

Pomieszczenia przemysłowe	4-10	Tylko wywiew
	5-15	
Akumulatory	8-12	Tylko wywiew
	10-30	
Farbiarnia	1-2	Tylko wywiew
	4-10	
Mechanika precyzyjna	8-25	Tylko wywiew
	6-15	
Lakiernie i malarnie	4-25	Tylko wywiew
	4-100	
Magazyny w przemyśle maszynowym	4-20	Tylko wywiew
	3-6	
Przetwórstwo ważyw i owoców	8-10	Tylko wywiew
	4-20	
Przemysł tytoniowy	3-6	Tylko wywiew
	8-10	
Przemysł papierniczy	4-20	Tylko wywiew
	8-10	
Przemysły włókienniczy	4-20	Tylko wywiew
	8-10	
Włókna naturalne i syntetyczne	4-20	Tylko wywiew
	8-10	
Włókna chemiczne	4-20	Tylko wywiew
	8-10	
Produkcja konfekcji	4-20	Tylko wywiew
	8-10	
Warsztaty mechaniczne	4-20	Tylko wywiew
	8-10	

4.1. Bilans ciepła w pomieszczeniu wentylowanym (z chłodzeniem i bez chłodzenia)

Ciepło zbędne jawne w okresie ciepłym:

$$\dot{Q}_{joc} = \dot{Q}_{pn} + \dot{Q}_{pp} + \dot{Q}_{jL} + \dot{Q}_{JT} + \dot{Q}_{osw}, \text{ kW} \quad (4.1)$$

Ciepło zbędne jawne w okresie zimnym:

$$\dot{Q}_{zjoc} = k\dot{Q}_L + m\dot{Q}_T + \dot{Q}_{osw} + \dot{Q}_{str}, \text{ kW} \quad (4.2)$$

Bilans ciepła całkowitego dla pomieszczeń klimatyzowanych w okresie ciepłym:

$$\dot{Q}_{zococ} = \dot{Q}_{pn} + \dot{Q}_{pp} + \dot{Q}_{cL} + \dot{Q}_{JT} + \dot{Q}_{osw} + \dot{Q}_{str}, \text{ kW} \quad (4.3)$$

Bilans ciepła całkowitego dla pomieszczeń klimatyzowanych w okresie zimnym:

$$\dot{Q}_{zjoc} = k\dot{Q}_{cL} + m(\dot{Q}_{JT} + \dot{Q}_{osw} + \dot{Q}_{str}, \text{ kW} \quad (4.4)$$

W bilansie ciepła pomieszczeń klimatyzowanych uwzględnia się strumień ciepła całkowitego (suma ciepła jawnego \dot{Q}_j i utajonego \dot{Q}_u , wnoszonego z parą wodną).

Parametry krzywych klimatycznych dla reprezentatywnych miast Polski podano w tabeli 4.6. Jones [12, 13] proponuje przyjęcie zależności do obliczania chwilowej temperatury powietrza zewnętrznego:

$$t_z = t_{z \max} - \frac{(t_{z \max} - t_{z \min})}{2} \left[\left(1 - \sin \frac{(\tau \pi - 9\pi)}{12} \right) \right] \quad (4.5)$$

niezbędnej do obliczenia zysków ciepła od nasłonecznienia przez przegrody przezroczyste i nieprzezroczyste.

Tabela 4.5. Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego [19, 31]

Godzina doby	Polska środkowa i południowa									Polska północna								
	temperatura, w °C w miesiacu									temperatura, w °C w miesiacu								
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I
1	15,0	18,6	19,5	19,5	16,7	13,7	13,7	18,4	19,2	19,2	16,7	13,7	13,7	18,4	19,2	19,2	16,7	
2	14,5	18,2	19,0	19,0	16,4	13,5	13,5	18,1	18,7	18,7	16,4	13,5	13,5	18,1	18,7	18,7	16,5	
3	14,0	17,9	18,5	18,5	16,1	13,2	13,2	17,8	18,3	18,3	16,1	13,2	13,2	17,8	18,3	18,3	16,3	
4	13,7	17,6	18,0	18,0	15,9	13,1	13,1	17,6	18,0	18,0	15,9	13,1	13,1	17,6	18,0	18,0	16,1	
5	13,5	17,5	18,0	17,8	15,7	13,0	13,0	17,5	18,0	18,0	15,7	13,0	13,0	17,5	18,0	18,0	16,0	
6	13,7	17,6	18,5	18,0	15,8	13,3	13,3	17,6	18,2	18,2	15,8	13,3	13,3	17,6	18,2	18,2	16,1	
7	14,6	19,1	20,4	20,0	16,8	13,6	13,6	18,1	19,0	19,0	16,8	13,6	13,6	18,1	19,0	19,0	16,5	
8	16,0	20,9	22,6	23,0	18,8	14,4	14,4	19,0	20,0	20,0	18,8	14,4	14,4	19,0	20,0	20,0	17,2	
9	18,0	22,8	24,6	24,9	21,0	15,6	15,6	20,1	21,5	21,5	21,0	15,6	15,6	20,1	21,5	21,5	18,4	
10	19,4	24,7	26,1	26,1	23,0	17,3	17,3	21,7	23,3	23,3	23,0	17,3	17,3	21,7	23,3	23,3	19,7	
11	21,5	26,2	27,4	27,4	24,0	19,1	19,1	23,4	25,0	25,0	24,0	19,1	19,1	23,4	25,0	25,0	21,2	
12	22,8	27,8	28,4	28,4	25,0	20,9	20,9	24,8	26,3	26,3	25,0	20,9	20,9	24,8	26,3	26,3	22,2	
13	23,9	28,0	29,3	29,3	25,5	22,2	22,2	25,8	27,1	27,1	25,5	22,2	22,2	25,8	27,1	27,1	23,2	
14	24,3	28,4	29,8	29,8	25,9	23,0	23,0	26,3	27,7	27,7	25,9	23,0	23,0	26,3	27,7	27,7	23,8	
15	24,5	28,5	30,0	30,0	26,0	23,5	23,5	26,5	28,0	28,0	26,0	23,5	23,5	26,5	28,0	28,0	24,0	
16	24,1	28,2	29,9	29,9	25,6	23,0	23,0	26,4	27,7	27,7	25,6	23,0	23,0	26,4	27,7	27,7	23,9	
17	23,1	27,6	29,5	29,5	24,5	22,0	22,0	25,8	27,0	27,0	24,5	22,0	22,0	25,8	27,0	27,0	23,3	
18	21,7	26,5	28,5	28,5	23,3	20,5	20,5	24,8	26,0	26,0	23,3	20,5	20,5	24,8	26,0	26,0	22,1	
19	20,3	25,4	27,0	27,0	21,9	19,0	19,0	23,6	24,8	24,8	21,9	19,0	19,0	23,6	24,8	24,8	20,5	
20	19,0	24,0	25,5	25,5	20,5	17,4	17,4	22,5	23,8	23,8	20,5	17,4	17,4	22,5	23,8	23,8	19,1	
21	18,0	22,6	24,0	24,0	19,1	16,4	16,4	21,5	22,6	22,6	19,1	16,4	16,4	21,5	22,6	22,6	18,3	
22	17,0	21,5	22,5	22,5	18,2	15,4	15,4	20,5	21,6	21,6	18,2	15,4	15,4	20,5	21,6	21,6	17,8	
23	16,2	20,4	21,0	21,0	17,5	14,5	14,5	19,5	20,7	20,7	17,5	14,5	14,5	19,5	20,7	20,7	17,4	
24	15,5	19,5	20,0	20,0	17,0	14,0	14,0	18,7	19,7	19,7	17,0	14,0	14,0	18,7	19,7	19,7	17,0	
t_z^p	18,3	22,9	24,0	24,0	20,4	17,2	17,2	21,5	22,6	22,6	20,4	17,2	17,2	21,5	22,6	22,6	19,3	

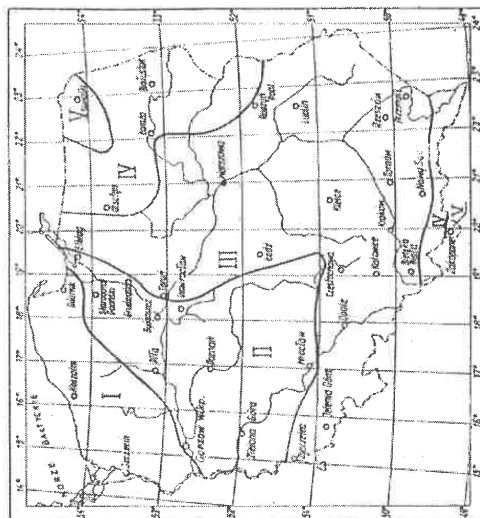
Tabela 4.6. Parametry krzywej klimatycznej dla wybranych miast Polski [53]

Temperatura powietrza zewnętrznego °C	Parametry krzywej klimatycznej dla wybranych miast Polski																				
	BAŁYSTOK	HEL	JELEŃA GÓRA	KASPROWY WIERCH	KATOWICE	KIELCE	KOSZALIN	KRAKÓW	LEGNICA	LUBLIN	ŁÓDŹ	OLSZTYN	POZNAN	RZESZÓW	SUMAWKI	SZCZECIN	WARSZAWA	WROCLAW	ZAKOPANE	ZIELONA GÓRA	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0
-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	0	0	0
-24	0	0	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	0	0	0	0	0	0
-22	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	0	0	0	0	0	0
-20	0	0	85	83	77	0	78	86	87	0	0	0	0	89	84	0	0	79	0	0	0
-18	69	91	85	83	67	91	83	89	86	0	86	86	89	80	0	0	82	81	0	0	0
-16	85	99	83	63	66	83	83	85	86	0	85	87	88	86	92	0	87	83	0	0	0
-14	85	98	85	63	66	83	83	85	86	0	85	87	88	86	89	77	88	83	84	0	0
-12	86	97	84	84	78	92	84	82	85	88	82	85	85	86	89	81	89	90	76	86	84
-10	86	97	84	86	87	91	83	84	86	83	83	83	83	83	83	83	85	79	86	83	85
-8	83	84	86	84	86	85	86	83	82	83	76	83	84	83	83	83	83	84	82	83	84
-6	84	84	86	84	86	83	80	84	81	83	83	83	83	83	83	83	83	84	82	83	84
-4	81	85	84	85	83	86	86	85	87	85	85	85	84	83	88	85	84	83	84	83	84
-2	83	87	84	84	86	83	87	85	86	89	88	87	87	86	88	89	84	82	83	84	86
0	89	87	86	88	87	89	87	88	88	90	91	91	88	87	91	91	89	88	87	82	86
2	87	89	86	84	87	89	87	83	89	85	88	89	88	85	84	89	89	88	87	82	86
4	83	87	81	76	83	86	83	82	85	85	85	85	84	83	88	85	83	84	80	83	86
6	84	86	81	83	79	87	84	78	83	88	80	84	79	85	86	81	83	81	83	81	83
8	85	88	84	83	79	86	85	82	82	88	82	84	79	84	87	80	84	81	83	81	83
10	87	89	83	71	86	83	81	82	80	84	83	82	80	85	86	81	79	81	79	75	75
12	84	84	78	65	78	82	80	79	82	79	78	78	81	81	80	77	78	72	74	74	74
14	82	83	73	65	75	71	78	76	74	75	75	75	75	74	77	76	74	68	73	73	73
16	72	83	73	69	70	72	71	69	68	69	72	69	72	69	70	72	70	63	65	65	65
18	69	71	61	66	67	66	64	65	63	64	65	61	66	62	66	66	65	57	59	59	59
20	61	73	61	57	57	59	59	58	58	57	58	56	60	53	61	60	56	55	55	55	55
22	54	70	56	57	54	49	54	54	54	51	51	51	51	56	51	58	55	52	56	52	52
24	51	67	51	55	54	49	51	53	48	47	50	50	50	51	52	51	50	52	56	49	49
26	50	57	45	51	50	39	51	45	52	45	45	46	46	48	47	47	44	44	44	44	44
28	46	41	45	46	46	45	43	43	44	44	44	44	44	44	43	44	43	43	43	43	43
30	44	41	45	46	46	45	43	43	44	44	44	44	44	44	43	44	43	43	43	43	43
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 4.7. Parametry powietrza zewnętrznego dla okresu zimniego [25]

Strefa klimatyczna	t_s	t_m	i	x	φ
	°C	°C	kJ/kg	g/kg s.p.	%
I	-16	-16	-13,4	1,1	
II	-18	-18	-15,9	0,9	
III	-20	-20	-18,4	0,8	100
IV	-22	-22	-20,5	0,7	
V	-24	-24	-22,6	0,5	

Rys. 4.2. Strefy klimatyczne Polski w okresie zimnim [25]



Rys. 4.1. Strefy klimatyczne Polski w okresie ciepłym [25]

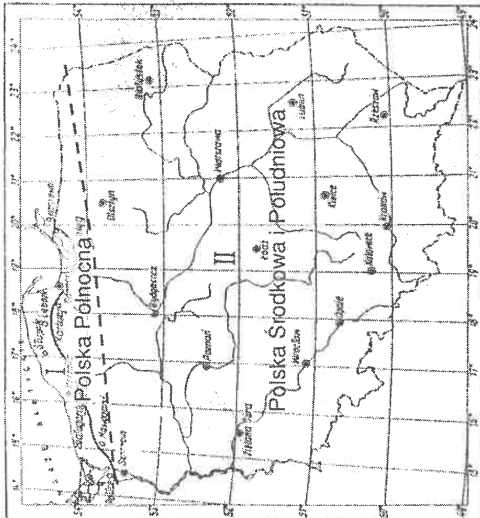


Tabela 4.9. Natężenie promieniowania słonecznego całkowitego I_t i rozproszonego I_r przedchodzącego do pomieszczenia przez okno podwójnie oszklone normalnym szklm okiennym (4θ) dla średnich miesięcznych wskaźników przejrzystości atmosfery, przy nasłonecznieniu trwającym ponad 50% czasu astronomicznego oddziaływania promieniowania słonecznego na daną przegrodę (obszary niezamieszkałe)

Table with columns: Dzień/ miesiąc, Kierunek, Promiennowanie, Czas słoneczny w godzinach (1-24), I_{max}/ I_{max} - druk pogrubiony.

Część I. Wstęp

Tabela 4.8. Wzór tabeli do obliczania bilansu ciepła w okresie ciepłym pomieszczeń wentylowanych, wentylowanych z chłodzeniem i klimatyzowanych

Table with columns: Lipiec* wrzesień*, Czas, Jednostki, °C, 8-22, Uwagi. Contains various formulas for heat balance, ventilation, and cooling.

* niepotrzebne skreślić, ** oblicza się dla każdej ściany zewnętrznej, ... jeżeli jest stropodach nad pomieszczeniem, ... uwzględnia się tylko, gdy jest niezbędne w okresie ciepłym w ciągu dnia, jeżeli występuje technologia.

Drukłem prostym pogrubionym podano mniejsze wprowadzenia wielkości pomocniczych (odczytanych z tabel).

Orientacja okna	Przez okno		Przez otwór		Przez drzwi		Przez balkon		Przez klatkę		Przez schody		Przez podłogę		Przez dach		Przez ścianę		Przez fundament		Przez podłogę		Przez dach		Przez ścianę		Przez fundament		
	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	
NE	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
E	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
SE	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
S	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
SW	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
W	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
NW	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
N	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
normálna	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
podłozna	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08

Orientacja okna	Przez okno		Przez otwór		Przez drzwi		Przez balkon		Przez klatkę		Przez schody		Przez podłogę		Przez dach		Przez ścianę		Przez fundament		Przez podłogę		Przez dach		Przez ścianę		Przez fundament		
	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	zewn./bez	wewn.	
NE	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	
E	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
SE	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
S	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
SW	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
W	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
NW	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
N	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
normálna	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
podłozna	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08

Tabela 4.13. Dobowe zmiany współczynnika akumulacji s energii słonecznej przenikającej do pomieszczenia przez okno podwójne oszkłone (50° szerokości geograficznej północnej) [46]

Ze względu na zdolność do akumulowania ciepła, wg [46], rozróżnia się cztery typy budowl (tab. 4.14).

Tabela 4.14. Zdolność akumulacji ciepła w przegrodach budynków

Typ budowl	Opis	Względna masa budowl
I	Barzo lekki (b. słaba akumulacja)	<150 kg/m ²
II	Lekki (słaba akumulacja)	150-300 kg/m ²
III	Średni (średnia akumulacja)	300-800 kg/m ²
IV	Ciężki (silna akumulacja)	>800 kg/m ²

Budowle o względnej masie $m < 100 \text{ kg/m}^2$ traktuje się jako bezakumulacyjne i zyski ciepła oblicza się jak dla pomieszczeń wentylowanych.

Wartość wskaźnika m oblicza się z zależności:

$$m = \frac{\sum A_i m_{i1}}{A_p} \quad (4.6)$$

A_i – powierzchnia i -tej przegrody (ściana, podłoga, sufit), m²,

A_p – powierzchnia podłogi, m²,








m_{i1} – masa 1 m² i -tej przegrody, kg/m².




Jeśli powierzchnia podłogi jest wyłożona dywanem, to bierze się tylko połowę masy podłogi. Nie uwzględnia się masy okien, uwzględnia się natomiast masę drzwi.

Masy elementów budowlanych można określić, przyjmując gęstość materiałów budowlanych wg normy PN-82/B-02020 lub odczytując masę jednostkową przegrody m_{i1} w tabeli 4.15 (dla ścian) i w tabeli 4.16 (dla stropodachów).

Współczynniki akumulacji określono dla okien całkowicie nastonczonych ($A_1 =$ idem). Wartości podane w tabelach mogą być również wykorzystane bez popełnienia istotnych błędów w obliczeniach, jeżeli istnieją zewnętrzne konstrukcje przeciwsłoneczne, pod warunkiem, że w ciągu 4 godzin najintensywniejszego promieniowania słonecznego (patrz tabl. 4.9 i 4.10) powierzchnia nastonczona A_1 zmienia się nie więcej niż o 20%.

Tabela 4.15. Klasy konstrukcyjne ścian zewnętrznych [46]

Wykonanie	Wsp. U	Masa jednostkowa m_1	Klasa przegrody	Współczynnik korekcyjny Δt	Opis
1. Ściana murowana z ociepleniem od strony zewnętrznej					
					tynek zewnętrzny twarda pianka 5,0 cm puszak lub cegła dziurawka
a) puszak lub cegła dziurawka 17,5 cm	0,60	252	5	0	
b) puszak lub cegła dziurawka 24,0 cm	0,57	343	6	0	
c) puszak lub cegła dziurawka 30,0 cm	0,54	427	6	-2	
2. Ściana szkieletowa z wypełnieniem izolacyjnym					
					cegła klinierowa 11,5 cm twarda pianka 5,0 cm puszak lub cegła dziurawka
a) puszak lub cegła dziurawka 17,5 cm	0,57	478	6	-2	
b) puszak lub cegła dziurawka 24,0 cm	0,54	569	6	-4	
3. Ściana murowana z ociepleniem od strony zewnętrznej i podwieszoną elewacją					
					blacha aluminiowa puszka powietrzna twarda pianka 8,0 cm puszak lub cegła dziurawka
a) puszak lub cegła dziurawka 17,5 cm	0,40	258	6	+2	
b) puszak lub cegła dziurawka 24,0 cm	0,38	349	6	0	
c) puszak lub cegła dziurawka 30,0 cm	0,37	433	6	-2	
4. Ściana betonowa z ociepleniem od strony zewnętrznej					
					tynek zewnętrzny twarda pianka 5,0 cm żelbet
a) żelbet 10,0 cm	0,68	240	5	+1	
b) żelbet 20,0 cm	0,65	470	6	+2	
c) żelbet 30,0 cm	0,63	700	6	0	
5. Ściana betonowa z ociepleniem od strony zewnętrznej i podwieszoną elewacją					
					okładzina zewnętrzna puszka powietrzna twarda pianka 8,0 cm żelbet
5.1. Okładzina zewnętrzna: Blacha aluminiowa					
a) żelbet 10,0 cm	0,43	243	5	+1	
b) żelbet 20,0 cm	0,42	473	6	+2	
c) żelbet 30,0 cm	0,41	703	6	0	
5.2. Okładzina zewnętrzna: żelbet 5,0 cm lub płyta z naturalnego kamienia 2,5 cm					
a) żelbet 10,0 cm	0,43	293	5	0	
b) żelbet 20,0 cm	0,42	523	6	0	
c) żelbet 30,0 cm	0,41	753	6	-2	
6. Ściana z betonu lekkiego					
					tynek zewnętrzny gazobeton tynek wewnętrzny
a) gazobeton 20,0 cm	1,27	207	4	-1	
b) gazobeton 25,0 cm	1,07	257	5	-1	
c) gazobeton 30,0 cm	0,93	307	6	0	
7. Ściana z betonu lekkiego z ociepleniem od strony zewnętrznej					
					tynek zewnętrzny twarda pianka 5,0 cm gazobeton
a) gazobeton 20,0 cm	0,59	107	4	0	
b) gazobeton 25,0 cm	0,50	207	6	0	
c) gazobeton 30,0 cm	0,44	307	6	-3	

8. Ściana drewniana z ociepleniem	0,38	35	2	-1	 <p>plyta okładzinowa drewniana twarda 10,0 cm plyta okładzinowa drewniana 2,4 cm</p>
9. Ściana drewniana dwuwarstwowa z ociepleniem	0,38	35	2	-1	 <p>plyta okładzinowa drewniana 2,4 cm uszczelnienie powietrzna twarda 10,0 cm plyta gipsowo-kartonowa 1,5 cm</p>
10. Ściana metalowa z ociepleniem	0,34	38	2	0	 <p>blacha aluminiowa twarda 10,0 cm plyta gipsowo-kartonowa 1,5 cm</p>

Przy innej grubości i wartości wsp. U izolacji należy każdorazowo obliczyć wsp. U dla najbardziej odpowiadającego rozwiązaniu konstrukcyjnego ściany

Tabela 4.16. Klasy konstrukcyjne stropodachów [46]

Wykonanie	Wsp. U	Masa jednostkowa m_1	Klasa przegrody	Współczynnik korekcyjny $\Delta \tau$	Opis
	$W/(m^2 \cdot K)$	kg/m^2	h	ny	
1. Stropodach z betonu ciężkiego - ocieplony					okładzina kamienna ocieplenie 10 cm żelbet
1.1. Warstwa zewnętrzna: papa bitumiczna 3x					
a) żelbet 10 cm	0,36	257	5	0	
b) żelbet 15 cm	0,36	377	6	+2	
c) żelbet 20 cm	0,35	497	6	0	
d) żelbet 25 cm	0,35	617	6	0	
1.2. Warstwa zewnętrzna: posypka żwirowa 5 cm lub płyty betonowe na piasku					
a) żelbet 10 cm	0,36	330	6	0	
b) żelbet 15 cm	0,35	450	6	0	
c) żelbet 20 cm	0,35	570	6	0	
d) żelbet 25 cm	0,35	690	6	0	
1.3. Warstwa zewnętrzna: beton keramizowany 20 cm					
a) żelbet 10 cm	0,25	325	6	-4	
b) żelbet 15 cm	0,25	445	6	-6	
c) żelbet 20 cm	0,25	565	6	-7	
d) żelbet 25 cm	0,25	685	6	-8	
2. Stropodach z betonu lekkiego ocieplony					papa bitumiczna 3x plyta twarda 10 cm plyta gazobetonowa
a) gazobeton 10 cm	0,34	137	5	0	
b) gazobeton 15 cm	0,32	197	6	0	
c) gazobeton 20 cm	0,31	257	6	0	
d) gazobeton 25 cm	0,30	317	6	-3	
3. Stropodach drewniany, ocieplony					Warstwa zewnętrzna plyta twarda 10 cm plyta drewnopochodna 2,5 cm (np. sklejka)

3.1. Warstwa zewnętrzna: papa bitumiczna 3x	0,35	37	2	-1	
3.2. Warstwa zewnętrzna: posypka żwirowa 5 cm	0,35	110	3	-1	
4. Stropodach stalowy, ocieplony					Warstwa zewnętrzna plyta twarda 10 cm blacha stalowa trapezowa
4.1. Warstwa zewnętrzna: papa bitumiczna 3x	0,35	30	1	-1	
4.2. Warstwa zewnętrzna: posypka żwirowa 5 cm	0,35	103	2	-1	
5. Dach żelbetowy, dwuwarstwowy z ociepleniem					Warstwa zewnętrzna Szczelnina powietrzna Wełna mineralna 8 cm Żelbet
5.1. Warstwa zewnętrzna: płyty z betonu sprężonego o grubości 10 cm lub płyty z gazobetonu o grubości 8 cm					
a) żelbet 10 cm	0,34	455	6	0	
b) żelbet 15 cm	0,34	575	6	-1	
c) żelbet 20 cm	0,34	695	6	-2	
d) żelbet 25 cm	0,33	815	6	-3	
5.2. Warstwa zewnętrzna: deskowanie drewniane 2,4 cm					
a) żelbet 10 cm	0,33	259	5	0	
b) żelbet 15 cm	0,33	379	6	0	
c) żelbet 20 cm	0,33	499	6	0	
d) żelbet 25 cm	0,33	619	6	0	
6. Dach z gazobetonu, dwuwarstwowy z ociepleniem					Deskowanie 2,4 cm Szczelnina powietrzna Wełna mineralna 8 cm Płyty z gazobetonu
a) gazobeton 10 cm	0,35	138	5	0	
b) gazobeton 15 cm	0,34	198	6	0	
c) gazobeton 20 cm	0,32	258	6	0	
7. Dach stalowy, dwuwarstwowy z ociepleniem	0,31	43	3	0	
					Płyty faliste bitumiczno-włókninowe lub blacha trapezowa Szczelnina powietrzna Twarda plyta 10 cm Strop drewniany ze szczelną powietrzną

W przypadku innej charakterystyki materiałów izolacyjnych (wartość, wsp. λ) należy każdorazowo obliczyć prawidłową wartość współczynnika przewodzenia ciepła U konstrukcji.

Klasę przegrody w zależności od struktury odczytuje się z tabeli 4.15 i 4.16.

Tabela 4.17. Wartości równoważnej różnicy temperatury Δt_e , K, dla 6 klas konstrukcyjnych ścian nastonczonych i zaciętych przy temperaturze w pomieszczeniu $t_p = 22^\circ\text{C}$ i średniej temperaturze powietrza zewnętrznego $t_{z}^s = 24,5^\circ\text{C}$ [46]

orientacja	klasa 1						klasa 2						klasa 3					
	NE	E	SE	S	NW	N	rozpr.	S - IX	rozpr.	S - IX	rozpr.	S - IX	rozpr.	S - IX	rozpr.	S - IX		
2	-6,4	-6,3	-6,0	-5,9	-6,0	-6,0	-6,0	-10,6	-12,3	-11,9	-11,9	-10,6	-10,6	-10,6	-6,9	-6,9		
4	-5,6	-5,7	-6,3	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-10,7	-12,4	-12,0	-12,0	-10,7	-10,7	-10,7	-9,0	-9,0		
6	4,9	6,6	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9	-11,9	-8,3	-2,1	-2,1	-11,9	-11,9	-11,9	-5,5	-5,5		
7	9,9	4,9	6,0	-5,9	-6,0	-6,0	-6,0	-10,6	-6,3	-5,4	-5,4	-10,6	-10,6	-10,6	-4,1	-4,1		
8	12,3	12,3	9,3	8,0	8,3	8,3	8,3	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	-3,8	-3,8		
9	9,3	8,0	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	-3,7	-3,7		
10	8,0	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	-2,4	-2,4		
11	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	-0,6	-0,6		
12	9,2	9,2	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	3,1	3,1		
13	9,2	9,2	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	4,7	4,7		
14	10,0	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	6,1	6,1		
15	10,0	10,1	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	7,1	7,1		
16	9,1	7,9	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	8,0	8,0		
17	7,9	6,4	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	7,8	7,8		
18	6,4	4,4	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	8,0	8,0		
19	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	8,0	8,0		
20	1,9	-2,1	-3,9	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	8,0	8,0		
21	-1,9	-3,9	-5,5	-6,1	-6,1	-6,1	-6,1	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	8,0	8,0		
22	-2,3	-3,7	-5,5	-6,1	-6,1	-6,1	-6,1	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	8,0	8,0		
24	-3,7	-4,2	-5,5	-6,1	-6,1	-6,1	-6,1	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	8,0	8,0		

orientacja	klasa 4						klasa 5						klasa 6					
	NE	E	SE	S	NW	N	rozpr.	S - IX	rozpr.	S - IX	rozpr.	S - IX	rozpr.	S - IX	rozpr.	S - IX		
2	-4,4	-1,9	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-4,4	-2,5	-1,4	-1,4	-4,4	-4,4	-4,4	-2,0	-2,0		
4	-2,3	-1,9	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-4,4	-2,5	-1,4	-1,4	-4,4	-4,4	-4,4	-1,5	-1,5		
6	4,9	6,6	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9	-11,9	-8,3	-2,1	-2,1	-11,9	-11,9	-11,9	-0,1	-0,1		
7	9,9	4,9	6,0	-5,9	-6,0	-6,0	-6,0	-10,6	-6,3	-5,4	-5,4	-10,6	-10,6	-10,6	0,8	0,8		
8	12,3	12,3	9,3	8,0	8,3	8,3	8,3	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,8	0,8		
9	9,3	8,0	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,0	0,0		
10	8,0	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,4	0,4		
11	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,4	0,4		
12	9,2	9,2	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,6	0,6		
13	9,2	9,2	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,6	0,6		
14	10,0	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,6	0,6		
15	10,0	10,1	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,6	0,6		
16	9,1	7,9	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,6	0,6		
17	7,9	6,4	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,6	0,6		
18	6,4	4,4	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,6	0,6		
19	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,6	0,6		
20	1,9	-2,1	-3,9	-4,2	-4,2	-4,2	-4,2	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,6	0,6		
21	-1,9	-3,9	-5,5	-6,1	-6,1	-6,1	-6,1	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,6	0,6		
22	-2,3	-3,7	-5,5	-6,1	-6,1	-6,1	-6,1	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,6	0,6		
24	-3,7	-4,2	-5,5	-6,1	-6,1	-6,1	-6,1	-9,0	-5,6	-4,3	-4,3	-9,0	-9,0	-9,0	0,6	0,6		

Tabela 4.18. Wartości równowaznej różnicy temperatury Δt_r . K dla 6 klas konstrukcyjnych stropodachów nasłonecznionych i zacienionych oraz temperatury wewnętrznej powietrza $t_p = 22^\circ\text{C}$ i średniej temperaturze powietrza zewnętrznej. $t_z^* = 24,5^\circ\text{C}$ [46]

Powierzchnia pozioma	Czas słoneczny																		
	2	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24
	klasa 1																		
Nasłoneczniona	-7,9	-8,8	-2,1	5,3	14,5	24,0	32,3	38,4	42,1	43,3	41,9	37,8	31,4	23,4	15,1	7,8	2,4	-3,3	-5,6
Zacieniona	-7,8	-8,8	-6,4	-4,1	-1,5	1,2	3,7	5,9	7,7	8,9	9,6	9,8	9,4	8,2	6,1	3,3	0,4	-3,7	-5,7
	klasa 2																		
Nasłoneczniona	-4,5	-7,6	-7,4	-4,4	0,8	7,9	15,9	23,7	30,3	35,7	38,4	39,2	37,7	34,0	28,4	21,8	15,3	5,2	-0,6
Zacieniona	-5,2	-7,4	-7,9	-7,0	-5,5	-1,2	1,1	3,3	5,3	6,8	8,0	8,7	8,9	8,4	7,1	5,1	0,6	-2,8	-2,8
	klasa 3																		
Nasłoneczniona	-1,1	-4,8	-6,3	-5,0	-2,0	3,0	9,2	16,0	22,6	28,2	32,5	35,0	35,7	34,2	30,9	26,2	20,9	10,8	3,7
Zacieniona	-3,5	-5,8	-7,1	-6,9	-6,0	-4,7	-3,0	-1,0	1,0	2,9	4,6	6,1	7,1	7,8	7,9	7,3	6,1	2,5	-0,9
	klasa 4																		
Nasłoneczniona	2,3	-1,2	-2,7	-2,1	-0,1	3,3	7,8	12,9	18,1	22,8	26,7	29,4	30,6	30,3	28,5	25,5	21,6	13,5	6,9
Zacieniona	-2,3	-4,3	-5,5	-5,6	-5,1	-4,2	-3,0	-1,5	0,1	1,6	3,1	4,4	5,4	6,0	6,3	6,1	5,4	2,9	0,1
	klasa 5																		
Nasłoneczniona	9,4	5,7	2,9	2,1	1,9	2,7	4,3	6,8	9,9	13,3	16,6	19,6	22,0	23,6	24,3	24,0	22,8	18,6	13,7
Zacieniona	0,3	-1,4	-2,9	-3,4	-3,7	-3,6	-3,3	-2,7	-1,9	-0,9	0,1	1,2	2,1	3,0	3,7	4,1	4,3	3,6	2,0
	klasa 6																		
Nasłoneczniona	13,7	12,0	10,4	9,6	9,0	8,6	8,5	8,7	9,3	10,1	11,2	12,4	13,7	14,8	15,7	16,4	16,8	16,6	15,4
Zacieniona	1,1	0,5	-0,2	-0,5	-0,8	-1,1	-1,2	-1,2	-1,1	-1,0	-0,7	-0,4	0,0	0,4	0,8	1,1	1,4	1,7	1,6

- Obliczenie zacienienia przegród zewnętrznych (obliczanie powierzchni nasłonecznionej A_1).

W przypadku robudowanych przegród zewnętrznych lub, kiedy okna są cofnięte w stosunku do płaszczyzny fasady, zdarza się, że część powierzchni oszklonej nie jest wystawiona na działanie bezpośredniego promieniowania słonecznego. Powierzchnię nasłonecznioną A_1 można obliczyć na podstawie znajomości: azymutu (orientacji) ściany a_w (tab. 4.19) oraz wysokości h i azymutu słońca a_o (tab. 4.20).

Kąt padania w płaszczyźnie poziomej określa się z zależności:

$$\beta = a_o - a_w \quad (4.7)$$

Dla kątów $-90^\circ < \beta < +90^\circ$ przegroda jest nasłoneczniona. Długość cienia jest taka sama dla ujemnej, jak i dodatniej wartości kąta β . Dla $\beta > 0$ cień pada – patrząc od zewnątrz – na lewą stronę okna (rys. 4.3). Znajac kąty β i h oblicza się względne długości cienia s_1 (z boku) i s_2 (od góry), odniesione do długości występu oceniającego okno:

$$s_1 = \operatorname{tg} \beta; \quad s_2 = \frac{\operatorname{tg} h}{\cos \beta} \quad (4.8)$$

Szukane długości cienia wynoszą:

$$\begin{aligned} z \text{ boku:} \quad & e_1 = s_1 d \\ z \text{ góry:} \quad & e_2 = s_2 c \end{aligned}$$

gdzie: d – długość występu bocznego, c – długość występu górnego.

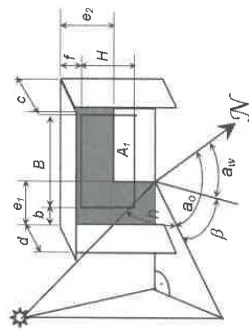
Powierzchnia szyby znajduje się w odległości b od bocznego występu i w odległości f od górnego występu. Stąd zgodnie z oznaczeniami na rys. 4.3, określa się następną powierzchnię okna.

$$A_1 = [B - (e_1 - b)] \times [H - (e_2 - f)] \quad (4.9)$$

przy czym muszą być spełnione warunki:

$$(e_1 - b) \geq 0 \quad i \quad (e_2 - f) \geq 0$$

dla $(e_1 - b) < 0$ i $(e_2 - f) < 0$ zachodzi $A_1 = A = B \times H$ – tzn. okno jest niezacienione.



Rys. 4.3. Zacienienie wywołane wystęпами: a_w – azymut ściany, a_o – azymut słońca, h – wysokość słońca, $A = B \times H$ – całkowita powierzchnia okna, A_1 – nasłoneczniona powierzchnia okna

Tabela 4.19. Orientacja ścian [10, 32]

Azymut ściany a_w (w stopniach)		Azymut słońca a_o (w stopniach) [10, 32]					
N	0	E	S	W	WNW	W	270
NNE	23	ESE	113	SSW	203	WNW	293
NE	45	SE	135	SW	225	NW	315
ENE	68	SSE	158	WSW	248	NNW	338

Tabela 4.20. Wysokość słońca h i azymut słońca a_o (w stopniach) [10, 32]

Czas słoneczny	20.12		24.01 i 20.11		20.02 i 23.10		22.03 i 24.09		20.04 i 24.08		21.05 i 23.07		21.06	
	h	a_o	h	a_o	h	a_o	h	a_o	h	a_o	h	a_o	h	a_o
4	7	139	3	125	1	109	10	102	9	83	6	66	1	53
5	12	152	10	137	9	121	19	114	18	94	15	77	9	64
6	15	166	16	151	17	134	27	127	28	106	25	88	27	85
7	17	180	19	165	23	148	34	143	37	120	34	100	37	97
8	15	194	21	180	27	163	38	161	44	137	44	114	46	110
9	12	208	19	195	29	180	40	180	50	157	52	131	55	128
10	7	221	16	209	27	197	38	199	51	180	58	153	61	151
11	7	221	10	223	23	212	34	217	50	203	69	180	63	180
12	13	235	3	235	17	226	27	233	44	223	58	207	61	209
13	14	239	9	239	19	246	37	240	52	229	66	232	66	232
14	15	254	9	254	28	254	44	254	44	246	44	246	46	250
15	16	268	18	268	18	268	34	260	34	260	34	260	37	263
16	17	272	25	272	25	272	25	272	25	272	25	272	27	275
17	18	286	33	286	33	286	18	283	18	283	18	283	18	286
18	19	294	41	294	41	294	9	294	9	294	9	294	9	296
19	20	307	49	307	49	307	6	307	6	307	6	307	6	307

- Zyski ciepła od oświetlenia elektrycznego i wyposażenia technicznego pomieszczeń.

W większości pomieszczeń w budynkach użyteczności publicznej w okresie ciepłym, w ciągu dnia, gdy świeci słońce i w pomieszczeniu występują zyski ciepła przenikające przez przegrody przezroczyste, oświetlenie sztuczne jest wyłączone i nie bierze się go pod uwagę przy wykonywaniu bilansu ciepła. Gdy oświetlenie naturalne jest niewystarczające, konieczne jest dosświetlenie na części powierzchni. Bywają również pomieszczenia wewnętrzne, pozbawione całkowicie oświetlenia naturalnego.

W okresie zimnym zyski ciepła od oświetlenia elektrycznego oblicza się, biorąc minimalną, niezbędną dla funkcjonowania pomieszczenia, część zysków ciepła od oświetlenia elektrycznego, przez wprowadzenie współczynnika wykorzystania mocy zainstalowanej $\varphi = 0,1-0,5$, zależnie od wielkości pomieszczenia, liczby niezależnych obwodów oświetleniowych i rozwiązania sterowania oświetleniem elektrycznym z uwzględnieniem akumulacji ciepła od oświetlenia elektrycznego.

$$\dot{Q}_{osw} = N \beta \varphi k_o \text{ kW}^* \quad (4.10)$$

Tabela 4.21. Zyski ciepła od urządzeń wyposażenia biur i urzędów, W (wg [1])

Urządzenie	Wydajność	Maksymalna moc doprowadzona, W	Moc pobierana w stanie czuwania, W	Zalecany strumień do bilansu zysków ciepła, W
Urządzenia komputerowe				
urządzenia komunikacji i transmisji		1800-4600	1640-2810	1640-2810
napełny dysków/pamięci masowe		1000-10000	1000-6600	1000-6600
komputer/jednostka centralna		2200-6600	2200-6600	2200-6600
minikomputer/ komputer osobisty	8 stron/min.	100-600	90-530	90-530
drukarka laserowa	5000 i więcej stron/min.	850	180	300
drukarka wierszowa, bardzo szybka		1000-5300	500-2550	1000-4700
terminal komputerowy		90-200	80-180	80-180
Kopiarki, drukarki				
światłokopiarka		1150-12500	500-5000	1150-12500
kserekopiarka (duża)	30-65 kopii/min.*	1700-6600	900	1700-6600
kserekopiarka (mała)	6-30 kopii/min.*	460-1700	300-900	460-1700
drukarka fototypograficzna		1725		1520
Urządzenia do obsługi korespondencji				
sortowaczka	3600-6800 szt./min.	600-3300		390-2150
etykietaarka	1500-30000 szt./min	600-6600		390-4300
Inne				
kasa rejestrująca		60		48
witryna z zimnymi przekąskami i napojami		1150-1920		575-960
ekspres do kawy	10 filiżanek	1500		1050 (450*)
kuchonka mikrofalowa	28 litrów	600		400
niszczarka do dokumentów		250-3000		200-2420
schładzarka do napojów	30 l/h	700		1750

* ciepło utajone;

* - emisja ciepła nie jest proporcjonalna do wydajności.

Tabela 4.22. Średnie natężenie oświetlenia i moc zainstalowana oświetlenia ogólnego [19, 31].

Rodzaj pracy lub pomieszczenia	Natężenie oświetlenia lx	Moc zainstalowana	
		lampy żarowe	lampy fluorescencyjne
Mieszkania, magazyny, restauracje, teatry	100	25	8
Biura, pomieszczenia dydaktyczne, kasy, sklepy, proste prace montażowe	250	55	16
Człyste, laboratoria badawcze, sierowinie, ośrodki ETO, domy lowarowe, hale wystawowe i targowe, średnio precyzyjne prace montażowe	500	110	32
Supermarkety, montaż precyzyjny, farbiarnia, grawerowanie	750	170	50
Duże sale biurowe, sale operacyjne, badania farb, montaż precyzyjny w przemyśle elektrotechnicznym, kreślarstwo	1000	-	45-70
Montaż najbardziej precyzyjnych części, kontrola barw przy wysokich wymaganiach jakościowych	1500	-	52-104
Montaż elektronicznych elementów subminiaturowych, zegarmistrzostwo, prace stalo- i średniozrynicze	2000	-	70-140

Tabela 4.23. Wartości współczynnika β [19, 31]

Rodzaj pracy oświetleniowej	Rodzaj lampy (źródła światła)	β
Swobodnie zawieszona	Żarowa	0,7
Swobodnie zawieszona	fluorescencyjna	0,5
Przymocowana do sufitu	fluorescencyjna	0,3
Wbudowana do sufitu	fluorescencyjna	0,15
Oprawy wentylowane		0,05

Tabela 4.24. Współczynniki akumulacji ciepła od oświetlenia k_o [31].

Typ budynku	Rodzaj oprawy oświetleniowej	Czas od chwili załączenia oświetlenia		Czas od chwili wyłączenia oświetlenia
		do 2h	2 do 8 h	
Mała zdolność akumulacji	Swobodnie zawieszona	0,8		do 2 h 2 do 6 h >6 h
	Wbudowana lub przymocowana do stropu	0,75	0,9	0,1
Duża zdolność akumulacji	Swobodnie zawieszona	do 2 h	2 do 8 h	do 6 h
	Wbudowana lub przymocowana do stropu	0,85	0,9	0,1
		0,7	0,8	1,0
			0,9	0,15

W celu obliczenia chwilowych zysków ciepła od oświetlenia elektrycznego, bez uwzględniania zjawiska akumulacji ciepła (np. pomieszczenia wentylowane, bez chłodzenia powietrza nawiewanego w okresie ciepłym), można posłużyć się danymi zawartymi w tabelach 4.22 i 4.25. Zależnie od funkcji pomieszczenia, z tabeli 4.22 odczytuje się wymagane natężenie oświetlenia (jeżeli nie ma innych wymagań) i następnie dobierając rodzaj źródła światła oraz rodzaj i usytuowanie oprawy oświetleniowej odczytuje się z tabeli 4.25 jednostkową emisję ciepła od czynnego oświetlenia. Wartość emisji ciepła q_{osw} , odczytane z tej tabeli, należy pomnożyć przez powierzchnię rzutu podłogi A_p pomieszczenia.

$$\dot{Q}_{osw} = A_p q_{osw} \text{ kW} \quad (4.11)$$

Tabela 4.25. Typowy zysk ciepła q_{zysk} z różnych źródeł oświetlenia w [12]

Lampy żarowe		Lampy wyładowcze		Świełtówki o białym świetle 65 W		Świełtówki z polifosforową warstwą fluorescencyjną 58 W	
Emisja energii w odniesieniu do powierzchni podłogi [W/m ²], łącznie z zapotrzebowaniem energii dla urządzeń sterujących							
Należenie oświetlenia w lukсах	Oświetlenie ogólne rozproszone	Oświetlenie ogólne rozproszone	relejo-we	sodowe	barwione tworzywo szklane; wbudowana	zamiknięta; z wypełnieniem rozpraszającym z żaluzjami	panel sufitowy z żaluzjami
150	19-28	28-36	4-7	2-4	4-5	6-8	6-8
200	28-36	36-50	-	-	6-7	8-11	9-11
300	38-55	50-69	7-14	4-8	9-11	12-16	12-17
500	66-88	-	13-25	7-14	15-25	24-27	20-27
750	-	-	18-35	10-20	-	-	-
1000	-	-	-	-	32-38	48-54	43-57

Uwagi: Większe wartości w zakresach odnoszą się do małych pomieszczeń, które zazwyczaj wymagają 30-50% energii więcej z powodu strat odbicia.

Ciepło emitowane przez świetłtówki z polifosforową warstwą fluorescencyjną zależy od rodzaju zastosowanej obudowy. Dopuszczalne jest interpolowanie w obrębie zakresów natężenia oświetlenia, lecz ekstrapolacja jest bardzo ryzykowna.

■ Zyski ciepła od technologii

Z uwagi na różnorodność procesów technologicznych i urządzeń emitujących ciepło w pomieszczeniach oraz różny stopień ich wykorzystania w okresie pracy, przedstawienie wszystkich możliwych zależności pozwalających na dokładne obliczenie strumieni emitowanego ciepła przekraczałoby objętość tego opracowania.

Jeżeli nad urządzeniem wydzielającym ciepło jest zainstalowany okap albo osłona z odciąganiem mechanicznym lub naturalnym, to oddawanie ciepła do powietrza w pomieszczeniu zostanie ograniczone do strumienia ciepła przekazywanego drogą promieniowania przez nieosłonięte ściany boczne oraz ciepło przekazywane drogą konwekcji, nieusunięte przez odciąg miejscowy (wartość wynikająca ze sprawności odciagu miejscowego). Ponieważ przewidywany okap, z założenia, odbiera ciepłe powietrze z nad górnej powierzchni urządzenia, do zysków ciepła (będących podstawą obliczenia strumienia powietrza wentylacji ogólnej) nie wlicza się strumienia ciepła oddawanego przez górną powierzchnię urządzenia.

■ Zyski ciepła od silników elektrycznych i maszyn

Gdy maszyna i silnik zainstalowane są w tym samym pomieszczeniu:

$$Q_{ms} = N \frac{1}{\eta_s} \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \varphi_4^m \varphi_5^m, \text{ kW} \quad (4.12)$$

- dla pomp $\varphi_m^4 = 0,1$,

- dla maszyn wótkiemniczych $\varphi_m^4 = 0,95$

Tabela 4.26. Ciepło całkowite q_0 , ciepło jawne q_1 para wodna w wydzielane przez człowieka [wg 21, 22]

Temperatura	°C	q ₀	q ₁	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	
18	18	q	q	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	
20	20	q	q	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	
22	22	q	q	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	
24	24	q	q	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	
26	26	q	q	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	
28	28	q	q	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	
30	30	q	q	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	
32	32	q	q	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	
34	34	q	q	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	W	10 ⁶ kg/s	
18	18	144	107	14,46	96	18,75	86	22,65	76	26,54	66	30,42	53	35,60	39	40,78	26	45,94
20	20	141	108	28,54	101	28,52	88	33,71	79	44,62	66	49,53	53	54,70	39	59,66	26	65,02
22	22	122	111	54,80	94	61,14	81	66,31	78	72,85	64	78,93	48	84,33	34	89,73	20	96,56
24	24	106	106	66,90	95	77,23	81	83,68	62	90,12	45	96,56	28	102,99	13	108,29	9	114,73
26	26	95	95	83,68	62	90,12	45	96,56	28	102,99	13	108,29	9	114,73	113	122,98	70	131,21
28	28	78	78	88,89	88,89	96,19	145	102,12	134	106,48	113	114,73	91	122,98	70	131,21	49	139,43
30	30	62	62	96,19	145	102,12	134	106,48	113	114,73	91	122,98	70	131,21	49	139,43	28	147,17
32	32	45	45	96,56	28	102,99	13	108,29	9	114,73	113	122,98	70	131,21	49	139,43	20	147,17
34	34	28	28	96,56	28	102,99	13	108,29	9	114,73	113	122,98	70	131,21	49	139,43	20	147,17

Tabela 4.27. Wartości współczynników sprawności synchronicznych trójfazowych silników elektrycznych [10]

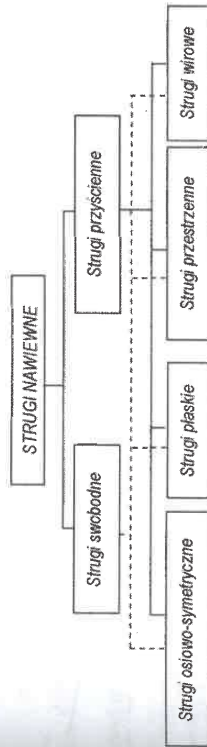
Moc nominalna kW	0,2	0,5	0,8	1,1	1,5	2,2	3,0	5,5	7,5	15,0	22,0
Silnik krótkozwarty	0,7	0,75	0,78	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87
Silnik pierścieniowy	-	-	-	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87

5. Organizowanie wymiany powietrza w pomieszczeniu

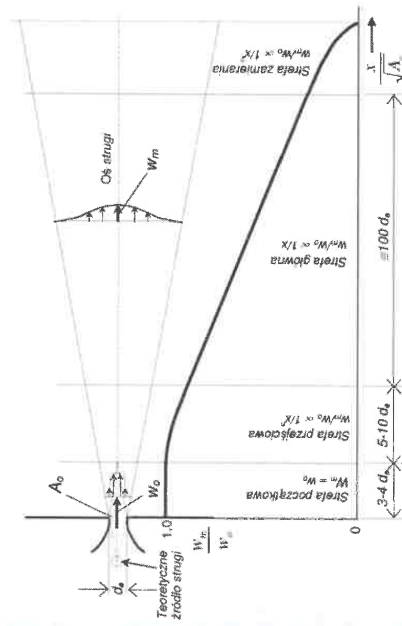
Właściwości strug powietrza nawiewanego (rys. 5.1)

Struga swobodna jest pojęciem służącym do opisanego przepływu powietrza, wypływającego z otworu o powierzchni A_0 do przestrzeni wypełnionej nieruchomym powietrzem, w której nie ma żadnych przeszkód materialnych, wpływających na zachowanie się strugi (rys. 5.2).

Struga przyścienna (ograniczona) powstaje wówczas, gdy poruszający się strumień powietrza ograniczony jest z jednej strony płaską powierzchnią i wektor prędkości osiowej jest równoległy do tej powierzchni.



Rys. 5.1. Rodzaje strug powietrza nawiewanego



Rys. 5.2. Charakterystyczne strefy izotermicznej strugi swobodnej