

Projekt

Mateusz Szydełko

1 lutego 2025

1 Przygotowanie

Równanie ciepła wyraża się wzorem:

$$u_t = Dv_{xx}$$

Zakładamy współczynnik dyfuzji $D = 0.025$ oraz warunek początkowy $u_0(x) = 19^\circ C$

Rozatrujemy równanie ciepła od godziny 12:00 do 12:00 dnia następnego.

$$d_t = 0.4$$

$$d_x = 0.2$$

$$T = 3600 \cdot 24 \text{ co jest równoznaczne z } 24\text{h}$$

$$n = \lfloor (\frac{T}{d_t}) \rfloor$$

$$\text{moc grzejnika} = 2000\text{W}$$

$$\text{wymiary pokoju} = 60 \times 55 \text{ pól}$$

Dokładny plan pokoju znajduje się w pliku plan.xlsx

przyjmujemy gęstość powietrza jako 1.1225

okna są otwarte w przedziałach: 6:00 - 6:04, 16:55 - 15:59, 20:55 - 20:59

grzejniki grzeją od 6:00 - 8:59 oraz 13:00 - 21:59

Temperatura zewnętrzna ropatrywana jest od 1.12 godz. 12 do 2.12 godz. 12

$$\begin{cases} u_t = D\Delta u + f_i(x, u), & x \in R_i, t > 0, & i \in \{1, 2, \dots, N_{\text{rooms}}\} \\ u = T_{\text{out}}(t), & x \in W_i, t > 0, & i \in \{1, 2, \dots, N_{\text{windows}}\} \\ \nabla u \cdot n = 0, & x \in W_i, t > 0, & i \in \{1, 2, \dots, N_{\text{walls}}\} \\ u = \frac{1}{|D_i|} \int_{D_i} u \, dx, & x \in D_i, t > 0, & i \in \{1, 2, \dots, N_{\text{doors}}\} \\ u(x, 0) = u_0(x), & x \in \Omega. \end{cases}$$

Do wyliczenia temperatur zewnętrznych użyto strony open-meteo.com

2 Problem 1

W tym rozdziale przyjrzymy się jak zmienia się temperatura oraz zużycie energii gdy w pierwszym przypadku grzejniki będą pod oknami a w drugim daleko od nich.

Plan obu mieszkań jest w odpowiednio drugiej oraz trzeciej zakładce pliku plan.xlsx

Kod do tego problemu jest w pliku *projekt_problem_1*, a kod generujący pokoje w plikach *create_plan_p1_1.py* i *create_plan_p1_2.py*

Wyniki w postaci animacji znajdują się w plikach *animacja_p1_1.gif* i *animacja_p1_2.gif*

Dla mieszkania z kaloryferem pod oknem wyniki po 24h wyglądają następująco:

Energia: 123168.20488280027W

Średnia temperatura: 20.00390692377886°C

A dla mieszkania z kaloryferem naprzeciwko okna:

Energia: 118418.2416520996W

Średnia temperatura: 20.00170726826948°C

3 Wnioski z wyników

Mieszkanie z kaloryferem pod oknem zużyło więcej energii (ok. 123 kW) w porównaniu do mieszkania z kaloryferem naprzeciwko okna (ok. 118 kW).

Różnica w zużyciu energii wynosi około 4750W, co sugeruje, że lokalizacja kaloryfera pod oknem może prowadzić do większych strat ciepła, prawdopodobnie ze względu na bezpośrednie oddziaływanie z zimnym powietrzem napływającym przez okno.

Średnia temperatura w obu przypadkach jest bardzo zbliżona (20.0039069237788°C dla kaloryfera pod oknem i 20.0017072682694 °C dla kaloryfera naprzeciwko okna). Różnica w średniej temperaturze jest minimalna, co wskazuje, że obie konfiguracje zapewniają podobny komfort cieplny.

Kaloryfer umieszczony naprzeciwko okna okazał się bardziej efektywny energetycznie, zużywając mniej energii przy zachowaniu podobnej średniej temperatury.

Bardzo możliwe że jest to spowodowane nagrzewaniem ścian w przypadku, gdy grzejniki są postawione przy ścianach i fakt że przyjmujemy ciepło w oknach jako to które jest na zewnątrz. Fakt że ciepło "ucieka" może być kluczowym powodem tej różnicy.

Sugeruje to, że lokalizacja kaloryfera z dala od okna może zmniejszać straty ciepła i poprawiać efektywność ogrzewania.

Jednak oglądając animację w przypadku grzejników na przeciwko okien można lepiej zauważyć nierównomierną temperaturę w pokojach

4 Problem 2

W tym rozdziale przyjrzymy się jak zmienia się temperatura oraz zużycie energii gdy grzejemy przez cały dzień w kontrze do grzania przez określony czas. Zobaczmy różnice gdy na zewnątrz jest bardzo zimno (14.01), zimno (23.12) i chłodno (18.12)

Kod do tego problemu jest w pliku *projekt_problem_2*, a kod generujący pokoje w pliku *create_plan_main.py*

Dla mieszkania 14.01 z kaloryferem niedziałającym przez cały czas wyniki po 24h wyglądają następująco:

Animacja w pliku: animacja_p2.2024-01-14_1.gif

Energia: 136466.94411368505

Średnia temperatura: 20.00400673773302

Dla mieszkania 14.01 z kaloryferem działającym przez cały czas:

Animacja w pliku: animacja_p2.2024-01-14_2.gif

Energia: 138671.62469965356

Średnia temperatura: 20.004213409746065

Dla mieszkania 23.12 z kaloryferem niedziałającym przez cały czas:

Animacja w pliku: animacja_p2.2024-12-23_1.gif

Energia: 130337.84407853399

Średnia temperatura: 20.004108060912277

Dla mieszkania 23.12 z kaloryferem działającym przez cały czas:

Animacja w pliku: animacja_p2.2024-12-23_2.gif

Energia: 132160.13756968826

Średnia temperatura: 20.004256942113415

Dla mieszkania 18.12 z kaloryferem niedziałającym przez cały czas:

Animacja w pliku: animacja_p2.2024-12-18_1.gif

Energia: 103823.32882435706

Średnia temperatura: 20.00390900674042

Dla mieszkania 18.12 z kaloryferem działającym przez cały czas:

Animacja w pliku: animacja_p2.2024-12-18_2.gif

Energia: 104358.22745250522

Średnia temperatura: 20.00397201436886

5 Wnioski z wyników

W każdym z analizowanych przypadków (bardzo zimno, zimno i chłodno) kaloryfer działający przez cały czas zużywał więcej energii niż kaloryfer włączany okresowo.

Różnice w zużyciu energii są niewielkie, ale zauważalne:

14.01: ok. 138.7 kW (cały czas) vs ok. 136.5 kW (okresowo) – różnica 2.2 kW,

23.12: ok. 132.2 kW (cały czas) vs ok. 130.3 kW (okresowo) – różnica 1.9 kW,

18.12: ok. 104.4 kW (cały czas) vs ok. 103.8 kW (okresowo) – różnica 0.6 kW.

Im niższa temperatura na zewnątrz, tym większa różnica w zużyciu energii między obydwojema trybami pracy kaloryfera.

Średnia temperatura w pomieszczeniu była bardzo zbliżona w obu trybach pracy kaloryfera (różnice na poziomie 0.0001 - 0.0003 °C), co wskazuje, że oba tryby zapewniają podobny komfort cieplny.

Tryb ciągłego działania kaloryfera nieznacznie podnosił średnią temperaturę, ale różnice są praktycznie niezauważalne.

Tryb okresowego włączania kaloryfera okazał się bardziej efektywny energetycznie, zużywając mniej energii przy zachowaniu podobnej średniej temperatury. Efektywność ta jest szczególnie widoczna w dni bardzo zimne (14.01), gdzie różnica w zużyciu energii była największa.

W dni bardzo zimne (14.01) zużycie energii było najwyższe, a różnica między trybami pracy kaloryfera największa.

W dni chłodne (18.12) zużycie energii było najmniejsze, a różnica między trybami pracy kaloryfera najmniejsza.

Wskazuje to, że im niższa temperatura na zewnątrz, tym większe korzyści z okresowego włączania kaloryfera.

Wyniki sugerują, że okresowe włączanie kaloryfera może być bardziej opłacalne energetycznie, szczególnie w okresach zimowych.

Tryb ciągłego działania kaloryfera może być uzasadniony tylko w przypadku bardzo niskich temperatur na zewnątrz, gdy konieczne jest utrzymanie stabilnej temperatury wewnątrz.