

Metodyka wykazania oszczędności

I Wyprowadzenie wzorów

II Wyznaczenie wpływu temperatur zewnętrznych na zużycie energii cieplnej i określenie bazowego zużycia energii cieplnej jako teoretycznego przy zmiennej temperaturze zewnętrznej

ad I) Poniżej przedstawiamy metodę zastosowanych obliczeń w oparciu o wzór polskiej normy PN-EN 12831 na „Całkowite projektowe obciążenie cieplne budynku”.

Całkowite projektowe obciążenie cieplne budynku (PN-EN 12831)

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i}$$

Φ_{HL} - projektowe obciążenie cieplne, W;

- 1) $\sum \Phi_{T,i}$ - suma strat ciepła przez przenikanie wszystkich przestrzeni ogrzewanych budynku z wyłączeniem ciepła wymienianego wewnątrz budynku, W;
- 2) $\sum \Phi_{V,i}$ - wentylacyjne straty ciepła wszystkich przestrzeni ogrzewanych z wyłączeniem ciepła wymienianego wewnątrz budynku, W;
- 3) $\sum \Phi_{RH,i}$ - suma nadwyżek mocy cieplnej wszystkich przestrzeni ogrzewanych wymaganych do skompensowania skutków osłabienia ogrzewania, W;

ad.1) Rozróżnia się cztery przypadki strat ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej:

- bezpośrednio do otoczenia przez obudowę budynku,
- do otoczenia przez przestrzeń nieogrzewaną,
- do otoczenia przez grunt,
- do sąsiedniej przestrzeni ogrzewanej o znacząco różnej temperaturze projektowej.

W ogólnym przypadku, projektowa strata ciepła przez przenikanie obliczana jest z zależności:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) * (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$H_{T,ie}$; $H_{T,iue}$; $H_{T,ig}$; $H_{T,ij}$ - współczynniki strat ciepła przez przenikanie, odpowiednio: przez obudowę budynku, przestrzeń nieogrzewaną, grunt oraz do sąsiedniej przestrzeni ogrzewanej, W/K.

$\theta_{int,i}$ – projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej (i), °C;

θ_e – projektowa temperatura zewnętrzna, °C.

ad.2)

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$H_{v,i}$ – współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła, W/K;

$\theta_{int,i}$ – projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej (i), °C;

θ_e – projektowa temperatura zewnętrzna, °C

ad.3) Dodatkowym wyrażeniem liczbowym jest nadwyżka mocy cieplnej oparta o wzór

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$$

A_i – wewnętrzna powierzchnia podłogi przestrzeni ogrzewanej (i), m²;

f_{RH} – współczynnik nagrzewania (współczynnik korekcyjny zależny od czasu nagrzewania i założonego obniżenia temperatury wewnętrznej podczas osłabienia), W/m².

Metoda określania nadwyżki mocy cieplnej do skompensowania skutków osłabienia, zawarta w normie PN-EN 12831:2006, jest uproszczona. Dokładniejsze wyniki można uzyskać na drodze obliczeń dynamicznych, które mogą uwzględniać indywidualne cechy danego budynku.

Wartość współczynnika nagrzewania f_{RH} jest wprost proporcjonalna do obniżenia temperatury wewnętrznej, a odwrotnie proporcjonalna do czasu nagrzewania. Ze względu na to, że w Polsce brak jest doświadczeń dotyczących obliczania nadwyżki mocy cieplnej w przypadku ogrzewań z osłabieniem i przerwami, w załączniku krajowym NB przyjęto takie same wartości współczynnika nagrzewania f_{RH} , jak podane w załączniku D do normy międzynarodowej. Wartości tego współczynnika zawierają się w przedziale 2 - 45 W/m², w przypadku budynków mieszkalnych, oraz 4 - 31 W/m² dla budynków niemieszkalnych.

Wszystkie rodzaje strat ciepła przez przenikanie i wentylację, niezależnie od tego czy odbywają się bezpośrednio do otoczenia przez przegrodę obudowy budynku, lub przez grunt albo przez przyległą przestrzeń nieogrzewaną obliczane są w jednakowy sposób z zależności:

$$\Phi = H \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

gdzie:

H - współczynnik straty ciepła specyficzny dla danego rodzaju przepływu ciepła (straty ciepła przez przenikanie), lub przepływu ciepła i masy (wentylacyjne straty ciepła), W/K,

$\theta_{int,i}$ - projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej (i), °C,

θ_e - projektowa temperatura zewnętrzna, °C.

Rozpatrując ten sam obiekt zastosowano przekształcenia wzoru:

$$\Phi_{HL,i} = H \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) + \Phi_{RH,i}$$

$$\Phi_{RH,i} = x \cdot \Phi_{HL,i}$$

$\Phi_{RH,i}$ stanowi ok. 15-30% całkowitego obciążenia cieplnego.

Upraszczając wzór i zakładając jako wspólny składnik $K = \text{constans}$ określający zależność współczynnika strat i stałej nadwyżki mocy dla danego obiektu wyznaczono całkowite projektowe obciążenie cieplne budynku:

$$\Phi_{HL,i} = K * (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad , \text{ W}$$

W zastosowanej analizie obciążenie cieplne budynku określone w jednostce mocy przekształcono w zależność energii cieplnej do jednostki czasu.

Jako wartość do wzoru podstawiono wielkość zużycia ciepła Q [GJ] w okresie jednego miesiąca [m-c].

Projektowe obciążenie cieplne określa się do projektowej temperatury zewnętrznej. Dla potrzeb określenia miesięcznego zapotrzebowania na energię cieplną, zamiast projektowej temperatury należy zastosować średniomiesięczną temperaturę zewnętrzną.

$$Q_m = K * (\theta_{int,i} - \theta_m) \quad , \text{ GJ/m-c}$$

Q_m - miesięczne zapotrzebowanie na energię cieplną

θ_m - średniomiesięczna temperatura zewnętrzna odpowiadająca zużyciu energii cieplnej na danym obiekcie.

Ad II) Aby wykazać oszczędności wynikające z usługi, posłużono się porównaniem zużycia energii cieplnej w poszczególnych miesiącach z podstawieniem odpowiednich obliczeń wpływu temperatur zewnętrznych na zużycie energii cieplnej.

Zależności:

$$Q_{1r} = K * (\theta_{int,i} - \theta_{m1})$$

$$Q_{1t} = K * (\theta_{int,i} - \theta_{m2})$$

Przekształcono:

$$Q_{1t} = \frac{Q_{1r} * K * (\theta_{int,i} - \theta_{m2})}{K * (\theta_{int,i} - \theta_{m1})} = \frac{Q_{1r} * (\theta_{int,i} - \theta_{m2})}{(\theta_{int,i} - \theta_{m1})} \quad ,$$

Q_{1r} - rzeczywiste zużycie energii cieplnej w bazowym miesiącu dla średniomiesięcznej temperatury zewnętrznej okresu bazowego

Q_{1t} - teoretyczne zużycie energii cieplnej w bazowym miesiącu dla średniomiesięcznej temperatury zewnętrznej okresu porównywanego

θ_{m1} - średniomiesięczna temperatura zewnętrzna dla okresu bazowego

θ_{m2} - średniomiesięczna temperatura zewnętrzna dla okresu porównywanego