

IV. OBLICZENIE ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO BUDYNKU WG PN-EN 832:2001

W normie tej podobnie jak w PN-B-02025 musimy podzielić najpierw budynek na strefy ogrzewane i nieogrzewane, a następnie jeśli jest potrzebne na różne strefy (temperaturowe). Norma przedstawia kolejność postępowania przy obliczaniu dla każdego okresu obliczeniowego:

- Obliczenie strat ciepła Q_l (albo dla założonej stałej temp. wew. lub zakładając ogrzewanie z przerwami),
- Obliczenie wew. zysków ciepła Q_i ,
- Obliczenie zysków ciepła od nasłonecznienia Q_s ,
- Obliczenie współczynnika wykorzystania całkowitych zysków ciepła,
- Obliczenie zapotrzebowania na ciepło, a następnie dla całego roku: Oblicza się roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania,
- Oblicza się zapotrzebowanie na energię do ogrzewania uwzględniając straty lub sprawność instalacji ogrzewczej,

 H_T – OBLICZENIE WSÓŁCZYNNIKA STRATY CIEPŁA PRZEZ PRZENIKANIE

W przypadku kiedy użytkownik wybrał metodę obliczeń bez OZC to wówczas musimy skorzystać z następującego wzoru aby obliczyć H_T (w innych przypadkach H_T pobierany jest z części OZC i jest on sumą wszystkich współczynników $H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,lg} + H_{T,ij}$)

$$H_T = L_D + L_S + H_U$$

gdzie:

L_D - współczynnik bezpośredniego przenikania do zewnątrz (wyliczany wg punktu 1.)

L_S - współczynnik strat ciepła przez przenikania przez grunt (wyliczany wg METODA OBLICZEŃ DO NORMY PN-EN ISO 13370 w punkcie 1.)

H_U - współczynnik strat ciepła przez przenikanie przez pomieszczenia nieogrzewane (wyliczany wg punktu 2.)

1 - L_D BEZPOŚREDNIE PRZENIKANIE DO ZEWNATRZ

Do wzoru tego będziemy potrzebować wszystkich przegród zewnętrznych tzn. graniczących z strefą zewnętrzną (ściany zewnętrzne, okna zewnętrzne, drzwi zewnętrzne, stropodachy, dachy) :

$$L_D = \sum_i A_i \cdot U_i + \sum_k l_k \cdot \Psi_k + \sum_j \chi_j$$

gdzie:

A_i - jest powierzchnia zewnętrznego i-tego elementu,

U_i - jest współczynnikiem przenikania ciepła przegrody zewnętrznej i-tego elementu (wyliczone zgodnie z normą PN EN ISO 6946),

l_k - długość liniowego mostka cieplnego (wyliczone zgodnie z normą PN EN ISO 10211-1),

Ψ_k - jest liniowym współczynnikiem przenikania ciepła mostka cieplnego (wyliczone zgodnie z normą PN EN ISO 10211-1),

χ_j - jest punktowym współczynnikiem przenikania ciepła punktowego mostka cieplnego (wyliczone zgodnie z normą PN EN ISO 10211-1),

2 - H_U WSPÓŁCZYNNIK STRAT CIEPŁA PRZEZ PRZENIKANIE PRZEZ PRZESTRZENIE NIEOGRZEWANE

Do wzoru tego będziemy potrzebować wszystkich przegród wewnętrznych tzn. graniczących z strefą zewnętrzną (ściany zewnętrzne, okna zewnętrzne, drzwi zewnętrzne, stropodachy, dachy) :

$$H_U = L_{iu} \cdot b$$

gdzie:

L_{iu} - jest współczynnikiem sprzężenia cieplnego pomiędzy strefą ogrzewaną, a strefą nieogrzewaną, wyliczany jest jak L_D tylko, że pod uwagę bierzemy przegrody wewnętrzne tej strefy sąsiadujące z strefą nieogrzewaną

b – współczynnik wyliczany z wzoru albo podawane z tabeli 20:

$$b = \frac{\theta_{ini,i} - \theta_u}{\theta_{ini,i} - \theta_e}$$

gdzie:

$\theta_{ini,i}$ - projektowana temperatura w obliczanym pomieszczeniu,

θ_u - projektowana temperatura w sąsiadującym nieogrzewanym pomieszczeniu,

θ_e - projektowana temperatura zewnętrzna,

H_V – OBLICZENIE WSÓŁCZYNNIKA WENTYLACYJNEJ STRATY CIEPŁA

Dodatkowo do obliczenia całkowitego współczynnika straty ciepła w strefie potrzebny jest nam jeszcze wentylacyjny współczynnik strat ciepła wyliczany z wzoru (w którym wartości \dot{V} uzależniona jest od typu wentylacji):

$$H_V = 0,34 \cdot \dot{V}$$

gdzie:

\dot{V} - jest strumieniem powietrza w odniesieniu do budynku/strefy wyliczanym w zależności od typu wentylacji z wzoru:

Dla wentylacji naturalnej:

$$\dot{V} = \max(\dot{V}_{min}; \dot{V}_d)$$

gdzie:

\dot{V}_{min} - min strumień higieniczny wyliczany jest z wzoru:

$$\dot{V}_{min} = n_{min} \cdot V$$

n_{min} - min krotność wymian domyślnie przyjmując 0,5

V – kubatura obliczanej strefy,

\dot{V}_d - projektowana wymiana powietrza (podawana przez użytkownika)

Dla wentylacji mechanicznej:

$$\dot{V} = \dot{V}_f + \dot{V}_x$$

gdzie:

\dot{V}_f – strumień powietrza zapewniany przez wentylator (większa wartość z powietrza nawiewanego \dot{V}_{sup} , wywiewanego \dot{V}_{ex}),

\dot{V}_x – strumień powietrza spowodowany wiatrem i efektami kominowymi, wyliczany z wzoru:

$$\dot{V}_x = \frac{V \cdot n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f}{e} \left[\frac{\dot{V}_{sup} - \dot{V}_{ex}}{V \cdot n_{50}} \right]^2}$$

gdzie:

n_{50} - krotność wymian powietrza przy różnicy 50 Pa (tabela 22),

V – kubatura obliczanej strefy,

\dot{V}_{sup} – strumień powietrza nawiewanego do strefy (wartość podawana przez użytkownika),

\dot{V}_{ex} – strumień powietrza wywiewanego z strefy (wartość podawana przez użytkownika),

e – współczynnik osłonięcia e (tabela 29)

f – współczynnik osłonięcia f (tabela 30)

Tabela 29

Współczynnik e dla klasy osłonięcia	Więcej niż jedna nieosłonięta fasada	Tylko jedna nieosłonięta fasada
Brak osłonięcia (budynki na otwartej przestrzeni, wysokie budynki w centrum miasta)	0,10	0,03
Średnio osłonięte (budynki wśród drzew lub wśród innych budynków, przedmieścia)	0,07	0,02
Bardzo osłonięte (budynki średniej wysokości w centrach miast, budynki w lasach)	0,04	0,01

Tabela 30

Współczynnik f dla klasy osłonięcia	Więcej niż jedna nieosłonięta fasada	Tylko jedna nieosłonięta fasada
	15	20

Dla wentylacji mechanicznej włączonej okresowo:

$$\dot{V} = (\dot{V}_0 + \dot{V}'_x)(1 - \beta) + (\dot{V}_f + \dot{V}_x)\beta$$

gdzie:

\dot{V}_f – strumień powietrza zapewniany przez wentylator (większa wartość z powietrza nawiewanego \dot{V}_{sup} , wywiewanego \dot{V}_{ex}),

\dot{V}_x – strumień powietrza infiltrującego (wyliczany z wzoru wcześniejszego)

\dot{V}_0 – strumień powietrza spowodowany działaniem wentylacji naturalnej (podawany przez użytkownika)

\dot{V}'_x – dodatkowy strumień powietrza przy włączonym wentylatorze wyliczany z wzoru:

$$\dot{V}'_x = n_{50} \cdot V \cdot e$$

β – współczynnik podziału czasowego (podawany przez użytkownika)

Dla wentylacji mechanicznej z wymiennikiem ciepła:

$$\dot{V} = \dot{V}_f(1 - \eta_v) + \dot{V}_x$$

gdzie:

\dot{V}_f – strumień powietrza zapewniany przez wentylator (większa wartość z powietrza nawiewanego \dot{V}_{sup} , wywiewanego \dot{V}_{ex}),

\dot{V}_x – strumień powietrza infiltrującego (wyliczany z wzoru wcześniejszego)

η_v – współczynnik sprawności systemu odzysku (podawany przez użytkownika lub zdefiniowany na podstawie wybranego systemu)

Q_l – OBLICZENIE CAŁKOWITEJ STRATY CIEPŁA

Na podstawie powyższych danych możemy wyliczyć całkowitą stratę ciepła Q_l z wzoru:

$$Q_l = (H_T - H_V) \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t$$

gdzie:

θ_i – obliczeniowa temperatura wewnętrzna,

θ_e – średnią zewnętrzną temperaturą podczas okresu obliczeniowego,

t – czas trwania okresu obliczeniowego (tabelki z miesiącami i dniami obliczeniowymi z tabelki z normy PN B 02025),

H_T – współczynnik strat ciepła przez przenikanie,

H_V – współczynnik wentylacyjnych strat ciepła,

Q_g – OBLICZENIE CAŁKOWITYCH ZYSKÓW CIEPŁA

Całkowite zyski ciepła wylicza się z wzoru:

$$Q_g = Q_i \cdot Q_s$$

gdzie:

Q_i – wewnętrzne zyski ciepła (wyliczany wg punktu 1)

Q_s – zyski ciepła od nasłonecznienia (wyliczany wg punktu 2)

1 - Q_i wewnętrzne zyski ciepła

Do wew. zysków ciepła zaliczamy zyski od: ludzi, moc urządzeń elektrycznych i oświetlenia, instalacji ciepłej wody i kanalizacji. Do obliczeń wew. zysków ciepła wykorzystujemy wzór:

$$Q_i = [\Phi_{ih} - (1 - b) \cdot \Phi_{iu}] \cdot t = \Phi_i \cdot t$$

gdzie:

Φ_{ih} – jest średnią mocą wew. zysków ciepła w ogrzewanej przestrzeni,

Φ_{iu} – jest średnią mocą wew. zysków ciepła w nieogrzewanych przestrzeniach,

Φ_i – jest średnią mocą wew. zysków ciepła w obliczanej strefie/budynku

t – czas trwania okresu obliczeniowego (tabelki z miesiącami i dniami obliczeniowymi z tabelki z normy PN B 02025),

b – jest współczynnikiem podawanym przez użytkownika

2 - Q_s zyski ciepła od nasłonecznienia

Zyski ciepła od nasłonecznienia wymagają od obiektu okna informacji o orientacji przegrody, współczynnika zacienienia, współczynnik absorpcji i przepuszczalności. Wartość wyliczana jest z wzoru:

$$Q_s = \sum_j I_{sj} \cdot \sum_n A_{snj}$$

gdzie:

I_{sj} – całkowita energia globalnego promieniowania słonecznego na jednostkę powierzchni o orientacji j podczas okresu obliczeniowego,

A_{snj} – jest polem ekwiwalentnym powierzchni przejmującej promieniowanie n o orientacji j (wyliczane z punktu 2.1),

\sum_j – suma po wszystkich orientacjach przegród,

\sum_n – suma po wszystkich powierzchniach,

2.1 - A_s obliczenie powierzchni przejmującej promieniowanie

Wartość ta wyliczana jest z wzoru:

$$A_s = A \cdot F_s \cdot F_c \cdot F_F \cdot g$$

gdzie:

A – powierzchnia okna,

F_s – współczynnik korekcyjny ze względu na zacinienie (wartość wyliczana z wzoru $F_s = F_h \cdot F_o \cdot F_f$ gdzie wartości podawane są z tablic 31, 32, 33)

F_c – współczynnik zasłonięcia (tabela 34),

F_F – współczynnik ramy jest to stosunek powierzchni oszklenia do powierzchni całkowitej okna ,

g – przepuszczalność całkowita energii słonecznej (wyliczana z wzoru $g = 0,9 \cdot g_{\perp}$ i tabeli 35)

Tabela 31

F_h CZĘŚCIOWY WSPÓŁCZYNNIK KOREKCYJNY OD ZACIENIENIA OTOCZENIA									
Kąt poziomy	Szerokość 45° N			Szerokość 55° N			Szerokość 65° N		
	S	E/W	N	S	E/W	N	S	E/W	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,97	0,95	1,00	0,94	0,92	0,99	0,86	0,89	0,97
20°	0,85	0,82	0,98	0,68	0,75	0,95	0,58	0,68	0,93
30°	0,62	0,70	0,94	0,49	0,62	0,92	0,41	0,54	0,89
40°	0,46	0,61	0,90	0,40	0,56	0,89	0,29	0,49	0,85

Tabela 32

F_o CZĄSTKOWY WSPÓŁCZYNNIK KOREKCYJNY OD ZACIENIENIA ZE WZGLĘDU NA ELEMENT WYSTAJĄCE POZIOME										
Kąt elementem poziomym zacinienia wystającym	Szerokość 45° N			Szerokość 55° N			Szerokość 65° N			
	S	E/W	N	S	E/W	N	S	E/W	N	
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
30°	0,90	0,89	0,91	0,93	0,91	0,91	0,95	0,92	0,90	
45°	0,74	0,76	0,80	0,80	0,79	0,80	0,85	0,81	0,80	
60°	0,50	0,58	0,66	0,66	0,61	0,65	0,66	0,65	0,66	

Tabela 33

F_f CZĄSTKOWY WSPÓŁCZYNNIK KOREKCYJNY OD ZACIENIENIA ZE WZGLĘDU NA ELEMENT WYSTAJĄCE Pionowe										
Kąt elementem pionowym zacinienia wystającym	Szerokość 45° N			Szerokość 55° N			Szerokość 65° N			
	S	E/W	N	S	E/W	N	S	E/W	N	
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
30°	0,94	0,92	1,00	0,94	0,91	0,99	0,94	0,90	0,98	
45°	0,84	0,84	1,00	0,86	0,83	0,99	0,85	0,82	0,98	
60°	0,72	0,75	1,00	0,74	0,75	0,99	0,73	0,73	0,98	

Tabela 34

F_c - współczynnik zastonięcia					
Typ osłony	Optyczne zasłon	właściwości		Współczynnik zastonięcia	
		absorpcja	przenikanie	Zasłona wew.	Zasłona zew.
Białe story typu weneckiego	0,1		0,05	0,25	0,10
			0,1	0,30	0,15
			0,3	0,45	0,35
Białe zasłony	0,1		0,5	0,65	0,55
			0,7	0,80	0,75
			0,9	0,95	0,95
Kolorowe wyroby tekstylne	0,3		0,1	0,42	0,17
			0,3	0,57	0,37
			0,5	0,77	0,57
Wyroby tekstylne pokryte aluminium	0,2		0,05	0,20	0,08

Tabela 35

Typ oszklenia	g_l
Oszklenie pojedyncze	0,85
Oszklenie podwójne	0,75

Q_h – OBLICZENIE ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO (wyliczone dla każdego miesiąca)

Zapotrzebowanie na ciepło Q_h wyliczana jest z wzoru (jeśli występuje kilka stref to sumujemy Q_h):

$$Q_h = Q_l - (\eta \cdot Q_g)$$

gdzie:

Q_i – wewnętrzne zyski ciepła,

Q_s – całkowite zyski ciepła,

η - współczynnik wykorzystania zysków ciepła wyliczany z wykresu, który trzeba zamienić na tabele

Q_h – OBLICZENIE ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO

Całkowita strata ciepła dla Q_h wyliczana jest z wzoru (jeśli występuje kilka stref to sumujemy Q_h):

$$Q_h = \sum_n Q_{hn}$$

gdzie:

∑_n – suma Q_{hn} z wszystkich miesięcy,

Q_{hn} – zapotrzebowanie na ciepło dla n-tego miesiąca ,

INTERsoft