# XXXII WIOSENNA SZKOŁA FIZYKI BUDOWLI I ŚRODOWISKA „COTTONINA 2018”

# CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW ŚRODOWISKOWYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

**Prof. dr hab. inż. Jan ŚLUSAREK**

**Dr inż. Beata Wilk-Słomka**

**Katedra Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli**

**Wydział Budownictwa Politechniki Śląskiej**

**10 maj 2018**

# WARUNKI ŚRODOWISKOWE

- KLIMAT OKREŚLA ŚREDNIE WARUNKI POGODY WYNIKAJĄCE Z PRZEPROWADZANYCH OD WIELU LAT OBSERWACJI [7].
- MOŻNA STWIERDZIĆ, ŻE KLIMAT TO STATYSTYCZNY STAN ATMOSFERY [7].

# WARUNKI ŚRODOWISKOWE

KLIMAT OPISUJĄ NASTĘPUJĄCE CZYNNIKI [2], [3], [5], [6], [7]:

- SZEROKOŚĆ GEOGRAFICZNA,
- ROZKŁAD LĄDÓW I MÓRZ,
- WYSOKOŚĆ NAD POZIOMEM MORZA,
- PRĄDY MORSKIE ORAZ UKSZTAŁTOWANIE TERENU.

# WARUNKI ŚRODOWISKOWE

PRZEZ **POGODĘ** ROZUMIEMY **OKREŚLONY CHWILOWY STAN ZEWNĘTRZNEJ ATMOSFERY.**

STAN TEN OKREŚLA ODDZIAŁYWANIE

**CZYNNIKÓW METEOROLOGICZNYCH**

PANUJĄCYCH
W ANALIZOWANYM MIEJSCU [1], [2], [6].

# WARUNKI ŚRODOWISKOWE

DO CZYNNIKÓW METEOROLOGICZNYCH ZALICZA SIĘ [2], [3], [6]:

- **PROMIENIOWANIE SŁONECZNE,**
- **TEMPERATURĘ POWIETRZA,**
- CIŚNIENIE POWIETRZA,
- WILGOTNOŚĆ POWIETRZA,
- PRĘDKOŚĆ I KIERUNEK WIATRU,
- OPADY ATMOSFERYCZNE.

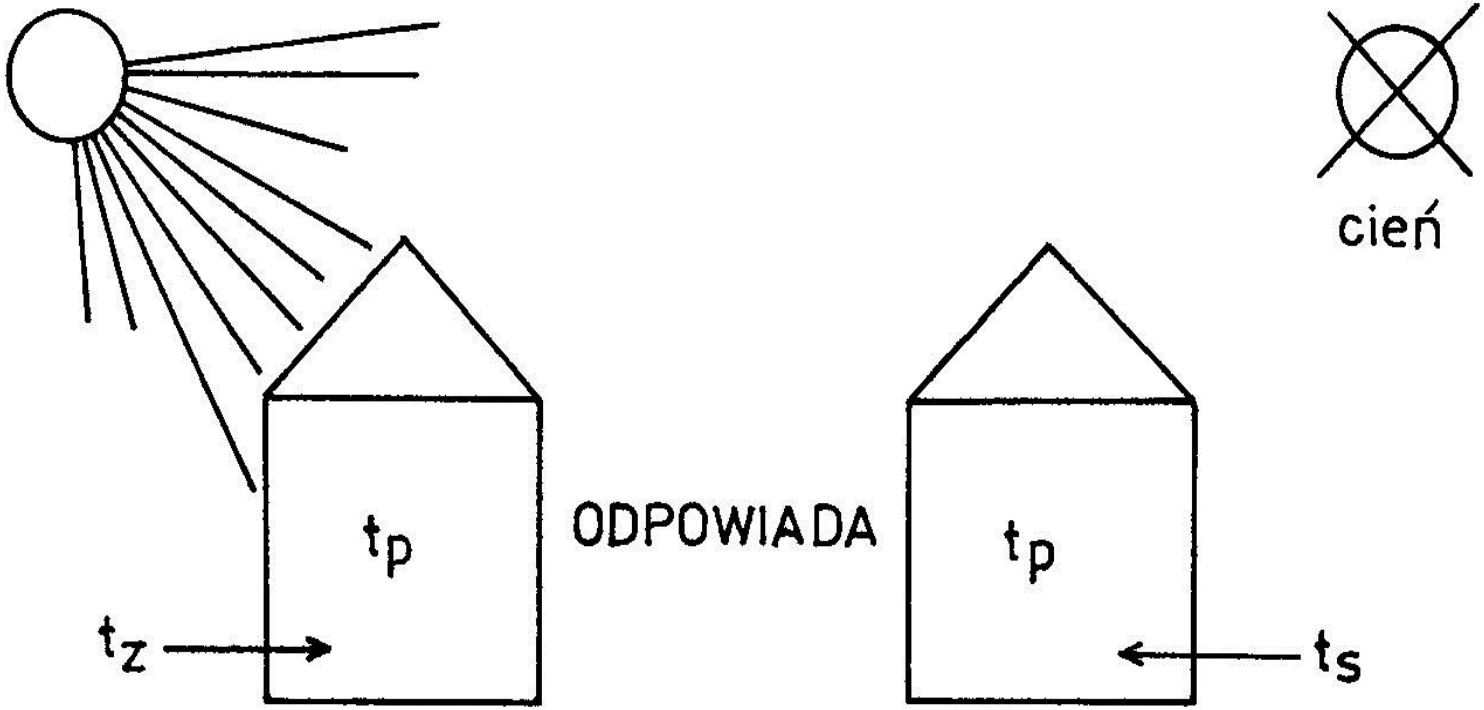
# DZIAŁANIA NISZCZĄCE MATERIAŁY

# (OBCIĄŻENIA HELIOTERMICZNE BUDOWLI)

DZIAŁANIA NISZCZĄCE MATERIAŁY
mechaniczne
dynamiczne
statyczne
krótkotrwałe
długotrwałe
chemiczne
termiczne
nagłe zmiany temperatury
długotrwałe działanie temperatury
niskiej
wysokiej
elektryczne
biologiczne
promieniowanie
materialne
elektromagnetyczne

Źródło: [16]

# INTERPRETACJA TEMPERATURY SŁONECZNEJ




**$t_p$ – temperatura powietrza w pomieszczeniu,**
**$t_z$ – temperatura powietrza zewnętrznego,**
**$t_s$ – temperatura słoneczna powietrza zewnętrznego.**

Źródło: [8]

# TEMPERATURA SŁONECZNA POWIETRZA

=

**HIPOTETYCZNA TEMPERATURA POWIETRZA**

**NA ZEWNĄTRZ BUDYNKU,**

**PRZY KTÓREJ PRZENIKANIE CIEPŁA**

**PRZEZ NIENASŁONECZNIONĄ PRZEGRODĘ**

**BYŁOBY TAKIE SAMO,**

**JAK POD WPŁYWEM NASŁONECZNIENIA**

**PRZY RZECZYWISTEJ TEMPERATURZE**

**POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO**.

**Temperaturę słoneczną można określić ze wzoru [9]:**

$$t_s = t_z + \frac{A \cdot I_c}{\alpha_z} - \frac{\varepsilon \Delta R}{\alpha_z}$$

**gdzie:**

**ts**– temperatura słoneczna powietrza zewnętrznego [°C],

**tz**– temperatura powietrza zewnętrznego [°C],

**A**– współczynnik absorpcji promieniowania,

**Ic**– natężenie całkowitego promieniowania słonecznego [W/m2],

**αz** – współczynnik przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej [W/m2 K],

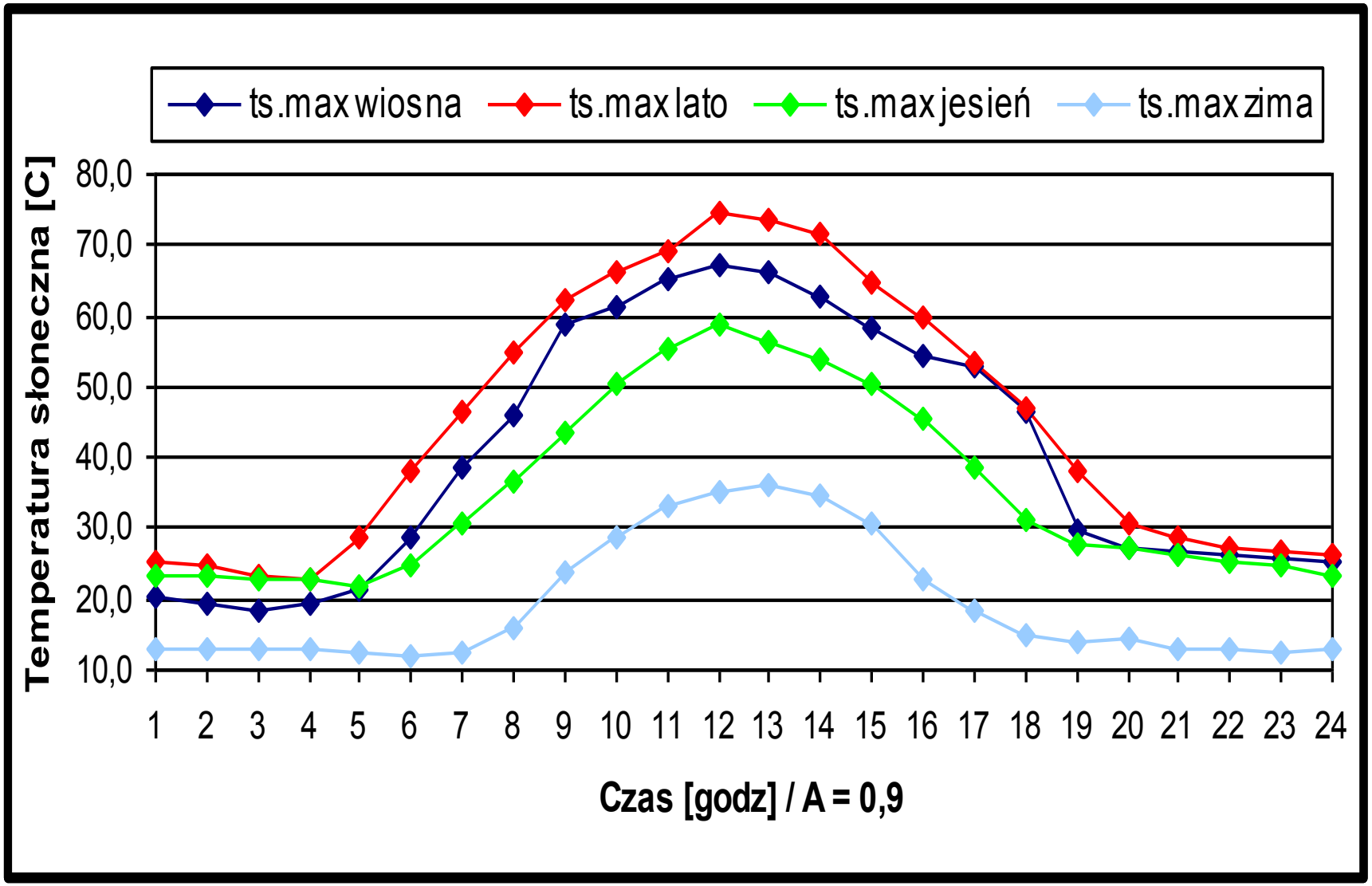
**ε** – współczynnik emisyjności zewnętrznej powierzchni przegrody,

Δ **R** – różnica między promieniowaniem długofalowym środowiska zewnętrznego, docierającym do danej płaszczyzny,

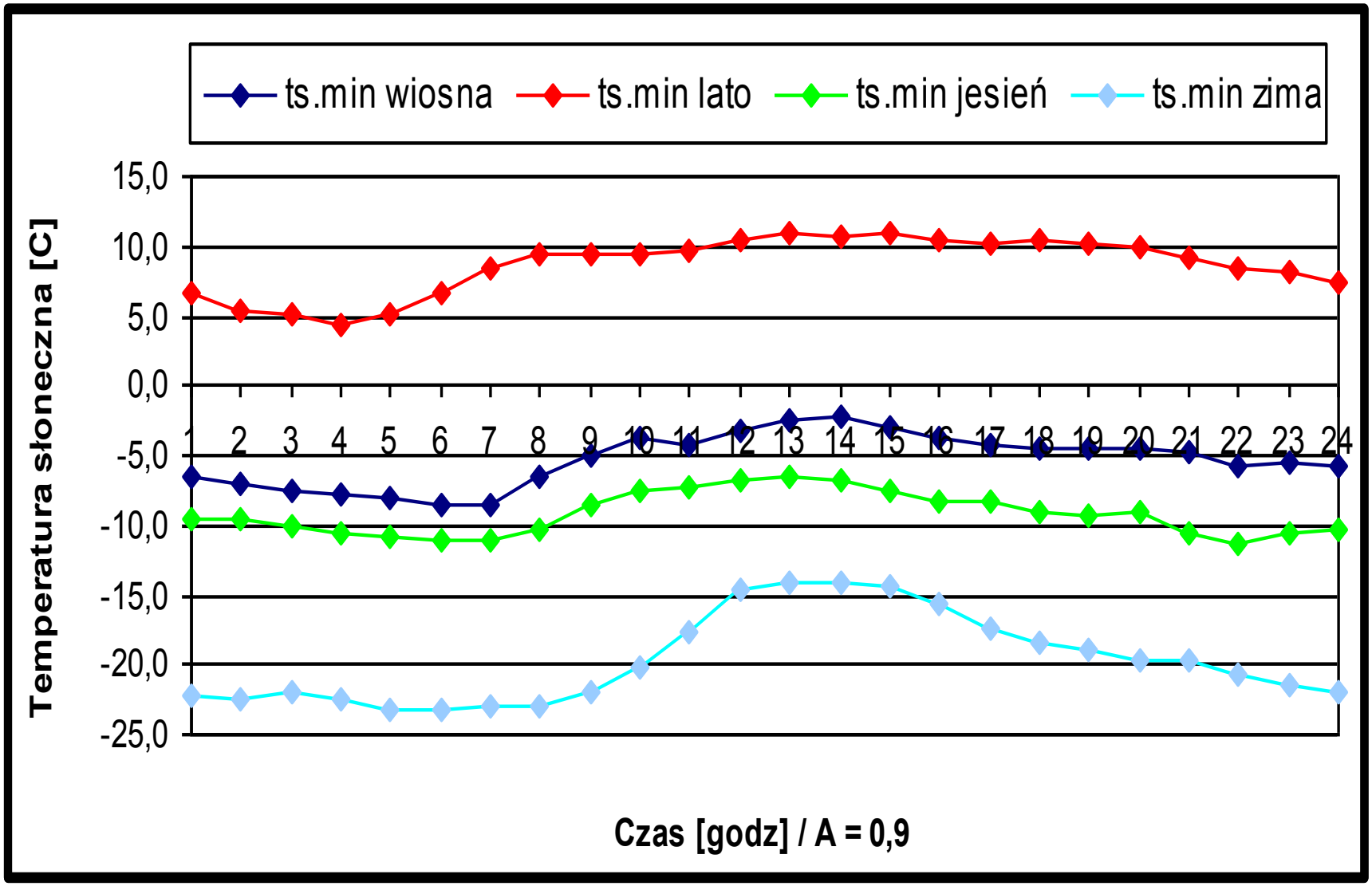
i promieniowaniem ciała czarnego o temperaturze otaczającego powietrza [W/m2].

Jeśli weźmiemy pod uwagę, że wielkość (ostatni składnik) występująca w poprzednim wzorze jest mała, to dla celów praktycznych wzór określający temperaturę słoneczną można uprościć do postaci [8], [10]:

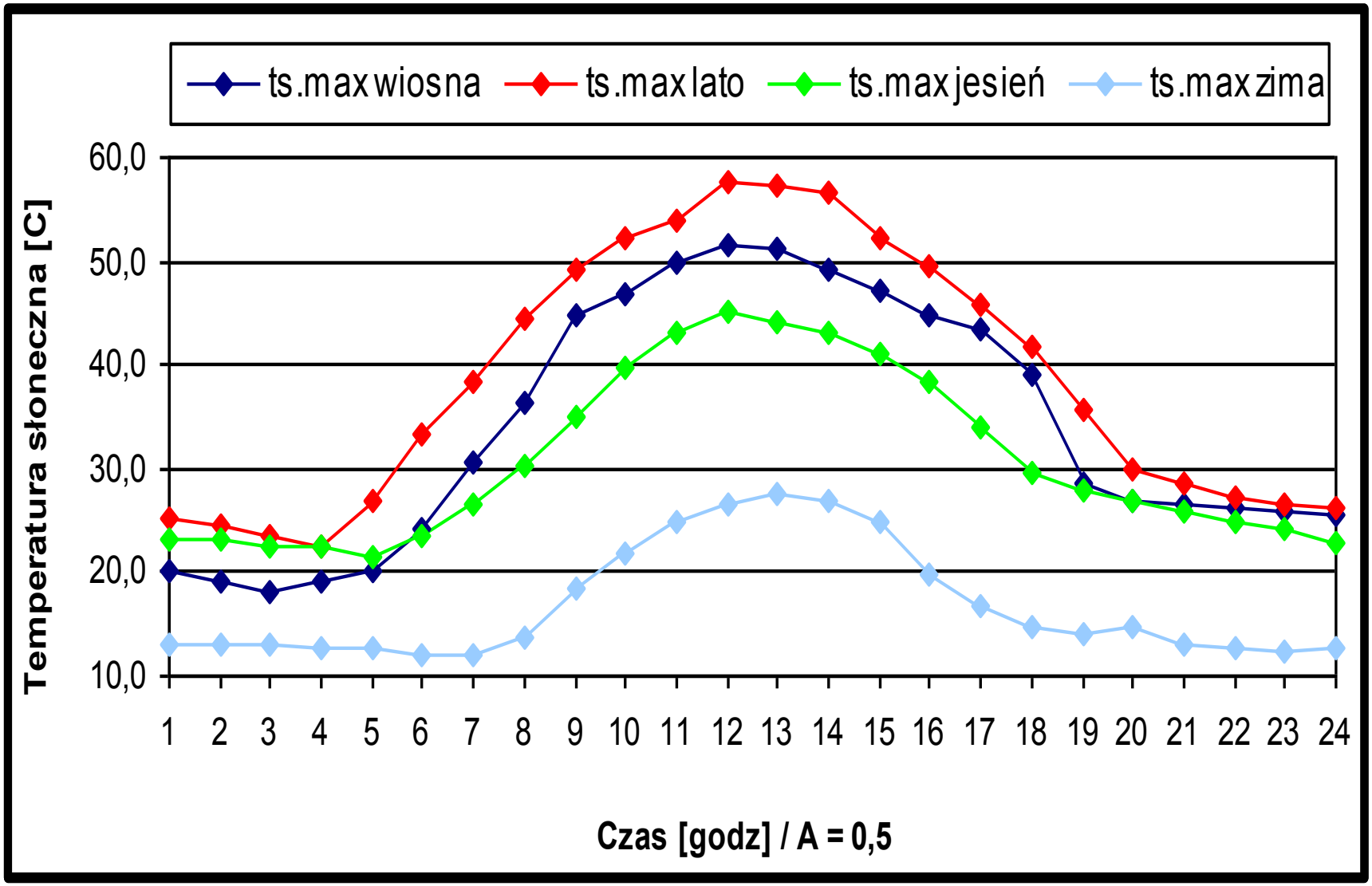
$$t_s = t_z + \frac{A \cdot I_c}{\alpha_z}$$



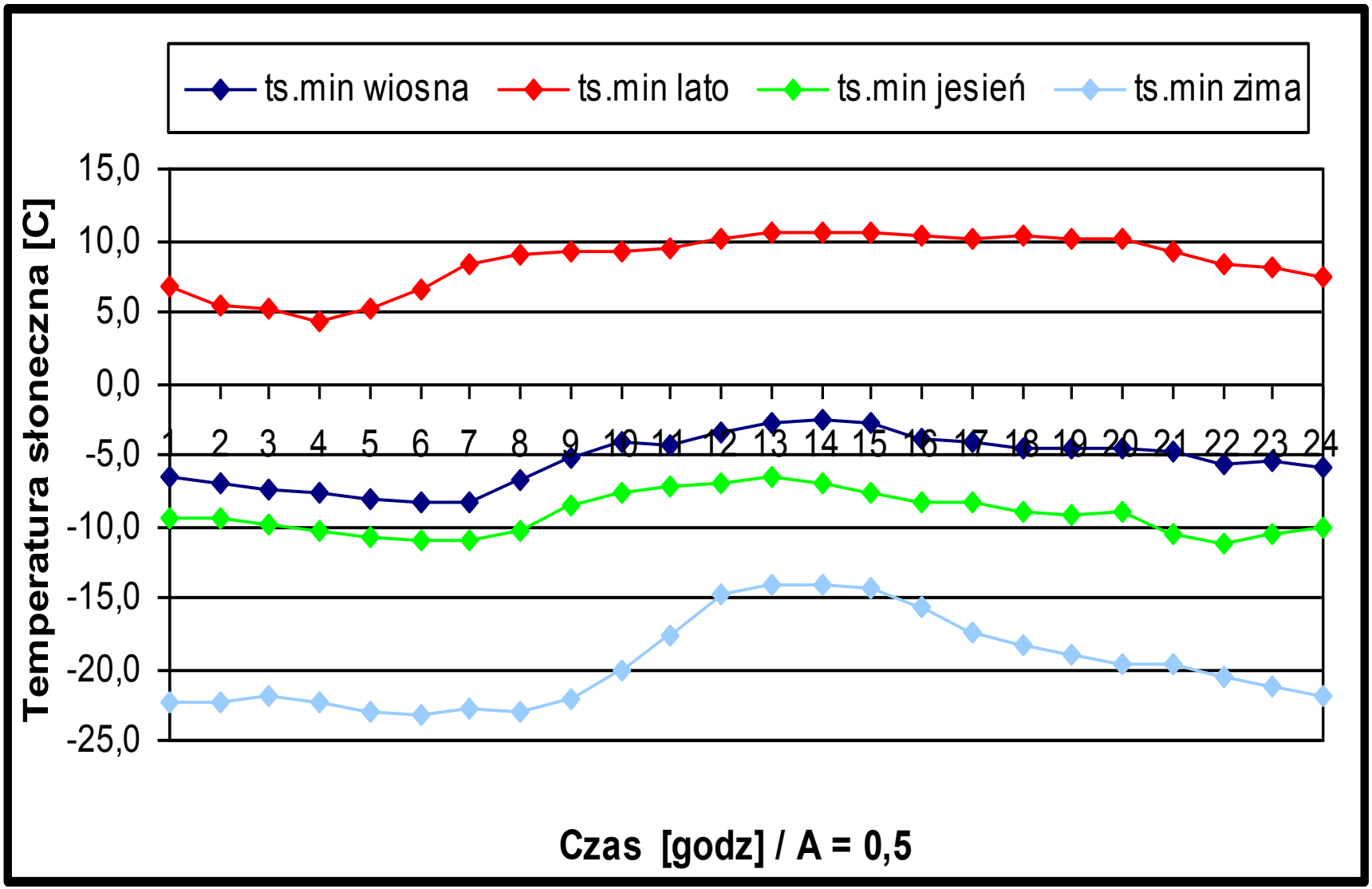

Źródło: [Archiwum Autorów]




Źródło: [Archiwum Autorów]

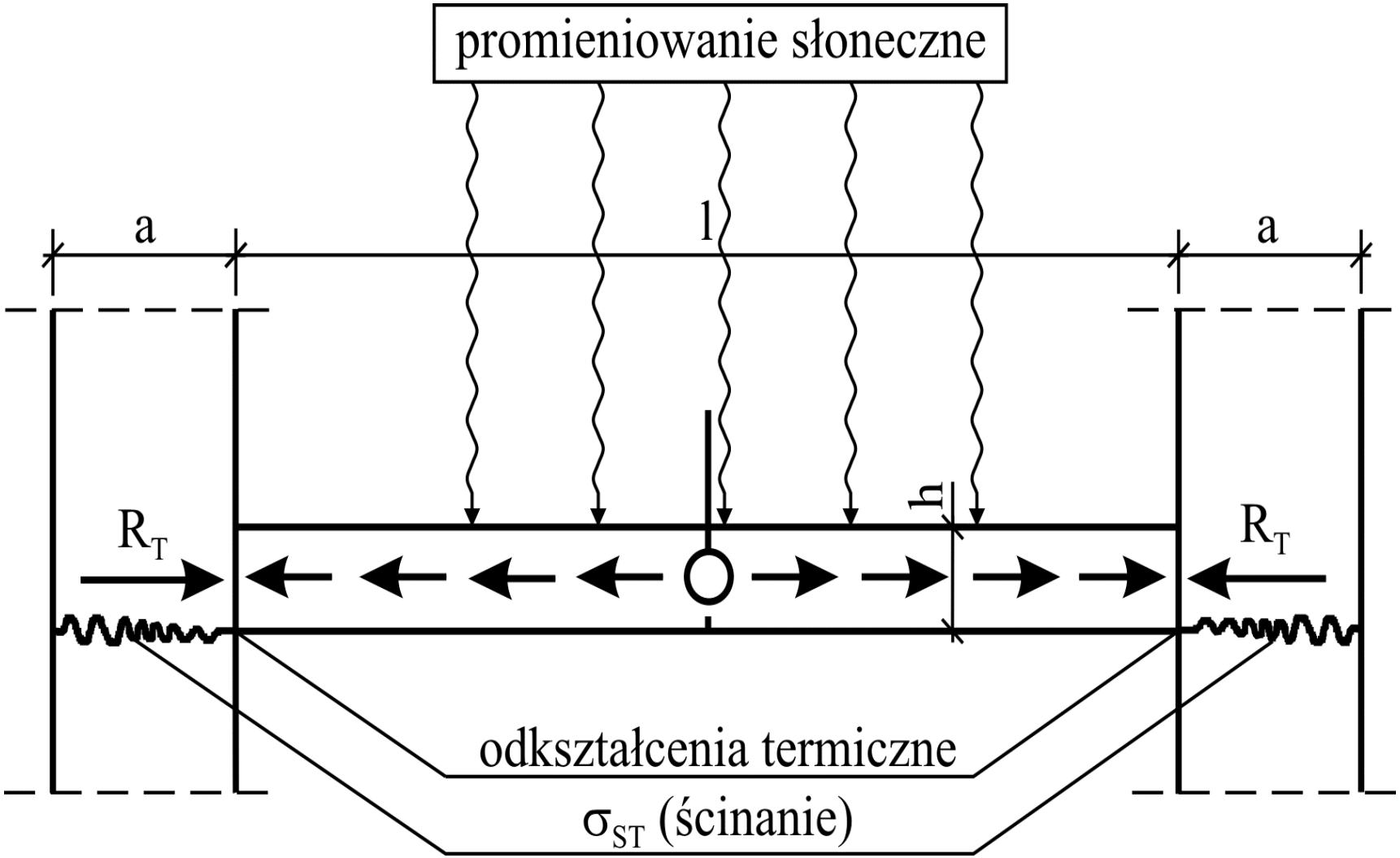



Źródło: [Archiwum Autorów]




Źródło: [Archiwum Autorów]

# NAPRĘŻENIA TERMICZNE BUDOWLI




Źródło: [Archiwum Autorów]

# NAPRĘŻENIA TERMICZNE BUDOWLI

$$R_t = h \cdot \alpha_T \cdot \Delta T \cdot E \cdot 1$$

$$\sigma_{ST} = \frac{R_t}{a \cdot 1} = \frac{h}{a} \cdot \alpha_T \cdot \Delta T \cdot E$$

**$\alpha_T$ – współczynnik liniowej rozszerzalności termicznej [$^oC^{-1}$],**

**$\Delta T$ – różnica temperatur [$^oC$],**

**E – moduł sprężystości betonu płyty [MPa],**

**$\sigma_{ST}$ – naprężenia ścinające w murze [MPa],**

**$R_t$ – reakcja muru na wpływy termiczne [kN],**

**h – grubość płytki dachowej [m].**

Tabela 1. Wartości naprężeń ścinających w murze

Table 1. Values of shear stresses in the masonry

| $\Delta T$ [$^{o}$C] | $\sigma_{ST}$ [MPa] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | h = 2 cm | h = 4 cm | h = 6 cm | h = 8 cm | h = 10 cm |
| 10 | **0,26** | **0,52** | **0,78** | **1,04** | 1,30 |
| 20 | **0,52** | **1,04** | 1,56 | 2,07 | 2,59 |
| 30 | **0,78** | 1,56 | 2,33 | 3,11 | 3,89 |
| 40 | **1,04** | 2,08 | 3,11 | 4,15 | 5,18 |
| 50 | 1,30 | 2,60 | 3,89 | 5,18 | 6,48 |
| $E_B$ = 27000 MPa | | | | | |

Tabela 2. Wartości naprężeń ścinających w murze

Table 2. Values of shear stresses in the masonry

| $\Delta T$ [$^{o}$C] | $\sigma_{ST}$ [MPa] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | h = 2 cm | h = 4 cm | h = 6 cm | h = 8 cm | h = 10 cm |
| 10 | **0,28** | **0,56** | **0,84** | **1,11** | 1,39 |
| 20 | **0,56** | **1,11** | 1,67 | 2,23 | 2,78 |
| 30 | **0,84** | 1,67 | 2,51 | 3,34 | 4,18 |
| 40 | **1,11** | 2,23 | 3,34 | 4,45 | 5,57 |
| 50 | 1,39 | 2,78 | 4,18 | 5,57 | 6,96 |
| $E_B$ = 29000 MPa | | | | | |

Tabela 3. Wartości naprężeń ścinających w murze

Table 3. Values of shear stresses in the masonry

| $\Delta T$ [$^{o}$C] | $\sigma_{ST}$ [MPa] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | h = 2 cm | h = 4 cm | h = 6 cm | h = 8 cm | h = 10 cm |
| 10 | **0,31** | **0,61** | **0,92** | **1,23** | 1,54 |
| 20 | **0,61** | 1,23 | 1,84 | 2,46 | 3,07 |
| 30 | **0,92** | 1,84 | 2,76 | 3,69 | 4,61 |
| 40 | 1,23 | 2,46 | 3,69 | 4,92 | 6,14 |
| 50 | 1,54 | 3,07 | 4,61 | 6,14 | 7,68 |
| $E_B$ = 32000 MPa | | | | | |

ANALIZA WYNIKÓW OBLICZEŃ WYKAZUJE, ŻE PRZEDMIOTOWA PŁYTA JEST W STANIE PRZENIEŚĆ TYLKO NIEWIELKIE OBCIĄŻENIA TERMICZNE.

DOPUSZCZALNĄ WARTOŚĆ NAPRĘŻEŃ ŚCINAJĄCYCH PRZYJĘTO $\boldsymbol{\sigma_{STDOP} = 0{,}3\ MPA}$**.**

ZAZNACZONE POLA W TABELACH 1 ÷ 3 OZNACZAJĄ ZAKRESY BEZPIECZNEJ PRACY MURÓW (ŻÓŁTE POLA W KOMÓRKACH TABEL 1 ÷ 3; PRZYJĘTO, ŻE 0,30~0,31).

NAWET PRZY ZAŁOŻENIU, ŻE W MURZE WYSTĘPUJĄ NAPRĘŻENIA ŚCISKAJĄCE I $\boldsymbol{\sigma_{STDOP}}$ **= 1,2 MPA**

TO OBSZAR BEZPIECZNEJ PRACY ANALIZOWANEJ PŁYTY JEST RÓWNIEŻ MOCNO OGRANICZONY (ŻÓŁTE I ZIELONE POLA W KOMÓRKACH TABEL 1 ÷ 3).

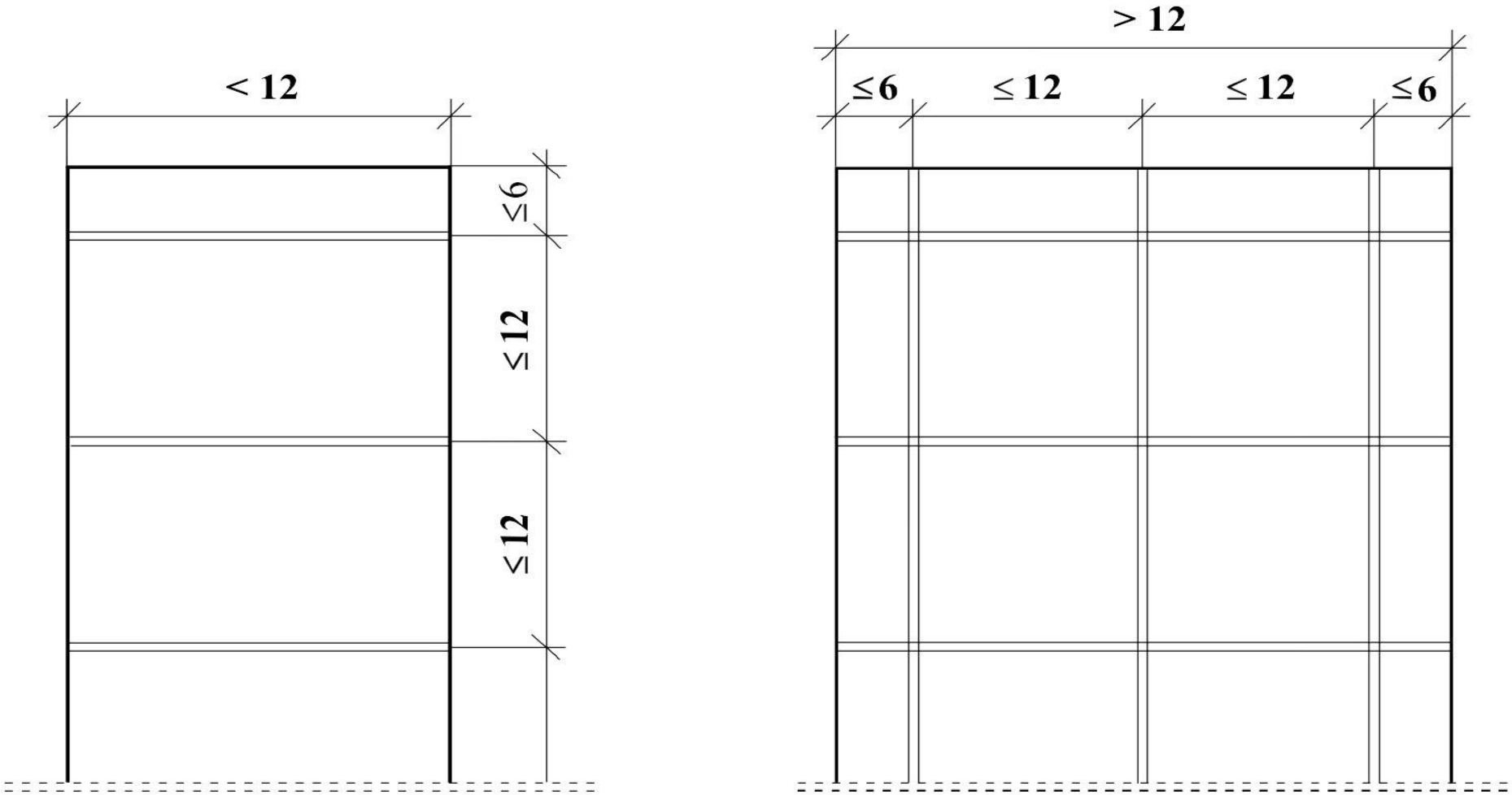
# EFEKTY WPŁYWÓW TERMICZNYCH

[Fot.: J. Ślusarek]

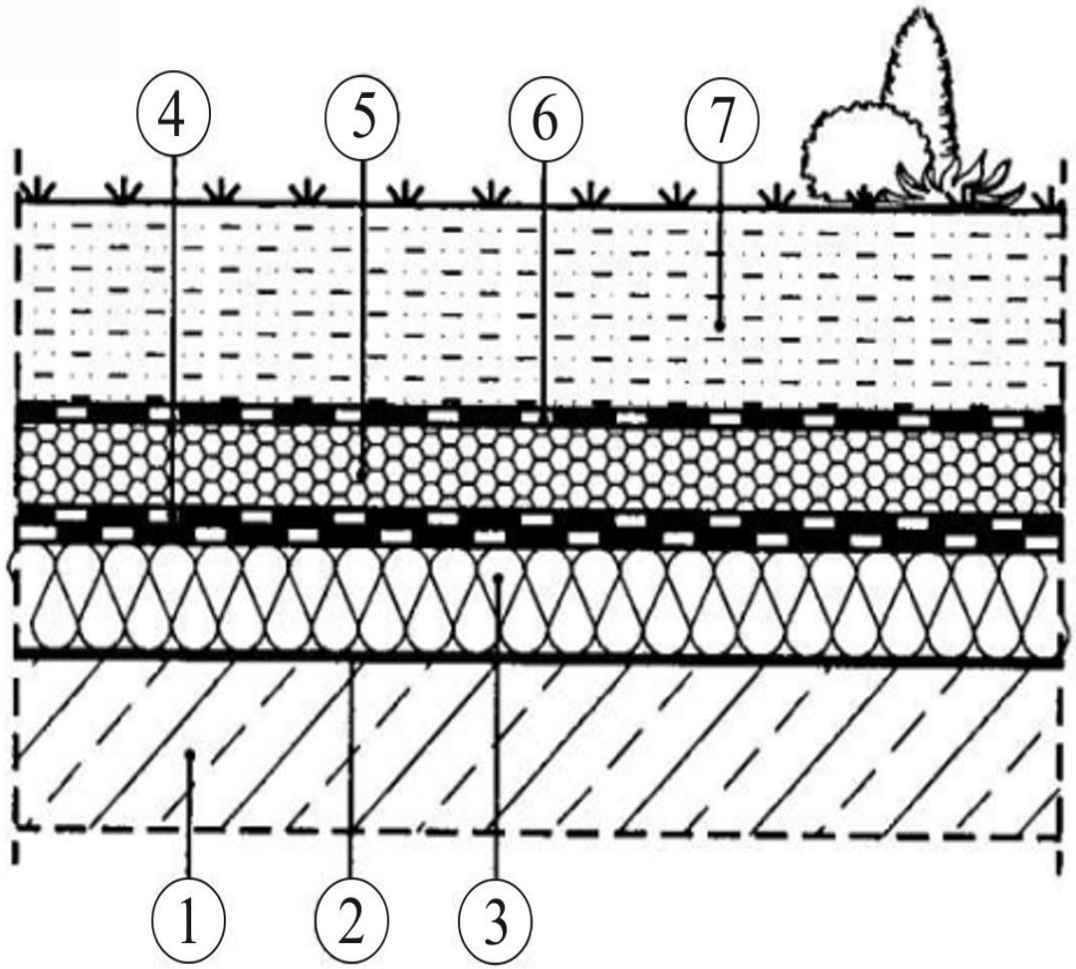
# EFEKTY WPŁYWÓW TERMICZNYCH

[Fot.: J. Ślusarek]

# ZAPOBIEGANIE SKUTKOM WPŁYWÓW TERMICZNYCH




Sposób rozmieszczenia dylatacji płyt stropodachu wentylowanego.
Opracowanie na podstawie [17]




1 - konstrukcja nośna
2 - paroizolacja
3 - izolacja termiczna
4 - izolacja wodochronna
5 - warstwa drenażowa
6 - warstwa filtrująca
7 - warstwa wegetacyjna

# Dach zielony-redukcja amplitud zmian temperatury warstwy konstrukcyjnej.

Źródło: [18]

# PODSUMOWANIE

# PODSUMOWANIE

- W ARTYKULE PRZEDSTAWIONO ZAGADNIENIA ZWIĄZANE Z WPŁYWAMI ŚRODOWISKOWYMI ORAZ ICH ODDZIAŁYWANIEM NA ELEMENTY I OBIEKTY BUDOWLANE.

- ZWRÓCONO SZCZEGÓLNĄ UWAGĘ NA ZWIĄZEK TEMPERATURY POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO Z TEMPERATURĄ SŁONECZNĄ.

# PODSUMOWANIE

- WSKAZANO NA KONIECZNOŚĆ UWZGLĘDNIENIA OCHRONY PRZED INTENSYWNĄ INSOLACJĄ JUŻ NA ETAPIE PROJEKTOWANIA.

- NA PODSTAWIE KILKULETNICH POMIARÓW WPŁYWÓW ŚRODOWISKOWYCH KLIMATU LOKALNEGO ZILUSTROWANO WPŁYWY TERMICZNE NA POZIOME PRZEGRODY.

**Bibliografia**


[1] Basińska Małgorzata, Koczyk Halina. 1997. „Klimat zewnętrzny w badaniach i modelach”. Łódź. Konferencja *Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce*

[2] Basińska Małgorzata, Koczyk Halina. 2001. „Rok reprezentatywny jako odwzorowanie godzinowej zmienności podstawowych elementów i procesów klimatycznych”. Łódź. Konferencja *Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce*

[3] Belok J., Ślusarek J.: *Trial of insolation effects identification for selected external partitions*. Conference ”Dynamic Analysis and Modelling Techniques for Energy in Buildings”, Ispra, Italy 13÷14 November 2003.

[4] Będkowski Stanisław i inni. 1975. Fizyka budowli. Wrocław. Skrypt Politechniki Wrocławskiej

[5] Boeker Egbert, van Grondelle Rienk 2002. *Fizyka Środowiska*. Wrocław. PWN.

[6] Kossecka Elżbieta, Gawin Dariusz, Więckowska Aldona. 2001. „Metodyka opracowania typowego roku meteorologicznego dla Warszawy”. Łódź. Konferencja *Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce*

[7] Kożuchowski Krzysztof, Wibik Joanna, Degirmendžić Jan. 2005. *Metrologia i klimatologia*. Warszawa. PWN

[8] Malicki Maksymilian. 1977. *Wentylacja i klimatyzacja*. Warszawa. PWN

[9] Nowak Henryk. 2012. *Zastosowanie badań termowizyjnych w budownictwie*. Wrocław. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.

[10] Pogorzelski Jerzy. 1976. *Fizyka cieplna budowli*. Warszawa. PWN

[11] Rietschel Herman, Raiβ Wilhelm. 1972. *Ogrzewanie i klimatyzacja*. Tom 1. Warszawa. Arkady

[12] Starosolski Włodzimierz. 1976. *Elementy Budownictwa uprzemysłowionego*. Warszawa. PWN

[13] Ślusarek Jan. 2008. *Problemy trwałości wybranych konstrukcji betonowych*. Gliwice. Monografia nr 162. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej

[14] Ślusarek Jan, Wilk-Słomka Beata. 2010. *Procesy termiczne w przegrodach budowlanych o złożonej strukturze*. Gliwice. Monografia nr 296. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej

[15] Wilk Beata. 2004. „Próba oceny zmienności wybranych parametrów klimatycznych”. Gliwice. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, z.102, s. 561÷568

**c.d. Bibliografii**

[16] Święcki Zbigniew. Trwałość materiałów-refleksje materiałoznawcy. *Księga Referatów XI Konferencji KONTRA'98-Trwałość budowli i ochrona przed korozją*. Warszawa-Zakopane 1998, s. 7÷20.

[17] Starosolski Włodzimierz. *Konstrukcje żelbetowe według PN-B-03264: i Eurokodu 2. T.III.* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.

[18] Ślusarek Jan. Rozwiązania strukturalno-materiałowe balkonów, tarasów i dachów zielonych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2006, 2010.

# DZIĘKUJEMY ZA UWAGĘ