

Beata WILK\*  
Politechnika Śląska

## WSTĘPNY MODEL KLIMATU LOKALNEGO

**Streszczenie.** W referacie przedstawiono wstępny model klimatu lokalnego opracowany na podstawie wybranych danych klimatycznych (całkowite natężenie promieniowania słonecznego i temperatura powietrza zewnętrznego). Rejestracja pomiarów była prowadzona na stanowisku badawczym w Gliwicach w latach 1994+2002.

## PRELIMINARY MODEL OF LOCAL CLIMATE

**Summary.** In this article a preliminary model of local climate worked out on the basis of chosen climatic data (intensity of total solar radiation and external air temperature) is presented. Registration of mentioned parameters was lead on research stand in Gliwice in 1994+2002.

### 1. Wprowadzenie

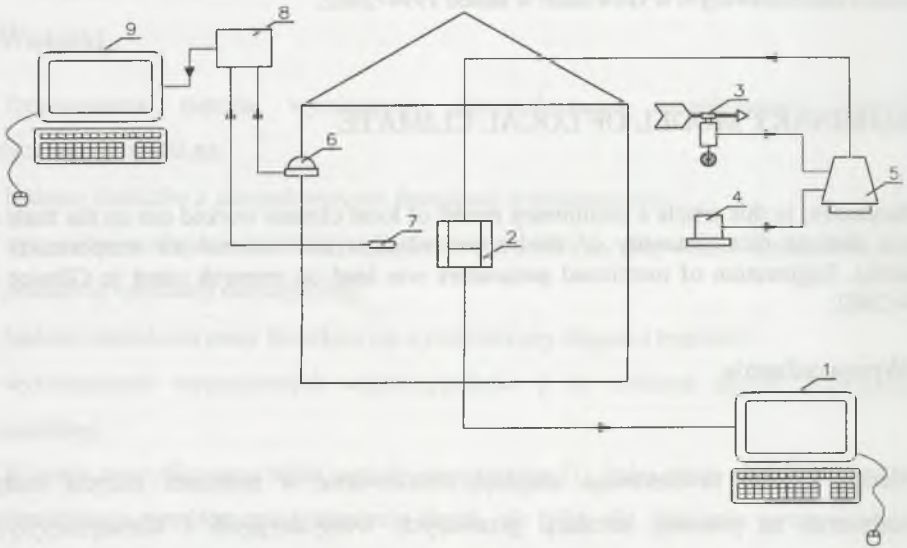
Modele klimatu zewnętrznego znajdują zastosowanie w analizach zużycia energii prowadzonych na potrzeby instalacji grzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych. Zadaniem wymienionych instalacji jest zapewnienie w pomieszczeniu określonych warunków (komfort cieplny) niezależnie od wpływów zewnętrznych. Do projektowania instalacji (urządzeń) grzewczych przyjmuje się głównie dane dotyczące temperatury powietrza zewnętrznego oraz prędkości wiatru. Natomiast przy doborze urządzeń wentylacyjnych (klimatyzacyjnych) należy brać pod uwagę przede wszystkim dane dotyczące temperatury oraz wilgotności powietrza. Przy projektowaniu instalacji pełniącej rolę chłodzenia pomieszczeń należy uwzględnić natężenie promieniowania słonecznego. Z powyższego można wnioskować, że znajomość wartości parametrów klimatycznych jest istotna, ponieważ wówczas można w sposób najbardziej korzystny dobrać rozwiązania materiałowe, konstrukcyjne czy instalacyjne [1], [5].

---

\* Opiekun naukowy: Dr hab. inż. Jan Ślusarek, prof. nzw. Politechniki Śląskiej

## 2. Stanowisko badawcze

Na rysunku 1 przedstawiono schemat stanowiska badawczego zainstalowanego w laboratorium Katedry Procesów Budowlanych, które umożliwiło pomiar całkowitego natężenia promieniowania słonecznego oraz temperatury powietrza zewnętrznego. W 2004 roku stanowisko to zostało zmodernizowane (między innymi zainstalowano stację pogody Kombi WS 2305), dzięki czemu uzyskano możliwości rozszerzenia istniejącego dotychczas zakresu badań o pomiary wilgotności względnej powietrza, ciśnienia atmosferycznego, prędkości i kierunku wiatru oraz ilości opadów.



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego Katedry Procesów Budowlanych: 1,9-komputer, 2-stacja bazowa i czujnik temperatury i wilgotności względnej powietrza wewnętrznego, 3-czujnik prędkości i kierunku wiatru, 4-czujnik ilości opadów atmosferycznych, 5-czujnik temperatury i wilgotności względnej powietrza, 6-czujnik całkowitego natężenia słonecznego, 7-czujnik temperatury wewnątrz komór i między warstwami przegród, 8-cyfrowy system pomiarowy

Fig. 1. Scheme of research stand of Department of Building Processes: 1,9-computer, 2-base station and temperature and relative humidity of internal air sensor, 3-speed and direction of wind sensor, 4-amount of falls sensor, 5-intensity of total solar radiation sensor, 6-temperature and relative humidity of external air sensor, 7-internal temperature and between layer of partition, relative humidity of internal air sensor, 8-digital measurement system

Na stanowisku badawczym została zainstalowana aparatura pomiarowa składająca się z czujników pomiarowych (rys.1.) podłączonych do cyfrowego systemu [3]. Czujnik do pomiaru temperatury powietrza zewnętrznego umieszczono od strony północnej,

w miejscu zacienionym; czujnik do pomiaru prędkości i kierunku wiatru zainstalowano na stelażu od strony południowo-wschodniej; natomiast czujnik ilości opadów atmosferycznych umieszczono od strony wschodniej, a czujnik do pomiaru natężenia promieniowania na ścianie jednej z komór badawczych.

### 3. Wyniki badań i analiza wybranych parametrów klimatycznych

W niniejszej pracy przez klimat lokalny rozumie się warunki stanu pogody w rejonie stanowiska badawczego. Sposoby tworzenia i wyboru roku reprezentatywnego czy typowego roku meteorologicznego zostały opisane w pracach [1], [2], [4]. W pracach tych przedstawiono również modele klimatu dla miast Warszawa oraz Poznań.

W przypadku tworzenia modelu klimatu lokalnego dysponowano danymi pomiarowymi całkowitego natężenia promieniowania słonecznego padającego na płaszczyznę poziomą oraz temperatury powietrza zewnętrznego [6]. Rejestracja danych była prowadzona co pół godziny. Dla każdego dnia obliczono średnią dobową, arytmetyczną oraz „całkową” dla wybranych parametrów klimatycznych na podstawie poniższych wzorów:

- średnia dobowa ( $v_d, I_d$ ) 
$$v_d (I_d) = \frac{\chi_7 + \chi_{14} + 2 \cdot \chi_{21}}{4} \quad (1)$$

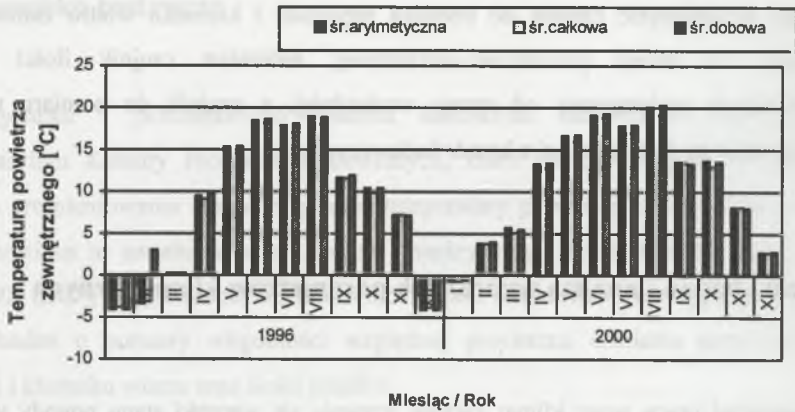
- średnia arytmetyczna ( $v_{ar}, I_{ar}$ ) 
$$v_{ar} (I_{ar}) = \frac{\sum_0^n \chi(t)}{n} \quad (2)$$

- średnia „całkowa” ( $v_c, I_c$ ) 
$$v_c (I_c) = \frac{1}{n} \cdot \int_0^n \chi(t) dt \quad (3)$$

gdzie:

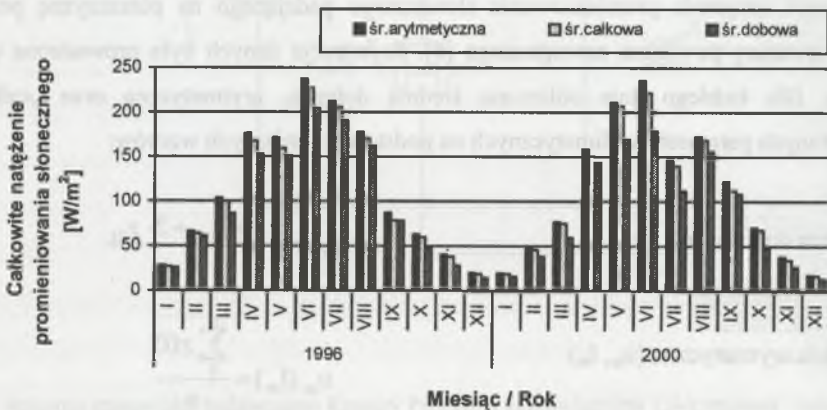
$\chi_7, \chi_{14}, \chi_{21}$  – badany parametr klimatyczny odpowiednio o godzinie 7<sup>00</sup>, 14<sup>00</sup>, 21<sup>00</sup> [5],  
 $t$  – czas pomiaru,  $n$  – liczba pomiarów.

Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono przykładowe średnie miesięczne dobowe, arytmetyczne i całkowite dla analizowanych parametrów klimatycznych.



Rys. 2. Średnie miesięczne dobowe, arytmetyczne oraz całkowite dla temperatury powietrza zewnętrznego dla 1996 i 2000 roku

Fig. 2. Mean monthly round-the-clock, arithmetic average and integral for external air temperature in 1996 and 2000



Rys. 3. Średnie miesięczne dobowe, arytmetyczne oraz całkowite dla całkowitego natężenia promieniowania słonecznego dla 1996 i 2000 roku

Fig. 3. Mean monthly round-the-clock, arithmetic average and integral for total solar radiation intensity in 1996 and 2000

Na podstawie analizy wykresów 2 i 3 można zauważyć, że dla temperatury powietrza zewnętrznego średnie arytmetyczna i dobowa przyjmują wartości zbliżone, natomiast dla całkowitego natężenia promieniowania słonecznego – średnie arytmetyczna i całkowita. Ponadto, można zaobserwować mniejsze różnice między analizowanymi średnimi

dla miesięcy zimowych, co można tłumaczyć niższymi wartościami analizowanych parametrów klimatycznych.

#### 4. Wstępny model klimatu lokalnego

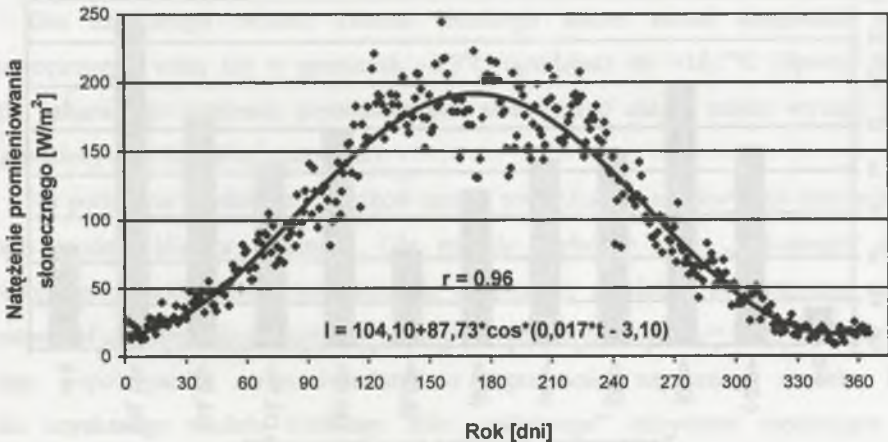
W niniejszej pracy do dalszych rozważań wzięto pod uwagę średnie „całkowe”, które poddano analizie regresji wspomaganej odpowiednim programem komputerowym, wykorzystując własności funkcji harmonicznych o ogólnej postaci:

$$y = a + A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) \quad (4)$$

gdzie:

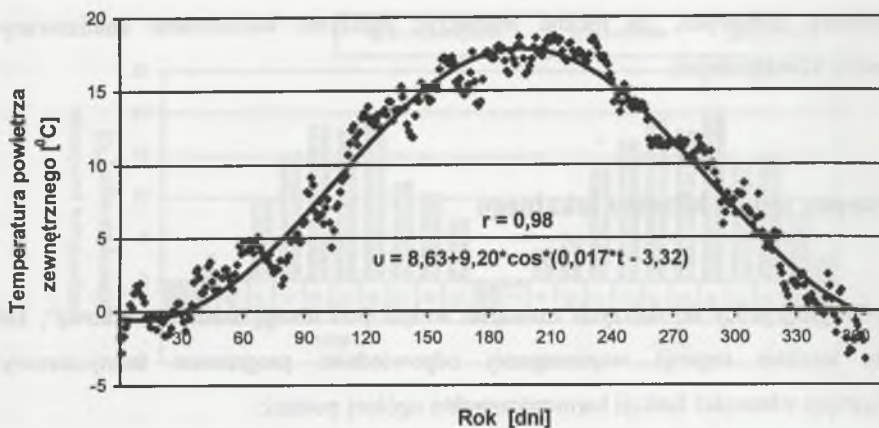
- a – przesunięcie względem osi y, A – amplituda,  $\omega$  – częstotliwość kołowa,
- t – czas,  $\varphi$  – faza początkowa.

Na rysunkach 4 i 5 przedstawiono uzyskany model klimatu lokalnego w postaci średniego roku całkowego.



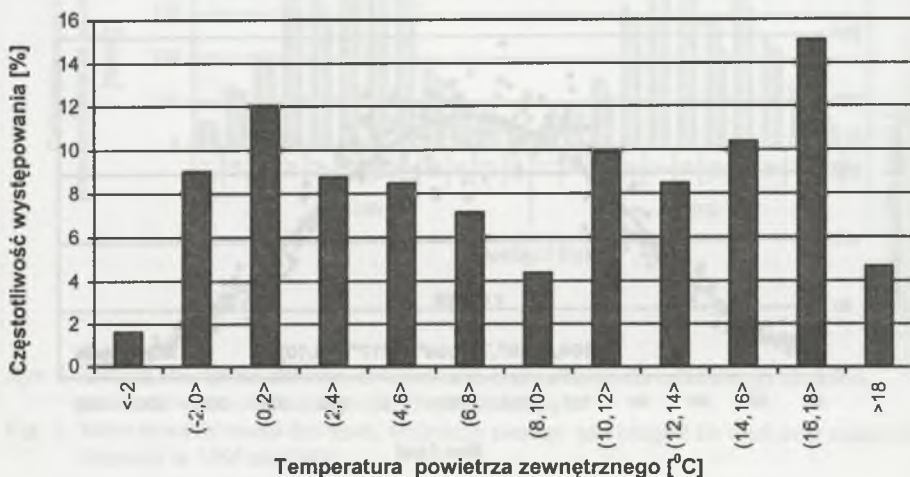
Rys. 4. Rozkład średnich („całkowych”) całkowitego natężenia promieniowania słonecznego w ciągu roku

Fig. 4. Distribution of average („integral”) of total solar radiation intensity during the year

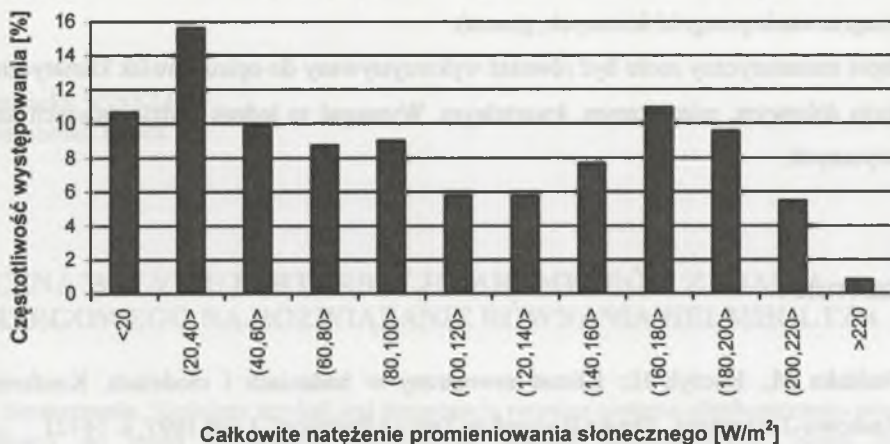


Rys. 5. Rozkład średnich („całkowych”) temperatury powietrza zewnętrznego w ciągu roku  
 Fig. 5. Distribution of average („integral”) of external air temperature during the year

Na rysunkach 6 i 7 przedstawiono częstotliwość występowania temperatur powietrza zewnętrznego oraz całkowitego natężenia promieniowania słonecznego w ciągu roku dla uzyskanego roku modelu klimatu lokalnego.



Rys. 6. Częstotliwość występowania temperatur powietrza zewnętrznego w określonych przedziałach w ciągu roku  
 Fig. 6. Frequency of appearance of external air temperature in definite range during the year



Rys. 7. Częstotliwość występowania całkowitego natężenia promieniowania słonecznego w określonych przedziałach w ciągu roku

Fig. 7. Frequency of appearance of total solar radiation intensity in definite range during the year

## 5. Podsumowanie

Dla uzyskanego modelu klimatu lokalnego zakres zmian temperatur powietrza zewnętrznego waha się w granicach  $-3,3^{\circ}\text{C}$  (grudzień) do  $+18,7^{\circ}\text{C}$  (lipiec). Natomiast dla całkowitego natężenia promieniowania słonecznego zakres zmian wynosi:  $8\text{ W/m}^2$  (grudzień) oraz  $244\text{ W/m}^2$  (czerwiec).

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, iż możliwy jest deterministyczny opis modelu klimatu lokalnego. Dla modelu średniego roku „całkowego” uzyskano następujące współczynniki korelacji: dla temperatury powietrza zewnętrznego  $r_v = 0,98$ , natomiast dla natężenia całkowitego promieniowania słonecznego  $r_1 = 0,96$ . Wysokie wartości tego współczynnika mogą świadczyć o poprawności uzyskanego modelu. Ponadto, dla uzyskanego modelu średniego roku „całkowego” otrzymano następujące okresy: dla całkowitego natężenia promieniowania słonecznego  $T_1 = 369$ , natomiast dla temperatury powietrza zewnętrznego  $T_v = 371$ . W przypadku pierwszego parametru klimatycznego daje to błąd względny  $d_1 = 1,1\%$ , natomiast dla drugiego  $d_v = 1,6\%$ . Niskie wartości tych błędów wskazują również na poprawność zaproponowanego modelu matematycznego klimatu lokalnego. Należy jednak zaznaczyć, że model ten dostarcza informacji dla dużego przedziału

czasu. Może być wykorzystany do zagadnień opisywanych metodami bilansowymi (np.: nagrzewanie przegród ściennych, gruntu).

Zapis matematyczny może być również wykorzystywany do opisu zjawisk klimatycznych w ujęciu dobowym, miesięcznym, kwartalnym. Wymagać to jednak będzie dalszych analiz numerycznych.

## LITERATURA

1. Basińska M., Koczyk H.: Klimat zewnętrzny w badaniach i modelach. Konferencja Naukowo-Techniczna „Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce”, Łódź 1997, s. 14÷21
2. Basińska M., Koczyk H.: Rok reprezentatywny jako odwzorowanie godzinowej zmienności podstawowych elementów i procesów klimatycznych, Konferencja Naukowo-Techniczna „Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce”, Łódź 2001, s. 15÷22.
3. Belok J., Ślusarek J.: Dynamic Analysis and Modelling Techniques for Energy in Buildings. Conference „Dynamic Analysis Methods Applied to Energy Performance Assessment of Buildings”, Ispra, November 2003, 13÷14.
4. Kossecka E., Gawin D., Więckowska A.: Metodyka opracowania typowego roku meteorologicznego dla Warszawy, Konferencja Naukowo-Techniczna „Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce”, Łódź 2001, s. 305÷322.
5. Rietschel Raiß.: Ogrzewanie i klimatyzacja, Tom I, Arkady, Warszawa 1972.
6. Wilk B.: Próba oceny zmienności wybranych parametrów klimatycznych, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Budownictwo z. 102, Gliwice 2004, s. 561÷568.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Lech Śliwowski