

Ćwiczenie 11

OCENA STRAT ENERGII CIEPLNEJ W OKRESIE GRZEW CZYM**11.1. Podstawy teoretyczne**

Wyznaczone w ćwiczeniu 1 współczynniki przewodnictwa cieplnego λ materiałów budowlanych oraz opory ciepłe przegród R pozwalają, przy znajomości oporów przejmowania ciepła na powierzchniach przegród R_{si} i R_{se} , oszacować straty ciepła w budynku w sezonie grzewczym.

Zagadnienie to stanowi jedno z ważniejszych zagadnień aplikacyjnych fizyki budowli. Przy czym wykorzystuje się tu rozwiązanie ustalonego, jednowymiarowego równania przewodnictwa cieplnego przez przegrodę wielowarstwową z konwekcyjnymi warunkami brzegowymi, zgodnie z którym strumień ciepła w przegrodzie dany jest wzorem

$$q = \frac{T_w - T_z}{R_T}, \quad R_T = R_{si} + \sum_{j=1}^m \frac{l_j}{\lambda_j} + R_{se}, \quad U = \frac{1}{R_T}, \quad (11.1)$$

gdzie: q – strumień ciepła w przegrodzie [$\text{J}/(\text{m}^2 \text{ s})$], T_w – temperatura wewnętrzna [$^{\circ}\text{C}$], T_z – temperatura zewnętrzna [$^{\circ}\text{C}$], R_T – całkowity opór cieplny przegrody [$(\text{m}^2 \text{ s K})/\text{J}$], l_j – grubość warstwy j przegrody [m], λ_j – współczynnik przewodności cieplnej warstwy j [$\text{J}/(\text{m s K})$], m – ilość warstw przegrody [-], R_{si} , R_{se} – opory przejmowania ciepła odpowiednio przez wewnętrzną i zewnętrzną powierzchnie przegrody [$(\text{m}^2 \text{ s K})/\text{J}$], U – współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę [$\text{J}/(\text{m}^2 \text{ s K})$].

Poszukiwane straty są sumą strat ciepła przez wszystkie przegrody, a dla danej przegrody równe są strumieniowi ciepła przemnożonemu przez powierzchnię przegrody i czas. Uzyskane w ten sposób oszacowanie pozwala obliczyć poziom emisji dwutlenku węgla do atmosfery, związany ze zużyciem danego nośnika energii cieplnej, wykorzystywanego do ogrzewania analizowanego mieszkania.

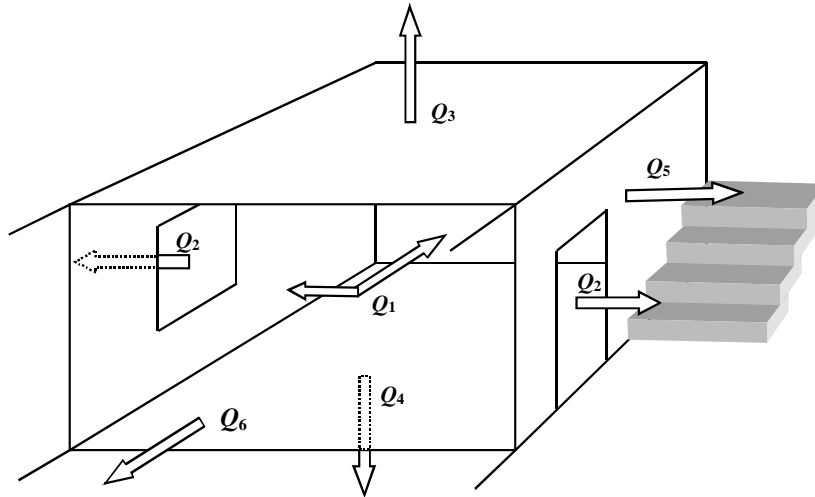
11.2. Przebieg obliczeń i szacowanie błędu

Należy oszacować straty energii i zapotrzebowanie na ciepło w okresie grzewczym dla lokalu mieszkalnego, przyjmując średnie temperatury miesięczne powietrza zewnętrznego T_{zi} według tabeli 11.1, natomiast temperatury powietrza wewnętrznego T_w zależnie od typu pomieszczenia:

- łazienki $+25^{\circ}\text{C}$,

- pokoje mieszkalne, przedpokoje, kuchnie indywidualne, ustępy +20°C,
- klatki schodowe w budynkach mieszkalnych +8°C,
- garaże indywidualne +5°C.

Straty obejmują ubytki przez ściany zewnętrzne Q_1 , okna i drzwi Q_2 , sufit Q_3 , podłogę Q_4 , ściany klatki schodowej Q_5 , przepływy do pomieszczeń sąsiednich Q_6 .



Rys. 11.1. Schemat strat ciepła w lokalu mieszkalnym

Straty energii cieplnej Q wyznaczyć należy ze wzoru

$$Q = \sum_{i=1}^k \left(\sum_{\alpha} Q_i^{\alpha} + Q_i^0 \right) = \sum_{i=1}^k \left(\sum_{\alpha} q_i^{\alpha} A^{\alpha} t_i + \rho_p c_p J_0 (T_w - T_{zi}) l_{di} \right), \quad (11.2)$$

który po uwzględnieniu zależności (11.1) przyjmie postać

$$Q = \sum_{i=1}^k \left(\sum_{\alpha} \frac{(T_w - T_{zi})}{R_T^{\alpha}} A^{\alpha} t_i + \rho_p c_p J_0 (T_w - T_{zi}) l_{di} \right), \quad (11.3)$$

gdzie: Q_i^{α} - straty ciepła przez przegrodę α w i -tym miesiącu [J], Q_i^0 - straty ciepła przez wentylację w i -tym miesiącu [J], q_i^{α} - strumień ciepła przez przegrodę α w i -tym miesiącu [J/(m² s)], A^{α} - powierzchnia przegrody α [m²], R_T^{α} - całkowity opór cieplny przegrody α [(m²sK)/J], $t_i = 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot l_{di} = 86400 l_{di}$ - czas trwania i -tego miesiąca [s], l_{di} - liczba dni w i -tym miesiącu [-], $k = 8$ - liczba miesięcy w okresie grzewczym (od września

do kwietnia), [-], $\rho_p = 1.205$ - gęstość powietrza [kg/m^3], $c_p = 1005$ - ciepło właściwe powietrza [$\text{J}/(\text{kg m}^3)$], $J_0 = nV$ - objętość powietrza wymieniana w ciągu doby przez wentylację i wietrzenie [m^3], $n = 2$ - krotność wymiany powietrza w ciągu doby [-], V - objętość lokalu mieszkalnego [m^3].

Tabela 11.1

Średnie miesięczne temperatury w okresie grzewczym

Dane dla III strefy klimatycznej	Miesiące							
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
Temperatura zewnętrzna [$^{\circ}\text{C}$]	13,3	7,8	2,5	-1,3	-2,9	-2,0	1,8	7,6

Bazując na danych otrzymanych z obliczeń ustalić dla danego lokalu mieszkalnego, stosownie do rodzaju zastosowanego ogrzewania, roczne zużycie nośnika energii cieplnej.

Zakładając, że średnie temperatury miesięczne, przyjęte zgodnie z tabelą 11.1, wykazują błędy δT_{zi} o wartości równej 10% ich wartości bezwzględnej

$$\delta T_{zi} = 0,1 \cdot |T_{zi}|, \quad (11.4)$$

można stwierdzić, że oszacowane przy wykorzystaniu wzoru (11.3) straty ciepła obarczone są błędem

$$\delta Q = \sum_{i=1}^k \left(\sum_{\alpha} \frac{\delta T_{zi}}{R_T^{\alpha}} A^{\alpha} t_i + \rho_p c_p J_0 \delta T_{zi} l_{di} \right). \quad (11.5)$$

11.3. Zakres opracowania

Opracowanie powinno zawierać:

- rzut poziomy mieszkania w skali 1:50 wraz ze szczegółami przedstawiającymi układ warstw w przegrodach w skali 1:10,
- obliczenia powierzchni poszczególnych przegród A^{α} , przez które zachodzi wymiana ciepła. Przy czym wymiary liniowe przegród należy ustalać w osiach przegród do nich prostopadłych,
- obliczenia kubatury V lokalu mieszkalnego,
- obliczenia całkowitych oporów cieplnych R_T^{α} oraz współczynników przenikania ciepła U^{α} poszczególnych przegród,

- wyznaczenia strat ciepła przez przegrody $\sum_{\alpha} Q_i^{\alpha}$ oraz przez wentylację Q_i^0 w poszczególnych miesiącach okresu grzewczego,
- obliczenia całkowitych strat ciepła Q w całym okresie grzewczym oraz oszacowanie błędów obliczeń δQ ,
- obliczenia rocznego zużycie nośnika energii potrzebnego do wyprodukowania ilości ciepła Q stosownie do rodzaju ogrzewania zastosowanego w danym lokalu mieszkaniowym.