

SŁONECZNA TEMPERATURA PRZEGRODY PIONOWEJ W WARUNKACH KLIMATU LOKALNEGO

Dominik WOJEWÓDKA*, Beata WILK**

* Politechnika Śląska, Katedra Procesów Budowlanych, Zakład Budownictwa Ekologicznego
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice, e-mail: Dominik.Wojewodka@polsl.pl

** Politechnika Śląska, Katedra Procesów Budowlanych, Zakład Budownictwa Ekologicznego
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice, e-mail: Beata.Wilk@polsl.pl

Słowa kluczowe: W artykule autorzy podjęli próbę oceny wpływu promieniowania słonecznego na pionowe przegrody budowlane w warunkach klimatu lokalnego, w zależności od parametrów materiałowych powierzchni przegrody. Wpływ promieniowania słonecznego wyrażony został przez temperaturę słoneczną. Analiza została przeprowadzona na podstawie pomiarów całkowitego promieniowania słonecznego padającego na płaszczyznę pionową, uzyskanych na stanowisku badawczym Zakładu Budownictwa Ekologicznego.

Słowa kluczowe: słoneczna temperatura, współczynnik absorpcyjności promieniowania słonecznego.

1. WPROWADZENIE

Przy projektowaniu przegród, zwłaszcza zewnętrznych, należy pamiętać nie tylko o zapewnieniu prawidłowej izolacyjności termicznej, ale także skutecznym zabezpieczeniu ich przed nadmiernymi wpływami czynników klimatu zewnętrznego. Jednym z istotniejszych jest promieniowanie słoneczne. Zastosowany do budowy przegrody materiał budowlany powinien charakteryzować się nie tylko takimi cechami fizycznymi, które pozwolą na zachowanie prawidłowych parametrów mikroklimatu w pomieszczeniach, ale ograniczą także wpływ parametrów klimatu zewnętrznego. W referacie podjęto próbę oceny wpływu natężenia promieniowania słonecznego na pionowe przegrody w warunkach klimatu lokalnego. Klimatem lokalnym określono warunki środowiska zewnętrznego panujące w otoczeniu stanowiska badawczego dla miasta Gliwice.

2. ISTOTA TEMPERATURY SŁONECZNEJ POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO

Promieniowanie słoneczne to źródło energii o zróżnicowanych wartościach. Energia słoneczna docierająca do granicy atmosfery stanowi jedynie niewielką część energii emitowanej przez słońce. Ta wartość to tzw. stała słoneczna. Dodatkowo, przy przejściu przez atmosferę wartość stałej słonecznej ulega zmniejszeniu na skutek rozpraszania oraz absorpcji. Zmiana natężenia promieniowania słonecznego powoduje wahania temperatury powietrza zewnętrznego. Związek promieniowania słonecznego i temperatury powietrza został określony przez Mackeya i Wrighta jako tzw. słoneczna temperatura powietrza zewnętrznego. Hipotetyczna wartość temperatury powietrza zewnętrznego, przy której moc cieplna przyjmowana przez nienasłonecznioną powierzchnię przegrody zewnętrznej jest równa mocy cieplnej jaką przyjmuje nasłoneczniona przegroda przy danej temperaturze powietrza zewnętrznego zdefiniowana jest jako temperatura słoneczna – (rys. 1) [1], [2]. W literaturze można znaleźć różne sposoby matematycznego wyrażenia temperatury słonecznej. W referacie wykorzystano wzór [3]:

$$t_{eo} = t_{ao} + R_{so} a I_G \quad (1)$$

gdzie:

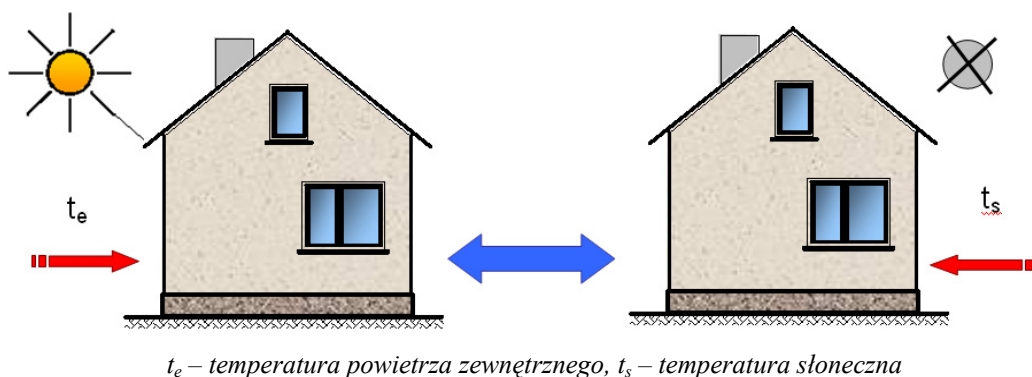
t_{eo} - temperatura słoneczna, °C

t_{ao} - temperatura powietrza zewnętrznego, °C

R_{so} - opór przejmowania ciepła na zewnętrznej powierzchni, m²K/W

a - współczynnik absorpcyjności promieniowania słonecznego

I_G - całkowite natężenie promieniowania słonecznego, W/m²



Rys. 1. Interpretacja słonecznej temperatury powietrza zewnętrznego. Opracowanie na podstawie [2].
Fig. 1. Interpretation of solar temperature of external air. Based on [2].

3. CHARAKTERYSTYKA PRZYJĘTEJ METODOLOGII BADAWCZEJ

Badania własne obejmowały obliczenie temperatury słonecznej na podstawie wyników pomiarów całkowitego promieniowania słonecznego padającego na płaszczyznę pionową oraz temperatury powietrza zewnętrznego, uzyskanych na stanowisku badawczym – (Rys. 2) Zakładu Budownictwa Ekologicznego. Pomiary przeprowadzono w okresie od marca do listopada 2006 r.

3.1. Metodyka wyznaczenia temperatury słonecznej

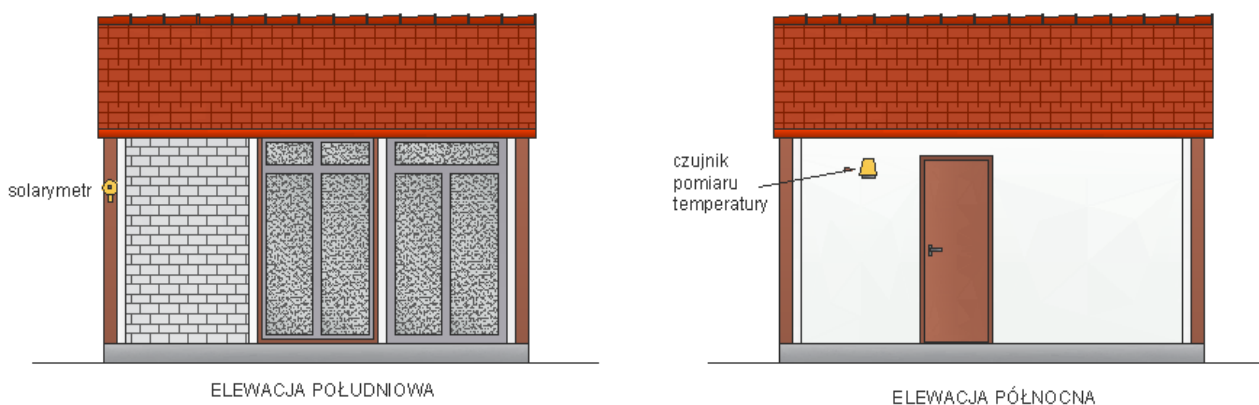
Rejestracja pomiarów na stanowisku badawczym w określonym wyżej okresie odbywała się z krokiem czasowym przyjętym na poziomie 1 godziny. Okres badawczy obejmował miesiące od marca do listopada 2006 r., który podzielono na pory roku. Dla każdej z pór przeanalizowano uzyskane wartości natężenia całkowitego promieniowania słonecznego oraz temperatury powietrza zewnętrznego.

Spośród wartości wybierano te, które o pełnych godzinach w ciągu doby charakteryzowały się najwyższymi wartościami – zarówno natężenia jak i temperatury.

Z uzyskanych wyników utworzono dwa hipotetyczne dni – dla najwyższych godzinowych wartości natężenia promieniowania słonecznego oraz dla maksymalnych wartości temperatury powietrza zewnętrznego.

Obliczenia temperatury słonecznej przeprowadzono przyjmując maksymalne godzinowe wartości natężenia promieniowania podczas danej pory roku oraz odpowiadające im z pomiarów wartości temperatury powietrza zewnętrznego. Do wyznaczenia temperatury słonecznej przyjęto wartości współczynnika absorpcyjności promieniowania słonecznego z danych literaturowych, w zależności od sposobu wykończenia powierzchni przegrody:

- $a=0,9$ (czarna farba),
- $a=0,65$ (beton),
- $a=0,55$ (cegła czerwona),
- $a=0,3$ (biała farba).

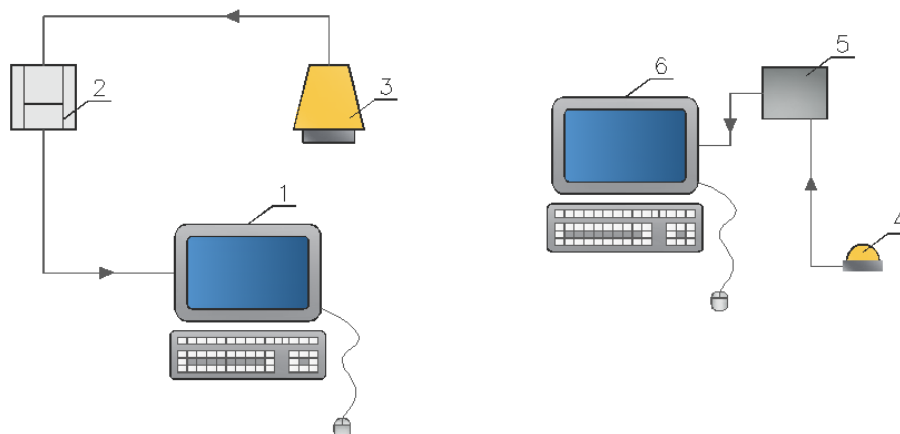


Rys. 2. Stanowisko badawcze Katedry Procesów Budowlanych
Fig. 2. Research stand of Department of Building Processes

3.2. Aparatura pomiarowa

Na stanowisku badawczym została zainstalowana aparatura pomiarowa składająca się z dwóch niezależnych systemów – (Rys. 3). Czujnik do pomiaru temperatury

powietrza zewnętrznego umieszczono od strony północnej stanowiska badawczego w miejscu zacienionym. Podstawowym elementem drugiego systemu był solarymetr zainstalowany na ścianie stanowiska badawczego po stronie południowej.



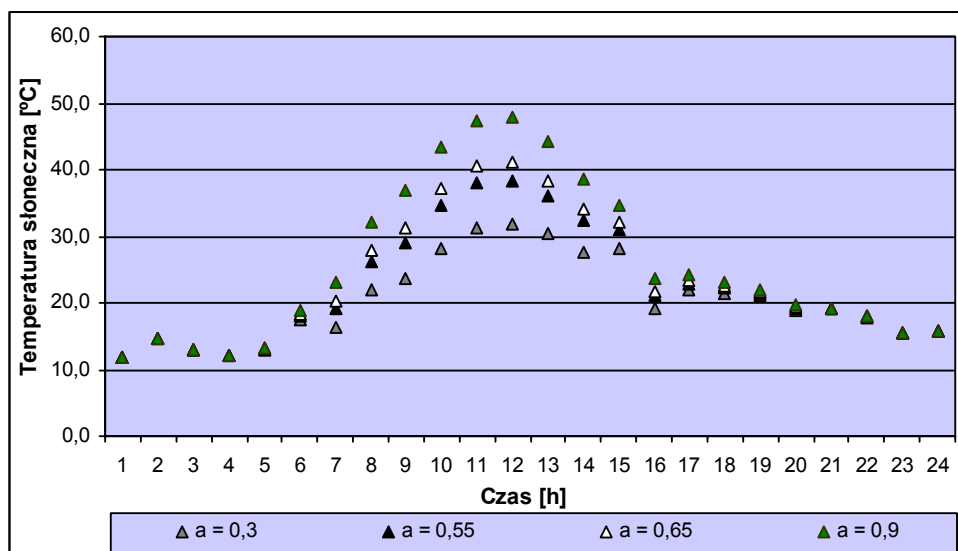
1, 6 – komputer stacjonarny, 2 - stacja bazowa, 3 - czujnik temperatury powietrza zewnętrznego, 4 – solarymetr, 5 - cyfrowy system pomiarowy

Rys. 3. Schemat aparatury pomiarowej
Fig. 3. Scheme of measure systems

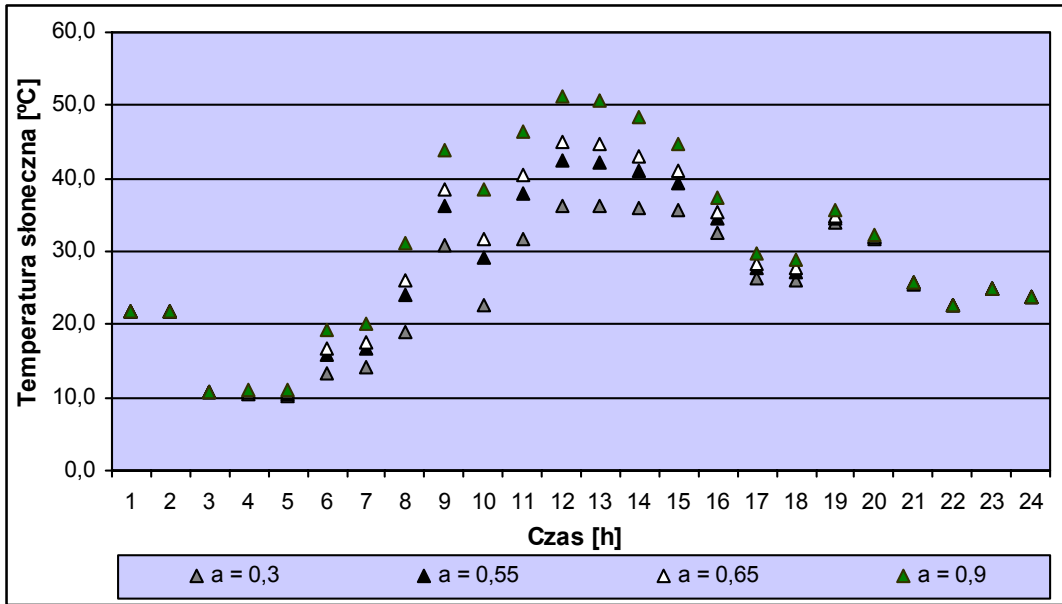
4. WYBRANE WYNIKI ANALIZ

Na rys. 4÷6 przedstawiono wybrane wyniki analiz wpływu promieniowania słonecznego na przegrodę pionową w postaci słonecznej temperatury powietrza zewnętrznego.

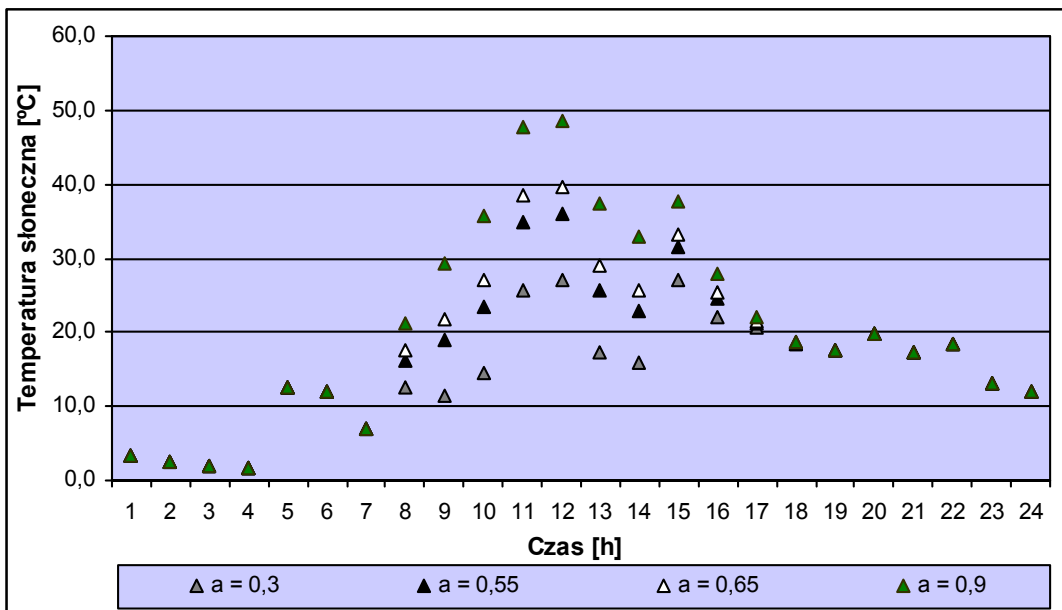
Uzyskane z obliczeń godzinowe wartości temperatury słonecznej w zależności od współczynnika absorpcyjności promieniowania słonecznego przedstawiono dla każdej z pór roku.



Rys. 4. Maksymalne wartości temp. słonecznej w okresie wiosennym dla poszczególnych współczynników absorpcyjności
Fig. 4. Maximal values of solar air temperature for particular absorption coefficient in spring period



Rys. 5. Maksymalne wartości temp. słonecznej w okresie letnim dla poszczególnych współczynników absorpcyjności
 Fig. 5. Maximal values of solar air temperature for particular absorption coefficient in summer period

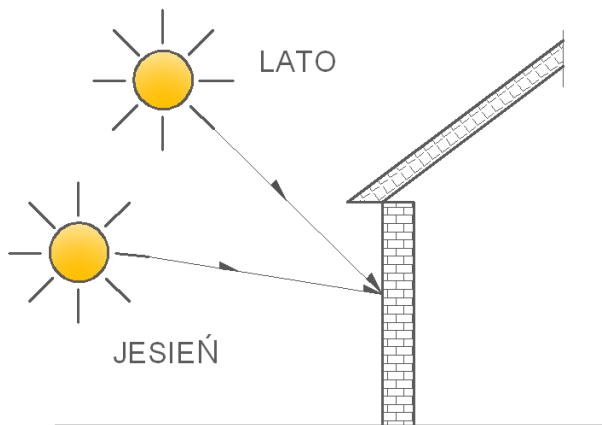


Rys. 6. Maksymalne wartości temp. słonecznej w okresie jesiennym dla poszczególnych współczynników absorpcyjności
 Fig. 6. Maximal values of solar air temperature for particular absorption coefficient in autumn period

Na podstawie analizy wykresów 4 ÷ 6 można zauważyć, że różnice między maksymalnymi wartościami temperatury słonecznej dla poszczególnych pór roku są niewielkie, a jej wartości są zbliżone do 50°C. Pomimo, iż kąt

padania promieni słonecznych na przegrodę pionową w okresie letnim jest mniejszy niż jesienią – porównaj Rys. 7, (a co się z tym wiąże wartość natężenia promieniowania jest niższa) maksymalne wartości temperatury sło-

necznej uzyskano w okresie letnim. Wyższe wartości w porze letniej związane są z wyższą w tym okresie temperaturą powietrza zewnętrznego.



Rys. 7. Położenie Słońca w okresie letnim i jesiennym
Fig. 7. Position of the Sun in the summer and autumn period

Ponadto, na wykresach zauważono chwilowe obniżenie wartości temperatury słonecznej (w godz. 9-10 oraz 17-18 w okresie letnim i w godz. 13-14 jesienią). Jest ono spowodowane spadkiem temperatury powietrza zewnętrznego, co mogło być efektem występujących wówczas warunków pogodowych. Silny wiatr mógł zdecydowanie wpłynąć na obniżenie wartości temperatury

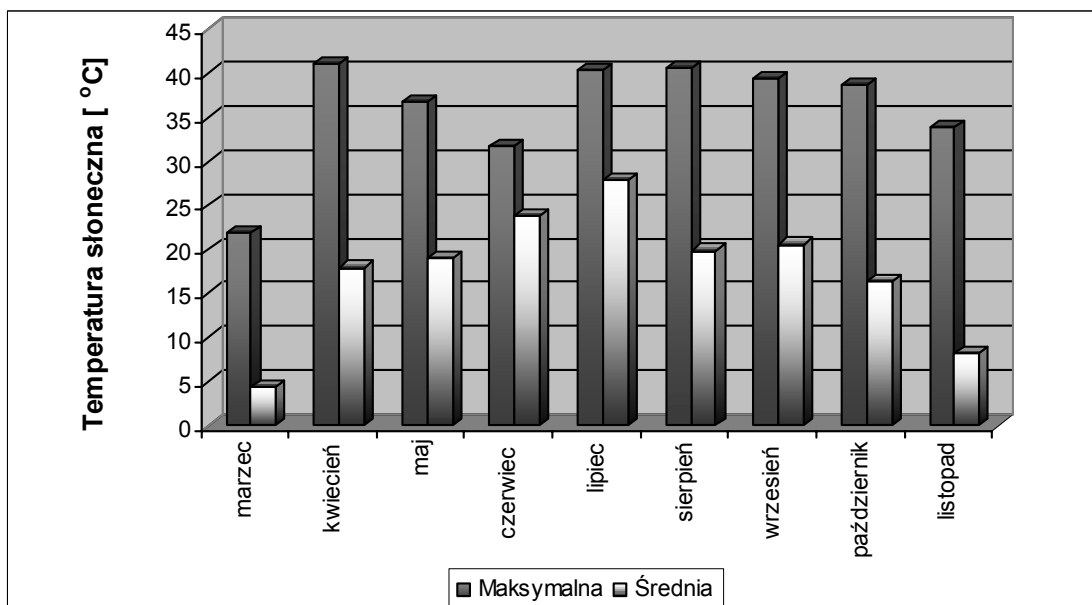
powietrza zewnętrznego pomimo wysokiego natężenia promieniowania słonecznego.

W tabeli 1 zestawiono średnie i maksymalne wartości natężenia promieniowania słonecznego. Najwyższa maksymalna wartość wystąpiła w okresie jesiennym, natomiast wartości średnie są do siebie zbliżone.

Tabela 1. Średnie i maksymalne wartości natężenia promieniowania słonecznego w poszczególnych porach roku
Table 1. Average and maximal values of total solar radiation for particular seasons

| Pora roku | Średnie wartości natężenia promieniowania słonecznego [W/m ²] | Maksymalne wartości natężenia promieniowania słonecznego [W/m ²] | Godzina występowania |
|-----------|---|--|----------------------|
| Wiosna | 98,6 | 670,4 | 12 ⁰⁰ |
| Lato | 97,4 | 658,3 | 10 ⁰⁰ |
| Jesień | 99,1 | 916,9 | 11 ⁰⁰ |

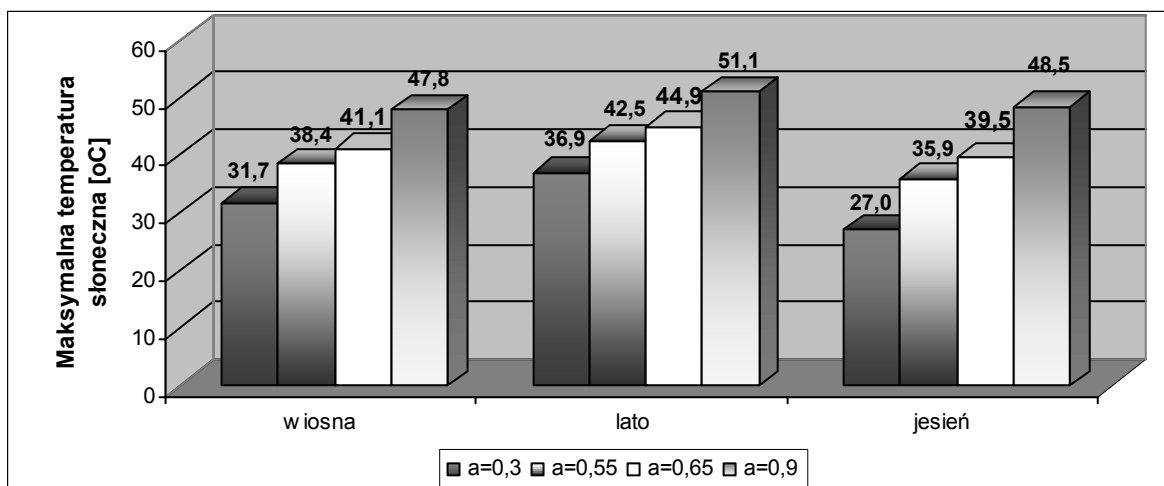
Na wykresie 8 przedstawiono maksymalne oraz średnie wartości temperatury słonecznej dla poszczególnych miesięcy w okresie badawczym dla powierzchni betonowej ($a = 0,65$).



Rys. 8. Maksymalne i średnie wartości temperatury słonecznej w poszczególnych miesiącach dla $a=0,65$
Fig. 8. Maximal and average values of solar air temperature for absorption coefficient $a=0,65$ in particular months

W okresie letnim oraz jesiennym występują najwyższe chwilowe wartości temperatury słonecznej. Analizując średnie miesięczne temperatury słoneczne można zauważyć, iż mimo zbliżonych chwilowych wartości natężenia promieniowania słonecznego w okresie jesiennym i let-

nim, najwyższe wartości temperatury słonecznej występują latem. Na rysunku 9 przedstawiono maksymalne chwilowe wartości temperatury słonecznej dla poszczególnych współczynników absorpcyjności promieniowania słonecznego w analizowanych okresach badawczych.



Rys. 9. Maksymalne wartości temp. słonecznej dla poszczególnych pór roku i wartości współczynnika absorpcyjności
 Fig. 9. Maximal values of solar air temperature for analyzed absorption coefficient in particular months

5. PODSUMOWANIE

Na podstawie analiz wyników pomiarów zauważono, że najwyższe wartości natężenia promieniowania słonecznego na pionowe przegrody budowlane występują w okresie jesiennym, co jest związane z wysokością Słońca na nieboskłonie. Jest to istotną informacją w przypadku rozważania efektywności systemów solarnych stosowanych na pionowych przegrodach. Jednakże zauważono, iż pomimo najwyższych wartości natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię pionową, odnotowanych w okresie jesiennym, temperatura słoneczna, a więc i wpływy heliologiczne są najniższe. Spadek wartości temperatury powietrza zewnętrznego w tym okresie powoduje obniżenie temperatury słonecznej. W metodyce obliczeniowej nie uwzględniono wpływu „omywania” przegrody przez wiatr, co mogłoby wpłynąć na zmianę wyników.

Wykorzystanie w obliczeniach maksymalnych godzinowych wartości natężenia promieniowania słonecznego wraz z odpowiadającymi im z pomiarów wartościami temperatury powietrza zewnętrznego, powoduje znaczne różnice w godzinowych wartościach słonecznej temperatury powietrza zewnętrznego. Utworzony według przyjętej metodyki obliczeniowej (patrz punkt 3.1) hipotetyczny dzień dla maksymalnych wartości natężenia promieniowania wykazuje chwilowe spadki temperatury sło-

necznej, które w rzeczywistości nie byłyby tak znaczne. Otrzymane wyniki zachęcają do przeprowadzenia analiz dla okresu zimowego oraz rozszerzenia metodyki wyznaczenia temperatury słonecznej.

SOLAR-AIR TEMPERATURE OF VERTICAL BUILDING STRUCTURE IN LOCAL CLIMATE

Summary: In the paper a trial of the influence of total solar radiation on vertical building structures was taken up. The influence of solar radiation was described by the solar air temperature. Climatic data obtained on research stand of Department of Building Processes of Silesian University of Technology were used in calculations.

Literatura

- [1] Jones W. P. *Klimatyzacja*. Arkady, Warszawa 1981
- [2] Malicki M. *Wentylacja i klimatyzacja*. PWN, Warszawa 1974
- [3] Markus T.A., Morris E.N. *Buildings, Climate and Energy*. Pitman Publishing Limited, London 1980
- [4] PN-EN ISO 6946: 2004 - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania