

# Parametry wejściowe środowiska wewnętrznego do projektowania systemów wentylacji i klimatyzacji w pomieszczeniach zgodnie z normą PN-EN 16798-1 i EN 16798-2

*Środowisko wewnętrzne w pomieszczeniach biurowych i obiektach mieszkalnych, cz.2.*

Dr hab. inż. Anna Bogdan, prof. uczelni



**Politechnika  
Warszawska**

- PN-EN 16798-1:2019 Charakterystyka energetyczna budynków. Wentylacja budynków. Część 1: Parametry wejściowe środowiska wewnętrznego do projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków w odniesieniu do **jakości powietrza wewnętrznego, środowiska cieplnego**, oświetlenia i akustyki  
*Zastępuje PN-EN 15251:2012*
- CEN/TR 16798-2:2019 Energy performance of buildings - Ventilation for buildings - Part 2: Interpretation of the requirements in EN 16798-1 - Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics

# Informacje ogólne

- kryteria projektowe i zastosować je do wymiarowania instalacji
- główne parametry, które powinny być wykorzystane jako dane wejściowe do obliczeń energetycznych dla budynku oraz krótko- i długoterminowej oceny środowiska wewnętrznego
- kryteria środowiska wewnętrznego są określone ze względu na obecność użytkowników
- harmonogramy użytkowania, które należy stosować w standardowych obliczeniach energetycznych

## Kategorie jakości środowiska wewnętrznego

<b>Kategoria</b>	<b>Poziom oczekiwania</b>
IEQI	wysoki
IEQII	średni
IEQIII	umiarkowany
IEQIV	niski

# Środowisko cieplne

- w budynkach ogrzewanych i/lub mechanicznie chłodzonych - wskaźniki komfortu cieplnego PMV-PPD (EN ISO 7730);
- należy ustalić odpowiedni projektowy przedział temperatury operatywnej;
- wartości do wymiarowania układów chłodzenia powinny być górnymi wartościami zakresu komfortu w sezonie chłodniczym (lato), a wartości do wymiarowania układu ogrzewania powinny być niższymi wartościami zakresu komfortu;
- należy uwzględnić kryteria dotyczące lokalnego dyskomfortu cieplnego: przeciąg, asymetria temperatury promieniowania, pionowa różnica temperatury i temperatura powierzchni podłogi.

# Środowisko cieplne

- w budynkach ogrzewanych i/lub mechanicznie chłodzonych - wskaźniki komfortu cieplnego PMV-PPD;
- należy ustalić odpowiedni projektowy przedział temperatury operatywnej;
- wartości do wymiarowania układów chłodzenia powinny być górnymi wartościami zakresu komfortu w sezonie chłodniczym (lato), a wartości do wymiarowania układu ogrzewania powinny być niższymi wartościami zakresu komfortu;
- należy uwzględnić kryteria dotyczące lokalnego dyskomfortu cieplnego: przeciąg, asymetria temperatury promieniowania, pionowa różnica temperatury i temperatura powierzchni podłogi.

Kategoria	Stan cieplny organizmu jako całości	
	Przewidywany odsetek osób niezadowolonych PPD %	Przewidywana ocena średnia PMV
I	< 6	-0,2 < PMV < + 0,2
II	< 10	-0,5 < PMV < + 0,5
III	< 15	-0,7 < PMV < + 0,7
IV	< 25	-1,0 < PMV < + 1,0



# Środowisko cieplne

	Przeciąg		Różnica temperatury powietrza w pionie (na poziomie głowy i kostek u nóg)		Zakres temperatury podłogi		Asymetria temperatury promieniowania				
	DR (Wskaźnik przeciągu) [%]	Maksymalna prędkość powietrza <sup>a</sup> Zima [m/s]   lato [m/s]	PD [%]	Różnica temperatury <sup>b</sup> [K]	PD [%]	Zakres temperatury powierzchni podłogi [°C]	PD [%]	Ciepły sufit [K]	Chłodna ściana [K]	Chłodny sufit [K]	Ciepła ściana [K]
Kategoria I	10	0,10   0,12 <sup>c</sup>	3	2	10	19 do 29	5	< 5	< 10	< 14	< 23
Kategoria II	20	0,16   0,19 <sup>c</sup>	5	3	10	19 do 29	5	< 5	< 10	< 14	< 23
Kategoria III	30	0,21   0,24 <sup>c</sup>	10	4	15	17 do 31	10	< 7	< 13	< 18	< 35

<sup>a</sup> Zakładając, że poziom aktywności wynosi 1,2 met intensywność turbulencji 40 % a temperatura powietrza jest równa temperaturze operatywnej i wynosi około 20 °C w zimie i 23 °C w lecie.

<sup>b</sup> Różnica między 1,1 a 0,1 m nad podłogą.

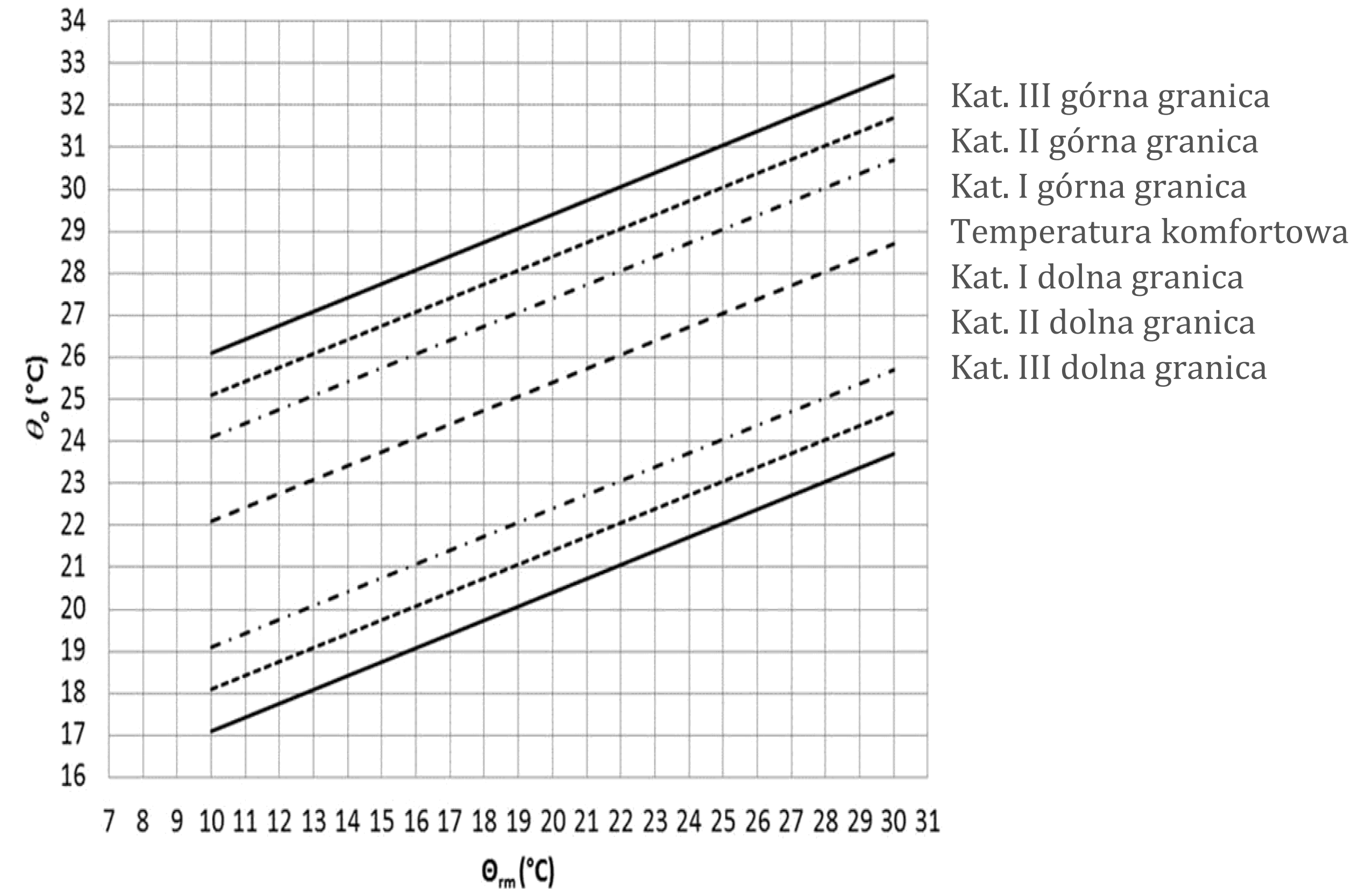
<sup>c</sup> Gdy temperatura powietrza jest wyższa niż 25 °C, dozwolone są wyższe maksymalne prędkości powietrza, a często nawet preferowane (przeciąg odczuwany jest jako przyjemna bryza); ale tylko pod warunkiem, że użytkownicy mają bezpośrednią kontrolę prędkości powietrza. Przykłady korekcji temperatury operatywnej, patrz B.2.3.



# Środowisko cieplne

- w budynkach nie wyposażonych w systemy ogrzewania i/lub chłodzenia mechanicznego można stosować te same kryteria co w przypadku budynków mechanicznie chłodzonych i ogrzewanych lub metodę adaptacyjną uwzględniającą wpływ adaptacji na odczucia cieplne człowieka
- metoda ma zastosowanie do budynków biurowych i innych budynków podobnego typu, przeznaczonych głównie do przebywania ludzi prowadzących głównie siedzący tryb życia, bez wymagań dotyczących odzieży, w których istnieje łatwy dostęp do otwieralnych okien, a użytkownicy mogą swobodnie dostosowywać swoją odzież do warunków cieplnych wewnątrz i/lub na zewnątrz.

Domyślne wartości projektowe wewnętrznej temperatury operatywnej dla budynków bez mechanicznych układów chłodzenia jako funkcja średniej wykładniczej ciągłej temperatury zewnętrznej



$\theta_o$  = temperatura operatywna środowiska wewnętrznego, °C

$\theta_{rm}$  = średnia ciągła temperatura zewnętrzna, °C

# Środowisko cieplne

Średnia ciągła temperatura zewnętrzna:

$$\Theta_{rm} = (1 - \alpha) \cdot \left\{ \Theta_{ed-1} + \alpha \cdot \Theta_{ed-2} + \alpha^2 \cdot \Theta_{ed-3} \right\}$$

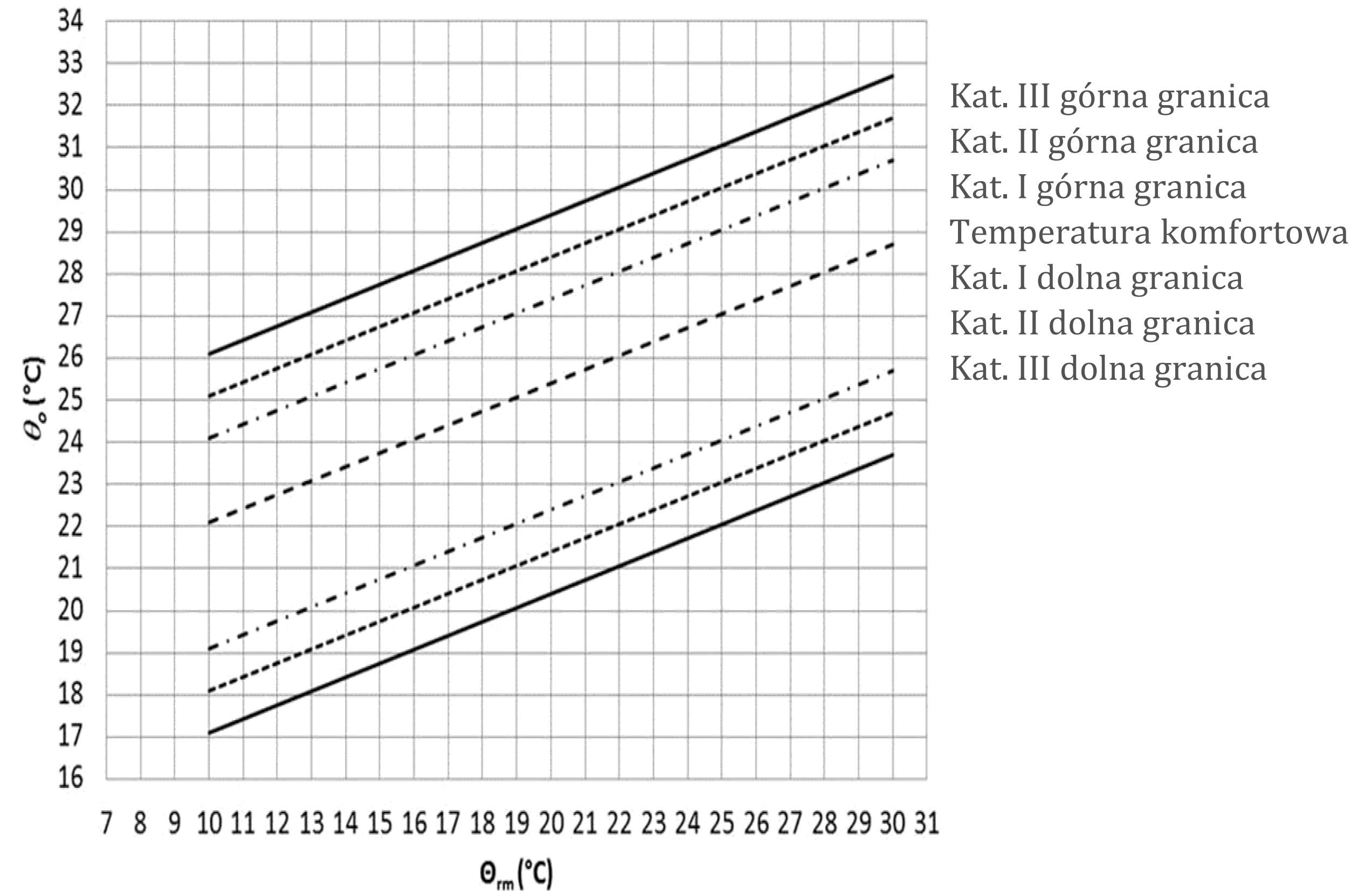
$\Theta_{rm}$  = średnia ciągła temperatura zewnętrzna dla rozpatrywanego dnia (°C).

$\Theta_{ed-1}$  = dobową średnią ciągłą temperaturę w dniu poprzednim

$\alpha$  = stała między 0 i 1 (rekomendowana wartość 0,8)

$\Theta_{ed-i}$  = dobową średnią ciągłą temperaturę w dniu poprzednim dla i-tego dnia w przeszłości

Domyślne wartości projektowe wewnętrznej temperatury operatywnej dla budynków bez mechanicznych układów chłodzenia jako funkcja średniej wykładniczej ciągłej temperatury zewnętrznej



$\theta_o$  = temperatura operatywna środowiska wewnętrznego, °C

$\Theta_{rm}$  = średnia ciągła temperatura zewnętrzna, °C



# Środowisko cieplne

Domyślne wartości projektowe wewnętrznej temperatury operatywnej dla budynków bez mechanicznych układów chłodzenia jako funkcja średniej wykładniczej ciągłej temperatury zewnętrznej

<b>Kategoria I</b>	górną granicą: $\theta_o = 0,33 \theta_{rm} + 18,8 + 2$ dolną granicą: $\theta_o = 0,33 \theta_{rm} + 18,8 - 3$
<b>Kategoria II</b>	górną granicą: $\theta_o = 0,33 \theta_{rm} + 18,8 + 3$ dolną granicą: $\theta_o = 0,33 \theta_{rm} + 18,8 - 4$
<b>Kategoria III</b>	górną granicą: $\theta_o = 0,33 \theta_{rm} + 18,8 + 4$ dolną granicą: $\theta_o = 0,33 \theta_{rm} + 18,8 - 5$

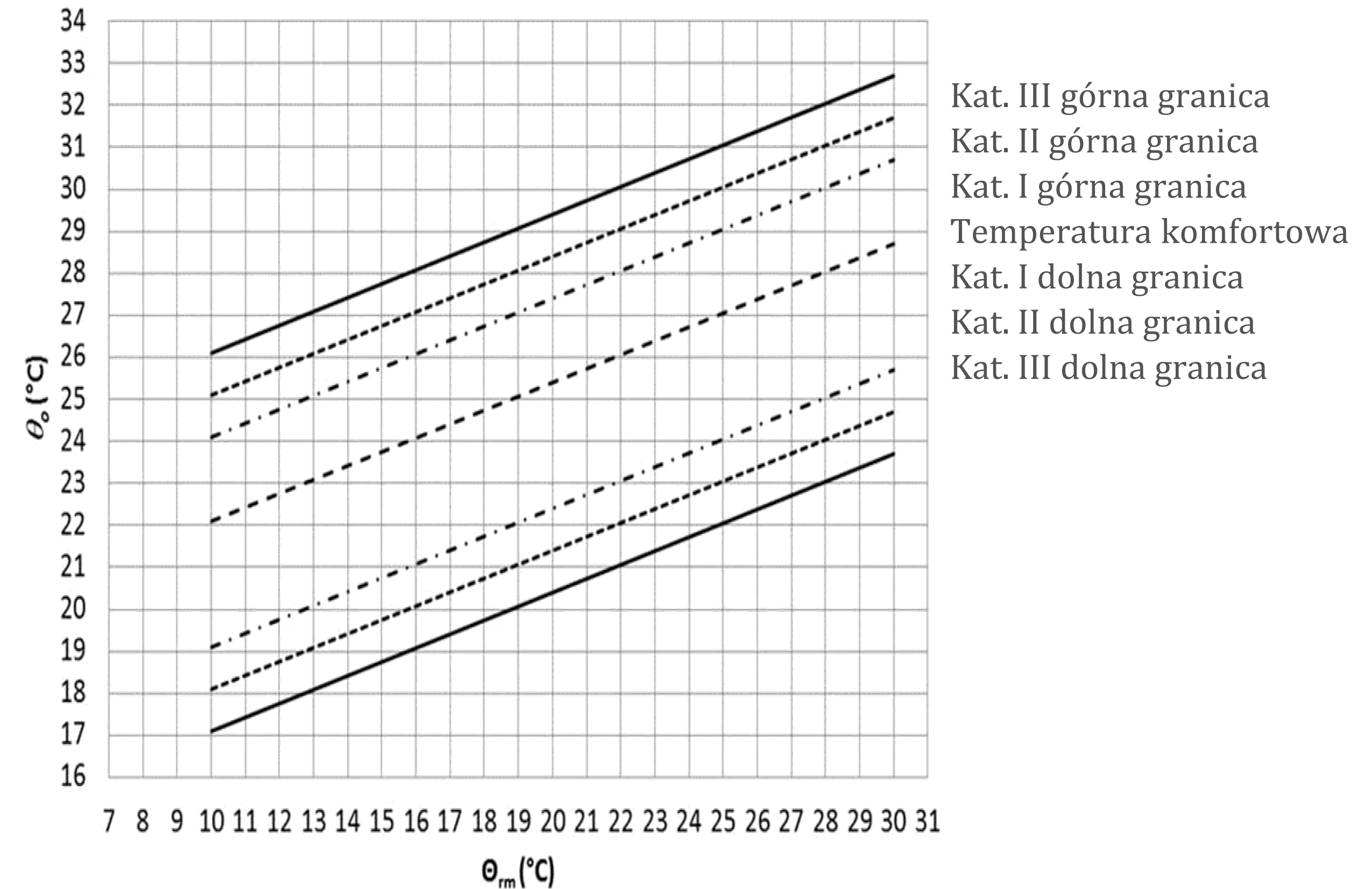
Optymalna temperatura operatywna

$$\theta_c = 0,33\theta_{rm} + 18,8$$

$\theta_o$  = wewnętrzna temperatura operatywna, °C

$\theta_{rm}$  = średnia ciągła temperatura zewnętrzna, °C

$\theta_c$  = optymalna temperatura operatywna, °C



$\theta_o$  = temperatura operatywna środowiska wewnętrznego, °C

$\theta_{rm}$  = średnia ciągła temperatura zewnętrzna, °C

# Środowisko cieplne

## Zakresy temperatury do obliczania godzinowego zużycia energii na cele chłodzenia i ogrzewania w czterech kategoriach środowiska wewnętrznego

Rodzaj budynku lub przestrzeni	Kategoria	Zakres temperatur dla sezonu grzewczego, °C Odzież około 1,0 clo	Zakres temperatur dla sezonu chłodniczego, °C Odzież około 0,5 clo
Budynki mieszkalne, przestrzenie mieszkalne (sypialnie, kuchnie, salony itp.) Pozycja siedząca ~ 1,2 met	I	21,0 – 25,0	23,5 - 25,5
	II	20,0–25,0	23,0 - 26,0
	III	18,0- 25,0	22,0 - 27,0
	IV	17,0–25,0	21,0 – 28,0
Budynki mieszkalne, inne pomieszczenia (pomieszczenia gospodarcze, magazyny itp.) Pozycja stojąco – chodząca ~ 1,5 met	I	18,0–25,0	
	II	16,0–25,0	
	III	14,0–25,0	
Biura i przestrzenie o podobnej działalności (pojedyncze biura, otwarte biura, sale konferencyjne, audytoria, kawiarnie, restauracje, sale lekcyjne) pozycja siedząca ~ 1,2 met	I	21,0 – 23,0	23,5 - 25,5
	II	20,0 – 24,0	23,0 - 26,0
	III	19,0 – 25,0	22,0 - 27,0
	IV	17,0–25,0	21,0 – 28,0
W okresach między sezonem grzewczym i chłodniczym (z $\Theta_{rm}$ między 10 a 15 °C) można stosować limity temperatur, które mieszczą się między wartościami zimowymi i letnimi. Prędkość powietrza przyjmuje się <0,1 m/s i RH ~ 40 % dla sezonu grzewczego i 60 % dla sezonu chłodniczego.			

# Środowisko cieplne

Przykład zalecanych kryteriów projektowych dotyczących wilgotności w strefach przebywania ludzi, jeśli zainstalowane są systemy nawilżania lub osuszania

Rodzaj budynku/ przestrzeni	Kategoria	Projektowa wilgotność względna dla osuszania,%	Projektowa wilgotność względna dla nawilżania,%
Miejsca, w których kryteria wilgotności są ustalane ze względu na obecność ludzi. <i>Specjalne przestrzenie (muzea, kościoły itp.) mogą wymagać innych ograniczeń</i>	I	50	30
	II	60	25
	III	70	20



# Jakość powietrza wewnętrznego

- Jakość powietrza w pomieszczeniu należy kontrolować za pomocą następujących środków: kontrola źródła zanieczyszczeń, wentylacja i ewentualna filtracja i/lub oczyszczanie powietrza.
- Zaleca się zidentyfikowanie głównych źródeł zanieczyszczeń oraz ich wyeliminowanie lub zmniejszenie za pomocą wentylacji.
- Należy określić projektowe strumienie objętości powietrza wentylacyjnego w celu doboru wielkości systemu wentylacyjnego.
- Metody zakładają, że emisje zanieczyszczeń są stałe w każdym rozważanym okresie i prowadzą do stałego strumienia objętości powietrza wentylacyjnego dla każdego okresu. Jeżeli wykorzystanie pomieszczeń i obciążenie zanieczyszczeniami zmieniają się w czasie, projektant powinien wyznaczyć okresy brane pod uwagę przy obliczaniu projektowych strumienia objętości powietrza wentylacyjnego. Okresy te powinny być opisane co najmniej jako okresy obecności i nieobecności użytkowników.
- Należy ocenić, czy strumień powietrza wymagany ze względu na utrzymanie jakości powietrza w pomieszczeniu jest wystarczająco wysoki i pozwala na uniknięcie szkodliwego skraplania pary wodnej na powierzchniach, materiałach lub elementach konstrukcji budynku. Jeśli nie, za wartość projektową należy przyjąć wyższy strumień powietrza.

# Jakość powietrza wewnętrznego

## Metoda 1: Metoda oparta na odczuwalnej jakości powietrza

- jednostkowe strumienie powietrza wentylacyjnego określone są dla osób w pozycji siedzącej, dorosłych, niezaadaptowanych do rozcieńczania emisji (biofluentów) pochodzących od ludzi;
- przy projektowaniu należy zastosować najwyższą wartość strumienia powietrza wentylacyjnego;
- jeżeli zostaną zidentyfikowane źródła krytyczne dla zdrowia, należy sprawdzić, czy nie przekraczają wartości dopuszczalnych (metoda 2).

$$q_{tot} = n \cdot q_p + A_R \cdot q_B$$

$q_{tot}$	= całkowity strumień powietrza wentylacyjnego dostarczany do strefy oddychania człowieka, l/s
$n$	= projektowana liczba użytkowników w pomieszczeniu,
$q_p$	= strumień powietrza wentylacyjnego przypadający na osobę, l/(s na osobę)
$A_R$	= powierzchnia podłogi, m <sup>2</sup>
$q_B$	= strumień powietrza wentylacyjnego ze względu na materiały budowlane, l/(s·m <sup>2</sup> )

# Jakość powietrza wewnętrznego

Projektowe jednostkowe strumienie powietrza wentylacyjnego w celu rozcieńczenia emisji z różnych rodzajów budynków

## Metoda 1: Metoda oparta na odczuwalnej jakości powietrza

$$q_{tot} = n \cdot q_p + A_R \cdot q_B$$

$q_{tot}$  = całkowity strumień powietrza wentylacyjnego dostarczany do strefy oddychania człowieka, l/s

$n$  = projektowana liczba użytkowników w pomieszczeniu,

$q_p$  = strumień powietrza wentylacyjnego przypadający na osobę, l/(s na osobę)

$A_R$  = powierzchnia podłogi, m<sup>2</sup>

$q_B$  = strumień powietrza wentylacyjnego ze względu na materiały budowlane, l/(s·m<sup>2</sup>)

Kategoria	Budynek bardzo niskoemisyjny l/(s m <sup>2</sup> )	Budynek niskoemisyjny l/(s m <sup>2</sup> )	Budynek niespełniający kryterium niskiej emisji zanieczyszczeń l/(s m <sup>2</sup> )
I	0,5	1,0	2,0
II	0,35	0,7	1,4
III	0,2	0,4	0,8
IV	0,15	0,3	0,6

Kategoria	Oczekiwany odsetek niezadowolonych	Strumień powietrza dla osoby niezaadaptowanej l/(s na osobę)
I	15	10
II	20	7
III	30	4
IV	40	2,5

ŹRÓDŁO	Produkty niskoemisyjne dla budynków o niskiej emisji zanieczyszczeń	Produkty o bardzo niskiej emisji dla budynków o bardzo niskiej emisji zanieczyszczeń
Całkowite VOCs TVOC (jak w EN 16516)	< 1 000 µg/m <sup>3</sup>	< 300 µg/m <sup>3</sup>
Formaldehyd	< 100 µg/m <sup>3</sup>	< 30 µg/m <sup>3</sup>
Jakiegolwiek z C1A lub C1B klasyfikowany kancerogeny VOC	< 5 µg/m <sup>3</sup>	< 5 µg/m <sup>3</sup>
Wartość R (jak w EN 16516)	< 1,0	< 1,0



# Jakość powietrza wewnętrznego

## Metoda 1: Metoda oparta na odczuwalnej jakości powietrza

$$q_{tot} = n \cdot q_p + A_R \cdot q_B$$

$q_{tot}$  = całkowity strumień powietrza wentylacyjnego dostarczany do strefy oddychania człowieka, l/s

$n$  = projektowana liczba użytkowników w pomieszczeniu,

$q_p$  = strumień powietrza wentylacyjnego przypadający na osobę, l/(s na osobę)

$A_R$  = powierzchnia podłogi, m<sup>2</sup>

$q_B$  = strumień powietrza wentylacyjnego ze względu na materiały budowlane, l/(s·m<sup>2</sup>)

Kategoria	Oczekiwany odsetek niezadowolonych	Strumień powietrza dla osoby niezaadaptowanej l/(s na osobę)
I	15	10
II	20	7
III	30	4
IV	40	2,5

Projektowe jednostkowe strumienie powietrza wentylacyjnego w celu rozcieńczenia emisji z różnych rodzajów budynków

Kategoria	Budynek bardzo niskoemisyjny l/(s m <sup>2</sup> )	Budynek niskoemisyjny l/(s m <sup>2</sup> )	Budynek niespełniający kryterium niskiej emisji zanieczyszczeń l/(s m <sup>2</sup> )
I	0,5	1,0	2,0
II	0,35	0,7	1,4
III	0,2	0,4	0,8
IV	0,15	0,3	0,6

Kategoria	Budynek niskoemisyjny l/(s·m <sup>2</sup> )	Strumień objętości powietrza dla niezaadaptowanej osoby l/(s na osobę)	Całkowity projektowy przepływ powietrza wentylacyjnego dla pomieszczenia, wyrażony na różne sposoby		
			l/s	l/(s na osobę)	l/(s·m <sup>2</sup> )
I	1,0	10	20	20	2
II	0,7	7	14	14	1,4
III	0,4	4	8	8	0,8
IV	0,3	2,5	5,5	5,5	0,55

# Jakość powietrza wewnętrznego

## Metoda 2: Metoda z zastosowaniem wartości dopuszczalnych dla stężenia substancji

- projektowy strumień powietrza wentylacyjnego wymagany do rozcieńczenia pojedynczej substancji:

$$Q_h = \frac{G_h}{C_{h,i} - C_{h,o}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_v}$$

$Q_h$	strumień powietrza wentylacyjnego wymagany w celu rozcieńczenia, w m <sup>3</sup> na sekundę;
$G_h$	emisja substancji, w mikrogramach na sekundę;
$C_{h,i}$	zalecana wartość substancji, w mikrogramach na m <sup>3</sup> ;
$C_{h,o}$	stężenie substancji w powietrzu nawiewanym, w mikrogramach na m <sup>3</sup> ;
$\varepsilon_v$	efektywność wentylacji.

# Jakość powietrza wewnętrznego

## Metoda 2: Metoda z zastosowaniem wartości dopuszczalnych dla stężenia substancji

- projektowy strumień powietrza wentylacyjnego wymagany do rozcieńczenia pojedynczej substancji:

$$Q_h = \frac{G_h}{C_{h,i} - C_{h,o}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_v}$$

$Q_h$  strumień powietrza wentylacyjnego wymagany w celu rozcieńczenia, w m<sup>3</sup> na sekundę;

$G_h$  emisja substancji, w mikrogramach na sekundę;

$C_{h,i}$  zalecana wartość substancji, w mikrogramach na m<sup>3</sup>;

$C_{h,o}$  stężenie substancji w powietrzu nawiewanym, w mikrogramach na m<sup>3</sup>;

$\varepsilon_v$  efektywność wentylacji.

**Domyślne projektowe stężenia CO<sub>2</sub> powyżej stężenia na zewnątrz przy założeniu standardowej emisji CO<sub>2</sub> wynoszącej 20 L/(h na osobę)**

Kategoria	Odpowiednie stężenie CO <sub>2</sub> powyżej wartości określonej na zewnątrz w PPM dla osób niezaadoptowanych
I	550 (10)
II	800 (7)
III	1 350 (4)
IV	1 350 (4)



# Jakość powietrza wewnętrznego

## Metoda 2: Metoda z zastosowaniem wartości dopuszczalnych dla stężenia substancji

- projektowy strumień powietrza wentylacyjnego wymagany do rozcieńczenia pojedynczej substancji:

$$Q_h = \frac{G_h}{C_{h,i} - C_{h,o}} \cdot \frac{1}{\epsilon_v}$$

$Q_h$  strumień powietrza wentylacyjnego wymagany w celu rozcieńczenia, w m<sup>3</sup> na sekundę;

$G_h$  emisja substancji, w mikrogramach na sekundę;

$C_{h,i}$  zalecana wartość substancji, w mikrogramach na m<sup>3</sup>;

$C_{h,o}$  stężenie substancji w powietrzu nawiewanym, w mikrogramach na m<sup>3</sup>;

$\epsilon_v$  efektywność wentylacji.

## Podane przez WHO wartości zanieczyszczeń powietrza w pomieszczeniach i na zewnątrz

Zanieczyszczenie	Wytyczne WHO dotyczące jakości powietrza w pomieszczeniach 2010	Wytyczne WHO dotyczące jakości powietrza 2005
Benzen	Nie ustalono bezpiecznego poziomu	-
Tlenek węgla	średnia 15 min: 100 mg/m <sup>3</sup> średnia 1 h: 35 mg/m <sup>3</sup> średnia 8 h: 10 mg/m <sup>3</sup> średnia 24 h: 7 mg/m <sup>3</sup>	-
Formaldehyd	średnia 30 min: 100 µg/m <sup>3</sup>	-
Naftalen	Średnia roczna: 10 µg/m <sup>3</sup>	-
Dwutlenek azotu	Średnia 1 h: 200 µg/m <sup>3</sup> Średnia roczna: 20 µg/m <sup>3</sup>	-
(np. Benzo Pyrene A B[a]P) Węglowodory poliaromatyczne	Nie ustalono bezpiecznego poziomu	-
Radon	100 Bq/m <sup>3</sup> (czasem 300 mg/m <sup>3</sup> , specyficzne dla kraju)	-
Trójchloroetylen	Nie ustalono bezpiecznego poziomu	-
Tetrachloroetylen	Średnia roczna: 250 µg/m <sup>3</sup>	
Dwutlenek siarki	-	średnia 10 min.: 500 µg/m <sup>3</sup> średnia 24 h: 20 µg/m <sup>3</sup>
Ozon	-	średnia 8 h: 100 µg/m <sup>3</sup>
Aerozole atmosferyczne (pył zawieszony)	-	średnia 24 h: 25 µg/m <sup>3</sup> średnia roczna: 10 µg/m <sup>3</sup>

# Jakość powietrza wewnętrznego

## Metoda 3: Metoda oparta na predefiniowanych strumieniach przepływu powietrza wentylacyjnego

Predefiniowe minimalnego strumienia powietrza wentylacyjnego, który spełnia wymagania zarówno dla odczuwalnej jakości powietrza, jak i zdrowia w strefie przebywania ludzi określone na podstawie:

- całkowity strumień powietrza wentylacyjnego, z uwzględnieniem liczby osób oraz elementów budynku ( $q_{tot}$ );
- projektowany strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do jednostki powierzchni podłogi ( $q$  m<sup>2</sup>);
- projektowany strumień powietrza wentylacyjnego na osobę ( $q_p$ );
- projektowana krotność wymiany powietrza ( $ach$ );
- projektowane natężenie przepływu powietrza w zależności od rodzaju pomieszczenia i budynku ( $q_{pomieszczenie}$ ).

### Domyślnie predefiniowane strumienie objętości powietrza wentylacyjnego dla biura (osoba niezaadoptowana)

Kategoria	Całkowity projektowany strumień objętości powietrza wentylacyjnego w pomieszczeniu	
	l/(s na osobę)	l/(s·m <sup>2</sup> )
I	20	2
II	14	1,4
III	8	0,8
IV	5,5	0,55

# Jakość powietrza wewnętrznego

## Budynki niemieszkalne

- Strumień objętości powietrza wentylacyjnego w okresach poza godzinami użytkowania - należy określić czas pracy i strumień objętości powietrza wentylacyjnego niezbędny do ograniczenia stężenia zanieczyszczeń emitowanych przez materiały przed godzinami użytkowania budynku.



# Jakość powietrza wewnętrznego

## Budynki mieszkalne

Predefiniowane strumienie objętości powietrza wentylacyjnego można podać opierając się co najmniej na jednym z następujących kryteriów:

- całkowitej krotności wymiany powietrza w mieszkaniu;
- strumieniach powietrza wywiewanego z określonych pomieszczeń;
- strumieniach powietrza nawiewanego do określonych pomieszczeń;
- zaprojektowanych powierzchniach otworów w przypadku wentylacji naturalnej.

W projekcie można zastosować dowolne z kryteriów.

Należy obliczyć zarówno całkowite strumienie objętości powietrza dla całego mieszkania, jak i strumienie objętości powietrza wywiewanego z pomieszczeń o podwyższonej wilgotności powietrza. W projekcie można zastosować jedno z kryteriów.

# Jakość powietrza wewnętrznego

## Budynki mieszkalne

- Jeżeli strumień powietrza wentylacyjnego zostanie obniżony w okresach poza godzinami użytkowania budynku, należy określić i zastosować strumień objętości powietrza wymagany do ograniczenia stężenia zanieczyszczeń emitowanych przez dowolne źródła (budynek i określone czynności wykonywane w budynkach mieszkalnych).
- Należy zapewnić dostęp do elementów otwieralnych w obudowie budynku (np. okna, klapy wentylacyjne, okna połaciowe) przewidzianych do wentylacji w celu umożliwienia użytkownikom budynku wentylacji i kontaktu ze środowiskiem zewnętrznym. Alternatywnie można zastosować zdalną regulację np. mechaniczny napęd lub drążki do otwierania okien).
- Należy wziąć pod uwagę wpływ lokalizacji otworów wlotowych powietrza zewnętrznego, filtrację i oczyszczanie powietrza. W przypadku zastosowania filtracji i oczyszczania powietrza należy wziąć pod uwagę następujące zagadnienia: zmniejszenie ilości zanieczyszczeń (pyłki, pleśń, zarodniki, cząstki, kurz) z powietrza zewnętrznego poprzez przepuszczenie powietrza przez filtr lub podobne urządzenie; przepuszczanie powietrza recyrkulacyjnego przez filtr lub zastosowanie innej technologii oczyszczania powietrza w celu zmniejszenia ilości zanieczyszczeń w powietrzu w pomieszczeniu; zmniejszenie stężenia zapachów i innych zanieczyszczeń gazowych poprzez przepuszczenie powietrza recyrkulacyjnego lub powietrza powrotnego przez urządzenie do usuwania zanieczyszczeń gazowych.

# Jakość powietrza wewnętrznego

## Budynki mieszkalne

Kryteria oparte na predefiniowanych strumieniach objętości powietrza wentylacyjnego nawiewanego: całkowita wentylacja (1), przepływ powietrza nawiewanego (2) i (3)

Kategoria	Całkowita wentylacja, w tym infiltracja powietrza (1)		Przepływ powietrza nawiewanego na osobę (2)	Strumień objętości powietrza nawiewanego określony na podstawie odczuwalnej IAQ dla osób zaadaptowanych (3)	
	l/s,m <sup>2</sup>	ach		qp l/s (na osobę)	qB l/s,m <sup>2</sup>
I	0,49	0,7	10	3,5	0,25
II	0,42	0,6	7	2,5	0,15
III	0,35	0,5	4	1,5	0,1
IV	0,23	0,4			

Projektowe strumienie objętości powietrza wywiewanego w zależności od rodzaju pomieszczenia i typu budynku ( $q_{\text{pomieszczenie}}$ )

Liczba głównych pomieszczeń w mieszkaniu	Projektowany strumień objętości powietrza wywiewanego w l / s				
	Kuchnia	Łazienka lub prysznic z toaletą lub bez toalety	Inne pomieszczenia o podwyższonej wilgotności powietrza	Toalety	
				Jedna w mieszkaniu	Wiele (2 lub więcej w mieszkaniu)
1	20	10	10	10	10
2	25	10	10	10	10
3	30	15	10	10	10
4	35	15	10	15	10
5 i więcej	40	15	10	15	10

# Jakość powietrza wewnętrznego

## Budynki mieszkalne

- metodologia definiowania domyślnych projektowych powierzchni otworów dla naturalnych systemów wentylacyjnych w mieszkaniu;
- tworamami powinny być kratki nawiewno-wywiewne, kanały kominowe, kratki okienne lub podobny system;
- podczas projektowania powierzchni otworów należy wziąć pod uwagę lokalne warunki klimatyczne.

### Domyślne projektowe powierzchnie otworów dla mieszkań

	Wyciąg Kuchnia, łazienki i toalety (cm <sup>2</sup> )	Nawiew Sypialnie i pokoje dienne (cm <sup>2</sup> )
Domyślne projektowane powierzchnie otworów	100 na pomieszczenie	60 na pomieszczenie
UWAGA Wartości dla sypialni i salonu mogą być podane na m <sup>2</sup> powierzchni podłogi lub jako wartości bezwzględne na pokój.		



# Środowisko cieplne i jakość powietrza – wentylacja indywidualna

- Należy oceniać, czy zwiększona prędkość powietrza (z indywidualną regulacją lub bez niej) może poprawić komfort cieplny.
- Wewnętrzna korekta temperatury operatywnej ( $\Delta\theta_o$ ) mająca zastosowanie do budynków wyposażonych w wentylatory lub systemy osobiste zapewniające użytkownikom budynków indywidualną kontrolę prędkości powietrza na poziomie użytkownika

Średnia prędkość powietrza ( $v_a$ ) 0,6 m/s	Średnia prędkość powietrza ( $v_a$ ) 0,9 m/s	Średnia prędkość powietrza ( $v_a$ ) 1,2 m/s
1,2 °C	1,8 °C	2,2 °C

Wentylację strefy oddychania  $V(b.z.)$  można obliczyć według następującego wzoru (H.1):

$$V(b.z.) = V(\text{pełne mieszanie}) * e(v) \text{ (H.1)}$$

gdzie

$V(\text{pełne mieszanie})$  = dopływ świeżego powietrza, o którym mowa w EN 16798-3 i CEN/TR 16798-4, przy założeniu, że stosuje się układy całkowitego mieszania;

$e(v)$  = skuteczność wentylacji.

Aspect	Requirement
'Temperature' control winter	At workstation level, the (operative/equivalent) temperature is adjustable with a response speed of at least 0,5 K/minute within a range of 5 K, from 18 °C to 23 °C.
'Temperature' control summer	At workstation level, the (equivalent) temperature is adjustable (with a response speed of at least 0,5 K/minute within a range of 5 K, from 22 °C to 27 °C.
Fresh air supply control	Local fresh air supply (per workstation) is adjustable from around 0 to at least 7 l/s.
Delivered air quality	For requirements related to air cleaning technology: see Annex K.
Installation noise	Noise level – with the personalized system in the highest setting – should not be higher than 35 dB(A).

# Parametry środowiska wewnętrznego do obliczeń energetycznych

- Kryteria dotyczące środowiska wewnętrznego stosowane do obliczeń energetycznych powinny być określone i udokumentowane. Szczególną uwagę należy zwrócić na indywidualne systemy ogrzewania, chłodzenia i wentylacji. Należy określić akceptowalne przekroczenie kryteriów.
- W przypadku sezonowych i miesięcznych obliczeń energii zużywanej na cele ogrzewania i chłodzenia należy stosować te same wartości wewnętrznej temperatury operatywnej co przy projektowaniu (wymiarowaniu) systemów grzewczych i chłodniczych
- W przypadku obliczeń godzinowych - należy określić wartość docelową temperatury operatywnej. Jeżeli wydajność chłodnicza jest ograniczona, należy oszacować i ocenić dopuszczenie przekroczenia temperatury operatywnej w pomieszczeniach. Należy opisać założenia dotyczące dopuszczalnego przekroczenia tego parametru.
- Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego stosowany do obliczeń energetycznych w czasie pracy powinien co najmniej odpowiadać minimalnym wartościom określonym w normie. W celu zapewnienia odpowiedniej jakości powietrza w pomieszczeniu od początku przebywania użytkowników, wentylacja powinna rozpocząć działanie przed rozpoczęciem użytkowania pomieszczeń lub należy zapewnić minimalny strumień powietrza wentylacyjnego w godzinach wolnych od pracy.
- Należy również uwzględnić systemy o zmiennym przepływie powietrza.
- Strumienie objętości powietrza wentylacyjnego w naturalnie wentylowanych budynkach należy obliczać na podstawie układu pomieszczeń w budynku, lokalizacji i warunków pogodowych.
- Powietrza w pomieszczeniu nie należy osuszać do niższej wilgotności względnej ani nawilżać do wyższej wilgotności względnej niż wynoszą wartości projektowe. Ponadto należy podać górną granicę zawartości wilgoci. Budynki niemieszkalne nie powinny być nawilżane (z pewnymi wyjątkami, takimi jak muzea), ale mogą wymagać osuszania, aby zapobiec długoterminowemu uszkodzeniu przez wilgoć.



# Parametry środowiska wewnętrznego do obliczeń energetycznych

- Jeśli znane są harmonogramy użytkowania budynku i obciążenia wewnętrzne, należy je wykorzystać do obliczenia charakterystyki energetycznej.
- W normie podane są przykładowe harmonogramy, które można wykorzystać jako dane wejściowe do obliczeń zużycia energii w budynku.
- Stosowane kryteria dotyczące temperatury, wentylacji i wilgotności w pomieszczeniu oparte są na jakości środowiska wewnętrznego i kategorii IEQI dla każdego stanowiska pracy w zależności od wykonywanych czynności.

Parametry i nastawy			
	Parametr	wartość	jednostka
Czas działania	Godzina w ciągu dnia START	7	godzina
	Godzina w ciągu dnia KONIEC	18	godzina
	Przerwy	0	godziny
	Dni/tydzień	5	dni
	godziny/dzień	11	godziny
	godziny/rok	2868	godziny
Zyski wewnętrzne	Użytkownicy	17	m <sup>2</sup> /osobę
	Użytkownicy (całkowite)	7,0	W/m <sup>2</sup>
	Użytkownicy (jawne)	4,7	W/m <sup>2</sup>
	Urządzenia	12	W/m <sup>2</sup>
	Oświetlenie		
	Produkcja wilgoci	3,53	g/(m <sup>2</sup> , h)
	Generowane CO <sub>2</sub>	1,10	l/(m <sup>2</sup> , h)
Nastawy	min. T <sub>op</sub> poza godzinami użytkowania	16	°C
	max. T <sub>op</sub> podczas godzin użytkowania	32	°C
	min. T <sub>op</sub>	20	°C
	max. T <sub>op</sub>	26	°C
	Strumień powietrza wentylacyjnego (min)	0,8	l/(s m <sup>2</sup> )
	Strumień powietrza wentylacyjnego ze względu na emisję CO <sub>2</sub>	0,53	l/(s m <sup>2</sup> )
	max. stężenie CO <sub>2</sub> (powyżej zewnętrznego)	500	ppm
	min. wilgotność względna	25	%
	max. wilgotność względna	60	%
	Oświetlenie, natężenie oświetlenia w obszarach roboczych	500	lux
Inne	Zużycie ciepłej wody użytkowej	100	l/(m <sup>2</sup> rok)

h	Obliczenia energetyczne					
	Dni tygodnia			Soboty i niedziele		
	Użytkownicy	Sprzęt	Oświetlenie	Użytkownicy	Sprzęt	Oświetlenie
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0,2	0,2	0,2	0	0	0
9	0,6	0,6	0,6	0	0	0
10	0,6	0,6	0,6	0	0	0
11	0,7	0,7	0,7	0	0	0
12	0,7	0,7	0,7	0	0	0
13	0,4	0,4	0,4	0	0	0
14	0,6	0,6	0,6	0	0	0
15	0,7	0,7	0,7	0	0	0
16	0,7	0,7	0,7	0	0	0
17	0,6	0,6	0,6	0	0	0
18	0,2	0,2	0,2	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0



# Ocena środowiska wewnętrznego

- Ponieważ obciążenia w każdym budynku zmieniają się w zależności od miejsca i czasu, zaprojektowany system może nie być w stanie spełnić założeń projektowych we wszystkich pomieszczeniach przez wszystkie godziny.
- Istnieje potrzeba oceny długoterminowej wydajności budynku w odniesieniu do środowiska wewnętrznego.
- Ocena ta jest niezbędna do wykazania czynników klimatycznych (środowiska wewnętrznego) w świadectwie charakterystyki energetycznej (art. 6 i 7 dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków).
- Oceny środowiska wewnętrznego budynku dokonuje się poprzez ocenę środowiska wewnętrznego typowych pomieszczeń reprezentujących różne strefy w budynku. Ocena opiera się na następujących działaniach: projekt, obliczenia, pomiary lub kwestionariusze.



# Metodyka ocen subiektywnych

How do you rate your thermal sensation?		How do you perceive the temperature?	
	Hot		Clearly acceptable
	Warm		
	Slightly warm		Just acceptable
	Neutral		Just unacceptable
	Slightly cool		
	Cool		Clearly unacceptable
	Cold		
	Do you want the room temperature? a) Higher b) No change c) Lower		

How do you perceive the air quality?		How do you perceive the odour intensity?	
	Clearly acceptable		No odour
			Weak odour
	Just acceptable		Moderate odour
Just unacceptable	Strong odour		
		Very strong odour	
	Clearly unacceptable	Overpowering odour	

Classification based on occupants' responses	Percentage						
	%						
People finding the thermal environment acceptable	85						
People finding the indoor air quality acceptable	80						
Distribution on thermal sensation votes	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
	0	5	10	53	20	10	2
Distribution of temperature preference	Colder		Unchanged			Warmer	
	20		75			5	

Quality of indoor environment in % of time of occupancy in four categories				
Percentage	5	7	68	20
Thermal Environment	IV	III	II	I
Percentage	7	7	76	10
Indoor Air Quality	IV	III	II	I

# Parametry wejściowe środowiska wewnętrznego do projektowania systemów wentylacji i klimatyzacji w pomieszczeniach zgodnie z normą PN-EN 16798-1 i EN 16798-2

*Środowisko wewnętrzne w pomieszczeniach biurowych i obiektach mieszkalnych, cz.2.*

Dr hab. inż. Anna Bogdan, prof. uczelni



**Politechnika  
Warszawska**