

ANALIZA WARTOŚCI POMIAROWYCH I LITERATUROWYCH NATEŻENIA CAŁKOWITEGO PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO

Beata WILK-SŁOMKA*, Jan ŚLUSAREK**

* Politechnika Śląska, Katedra Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice, e-mail: Beata.Wilk@polsl.pl

** Politechnika Śląska, Katedra Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice, e-mail: Jan.Slusarek@polsl.pl

Słowa kluczowe: W artykule przedstawiono analizę porównawczą wartości pomiarowych (lokalnych) natężenia całkowitego promieniowania słonecznego padającego na płaszczyznę poziomą z danymi literaturowymi (normy). Analiza została przeprowadzona na podstawie pomiarów uzyskanych na stanowisku badawczym Zakładu Budownictwa Ekologicznego w latach 1994÷2007 r.

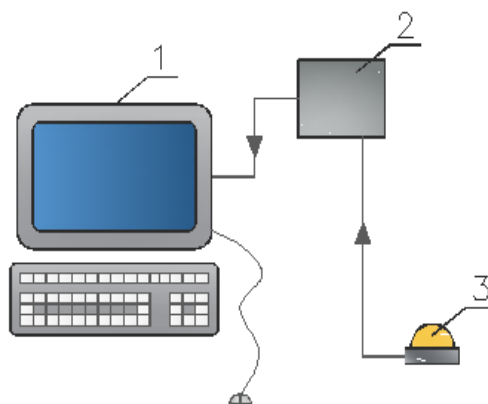
Słowa kluczowe: natężenie całkowitego promieniowania słonecznego, klimat lokalny.

1. WPROWADZENIE

Natężenie promieniowania słonecznego, obok temperatury powietrza zewnętrznego, jest jednym z podstawowych parametrów, które wpływają na potrzeby cieplne budynku. Specjalistów z dziedziny ogrzewnictwa i wentylacji interesuje wpływ czynników klimatycznych na warunki panujące w pomieszczeniu. Okresowe zmiany parametrów powietrza zewnętrznego (temperatura i wilgotność powietrza, prędkość wiatru, nasłonecznienie i ciśnienie atmosferyczne) powodują, iż niejednokrotnie urządzenia grzewcze, klimatyzacyjne są przewymiarowane lub mają zbyt małe wydajności (moce). Przewymiarowanie urządzeń jest związane ze wzrostem kosztów inwestycyjnych, natomiast urządzenie o zbyt małej mocy nie jest w stanie zapewnić warunków komfortu cieplnego. Konieczne jest zatem ustalenie takich parametrów powietrza zewnętrznego, które byłyby reprezentatywne dla danego obszaru (rejonu) oraz stanowiłyby podstawę do obliczeń, a tym samym przyczyniły się do doboru najbardziej ekonomicznych urządzeń. Większość danych jest podawana dla kilku miast (odniesienia) i przyjmowana dla pozostałych, zorientowanych najbliższej w stosunku do miast odniesienia. Jednak nie zawsze jest to prawidłowe rozwiązanie dające oczekiwane rezultaty [1], [2].

2. CHARAKTERYSTYKA PRZYJĘTEJ METODOLOGII BADAWCZEJ

W niniejszej pracy przez klimat lokalny rozumie się warunki stanu pogody w rejonie stanowiska badawczego. Analiza porównawcza została przeprowadzona na podstawie pomiarów uzyskanych na stanowisku badawczym Katedry Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej. Pomiar natężenia całkowitego promieniowania słonecznego padającego na płaszczyznę poziomą był prowadzony przy zastosowaniu solarymetru SP-LITE. Linia pomiarowa została przedstawiona na rys. 1. Rejestracja pomiarów odbywała się co godzinę.



Rys. 1. Schemat linii pomiarowej natężenia całkowitego promieniowania słonecznego: 1-komputer, 2-cyfrowy system pomiarowy, 3-czujnik natężenia całkowitego promieniowania słonecznego.

Fig. 1. Scheme of measuring of total solar radiation: 1-computer, 2-digital measuring system, 3-solarimeter.

Do analizy porównawczej wzięto pod uwagę wartości całkowitego natężenia promieniowania słonecznego padającego na płaszczyznę poziomą, szerokość geograficzną 52°N oraz przezroczystość atmosfery P4 (obszary dużych miast) w dniach: 15.04, 15.05, 15.06, 15.07, 15.08, 15.09 [4] oraz wartości pomiarowe, lokalne uzyskane w latach 1994÷2002. Analiza obejmowała także porównanie uzyskanych wartości natężenia całkowitego promieniowania słonecznego z wartościami podanymi w normie [5]. W analizie porównawczej sum miesięcznych całkowitego promieniowania słonecznego danych uzyskanych na stanowisku badawczym z wartościami podanymi w normie [5] przyjęto stację aktynometryczną zlokalizowaną

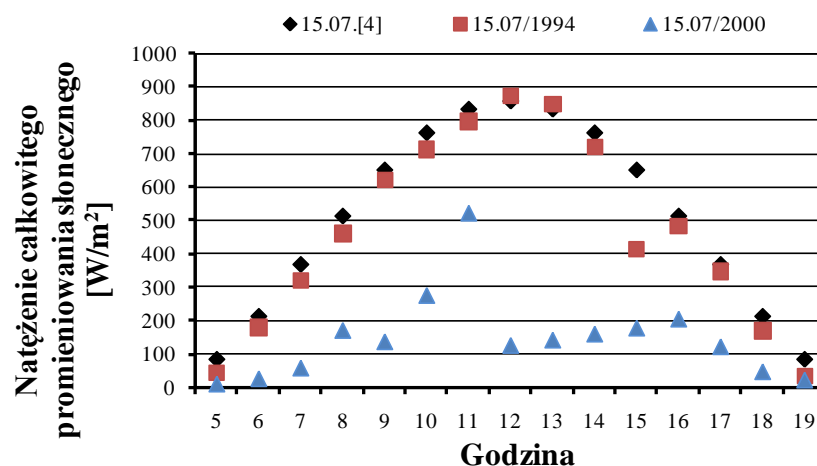
w Chorzowie, co jest konsekwencją przyjętej stacji meteorologicznej (Katowice-najbliższa Gliwice stacja meteorologiczna podana w normie). Druga analiza obejmowała lata pomiarowe 1994÷2007.

3. WYBRANE WYNIKI ANALIZ

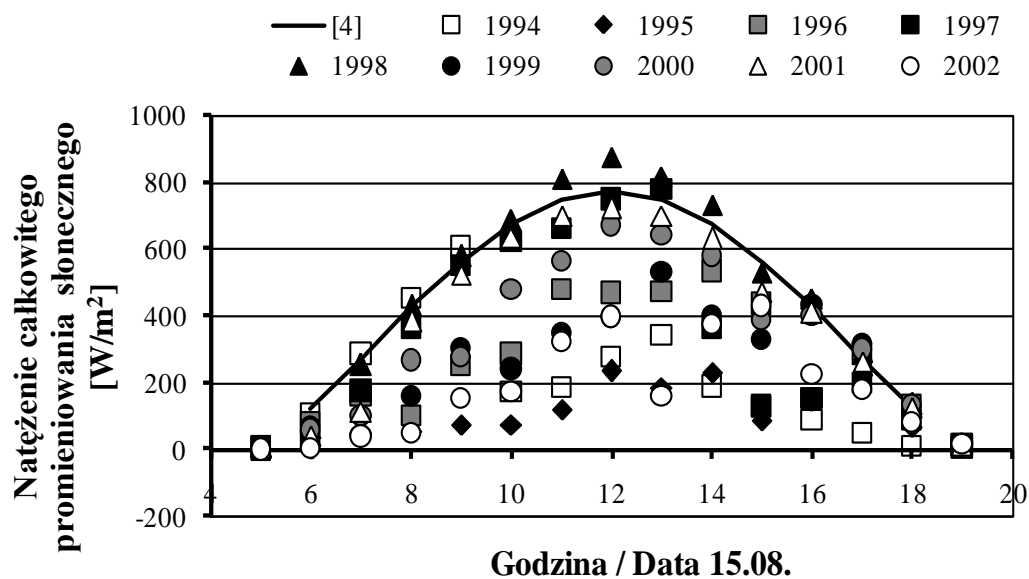
W tabeli 1 zestawiono przykładowe wartości natężenia całkowitego promieniowania słonecznego uzyskane na stanowisku badawczym oraz przedstawione w [4]. Na rys. 2÷7 przedstawiono przykładowe wyniki analiz.

Tabela 1. Wartości natężenia całkowitego promieniowania słonecznego [W/m^2] w dniu 15. Czerwca 1994÷2002.
Table 1. Values of total solar radiation [W/m^2] at 15th of June 1994÷2002.

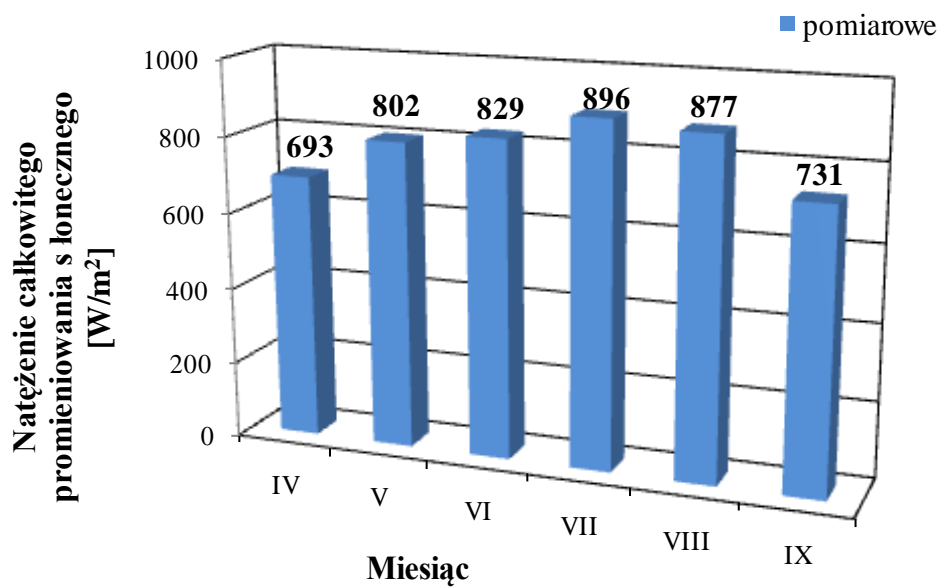
15.06/ godz.	[4]	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
5	102	60	25	88	21	31	2	48	39	39
6	233	214	34	224	103	98	16	68	84	67
7	388	387	63	383	282	201	58	126	118	99
8	534	517	383	530	439	254	111	249	495	475
9	672	296	466	692	514	449	115	586	628	624
10	784	500	599	264	333	528	202	663	737	740
11	854	743	711	153	373	856	179	302	786	796
12	877	655	796	709	340	551	183	497	528	826
13	854	391	652	604	512	441	203	388	618	829
14	784	337	621	727	432	649	193	394	635	736
15	672	359	161	649	615	514	191	340	656	446
16	534	567	430	231	234	294	88	209	572	490
17	388	407	142	276	84	284	43	110	354	286
18	233	245	226	254	148	178	15	37	231	126
19	102	70	70	53	80	64	12	15	61	43



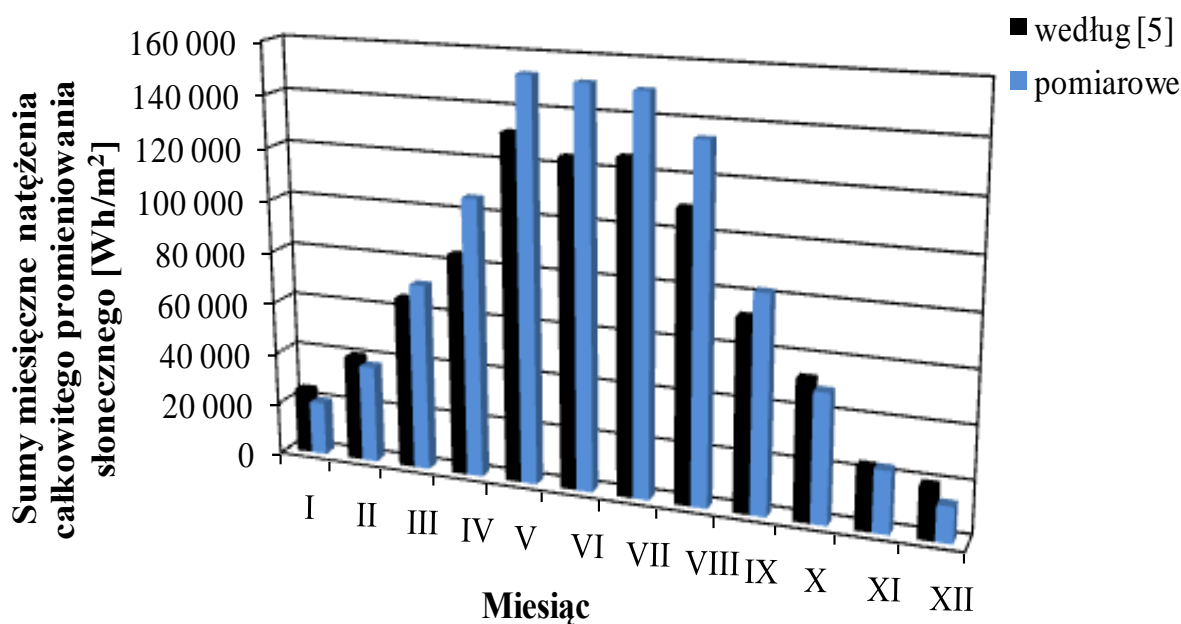
Rys. 2. Natężenie całkowitego promieniowania słonecznego w dniu 15.07 w latach pomiarowych 1994, 2000.
Fig. 2. Intensity of total solar radiation at 15th of July at measuring years 1994, 2000.



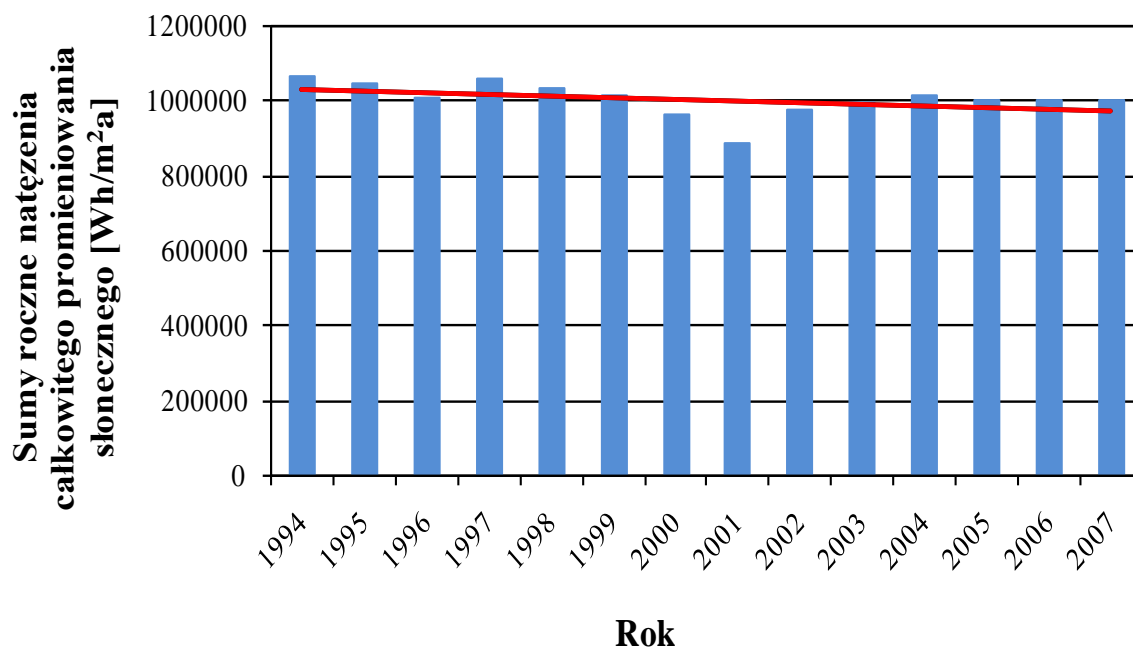
Rys. 3. Natężenie całkowitego promieniowania słonecznego w dniu 15.08. w latach 1994÷2002 - wartości pomiarowe oraz literaturowe [4].
 Fig. 3. Intensity of total solar radiation at 15th of August 1994÷2002 – measuring values and literature's [4].



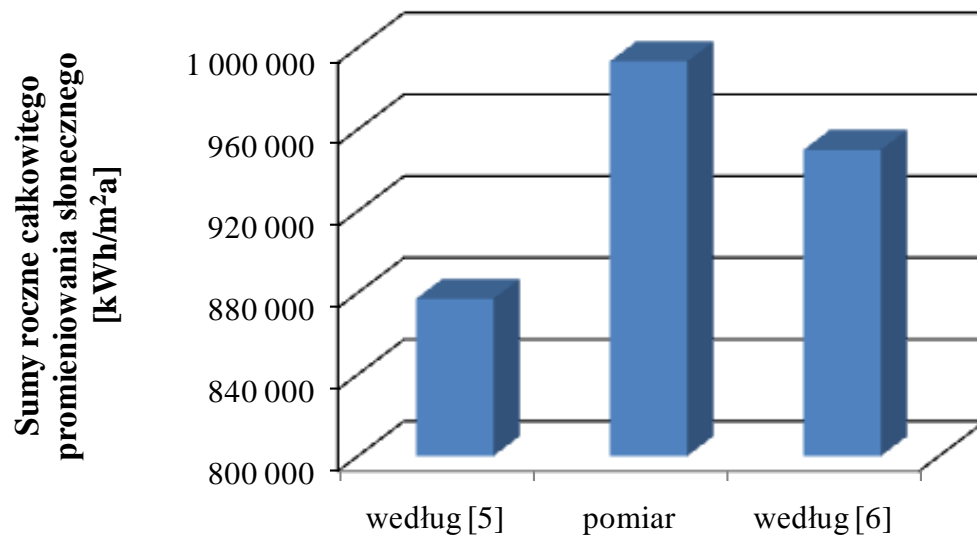
Rys. 4. Maksymalne, chwilowe wartości natężenia całkowitego promieniowania słonecznego w miesiącach kwiecień ÷ wrzesień latach pomiarowych 1994÷2002,
 Fig. 4. Maximum temporal values of total solar radiation intensity at measuring years 1994÷2002.



Rys. 5. Sumy miesięczne natężenia całkowitego promieniowania słonecznego w latach pomiarowych 1994÷2007.
 Fig. 5. Monthly sum of total solar radiation intensity at measuring years 1994÷2007.



Rys. 6. Sumy roczne całkowitego promieniowania słonecznego padającego na płaszczyznę poziomą w latach pomiarowych 1994÷2007.
 Fig. 6. Annual sum of total solar radiation intensity at measuring years 1994÷2007.



Rys. 7. Porównanie sum rocznych natężenia całkowitego promieniowania słonecznego
 Fig. 7. Comparison of annual sum of total solar radiation intensity.

Analiza wykresów 2÷3 (oraz dla pozostałych dni) wyników badań pozwala na stwierdzenie, że wartości normowe natężenia promieniowania w większości rozważanych przypadków są wyższe niż zarejestrowane w poszczególnych latach na stanowisku badawczym. Cechą charakterystyczną jest również to, że wartości maksymalne natężenia promieniowania słonecznego według tej normy przypadają zawsze o godzinie 12⁰⁰. Wyniki badań wskazują, że w rzeczywistości nie musi tak być. Maksymalne wartości natężenia promieniowania słonecznego przypadają zarówno w godzinach przedpołudniowych, jak i popołudniowych. Wartości te wahają się w przedziale 693÷896 W/m² – rys. 4. W pracy [3] dla półrocza letniego (IV-IX), maksymalna wartość natężenia promieniowania słonecznego padającego na płaszczyznę poziomą jest podawana jako 1100 W/m². Widać więc, że wyniki badań (rzeczywiste) wykazały wartości niższe.

Rozpatrując dłuższy okres czasu (lata pomiarowe 1994÷2007) sytuacja ulega zmianie. Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów (rys. 5) można zauważyć, iż wartości sum miesięcznych całkowitego promieniowania słonecznego uzyskane na stanowisku badawczym przyjmują wartości nieznacznie wyższe niż podane w normie [5] w miesiącach od marca do września (półrocze letnie). Natomiast w pozostałych miesiącach wartości pomiarowe przyjmują wartości niższe niż podane w [5].

Na podstawie analizy sum rocznych całkowitego promieniowania słonecznego w poszczególnych latach badawczych, 1994÷2007 - (rys. 6) można zaobserwować niewielki trend malejący. Obserwowany trend dotyczy jedynie stosunkowo krótkiego okresu lat pomiarowych

na lokalnym stanowisku badawczym. Dane klimatyczne zawarte w [5] zostały opracowane na początku lat 90. XX w., i obejmują okres 30-letni. Autorzy uważają zatem, iż na podstawie wartości pomiarowych (13 lat) nie można wysnuwać żadnych szerszych wniosków, co do zachodzących długookresowych zmian klimatycznych.

4. PODSUMOWANIE

Analizy danych pomiarowych (1994÷2002) w zakresie natężenia całkowitego promieniowania słonecznego padającego na płaszczyznę poziomą w wybranych miesiącach (kwiecień-wrzesień) wykazały, iż wyniki badań (wartości lokalne) wykazały wartości niższe niż podane w [4]. Analizy pozwalają na stwierdzenie, iż istniejące bazy danych klimatycznych w zakresie natężenia promieniowania słonecznego nie odpowiadają rzeczywistym warunkom lokalnym. Analiza porównawcza wartości podanych w normie [5] z wartościami uzyskanymi na stanowisku badawczym (1994÷2007), pozwala na stwierdzenie, iż sumy miesięczne całkowitego promieniowania słonecznego padającego na płaszczyznę poziomą przyjmują wartości wyższe niż podawane w literaturze [5]. Można zatem przyjąć, iż lokalne wartości natężenia promieniowania słonecznego i temperatury uzyskane na stanowisku badawczym mogą także posłużyć w analizach zużycia energii i prognozowania tego zużycia. Uzyskiwane wyniki na stanowisku badawczym sum miesięcznych są o ok. 20 % wyższe niż dane zawarte w normie [5].

Porównując uzyskane wartości pomiarowe z powszechnie dostępnymi mapami sum średniorocznych promieniowania słonecznego padającego na płaszczyznę poziomą, np.: [6], wartości pomiarowe (lokalne) są o około 4,5% wyższe niż podawane w [6]. Dla rejonu Śląska odczytujemy wartość 950 kWh/m²a, natomiast z pomiarów uzyskano sumę 993,3 kWh/m²a.

W pracy [7] przedstawiono podział Polski na XI regionów helioenergetycznych. Górnośląski Okręg Przemysłowy (X region) został zaklasyfikowany jako obszar mało korzystny pod względem energii możliwej do pozyskania z promieniowania słonecznego. Z kolei w pracach [8], [9], [10] podaje się, że jako normę dla Polski można przyjąć wartość sum promieniowania całkowitego w ciągu roku równą 990 kWh/m² ± 10%. Widać zatem, że istnieją rozbieżności między nie tylko danymi pomiarowymi a literaturowymi, ale także niezgodności między danymi literaturowymi. Rozbieżność ta w konsekwencji przekładać się mogą na zwiększenie lub zmniejszenie atrakcyjności ekonomicznej stosowania instalacji wykorzystujących energetykę słoneczną.

Prowadzenie lokalnych badań i pomiarów środowiskowych wraz z ich systematyką realizowane jest w dalszym ciągu i w efekcie pozwoli na uzyskanie typowej bazy danych klimatycznych. Baza taka będzie miała zastosowanie w symulacjach komputerowych zachowania się budynków w warunkach lokalnych wpływów środowiskowych, może mieć też zastosowanie przy prostej analizie opłacalności stosowania układów pozyskujących energię słoneczną w klimacie lokalnym.

W dobie wzrastającego zainteresowania odnawialnymi źródłami energii, znajomość rzeczywistych lokalnych wartości natężenia promieniowania słonecznego jest istotna. Dane te mogą być wykorzystywane przy projektowaniu budynków energooszczędnych, zarówno ich aktywnych jak i pasywnych elementów – bowiem Słońce towarzyszy człowiekowi od zarania dziejów. Grecy i Rzymianie na szeroką skalę wykorzystywali promieniowanie słoneczne. Dom Sokratesa miał zapewnić maksymalne wykorzystanie słońca w okresie zimowym i zasłonięcie od strony południowej w okresie letnim. O odpowiedniej orientacji pomieszczeń mieszkalnych w stosunku do stron świata pisał między innymi Witruwiusz [11].

ANALYSIS OF MEASUREMENT AND LITARATURE'S VALUES OF INTENSITY OF TOTAL SOLAR RADIATION

Summary: In the paper literature's (standards) data and local values (registered at research stand in 1994÷2007) of total solar radiation intensity were analyzed. Pursued analysis shows divergence. So, it can be concluded that knowledge about climatic parameters in given place (region) is very impor-

tant to make calculations that show real energetic needs of buildings.

Literatura

- [1] Malicki M. *Wentylacja i klimatyzacja*. PWN, Warszawa 1977.
- [2] Rietschel, Raiß. *Ogrzewanie i klimatyzacja*. Tom I, Arkady, Warszawa 1972.
- [3] Wiśniewski G.: *Kolektory słoneczne*. Poradnik wykorzystania energii słonecznej. Centralny Ośrodek Informacji Budownictwa, Warszawa 1992.
- [4] PN-76/B-03420. *Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego*.
- [5] PN-B-02025. *Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej*.
- [6] www.kolektory-sloneczne.net.pl
- [7] Chochowski A., Czekalski D.: *Słoneczne instalacje grzewcze*. Centralny Ośrodek Informacji Budowlanej, Warszawa 1999.
- [8] Smolec W.: *Fototermiczna konwersja energii słonecznej*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
- [9] Wiśniewski G., Gołębiowski K., Gryciuk M.: *Kolektory słoneczne: poradnik wykorzystania energii słonecznej*. Centralny Ośrodek Informacji Budowlanej, Warszawa 2001.
- [10] Wiśniewski G.: *Energia słoneczna: przetwarzanie i wykorzystanie energii promieniowania słonecznego*. Fundacja Ekologiczna SILESIA, Katowice 1999.
- [11] Wołoszyn M.A.: *Wykorzystanie energii słonecznej w budownictwie jednorodzinym*. Centralny Ośrodek Informacji Budownictwa, Warszawa 1991.