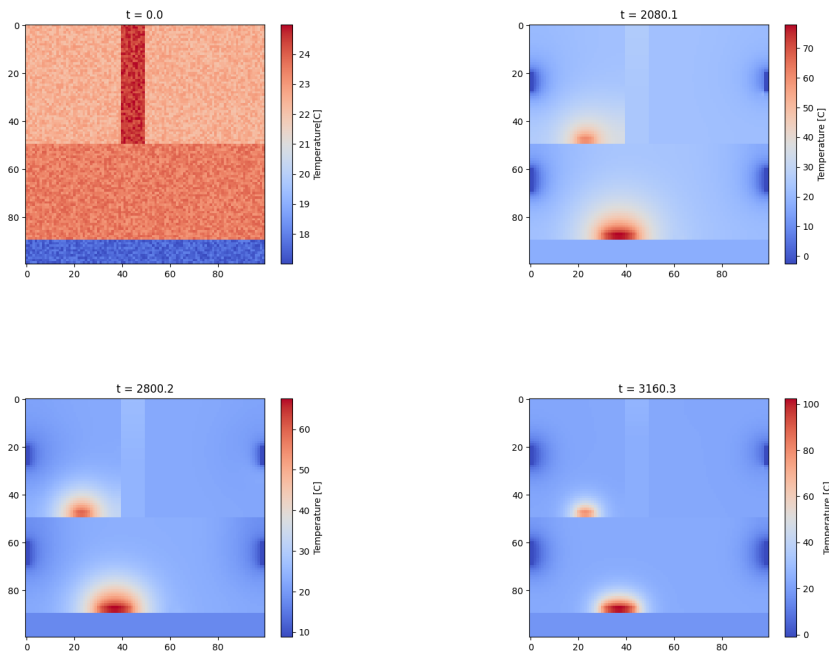
– funkcja $f(x, t)$ opisuje moc grzejników i generowane przez nich ciepło w czasie,

ściany przyjmują takie same wartości jak przedostatnie kolumny i wiersze,

- dla drzwi liczona jest średnia temperatura pomiędzy pomieszczeniami

2.2 Symulacje

Zaprezentujemy teraz jak zmienia się temperatura w mieszkaniu w czasie.

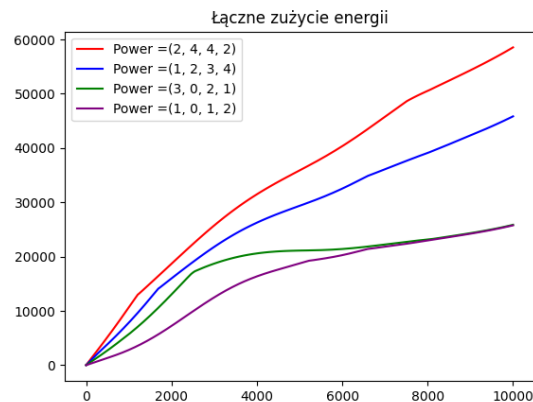


Moce grzejników w łazience, sypialni, salonie i korytarzu przyjmują odpowiednio wartości 1, 0, 1, 2. Temperatura rozchodzi się równomiernie w mieszkaniu utrzymując wysoki poziom ok. 25°C. W sypialni mimo że kaloryfer pozostaje wyłączony, utrzymuje się przyjazna temperatura. Ciepło bardzo łatwo rozchodzi się w mieszkaniu, a czynniki zewnętrzne (wiatr, niskie temperatury na dworze) nie mają dużego wpływu.

3 Pomiar zużytej energii

Zmierzymy teraz zużycie energii potrzebnej do ogrzania całego mieszkania. Wartości mocy grzałek są podane pokojami odpowiednio w łazience, sypialni, salonie oraz w korytarzu. W lewym górnym rogu poniższego wykresu znajduje

się legenda z konkretnymi wartościami mocy, które porównujemy, aby wybrać najefektywniejszy sposób.



Wykres 2: Pomiar zużytej energii

Z wykresu wynika, że moce grzałek ustawione odpowiednio na 1, 0, 1, 2 ocieplą nasze mieszkanie i nie nadwyreżą budżetu domowego rachunkami. Z wykonanego doświadczenia można wyciągnąć istotny wniosek, aby utrzymać niskie koszty ogrzewania domu należy:

- mieć szczelne okna, które nie przepuszczają zimnego powietrza z zewnątrz,
- zwrócić uwagę na dobrą cyrkulację powietrza w mieszkaniu, aby ciepło z grzejników rozchodziło się z łatwością,
- zadbać o izolację mieszkania,
- wybrać odpowiednią moc grzejników niekoniecznie maksymalną.