



Politechnika  
Wrocławska

# Ogrzewnictwo i Ciepłownictwo 1 edycja 2018/2019

Wykład 2

## **Metody obliczania współczynnika przenikania ciepła przegród budowlanych.**

**dr inż. Bogdan Nowak**

Katedra Klimatyzacji, Ogrzewnictwa, Gazownictwa  
i Ochrony Powietrza

pok. 307, bud. C-6

[bogdan.nowak@pwr.edu.pl](mailto:bogdan.nowak@pwr.edu.pl)

[www.iko.pwr.edu.pl](http://www.iko.pwr.edu.pl) / [www.iko.pwr.edu.pl](http://www.iko.pwr.edu.pl)

1	Wprowadzenie i omówienie zakresu wykładu. Podstawy prawne projektowania, budowy i eksploatacji instalacji grzewczych. Komfort cieplny.	2
<b>2</b>	<b>Metody obliczania współczynnika przenikania ciepła przegród budowlanych.</b>	<b>2</b>
3	Metody obliczania zapotrzebowania ciepła pomieszczeń i budynków ogrzewanych.	2
4	Grzejniki: budowa, parametry pracy, zalety i wady poszczególnych typów, zasady doboru.	2
5	Schematy i zasady zabezpieczania instalacji ogrzewań wodnych systemu otwartego.	2
6	Schematy i zasady zabezpieczania instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiórczymi przeponowymi.	2
7	Ogrzewanie pompowe dwururowe: zasady prowadzenia przewodów i obliczania. Rodzaje i zasady doboru pomp obiegowych w instalacjach c.o.	2
8	Źródła ciepła: kotłownia, jednofunkcyjny węzeł ciepłowniczy. Regulacja mocy źródła ciepła w zależności od potrzeb instalacji.	2
9	Ogólna charakterystyka systemów ogrzewania, efektywność energetyczna systemów zaopatrzenia w ciepło.	2
10	Armatura odcinająca i regulacyjna, elementy wyposażenia instalacji c.o.	2
	Razem:	20
	<b>EGZAMIN</b>	

# Polskie Normy:

1. **PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania**
2. **(już nie: PN-EN ISO 6946:1999 czy PN-EN ISO 6946:2004)**
3. **PN-EN ISO 6946:2017-10 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania - wersja angielska**

# Polskie Normy:

1. **PN-EN 12831:2006** Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
2. **PN-B-03406:1994** Ogrzewnictwo - Obliczanie zapotrzebowania na ciepło pomieszczeń o kubaturze do 600 m<sup>3</sup> (JUŻ DAWNO NIE)
3. **PN-EN 12831-1:2017-08** Charakterystyka energetyczna budynków - Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego -- Część 1: Obciążenie cieplne, Moduł M3-3 - **wersja angielska**
4. **PN-EN 12831-3:2017-08** Charakterystyka energetyczna budynków - Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego - Część 3: Obciążenie domowych instalacji ciepłej wody użytkowej i charakterystyka zapotrzebowania, Moduł M8-2, M8-3 - **wersja angielska**

# Literatura:

1. Klemma Piotr, Budownictwo ogólne. Tom 2. Fizyka budowli, Arkady, Warszawa 2018.
2. Pawłowski Krzysztof, Projektowanie ścian w budownictwie energooszczędnym. Obliczanie cieplno-wilgotnościowe ścian zewnętrznych i ich złączy w świetle obowiązujących przepisów prawnych, Zeszyty Projektanta cz. 2, Grupa Medium, Warszawa 2017 (wyd. I)
3. Pawłowski Krzysztof , Zasady projektowania domów energooszczędnych, Zeszyty Projektanta cz. 1, Grupa Medium, Warszawa 2018 (wyd. II)

# Literatura:

4. Pawłowski Krzysztof , Projektowanie przegród zewnętrznych w świetle nowych warunków technicznych dotyczących budynków, Grupa Medium, Warszawa 2013 (wyd. I)
5. Ostańska Anna, Taczanowska Teresa, Dokładność realizacji a potrzeba modernizacji budynków wielkopłytowych, Grupa Medium, Warszawa 2012
6. Robert Wójcik, Docieplanie budynków **od wewnątrz**, Grupa Medium, Warszawa 2018 (wyd. I)

....

Wymiana Ciepła / Termodynamika

+

Mechanika Płynów

=

podstawy dla Ogrzewnictwa



- **Straty ciepła – składowe:**

- przegrody zewnętrzne – (dach, ściany, okna i drzwi),
- przegrody wewnętrzne,
- straty ciepła do gruntu
- wentylacja – ze względu na warunki higieniczne, wilgotność powietrza, procesy spalania – powietrze zewnętrzne



# Ogólne zasady projektowania

Ochrona cieplna budynku

Instalacje

centralnego ogrzewania

# Podstawowe zasady

Przy projektowaniu systemów zaopatrzenia w ciepło do rozwiązania pozostają trzy podstawowe zagadnienia:

1. zapewnienie odpowiedniej ochrony cieplnej budynku
2. określenie zapotrzebowania na ciepło,
3. dobór wielkości źródeł i wymienników ciepła oraz
4. zapewnienie warunków dla dostarczenia wymaganej ilości ciepła do poszczególnych odbiorników

# Cele ochrony cieplnej

- Zachowanie komfortu cieplnego
- Ograniczenie zapotrzebowania na moc cieplną (projektowego obciążenia cieplnego), a tym samym ograniczenie kosztów ogrzewania.
- Ograniczenie zużycia ciepła
- Ochrona przed uszkodzeniami związanymi z zawilgoceniem i przemarzaniem

Ochrona cieplna przynajmniej dla niektórych rzeczy ważną jest ;-)



# Wymiana ciepła

1. PRZEWODZENIE - przenoszenie energii wewnątrz materiału przegrody,
2. UNOSZENIE (konwekcja) – poszczególne cząstki ciała, w którym przenosi się ciepło, zmieniają swoje położenie.
  - wymuszona (ruch płynu przejmującego ciepło jest wywołany „sztucznie”)
  - swobodna (ruch płynu wywołany różnicą jego gęstości)
3. PROMIENIOWANIE - przenoszenie ciepła przez promieniowanie elektromagnetyczne w pewnym zakresie długości fal. Promieniowanie nie wymaga obecności ośrodka materialnego i może rozchodzić się w próżni

# Wymiana ciepła

Nigdy prosta – zawsze złożona

Wymiana ciepła przez przegrody budowlane:

**Przejmowanie** ciepła przez powierzchnię przegrody od płynu

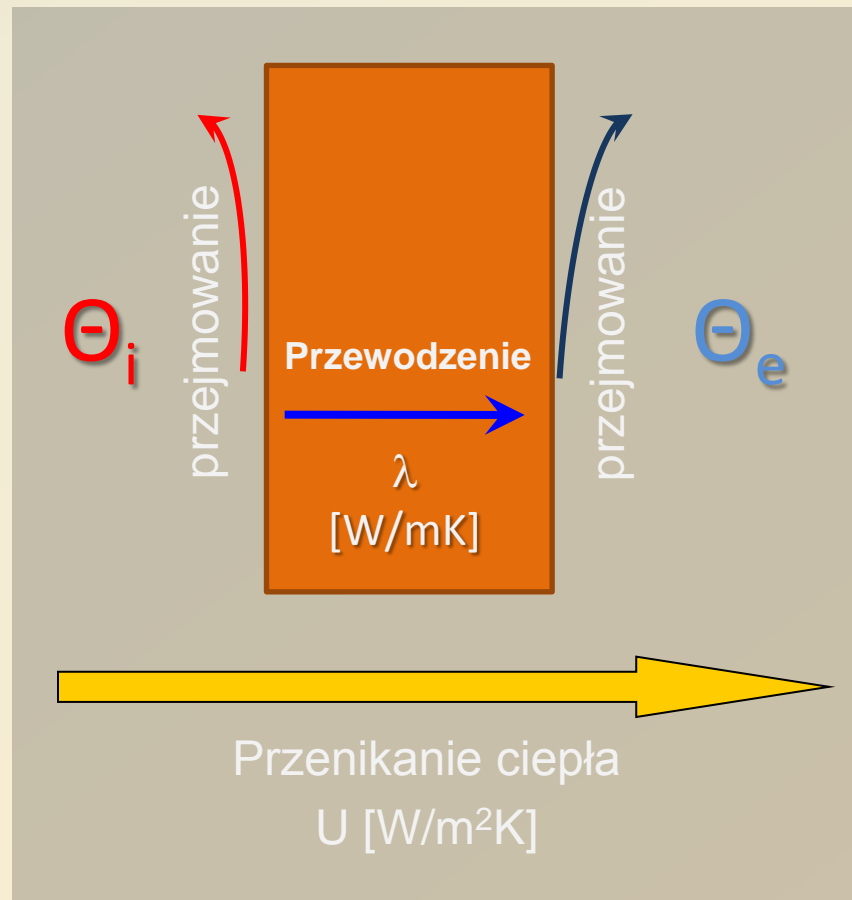
**Przewodzenie** ciepła przez przegrodę z ciała stałego

**Przejmowanie** ciepła przez płyn od powierzchni przegrody



# Wymiana ciepła

Przejmowanie + przewodzenie + przejmowanie =  
**PRZENIKANIE CIEPŁA**



# Fizyka budowli



# Algorytm obliczeń

1. Określenie warunków zewnętrznych (temperatura powietrza zewnętrznego) oraz temperatur powietrza w przestrzeniach ogrzewanych budynku (PN-EN 12831: 2006)
2. Określenie charakterystyk cieplnych i wymiarów poszczególnych elementów konstrukcji budynku (współczynnik przenikania ciepła, powierzchnia) (PN-EN ISO 6946:2008, PN-EN 12831: 2006)
3. Obliczenie strat ciepła przez przenikanie
4. Obliczenie strat ciepła na wentylacje
5. Obliczenie obciążenia cieplnego pomieszczenia
6. Obliczenie obciążenia cieplnego całego budynku
7. Wymiana wilgoci

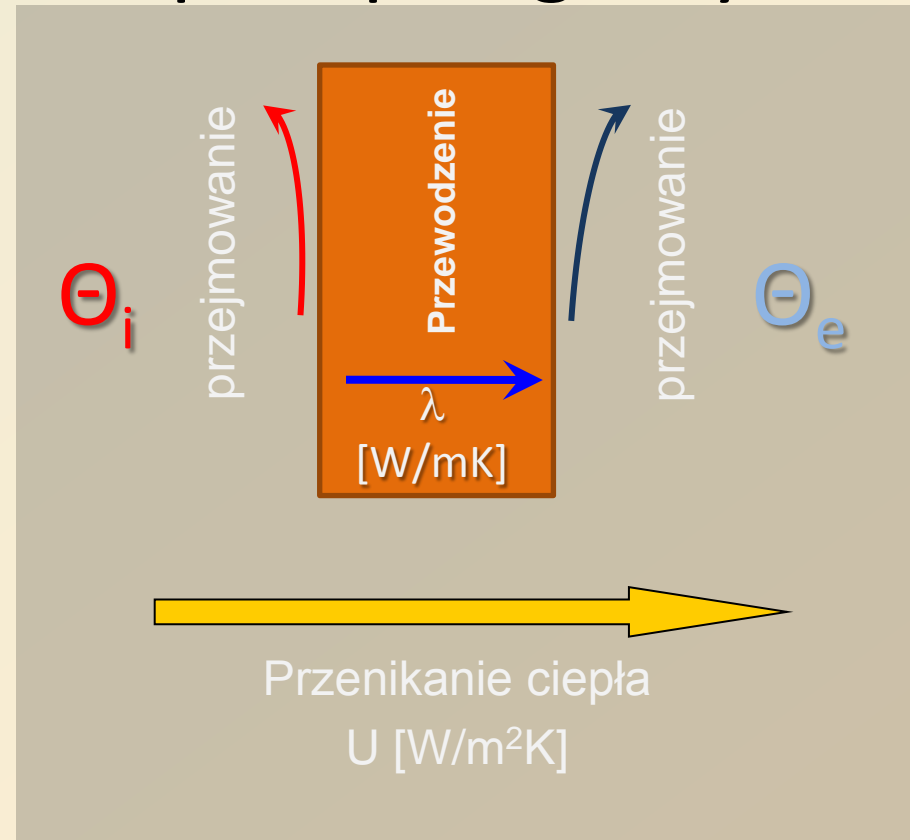
# Przegrody budowlane

- Jednowarstwowa – zbudowana z jednego materiału
- Jednorodna cieplnie – ma takie same właściwości fizyko-chemiczne;
- Warstwa jednorodna cieplnie to warstwa o stałej grubości i o właściwościach cieplnych jednorodnych lub takich, które można uznać za jednorodne

# Przenikanie ciepła

Współczynnik przenikania ciepła  $U$   
określa właściwości cieplne przegrody;

$[W/m^2K]$



# Opór cieplny

$$R_{\lambda} = \frac{d}{\lambda}$$

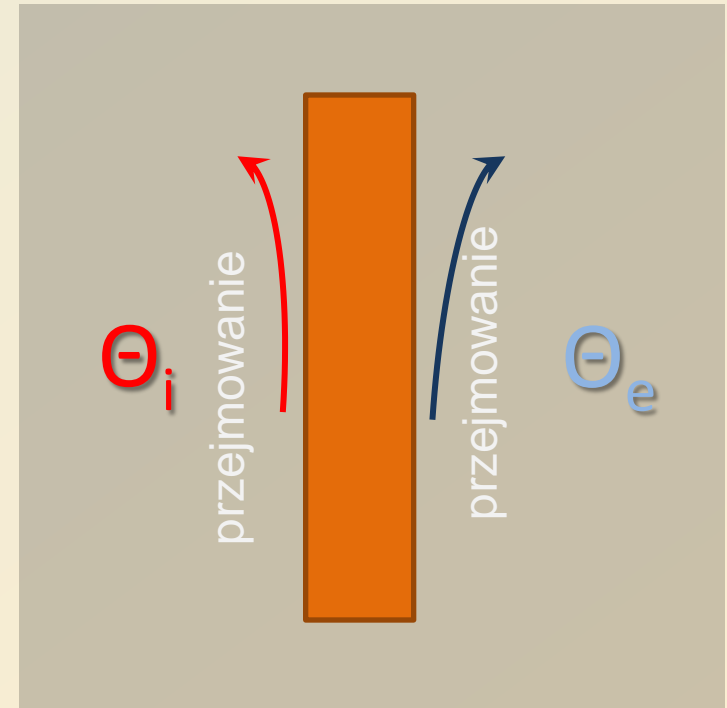
- $d$  - grubość warstwy [m],
- $\lambda$  - współczynnik przewodzenia ciepła [W/mK]

*Współczynnik przewodzenia ciepła dla różnych materiałów podawany jest dla warunków wilgotnych lub średniowilgotnych.*

*W przypadku gdy wilgotność względna w pomieszczeniu nie przekracza 75%, do obliczeń przyjmować należy warunki średniowilgotne*

# Opór cieplny

- Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej –  $R_{si}$  [ $m^2K/W$ ]
- Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej –  $R_{se}$  [ $m^2K/W$ ]



# Przenikanie ciepła w stanie ustalonym

$$R_T = R_{si} + \sum \frac{d}{\lambda} + R_{se}$$

$$U = \frac{1}{R_T} \quad [W/m^2K]$$

gdzie :

$d$  – grubość komponentu budowlanego [m],

$\lambda$  – współczynnik przewodzenia ciepła komponentu [W/mK]

$R_{si}$  – opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej [m<sup>2</sup>K/W]

$R_{se}$  – opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej [m<sup>2</sup>K/W]

$R_T$  – całkowity opór cieplny [m<sup>2</sup>K/W]

$U$  – współczynnik przenikania ciepła [W/m<sup>2</sup>K]

# Przenikanie ciepła w stanie ustalonym

- wartości oporu przejmowania ciepła są podane w tabeli:

	W górę	poziomy	W dół
$R_{si}$	0,10	0,13	0,17
$R_{se}$	0,04	0,04	0,04

$$R_T = R_{si} + \sum \frac{d}{\lambda} + R_{se}$$

$$U = \frac{1}{R_T} \quad [W/m^2K]$$

# Przenikanie ciepła w stanie ustalonym

- Wartości  $R_{se}$  przy różnych prędkościach wiatru

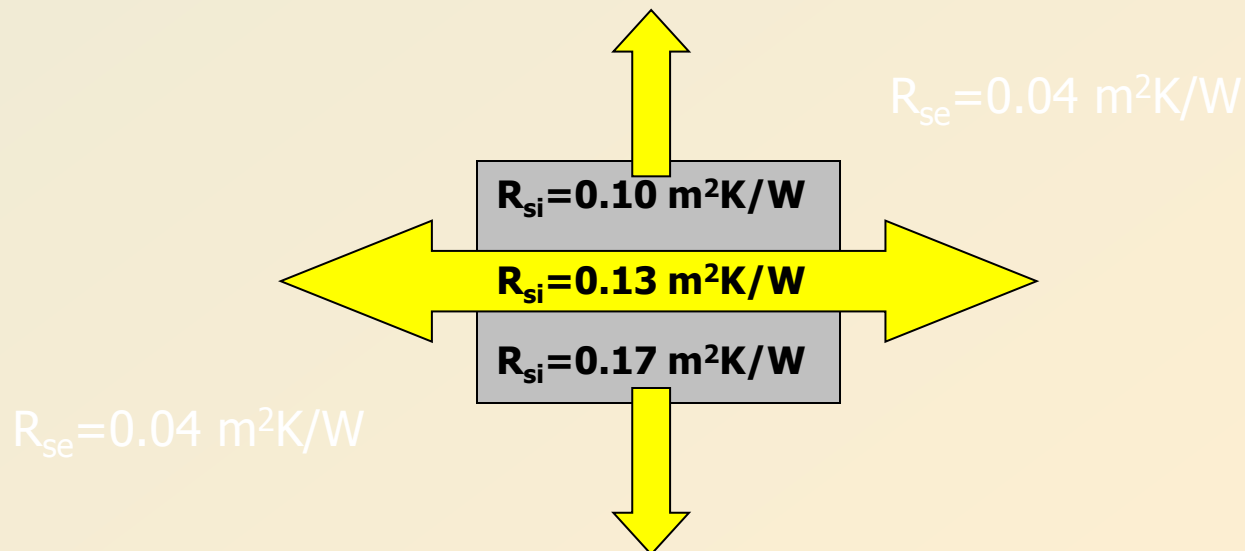
Prędkość wiatru m/s	$R_{se}$ $m^2 K/W$
1	0,08
2	0,06
3	0,05
4	0,04
5	0,04
7	0,03
10	0,02

$$R_T = R_{si} + \sum \frac{d}{\lambda} + R_{se} \quad U = \frac{1}{R_T} \quad [W/m^2K]$$



# Zanim przejdziemy do obliczeń

- Opór przejmowania ciepła zależy od strony przegrody (zewnątrzna/wewnętrzna) oraz od kierunku przepływu strumienia ciepła
- Różnice w wartościach  $R_{si}$  wynikają z konwekcyjnego charakteru ciepła i jest to związane z uwarstwieniem temperatury w pomieszczeniu



# „Sytuacje obliczeniowe”

- Wyznaczenie wartości  $U$  dla istniejącej przegrody, jako odpowiedź na pytanie, czy przegroda spełnia wymagania izolacyjności cieplnej
- Wyznaczenie grubości izolacji w projektowanej przegrodzie ( $U \leq U_{\max}$ , jednostkowy wskaźnik zużycie ciepła na ogrzewanie kWh/(m<sup>2</sup> rok))
- Wyznaczenie wymaganej grubości docieplenia (termomodernizacja)

# Już prawie możemy obliczać

- Przy obliczeniach należy starać się zachować kierunek rozumowania od środowiska wewnętrznego do zewnętrznego

Lp.	Materiał	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Powierzchnia wewnętrzna			
2				
3				
4	Powierzchnia zewnętrzna			

Czy izolacja cieplna może być od wewnętrznej strony ściany nośnej, czy jednak powinien być od zewnątrz?

# Opór cieplny przegród z warstw jednorodnych i niejednorodnych

- **PN-EN ISO 6946** podaje **uproszczoną** metodę obliczania oporu cieplnego dla komponentu budowlanego składającego się z warstw cieplnie jednorodnych i niejednorodnych
- Metoda ta nie nadaje się do obliczeń wartości temperatury powierzchni na użytek oceny ryzyka kondensacji pary wodnej

# Przenikanie ciepła w stanie ustalonym

- W przypadku obliczeń oporu cieplnego wewnętrznych komponentów budowlanych (np. ścian działowych) lub komponentów oddzielających środowisko wewnętrzne od przestrzeni nieogrzewanej, stosuje się dla obydwu stron normową wartość oporu przyjmowania ciepła  $R_{si}$

# Przenikanie ciepła w stanie ustalonym

- W załączniku A do PN-EN ISO 6946 podane są szczegółowe procedury obliczania oporów przyjmowania ciepła w przypadku powierzchni o niskiej emisyjności, określonych prędkości wiatru i powierzchni niepłaskich
- Wartości dotyczące kierunku poziomego stosuje się też w przypadku kierunków strumienia cieplnego odchylonego o  $\pm 30^\circ$  od płaszczyzny poziomej (*skosy = przegroda jeszcze pionowa czy już pozioma ?*)

# Warstwy powietrza

- Powietrze jest dobrym izolatorem
- Kiedyś (ale również obecnie) takie rozwiązanie było stosowane powszechnie jako izolacja cieplna
- Obecnie, od strony formalnej, rozróżnia się warstwy:
  - Niewentylowane
  - Słabo wentylowane
  - Dobrze wentylowane

# Warstwy niewentylowane

- Wtedy gdy NIE PRZEWIDZIANO STAŁEGO PRZEPŁYWU POWIETRZA PRZEZ TĘ WARSTWĘ /PUSTKĘ !
- Opór cieplny niewentylowanej warstwy powietrza o grubości do 30 cm określono w normie w postaci tabeli
- Wartość oporu cieplnego warstwy zależy od jej grubości oraz kierunku przepływu ciepła

$$R = f(d, \text{kierunek przepływu ciepła})$$



# Niewentylowana warstwa powietrza

Opór cieplny  $R_T$  [ $m^2K/W$ ] przegród z warstwą powietrza **niewentylowaną** obliczamy jako suma oporów wszystkich warstw wraz z oporami wnikania  $R_{si}$  i  $R_{se}$ ,

Grubość warstwy powietrza mm	Kierunek strumienia cieplnego		
	W górę	Poziomy	W dół
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17

Grubość warstwy powietrza mm	Kierunek strumienia cieplnego		
	W górę	Poziomy	W dół
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,17

UWAGA - Wartości pośrednie można otrzymać przez interpolację liniową.

# Słabo – i dobrze wentylowana

- Norma wprowadza dodatkowo pojęcie warstwy słabo wentylowanej i dobrze wentylowanej warstwy powietrza
- **Słabo wentylowana warstwa powietrza** to taka, gdzie przepływ powietrza zewnętrznego następuje jedynie w sposób ograniczony
- Norma określa też warunki kryterialne - ilościowe

# Słabo wentylowana warstwa powietrza

- Dla warstw **pionowych** warunek określono w ten sposób, że powierzchnia  $F$  otworów, przez które może następować przepływ powietrza zewnętrznego na jeden metr długości warstwy mieści się w przedziale:

$$500 \text{ mm}^2 < F < 1500 \text{ mm}^2$$

# Słabo wentylowana warstwa powietrza

- Dla warstw **poziomych** warunek określono w ten sposób, że powierzchnia  $F$  otworów, przez które może następować przepływ powietrza zewnętrznego na jeden metr kwadratowy powierzchni warstwy mieści się w przedziale:

$$500 \text{ mm}^2 < F < 1500 \text{ mm}^2$$

# Słabo wentylowana warstwa powietrza

Opór cieplny  $R_T$  [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ] przegród z warstwą powietrza **słabo wentylowaną** obliczamy jako:

$$R_T = \frac{1500 - A_v}{1000} \cdot R_{T,u} + \frac{A_v - 500}{1000} \cdot R_{T,v}$$

$A_v$  – pole powierzchni otworów wentylacyjnych [ $\text{mm}^2$ ],

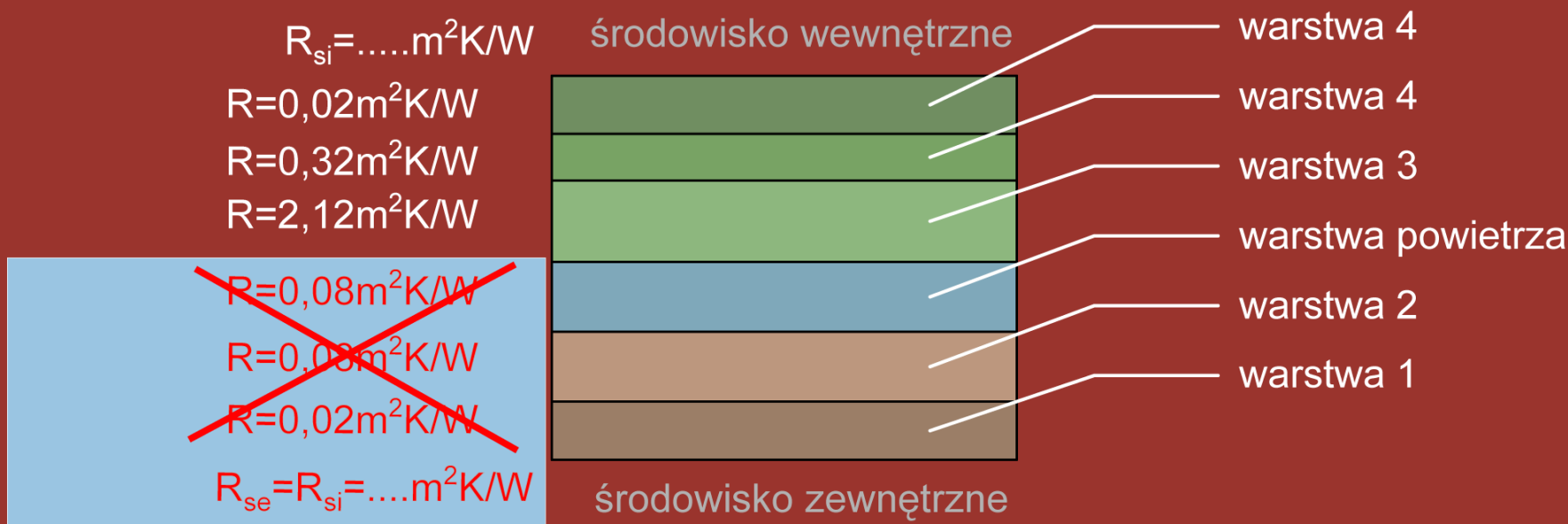
$R_{T,u}$  – całkowity opór cieplny komponentu z **niewentylowaną warstwą powietrza** obliczony wg sposobu jak dla warstwy niewentylowanej [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ],

$R_{T,v}$  - całkowity opór cieplny komponentu z **dobrze wentylowaną warstwą powietrza** obliczony wg sposobu jak dla warstwy dobrze wentylowanej [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ].

# Dobrze wentylowana warstwa powietrza

- Gdy powierzchnia otworów, przez które może nastąpić przepływ powietrza zewnętrznego przekracza  $1500 \text{ mm}^2$  (odpowiednio na  $1\text{m}$  oraz  $1\text{m}^2$ )
- Pomija się opór cieplny warstwy powietrza i warstw zewnętrznych, jednak opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej przyjmuje się równy wartości oporu przyjmowania po stronie wewnętrznej przegrody tj.  $R_{si}$

# Dobrze wentylowana warstwa powietrza











# DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

---

Warszawa, dnia 8 grudnia 2017 r.

Poz. 2285

ROZPORZĄDZENIE  
MINISTRA INFRASTRUKTURY I BUDOWNICTWA<sup>1)</sup>

z dnia 14 listopada 2017 r.

**zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki  
i ich usytuowanie<sup>2)3)</sup>**

Na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2017 r. poz. 1332 i 1529) zarządza się, co następuje:

64) w § 328:

a) w ust. 1 pkt 1 i 2 otrzymują brzmienie:

- „1) wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)], obliczona według przepisów wydanych na podstawie art. 15 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. poz. 1200 oraz z 2015 r. poz. 151), jest mniejsza lub równa wartości maksymalnej obliczonej zgodnie ze wzorem, o którym mowa w § 329 ust. 1 lub 3;
- 2) przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia.”,

b) ust. 1a otrzymuje brzmienie:

„1a. Wymagania minimalne, o których mowa w ust. 1, uznaje się za spełnione dla budynku podlegającego przebudowie, jeżeli przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku podlegające przebudowie odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia”,

c) po ust. 1a dodaje się ust. 1b w brzmieniu:

„1b. Budynek, który spełnia wymagania minimalne określone w ust. 1, na dzień 31 grudnia 2020 r., a w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością – na dzień 1 stycznia 2019 r., jest budynkiem o niskim zużyciu energii.”;

„§ 329. 1. Maksymalną wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP oblicza się zgodnie z poniższym wzorem:

$$EP = EP_{H+W} + \Delta EP_C + \Delta EP_L \text{ [kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)]},$$

gdzie:

$EP_{H+W}$  – cząstkowa wartość wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej,

$\Delta EP_C$  – cząstkowa wartość wskaźnika EP na potrzeby chłodzenia,

$\Delta EP_L$  – cząstkowa wartość wskaźnika EP na potrzeby oświetlenia.

2. Cząstkowe wartości wskaźnika EP, o których mowa w ust. 1, określa się zgodnie z poniższymi tabelami:

Cząstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj budynku	Cząstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody $EP_{H+W}$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	
		od 1 stycznia 2017 r.	od 31 grudnia 2020 r. *)
1	2	3	
1	Budynek mieszkalny:		
	a) jednorodzinny	95	70
	b) wielorodzinny	85	65
2	Budynek zamieszkania zbiorowego	85	75
3	Budynek użyteczności publicznej:		
	a) opieki zdrowotnej	290	190
	b) pozostałe	60	45
4	Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny	90	70
*) Od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością.			

- 1.1. Wartości współczynnika przenikania ciepła  $U_C$  ścian, dachów, stropów i stropodachów dla wszystkich rodzajów budynków, uwzględniające poprawki ze względu na pustki powietrzne w warstwie izolacji, łączniki mechaniczne przechodzące przez warstwę izolacyjną oraz opady na dach o odwróconym układzie warstw, obliczone zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi obliczania oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła oraz przenoszenia ciepła przez grunt, nie mogą być większe niż wartości  $U_{C(max)}$  określone w poniższej tabeli:

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{C(max)}$ [W/(m <sup>2</sup> · K)]	
		od 1 stycznia 2017 r.	od 31 grudnia 2020 r. <sup>3)</sup>
1	2	3	
1	Ściany zewnętrzne:		
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,23	0,20
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,45	0,45
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,90	0,90
2	Ściany wewnętrzne:		
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy	1,00	1,00
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań	bez wymagań
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,30	0,30
3	Ściany przyległe do szczelin dylatacyjnych o szerokości:		
	a) do 5 cm, trwale zamkniętych i wypełnionych izolacją cieplną na głębokości co najmniej 20 cm	1,00	1,00
	b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny	0,70	0,70
4	Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych	bez wymagań	bez wymagań

1	2	3	
5	Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami:		
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,18	0,15
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30	0,30
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,70	0,70
6	Podłogi na gruncie:		
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,30	0,30
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	1,20	1,20
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	1,50	1,50
7	Stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi:		
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,25	0,25
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30	0,30
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	1,00	1,00
8	Stropy nad ogrzewanymi pomieszczeniami podziemnymi i stropy międzykondygnacyjne:		
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$	1,00	1,00
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań	bez wymagań
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,25	0,25

Pomieszczenie ogrzewane – pomieszczenie, w którym na skutek działania systemu ogrzewania lub w wyniku bilansu strat i zysków ciepła utrzymywana jest temperatura, której wartość została określona w § 134 ust. 2 rozporządzenia.

$t_i$  – temperatura pomieszczenia ogrzewanego zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia.

<sup>2)</sup> Od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością.

Lp.	Okna, drzwi balkonowe i drzwi zewnętrzne	Współczynnik przenikania ciepła $U_{(max)}$ [W/(m <sup>2</sup> · K)]	
		od 1 stycznia 2017 r.	od 31 grudnia 2020 r. <sup>*)</sup>
1	2	3	
1	Okna (z wyjątkiem okien połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne:  a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,1  1,6	0,9  1,4
2	Okna połaciowe:  a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,3  1,6	1,1  1,4
3	Okna w ścianach wewnętrznych:  a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	1,3  bez wymagań  1,3	1,1  bez wymagań  1,1
4	Drzwi w przegrodach zewnętrznych lub w przegrodach między pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi	1,5	1,3
5	Okna i drzwi zewnętrzne w przegrodach zewnętrznych pomieszczeń nieogrzewanych	bez wymagań	bez wymagań
<p>Pomieszczenie ogrzewane – pomieszczenie, w którym na skutek działania systemu ogrzewania lub w wyniku bilansu strat i zysków ciepła utrzymywana jest temperatura, której wartość została określona w § 134 ust. 2 rozporządzenia.</p> <p><math>t_i</math> – temperatura pomieszczenia ogrzewanego zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia.</p> <p><sup>*)</sup>Od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością.</p>			

- 1.5. Izolacja cieplna przewodów rozdzielczych i komponentów w instalacjach centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej (w tym przewodów cyrkulacyjnych), instalacji chłodu i ogrzewania powietrznego powinna spełniać następujące wymagania minimalne określone w poniższej tabeli:

Lp.	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]^{1)}$
1	2	3
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm	20 mm
2	Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm	30 mm
3	Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm	równa średnicy wewnętrznej rury
4	Średnica wewnętrzna ponad 100 mm	100 mm
5	Przewody i armatura wg lp. 1–4 przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów	50% wymagań z lp. 1–4
6	Przewody ogrzewań centralnych, przewody wody ciepłej i cyrkulacji instalacji ciepłej wody użytkowej wg lp. 1–4, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników	50% wymagań z lp. 1–4
7	Przewody wg lp. 6 ułożone w podłodze	6 mm
8	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone w części ogrzewanej budynku)	40 mm
9	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone w części nieogrzewanej budynku)	80 mm
10	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz budynku <sup>2)</sup>	50% wymagań z lp. 1–4
11	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz budynku <sup>2)</sup>	100% wymagań z lp. 1–4

Uwaga:

<sup>1)</sup> Przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przewodzenia ciepła niż podany w tabeli – należy skorygować grubość warstwy izolacyjnej.

<sup>2)</sup> Izolacja cieplna wykonana jako powietrznoszczelna.

# Podsumowanie:

- Współczynnik strat ciepła  $U$
- Przejmowanie, przenikanie, przewodzenie ciepła
- Materiały izolacyjne
- $U$  dla przegród pionowych i poziomych
- $U$  dla przegród wielowarstwowych
- $U$  dla przegród z warstwą powietrzną
- Wartości graniczne wsp.  $U$  (ochrona cieplna budynków)



# Pytania kontrolne:

Współczynnik przenikania ciepła

- a) uwzględnia tylko przewodzenie ciepła przez materiał z którego wykonano przegrodę
- b) pomija warstwy powietrzne w przegrodzie
- c) zależy od sumy oporów cieplnych poszczególnych warstw przegrody
- d) zależy od różnicy oporów poszczególnych warstw przegrody

# Pytania kontrolne:

Warstwa powietrzna w przegrodzie:

- a) zawsze zwiększa opór przewodzenia ciepła takiej przegrody
- b) warunkuje sposób liczenia współczynnika przenikania ciepła
- c) jej opór cieplny odczytujemy z tabeli normy i dodajemy do oporu pozostałych warstw przegrody
- d) pomijamy jej opór w obliczeniach

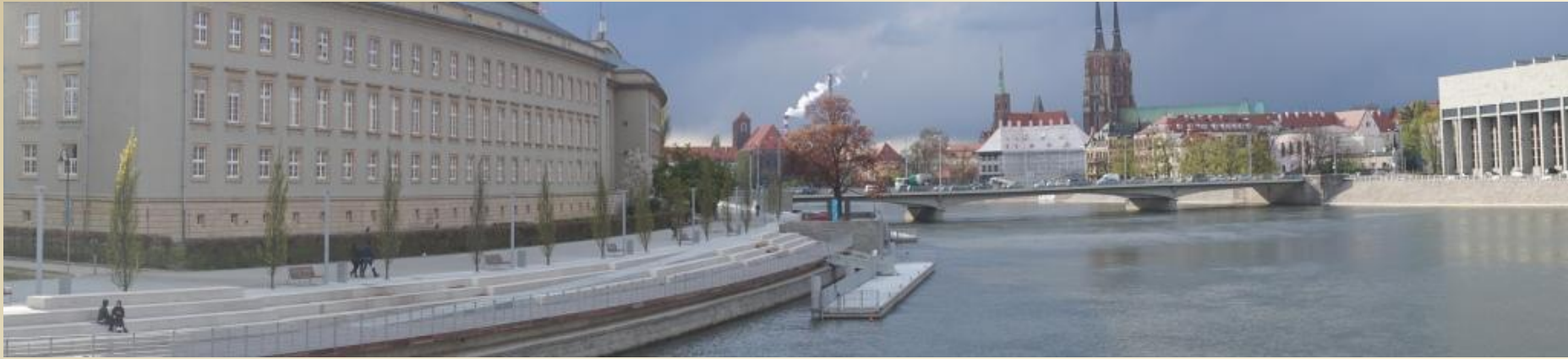
# Pytania kontrolne:

Jeżeli w przegrodzie występuje warstwa powietrzna

- a) to klasyfikujemy ją jak niewentylowaną lub wentylowaną
- b) to klasyfikujemy ją jak niewentylowaną słabo wentylowaną lub dobrze wentylowaną
- c) jej opór cieplny liczymy jako iloraz grubości warstwy i współczynnika przewodzenia ciepła powietrza

# Pytania kontrolne:

- a) brak jest ograniczeń dla wartości współczynnika przenikania ciepła istniejących przegród budowlanych
- b) wartości współczynnika przenikania ciepła istniejących przegród budowlanych muszą być mniejsze od  $U_{max}$  podanych w rozporządzeniu
- c) rozporządzenie określa dla wszystkich przegród jednakowe wartości maksymalne współczynnika przenikania ciepła



Dziękuję za uwagę

23 marca 2019 r.

materiał przygotowany dla celów edukacyjnych w ramach wykładu z przedmiotu  
Ogrzewnictwo i Ciepłownictwo 1

przy jego opracowaniu starałem się zachować jak największą aktualność informacji,  
jednak należy sprawdzić aktualność przepisów obowiązujących, norm i rozwiązań  
technicznych

dr inż. Bogdan Nowak, KKOgiOP, WIŚ, Politechnika Wrocławska