

P. 269



7.2.4.- promieniowanie

Stefan Owczarek

IDENTYFIKACJA MODELU PROMIENIOWANIA
SŁONECZNEGO DLA 10-ciu STACJI
AKTYNOMETRYCZNYCH NA TERENIE POLSKI.
WYNIKI OBLICZEŃ WARTOŚCI GODZINOWYCH
I DZIENNYCH PROMIENIOWANIA
NA WYBRANE PŁASZCZYZNY

1/2002



WARSZAWA 2002

<http://rcin.org.pl>

ISSN 0208-5658

Praca wpłynęła do Redakcji dnia 10 grudnia 2002 r.



57254

Pracę wykonano w ramach projektu badawczego Nr 7T07E 02716 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 1999-2001



Na prawach rękopisu

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN
Nakład 100 egz. Ark. wyd. 3,5 Ark. druk. 4,0
Oddano do drukarni w styczniu 2002 r.

ATOS - Poligrafia-Reklama, W-wa, ul. Jana Kazimierza 35/37

<http://rcin.org.pl>

**IDENTYFIKACJA MODELU PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO
DLA 10-ciu STACJI AKTYNOMETRYCZNYCH NA TERENIE POLSKI.
WYNIKI OBLICZEŃ WARTOŚCI GODZINOWYCH I DZIENNYCH
PROMIENIOWANIA NA WYBRANE PŁASZCZYZNY**

Streszczenie

Przedstawiono identyfikację modelu gęstości energii promieniowania słonecznego na dowolną płaszczyznę na Ziemi. Model sformułowano przy użyciu pojęć geometrii sferycznej, teorii ekstynkcji i rozpraszania promieniowania słonecznego. Model uwzględnia: warunek cienia płaszczyzny, efekt sumowania dwóch stanów - czystego i całkowitego zachmurzenia nieba oraz realizację numerycznego dyskretnego opisu. Weryfikacja modelu polega na identyfikacji jego parametrów w dwóch stanach zachmurzenia: czystego nieba i zachmurzeniu średnim z 10-ciu lat. Do określenia stałych modelu użyto wyników z analizy statystycznej danych z pomiarów na stacjach meteorologicznych wartości promieniowania na płaszczyznę poziomą. Identyfikację wykonano na podstawie wyników analizy statystycznej danych z pomiarów promieniowania na płaszczyznę poziomą wykonanych w latach 1986-95 na stacjach meteorologicznych w Polsce. Są to stacje: Gdynia, Kołobrzeg, Suwałki, Mikołajki, Piła, Warszawa, Radzyń, Puławy, Sulejów i Zakopane. Na podstawie zidentyfikowanego modelu obliczono godzinowe i dzienne wartości promieniowania na płaszczyzny poziomą i pionową dla wyżej wymienionych stacji.

1. Cel określenia wartości promieniowania słonecznego

W projektowaniu i eksploatacji budynków wykorzystujących energię słoneczną do ich ogrzewania lub podgrzewania ciepłej wody istnieje potrzeba określenia wartości energii promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię odbiornika w danym dniu lub w okresie kilku kolejnych następujących po sobie. Dostępne dane ze stacji meteorologicznych dotyczą uśrednionych wartości promieniowania na płaszczyznę poziomą. W budownictwie najczęściej występuje potrzeba określenia promieniowania na płaszczyznach pionowych ścian budynków, a w heliotechnice na płaszczyznach południowych o zmiennych kątach nachylenia do poziomu. Przedstawiony model umożliwia określenie wartości i sum promieniowania na dowolnie nachyloną płaszczyznę, stąd może być on wykorzystany w budownictwie i heliotechnice.

2. Podstawowe elementy modelu promieniowania słonecznego na dowolną płaszczyznę

2.1. Podstawowe pojęcia modelu

Przyjęty do analizy model promieniowania słonecznego określa wartość całkowitego promieniowania słonecznego q_{kC} padającego na płaszczyznę o normalnej v_k jako sumę promieniowania bezpośredniego q_{kB} , rozproszonego pochodzącego od nieboskłonu q_{skD} oraz rozproszonego odbitego od ziemi q_{rkD} :

$$q_{kC} = q_{kB} + q_{skD} + q_{rkD} \quad (1)$$

przy czym składniki wzoru (1) są określone poniżej:

$$q_{kB} = n_s I_k \cdot v_k, \quad (2)$$

$$q_{skD} = [n_s D(t, z) + c_c \eta_4(t, z) [B(t, z) + D(t, z)]] R_k, \quad (3)$$

$$q_{rkD} = [B(t, z) + D(t, z)] [n_s + c_c \eta_4] R(1 - R_k). \quad (4)$$

Wzory (2-4) napisano w oparciu o geometrię sferyczną oraz teorię rozpraszania i ekstynkcji promieniowania słonecznego. I_k jest wektorem promieniowania bezpośredniego a jego trzy składowe w układzie współrzędnych $X=E-W$, $Y=N-S$, $Z=$ Zenit-Nadir, wyrażają się następująco:

$$\begin{aligned} X_k(t) &= I_o f_o(d) \eta_1(\tau) \sin \omega(\tau) \cos(\delta) [\kappa_H - 0] [\kappa_k - 0], \\ Y_k(t) &= I_o f_o(d) \eta_1(\tau) [-\sin \delta(d) \cos \phi + \cos \delta(d) \sin \phi \cos \omega(\tau)] [\kappa_H - 0] [\kappa_k - 0], \\ Z_k(t) &= I_o f_o(d) \eta_1(\tau) [\sin \delta(d) \sin \phi + \cos \delta(d) \cos \phi \cos \omega(\tau)] [\kappa_H - 0] [\kappa_k - 0], \end{aligned} \quad (5)$$

gdzie I_o - stała słoneczna równa 1360 W/m^2 , d - kolejny dzień roku, f_o - funkcja uwzględniająca zmianę odległości Słońca od Ziemi w ciągu roku, τ - czas słoneczny, ω - kąt godzinowy, ϕ - szerokość geograficzna, $\delta(d)$ - kąt deklinacji Słońca, n_s - współczynnik bezchmurności, c_c - współczynnik zachmurzenia, η_4 - współczynnik transmitancji promieniowania w dzień całkowicie zachmurzony, R - współczynnik refleksyjności promieniowania od powierzchni Ziemi,

$$R_k = \frac{1 + \cos \beta_k}{2}. \quad (6)$$

β_k - kąt nachylenia odbiornika promieniowania do płaszczyzny horyzontu.

Funkcje $1[\kappa_H-0]$ i $1[\kappa_k-0]$ są funkcjami Heavyside'a, cosinusa kąta padania promienia słonecznego na płaszczyznę o normalnej v_H lub v_k . Funkcje te wyrażają warunki cienia płaszczyzny padania i horyzontu. Ich definicje podano poniżej:

$$[\kappa_k - 0] = \begin{cases} 1, & \cos[\gamma_k(t)] > 0, \\ \frac{1}{2}, & \cos[\gamma_k(t)] = 0, \\ 0, & \cos[\gamma_k(t)] < 0. \end{cases} \quad [\varphi_H - 0] = \begin{cases} 1, & \cos[\gamma_H(t)] > 0, \\ \frac{1}{2}, & \cos[\gamma_H(t)] = 0, \\ 0, & \cos[\gamma_H(t)] < 0. \end{cases}$$

Składowe wektora v_k wyrażają się przez azymut płaszczyzny α_k i kąt pochylenia do poziomu β_k następująco:

$$v_{kx} = \sin \beta_k \sin \alpha_k, \quad v_{ky} = \sin \beta_k \cos \alpha_k, \quad v_{kz} = \cos \beta_k. \quad (7)$$

Funkcje $B(t,z)$, $D(t,z)$ oznaczają wartość promieniowania bezpośredniego i rozproszonego na płaszczyznę poziomą w dzień bezchmurny, wyznaczane są z zależności:

$$B(t, z) = I_o f_o(d) \eta_1(\tau) [\sin \delta(d) \sin \phi + \cos \delta(d) \cos \phi \cos \omega(\tau)] [\kappa_H - 0], \quad (8)$$

$$D(t, z) = I_o f_o(d) \eta_2(\tau) [\sin \delta(d) \sin \phi + \cos \delta(d) \cos \phi \cos \omega(\tau)] [\kappa_H - 0], \quad (9)$$

Funkcja η_1 jest całkowitą transmitancją atmosfery w dzień bezchmurny. Ma ona postać:

$$\eta_1 = \exp[-a_o P(d) m_o(d, \tau)], \quad (10)$$

gdzie a_o - funkcja ekstynkcji idealnej atmosfery (11),

m_o - masa optyczna atmosfery (13),

P - współczynnik zanieczyszczenia atmosfery (14).

$$a_o = 0.987 \cdot 10^{-3} a_{om} b, \quad (11)$$

$$a_{om} = [9.95 - 4.44(\log(m_o))^{1.25}] 10^{-2}. \quad (12)$$

$$m_o(t, z) = (1 - 0.1z) [\sin \varphi(t) + 0.15(\varphi(t) + 3.9)^{-1.25}]^{-1} \quad (13)$$

gdzie z - wysokość nad poziomem morza w kilometrach.

Zanieczyszczenie atmosfery jest funkcją zależną od dnia w roku. Przyjęto ją w postaci rozwiniętej w szereg trygonometryczny według wzoru:

$$P(d) = P_1 - P_2 \cdot \cos[w(d)] - P_3 \cdot \cos[2w(d)] + P_4 \cdot \cos[3w(d)] + P_5 \sin[w(d)] + P_6 \sin[2w(d)] \quad (14)$$

gdzie $w(d) = 2\pi d / 365$.

Funkcja η_2 jest całkowitą transmitancją w dzień bezchmurny promieniowania rozproszonego.

Przyjęto ją w postaci szeregu potęgowego rozwiniętego względem η_1 o postaci:

$$\eta_2(t, z) = A_1 - A_2 \eta_1(t, z) + A_3 \eta_1(t, z) \eta_1(t, z) + A_4 \eta_1(t, z) \eta_1(t, z) \eta_1(t, z). \quad (15)$$

2.2. Wyprowadzenie równań podstawowych modelu

Wyrażenia (8-9) są przedmiotem weryfikacji na płaszczyźnie poziomej w stanie czystego nieba. Wartości promieniowania w dowolnym stanie pogody i na dowolnej płaszczyźnie są określane ze wzorów (1-4)

Wyrażenia (2-4) stanowią składniki promieniowania słonecznego padającego na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k . Wzór (2) określa promieniowanie bezpośrednie w stanie nieba częściowo zachmurzonego. Wzór (3) określa promieniowanie rozproszone odbite od nieboskładu, a wyraz (4) promieniowanie rozproszone odbite od powierzchni Ziemi.

Wzory (2-4) wyprowadzono z superpozycji dwóch stanów zachmurzenia: czystego i zachmurzonego nieba. Wzory te wyprowadzono sumując z wagami określone wartości z wymienionych dwóch stanów pogody w sposób jak to opisano poniżej.

Stan dnia bezchmurnego

Promieniowanie extraterrestrialne jest określone wzorem:

$$\begin{aligned} X^{\alpha}(t) &= I^{\alpha}(d) \sin \omega(\tau) \cos(\delta), \\ Y^{\alpha}(t) &= I^{\alpha}(d) [-\sin \delta(d) \cos \phi + \cos \delta(d) \sin \phi \cos \omega(\tau)], \\ Z^{\alpha}(t) &= I^{\alpha}(d) [\sin \delta(d) \sin \phi + \cos \delta(d) \cos \phi \cos \omega(\tau)]. \end{aligned} \quad (16)$$

gdzie

$$I^{\alpha}(d) = 1360(1 + 0,033 \cos(0,9856(d - 2))) [W / m^2]. \quad (17)$$

Promieniowanie na powierzchni poziomej:

Promieniowanie bezpośrednie na płaszczyznę poziomą jest równe:

$$I_{HB}(t, z) = B(t, z) = Z^{\alpha}(t) l_H \eta_1(t, z) \quad (18)$$

Promieniowanie rozproszone nieboskładu i promieniowanie rozproszone na płaszczyznę poziomą jest

$$I_{sD}(t, z) = I_{HD}(t, z) = D(t, z) = Z^{\alpha}(t) l_H \eta_2(t, z), \quad (19)$$

Promieniowanie całkowite padające na powierzchnię poziomą:

$$I_{CH} = I_{HB}(t, z) + I_{HD}(t, z) = B(t, z) + D(t, z), \quad (20)$$

Promieniowanie padające na dowolną powierzchnię:

Promieniowanie bezpośrednie

$$I_{kB}(t, z) = \eta_1(t, z) l_k l_H I^{\alpha}(d) \bullet \mathbf{v}_k [W / m^2], \quad (21)$$

Promieniowanie rozproszone padające na dowolną powierzchnię

$$I_{kD}(t, \beta_k, z) = I_{sD}(t, z) R_k + I_{CH} R(1 - R_k), \quad (22)$$

Promieniowanie całkowite padające na dowolną powierzchnię

$$I_{Ck} = I_{kB}(t, z) + I_{kD}(t, z) \quad (23)$$

Stan całkowitego zachmurzenia

Promieniowanie rozproszone nieboskłonu i promieniowanie rozproszone na płaszczyznę poziomą jest

$$\begin{aligned} I_{sD}^c(t, z) &= I_{HD}^c(t, z) = Z^{\alpha}(t) I_H(\eta_2(t, z) + \eta_2(t, z)) \eta_4(t, z) \\ I_{sD}^c(t, z) &= I_{HD}^c(t, z) = (B(t, z) + D(t, z)) \eta_4(t, z), \\ \eta_4 &= c_r \frac{1}{g_c}. \end{aligned} \quad (24)$$

gdzie g_c – grubość chmur,

c_r – współczynnik proporcjonalności zależny od rodzaju chmur.

Promieniowanie całkowite padające na dowolną powierzchnię w stanie całkowitego zachmurzenia:

$$I_{kC}^c(t, z, \beta_k) = I_{sD}^c(t, z) \cdot R_k + I_{HD}^c R(1 - R_k), \quad (25)$$

stąd

$$I_{kC}^c(t, z, \beta_k) = (B(t, z) + D(t, z)) \eta_4(t, z) [R_k + R(1 - R_k)], \quad (26)$$

Model zachmurzenia rzeczywistego

Realny stan zachmurzenia jest określany przez współczynnik bezchmurności n_s i współczynnik zachmurzenia c_c . Udział tych stanów w realnym zachmurzeniu jest określany związkiem:

$$n_s(t) + c_c(t) = 1 \quad (27)$$

Średnie rozproszone, bezpośrednie i całkowite promieniowanie słoneczne na dowolną powierzchnię przy częściowym zachmurzeniu jest równe.

$$q_{kB} = n_s I_{kB}, \quad q_{kD} = n_s I_{kD}, \quad q_{kD}^c = c_c I_{kD}^c, \quad (28)$$

$$q_{kG} = n_s I_{kB} + n_s I_{kD} + c_c I_{kC}^c. \quad (29)$$

Podstawiając wartości na promieniowanie I_{kB} , I_{kD} , I_{kC}^c do wyrażenia (19) jest:

$$\begin{aligned} q_{kG} &= n_s I_k \cdot v_k + \\ &+ [B(t, z) + D(t, z)] [n_s + c_c \eta_4] R(1 - R_k) + \\ &+ [n_s D(t, z) + c_c \eta_4(t, z) [B(t, z) + D(t, z)]] R_k. \end{aligned} \quad (30)$$

Całkowite promieniowanie na płaszczyznę poziomą ($\beta = 0$) podczas częściowego zachmurzenia jest równe:

$$q_{HG}(t, z) = [n_s + c_c \eta_4(t, z)] [B(t, z) + D(t, z)]. \quad (31)$$

Gęstość promieniowania bezpośredniego q_{HB} i promieniowania rozproszonego q_{HD} padającego na płaszczyznę poziomą podczas częściowo zachmurzonego dnia jest równa:

$$q_{HB} = n_s B(t, z), \quad (32)$$

$$q_{HD} = n_s D(t, z) + c_c \eta_4(t, z) [B(t, z) + D(t, z)]. \quad (33)$$

Wyrażenia (32) i (33) były podstawą identyfikacji na płaszczyźnie poziomej w dwóch stanach pogody : bezchmurnej i zachmurzenia średniego.

3. Identyfikacja modelu

3.1. Dane i parametry przyjęte do identyfikacji modelu

Powyżej opisany model promieniowania na dowolną płaszczyznę może być odniesiony do dowolnej lokalizacji na Ziemi. Jego zastosowanie jest poprzedzone identyfikacją opartą na wynikach analizy statystycznej danych pogodowych uzyskanych z pomiarów na 10 polskich stacjach meteorologicznych.

Listę stacji aktynometrycznych z okresu 1986-1995 przyjętych do identyfikacji modelu promieniowania słonecznego przedstawiono w tabelicy 1.

Tablica 1. Wykaz stacji aktynometrycznych z okresu 1986-1995 przyjętych do identyfikacji modelu promieniowania słonecznego

Nr	Kod WMO	Stacja	Kod	Położenie geograficzne		
				Szerokość $\varphi(N)$	Długość $\lambda(E)$	Wysokość Hs.npm
1	145	Gdynia	GDY	54.31	18.33	22
2	100	Kołobrzeg	KLB	54.11	15.35	16
3	195	Suwałki	SUW	54.06	22.57	193
4	280	Mikołajki	MIK	53.47	21.35	140
5	230	Piła	PIL	53.08	16.45	72
6	375	Warszawa	WAR	52.16	20.59	130
7		Radzyń	RAD	51.53	16.02	60
8	491	Puławy	PUL	51.25	21.57	147
9	469	Sulejów	SUL	51.21	19.52	188
10	625	Zakopane	ZAK	49.18	19.57	857

Do identyfikacji założono jako stałe następujące współczynniki: P_i , $i=1,\dots,6$, A_n , $n=1,\dots,4$, $c_s(j)$, $\eta_4(j)$, $j=1,\dots,12$. Współczynniki P_i , A_n , zostały zidentyfikowane w stanie czystego nieba, (stan nieba bezchmurnego) metodą najmniejszego odchylenia kwadratowego pomiędzy wartościami teoretycznymi średniej dziennej promieniowania (bezpośredniego i rozproszonego) wziętymi z opracowanego modelu matematycznego oraz wynikami opracowań statystycznych danych pomiarów z lat 1986-1995 na stacjach wymienionych w tabelicy 1. Wykorzystane dane w identyfikacji współczynników P_i , $i=1,\dots,6$, A_n , $n=1,\dots,4$ pochodzące z opracowań statystycznych przekazanych przez IMiGW i są przedstawiono w tablicach 3 i 4. Współczynniki $c_s(j)$, $\eta_4(j)$, $j=1,\dots,12$ zostały obliczone poprzez identyfikację w stanie średniego zachmurzenia wartości teoretycznych promieniowania obliczonych przy użyciu programów w Pascalu wykonanych na podstawie opracowanego modelu matematycznego z uśrednionymi wynikami opracowań statystycznych ze wszystkich dni w

miesiącu z pomiarów z lat 1986-1995 dla 10-ciu stacji wymienionych w tablicy 1. Dane wykorzystane w identyfikacji współczynników $c_j(j)$, $\eta_4(j)$, $j=1, \dots, 12$ zestawiono w tablicy 5.

3.2. Podstawowe równania, kryteria i obliczenie parametrów identyfikacji modelu promieniowania

3.2.1. Podstawowe równania identyfikacji

Gęstość promieniowania bezpośredniego q_{HB} i rozproszonego q_{HD} padającego na płaszczyznę poziomą ($\beta=0$) w dniu częściowo zachmurzonym wyrażają się wzorami:

$$q_{HB} = n_s B(t, z), \quad (32)$$

$$q_{HD} = n_s D(t, z) + c_j \eta_4(t, z) [B(t, z) + D(t, z)]. \quad (33)$$

Zależności (32-33) wyznaczono ze skonstruowanego modelu matematycznego promieniowania na dowolną powierzchnię. Wyrażają one gęstość promieniowania bezpośredniego i rozproszonego padającego na powierzchnię poziomą w każdej chwili czasu t w dowolnym stanie zachmurzenia. Idea identyfikacji wyraża się w tym, by wielkości określone z modelu były możliwie najbardziej zbliżone do wielkościami otrzymanych z pomiarów w reprezentatywnych stanach pogody. Ponieważ model teoretyczny jest wyposażony w skończoną liczbę parametrów (dokładnie 34), tylko wielkości średnie z dwóch stanów pogody są tu identyfikowane z danymi doświadczalnymi. Wielkościami które tu obrano do identyfikacji są średnie dzienne promieniowania bezpośredniego i rozproszonego w dwóch stanach pogody: bezchmurnego i o średnich warunkach zachmurzenia nieba.

3.2.2. Kryteria identyfikacji w stanie bezchmurnego i średniego zachmurzenia nieba

Jako kryterium identyfikacji modelu w stanie czystego nieba przyjęto minimum sumy z dwunastu miesięcy bezwzględnych wartości różnic ze średnich w miesiącu wielkości dziennych promieniowania obliczonych z modelu teoretycznego i otrzymanych z uśrednienia w opracowaniu statystycznym danych pomiarów (IMiGW) z lat 1986-1995, z dni pogodnych.

Jako kryterium identyfikacji modelu w stanie średniego zachmurzenia z dziesięciu lat przyjęto równość średnich w miesiącu wartości dziennych promieniowania obliczonych z modelu teoretycznego i otrzymanych z uśrednienia w opracowaniu statystycznym danych pomiarów (IMiGW) z lat 1986-95, ze wszystkich dni w miesiącu.

Zakładając, że lewe strony w równaniach identyfikacji (32-33) pochodzą z opracowań statystycznych wyników danych pomiaru a prawe z modelu teoretycznego otrzymano równania identyfikacji w stanie czystego i średniego zachmurzenia nieba.

3.2.3. Równania i obliczenie parametrów identyfikacji s stanie czystego i średniego zachmurzenia nieba

a) Stan czystego nieba

Niebo bezchmurne jest określone przez współczynniki: zachmurzenia $c_c = 0$, i słoneczności $n_c = 1$. Podstawiając te współczynniki do równań (32-33) jest: $q_{HB} \approx B(t)$, $q_{HD} \approx D(t)$.

Całkując wartość gęstości strumienia promieniowania na powierzchnie poziomą (7-8) według wzoru (37) od wschodu do zachodu słońca przy ustalonych parametrach P_i , $i=1, \dots, 6$, A_n , $n=1, \dots, 4$ otrzymano jego dzienne sumy promieniowania.

Sumując wartości dzienne w miesiącu i dzieląc je przez liczbę dni określono średnie promieniowanie w miesiącu. W wyniku takiego postępowania otrzymano z modelu po 12 wielkości $B(j)$, $D(j)$, $j=1, 2, \dots, 12$ dla każdego ustalonego P_i , $i=1, \dots, 6$, A_n , $n=1, \dots, 4$.

Podobnie uśredniono w wykonanym opracowaniu statystycznym dane pomiarowe (IMiGW) z lat 1986-1995 z dni pogodnych otrzymując również 24 wartości w odniesieniu do tych samych wielkości. Wielkości otrzymane z opracowań statystycznych oznaczono tu przez $\bar{B}(j)$, $\bar{D}(j)$, $j=1, 2, \dots, 24$. Wartości $\bar{B}(j)$, $\bar{D}(j)$ zestawiono w tablicach (tab.3, tab.4)

Parametry P_i , $i=1, \dots, 6$, A_n , $n=1, \dots, 4$, zostały wyznaczone z warunku, że suma różnic kwadratów z kolejnych miesięcy przyjmuje wartości minimalne.

$$\text{norma}B = \min \left\{ \frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} \sqrt{(\bar{B}(j) - B(j, P))^2} \right\} \quad (34)$$

$$P_i \in C_i \quad j = 1, \dots, 12, \quad i = 1, \dots, 6.$$

$$\text{norma}D = \min \left\{ \frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} \sqrt{(\bar{D}(j) - D(j, A))^2} \right\} \quad (35)$$

$$A_i \in a_i \quad j = 1, \dots, 12, \quad i = 1, \dots, 4.$$

gdzie

$$B(j) = \frac{1}{d_2} \sum_1^{d_2} B(d), \quad D(j) = \frac{1}{d_2} \sum_1^{d_2} D(d). \quad (36)$$

d - kolejny dzień miesiąca, d_2 - liczba dni w miesiącu,

$$B(d) = \int_{t_c}^{t_s} B(\tau, z) d\tau, \quad D(d) = \int_{t_c}^{t_s} D(\tau, z) d\tau. \quad (37)$$

t_w, t_z , - czas wschodu i zachodu słońca w dniu d.

Z obliczeń wykonanych dla danych zestawionych w tab 3-4 otrzymano wartości współczynników funkcji zanieczyszczenia atmosfery $P_i, i=1, \dots, 6$ i transmitancji promieniowania rozproszonego $A_i, i=1, \dots, 4$. Wartości te zestawiono w tablicy 2.

Tablica 2. Zidentyfikowane wartości współczynników funkcji zanieczyszczenia atmosfery i transmitancji promieniowania rozproszonego

Lp.	Stacja	P_m	P_m	P_m	P_m	P_5	P_6	A_1	A_2	A_3	A_4
1	Gdynia	2.89	0.98	-0.09	0.08	0.23	-0.23	0.402	0.431	-0.012	0.002
2	Kołobrzeg	3.54	0.37	0.24	0.02	0.34	0.04	0.375	0.408	0.001	0.002
3	Suwałki	3.69	1.18	0.26	0,07	0.15	0.42	0.355	0.416	-0.007	0.007
4	Mikołajki	3.53	0.82	0.27	0.15	0.02	0.13	0.359	0.416	0.000	-0.001
5	Piła	3.71	0.49	0.11	0.02	0,00	0.20	0.360	0.407	0.044	-0.015
6	Warszawa	4.28	0,81	0,25	0,21	0,01	0,06	0,383	0,413	-0,011	0,069
7	Radzyń	3.56	0.74	0.07	0.20	0.46	-0.06	0.397	0.413	-0.012	0.069
8	Puławy	3.86	1.01	-0.24	0.10	0.30	0.16	0.395	0.414	-0.013	0.069
9	Sulejów	4.05	0.97	0.49	0.03	0.37	0.57	0.391	0.414	-0.020	0.000
10	Zakopane	3.79	0.53	0.11	0.08	0.00	0.13	0.321	0.407	0.004	0.128

Tablica 3. Średnie dzienne w miesiącu z dni bezchmurnych, bezpośredniego promieniowania na płaszczyznę poziomą $\bar{B}(j)$ otrzymane z analizy statystycznej danych pomiarowych z okresu 1986-1995 oraz wartości tych wielkości $B(j)$ ze zweryfikowanego modelu [MJ/m^2].

M.	Gdynia		Kołobrzeg		Suwałki		Mikołajki	
	pomiar $\bar{B}(j)$	z modelu $B(j)$	pomiar $\bar{B}(j)$	z modelu $B(j)$	pomiar $\bar{B}(j)$	z modelu $B(j)$	pomiar $\bar{B}(j)$	z modelu $B(j)$
I	3.255	3.202	2.312	2.307	2.237	2.712	2.798	2.791
II	5.587	6.625	5.172	4.679	5.410	4.966	5.548	5.532
III	12.445	11.678	9.085	9.078	9.235	9.239	10.068	10.063
IV	16.058	16.613	14.893	14.901	14.638	14.830	15.368	15.373
V	21.229	20.382	21.501	20.417	19.829	19.712	21.433	20.284
VI	22.107	22.690	23.619	23.623	20766	21.623	22.057	23.082
VII	22.569	22.527	22.988	22.842	20.354	19.564	21.919	21.564
VIII	18.740	19.179	18.087	18.240	14.863	15.091	16.511	16.509
IX	13.645	13.642	12.262	12.038	10.497	10.485	10.793	11.013
X	7.813	7.810	6.363	6.491	6.655	6.598	6.949	6.508
XI	3.499	3.706	3.601	3.013	3.698	3.734	3.822	3.409
XII	2.181	2.224	1.624	1.762	2.347	2.344	1.875	2.121

Tablica 3. Ciąg dalszy

M.	Piła		Warszawa		Radzyń		Puławy	
	pomiar $\bar{B}(j)$	z modelu $B(j)$	pomiar $\bar{B}(j)$	z modelu $B(j)$	pomiar $\bar{B}(j)$	z modelu $B(j)$	pomiar $\bar{B}(j)$	z modelu $B(j)$
I	2.372	2.510	2.618	2.621	3.403	3.134	3.080	3.007
II	5.559	5.070	5.290	5.273	5.845	6.044	5.829	5.847
III	9.166	9.881	8.508	9.450	10.535	10.474	10.695	10.668
IV	16.007	16.012	14.181	14.030	14.797	15.069	15.178	15.716
V	21.092	21.078	18.295	18.298	20.661	19.298	19.659	19.143
VI	22.654	23.068	21.017	21.019	20.600	22.429	19.573	20.395
VII	21.601	21.317	20.275	19.843	22.232	22.229	19.729	19.362
VIII	15.895	16.818	15.217	15.217	17.061	18.307	15.884	16.481
IX	11.901	11.395	9.579	10.177	13.071	13.074	12.561	12.556
X	6.297	6.483	6.521	6.052	9.126	8.073	8.854	8.112
XI	3.258	3.202	3.912	3.161	3.986	4.204	4.006	4.290
XII	1.624	1.762	2.260	1.958	1.996	2.491	2.496	2.496

Tablica 3. Ciąg dalszy

M.	Sulejów		Zakopane	
	pomiar $\bar{B}(j)$	z modelu $B(j)$	pomiar $\bar{B}(j)$	z modelu $B(j)$
I	3.189	3.184	3.787	3.726
II	5.359	4.964	6.617	6.616
III	8.727	8.731	11.390	11.393
IV	14.300	14.302	17.559	16.831
V	20.313	19.735	19.265	21.235
VI	20.928	22.100	24.503	23.238
VII	20.072	20.050	21.524	21.837
VIII	14.552	15.446	17.728	17.662
IX	11.266	10.850	11.891	12.591
X	7.258	7.160	8.623	7.880
XI	4.484	4.514	4.720	4.464
XII	2.422	3.092	2.663	3.019

Tablica 4. Średnie dzienne w miesiącu z dni bezchmurnych, rozproszonego promieniowania na płaszczyznę poziomą $\bar{D}(j)$ otrzymane z analizy statystycznej danych pomiarowych z okresu 1986-1995 oraz wartości tych samych wielkości $D(j)$ otrzymane ze zweryfikowanego modelu [MJ/m²].

M.	Gdynia		Kołobrzeg		Suwałki		Mikołajki	
	pomiar $\bar{D}(j)$	z modelu $D(j)$	pomiar $\bar{D}(j)$	z modelu $D(j)$	pomiar $\bar{D}(j)$	z modelu $D(j)$	pomiar $\bar{D}(j)$	z modelu $D(j)$
I	1.383	1.196	1.552	1.553	1.187	1.244	1.633	1.308
II	2.283	1.758	1.952	2.515	2.083	2.127	2.501	2.016
III	3.678	2.917	4.178	3.862	3.497	3.311	3.465	3.126
IV	5.363	4.676	6.125	5.125	4.548	4.408	4.884	4.367
V	5.210	6.179	5.700	5.793	5.101	5.118	4.795	5.077
VI	6.632	6.595	6.014	5.810	6.380	5.566	6.230	5.160
VII	5.264	5.921	5.278	5.442	5.390	5.777	4.777	5.142
VIII	4.676	4.680	4.811	4.814	5.289	5.286	4.892	4.883
IX	3.297	3.351	3.975	3.859	3.354	3.925	3.515	3.871
X	2.374	2.207	2.742	2.677	2.217	2.297	2.385	2.469
XI	1.607	1.419	1.619	1.679	1.329	1.208	1.616	1.447
XII	1.072	1.056	1.229	1.244	0.780	0.895	1.136	1.077

Tablica 4. Ciąg dalszy

M.	Piła		Warszawa		Radzyń		Puławy	
	pomiar $\bar{D}(j)$	z modelu $D(j)$	pomiar $\bar{D}(j)$	z modelu $D(j)$	pomiar $\bar{D}(j)$	z modelu $D(j)$	pomiar $\bar{D}(j)$	z modelu $D(j)$
I	1.662	1.626	1.935	1.904	2.211	1.897	2.223	2.032
II	2.301	2.491	2.775	2.826	2.936	2.799	2.902	2.946
III	3.952	3.623	4.347	4.316	4.302	4.301	4.263	4.265
IV	5.053	4.687	6.356	6.070	6.250	6.155	6.098	5.894
V	5.196	5.459	7.062	7.203	6.315	7.379	6.788	7.360
VI	5.921	5.919	7.420	7.417	7.378	7.474	8.161	8.116
VII	4.907	5.942	6.442	7.211	5.718	6.897	6.494	7.858
VIII	5.380	5.340	6.610	6.603	6.071	5.959	5.880	6.589
IX	3.548	4.166	4.857	5.194	4.627	4.513	4.725	4.719
X	2.737	2.803	3.129	3.414	3.233	2.948	3.439	2.992
XI	1.705	1.757	2.102	2.112	2.192	1.921	2.483	1.969
XII	1.335	1.335	1.604	1.621	1.569	1.582	1.706	1.665

Tablica 4. Ciąg dalszy

M.	Sulejów		Zakopane	
	pomiar $\bar{D}(j)$	z modelu $D(j)$	pomiar $\bar{D}(j)$	z modelu $D(j)$
I	2.020	1.900	1.566	1.627
II	2.893	3.185	2.239	2.242
III	4.493	4.792	3.413	3.103
IV	6.472	6.022	4.645	4.016
V	6.073	6.508	4.789	4.657
VI	7.929	6.746	4.240	4.910
VII	6.969	6.970	4.875	4.873
VIII	7.140	6.540	4.261	4.457
IX	4.861	5.078	3.386	3.582
X	2.924	3.166	2.205	2.519
XI	2.011	1.769	1.659	1.722
XII	1.894	1.364	1.405	1.407

Promieniowanie całkowite i rozproszone w dzień bezchmurny jest obliczane ze wzorów (2-4) przy założeniu $n_s=1$, $c_c=0$, a $B(t)$, $D(t)$ są wyznaczone ze wzorów (8-9) przyjmując w nich P_i , $i=1, \dots, 6$, A_{n_i} , $n_i=1, \dots, 4$, równe zidentyfikowanym uprzednio wartościom.

b) Stan średniego zachmurzenia

Średnimi warunkami zachmurzenia nazwano takie dla których wartości dziennego bezpośredniego i rozproszonego promieniowania są równe uśrednionym dla wszystkich dni w danym okresie.

Jako kryterium identyfikacji w tym stanie zachmurzenia przyjęto równość sum promieniowania bezpośredniego wziętego z modelu teoretycznego $q_{HB}(j)$, $q_{HD}(j)$, i z pomiarów $\bar{q}_{HB}(j)$, $\bar{q}_{HD}(j)$, $j=1, \dots, 12$

Zakładając, że $\bar{q}_{HB}(j)$, $\bar{q}_{HD}(j)$, $\bar{q}_{HG}(j)$ średnimi wartościami z pomiarów (tab.4) z równań (32-33) otrzymano wyrażenia na stałe wartości $n_s(j)$ i $\eta_4(j)$:

$$\eta_s(j) = \frac{\bar{q}_{HB}(j)}{B(j)}, \quad \eta_4(j) = \frac{B(j)\bar{q}_{HD}(j) - D(j)\bar{q}_{HB}(j)}{[B(j) - \bar{q}_{HB}(j)][B(j) + D(j)]}, \quad (38)$$

$$c_c(j) = 1 - \eta_s(j), \quad j = 1, \dots, 12.$$

Występujące we wzorach (38) wielkości $B(j)$ and $D(j)$ są obliczane z (37) w założeniu, że P_i ($i=1, \dots, 6$), i A_{n_i} ($n_i=1, \dots, 4$) zostały uprzednio zmodyfikowane. Przyjęcie w modelu parametrów $\eta_4(j)$, $c_c(j)$, $j=1, \dots, 12$. jako parametrów wolnych zapewnia spełnienie warunku identyczności

pomiędzy średnimi promieniowania bezpośredniego i rozproszonego teoretycznymi i wziętymi z analizy statystycznej danych pomiarowych..

Obliczone wartości $\eta_4(j)$ i $c_c(j)$ przedstawiono w tabelicy 6.

Tablica 5. Średnie dzienne ze wszystkich dni w miesiącu wartości promieniowani całkowitego q_{HG} i rozproszonego q_{HD} otrzymane z analizy statystycznej danych pomiarowych z okresu 1986-1995 [MJ/m^2]. Stan średniego zachmurzenia

M.	Gdynia		Kołobrzeg		Suwałki		Mikołajki	
	q_{HG}	q_{HD}	q_{HG}	q_{HD}	q_{HG}	q_{HD}	q_{HG}	q_{HD}
I	1.887	1.249	1.865	1.309	1.776	1.320	1.995	1.443
II	4.008	2.486	3.990	2.643	4.017	2.686	4.239	2.742
III	8.186	4.443	8.488	4.957	7.552	4.316	8.172	4.469
IV	13.580	6.422	14.024	7.202	11.785	5.772	12.778	5.908
V	19.774	7.253	20.450	7.808	18.160	7.350	18.930	7.121
VI	20.473	9.049	20.387	9.677	18.920	8.493	19.142	7.890
VII	20.287	8.247	20.578	8.903	18.650	7.801	19.916	7.575
VIII	15.957	6.817	16.398	7.812	14.780	6.763	15.364	6.526
IX	9.988	4.818	9.707	5.396	9.040	4.646	9.386	4.547
X	6.106	2.967	5.946	3.326	5.525	2.868	5.805	2.941
XI	2.386	1.524	2.383	1.651	2.092	1.390	2.300	1.543
XII	1.448	1.012	1.431	1.079	1.197	0.880	1.295	0.998

Tablica 5. Ciąg dalszy

M.	Piła		Warszawa		Radzyń		Puławy	
	q_{HG}	q_{HD}	q_{HG}	q_{HD}	q_{HG}	q_{HD}	q_{HG}	q_{HD}
I	1.982	1.371	2.219	1.612	2.406	1.726	2.464	1.767
II	4.253	2.762	4.480	2.989	4.690	3.148	4.566	3.019
III	8.494	4.774	8.484	5.091	8.746	5.340	8.504	5.070
IV	13.721	6.986	12.787	7.308	13.863	7.240	12.671	6.928
V	19.310	7.739	19.246	8.950	19.142	8.755	18.505	8.314
VI	18.892	8.984	19.614	10.345	18.507	9.855	19.519	9.672
VII	19.982	8.340	20.351	9.369	20.277	9.183	19.435	8.492
VIII	15.850	7.225	16.082	8.046	16.135	7.946	15.471	7.621
IX	9.788	5.192	9.876	5.631	10.540	5.968	9.904	5.538
X	6.364	3.208	6.425	3.458	6.943	3.711	6.755	3.606
XI	2.425	1.619	2.732	1.989	2.793	1.944	2.945	2.087
XII	1.392	1.026	1.651	1.244	1.678	1.268	1.851	1.365

Tablica 5. Ciąg dalszy

M.	Sulejów		Zakopane	
	q_{HG}	q_{HD}	q_{HG}	q_{HD}
I	2.709	1.856	3.534	1.999
II	5.076	3.306	6.458	3.467
III	9.192	5.415	9.729	5.233
IV	13.244	7.455	12.842	6.576
V	19.028	8.996	15.118	7.032
VI	19.699	10.202	15.418	7.732
VII	20.290	9.298	17.132	6.874
VIII	16.057	8.138	13.982	6.128
IX	10.347	5.631	10.033	4.611
X	7.022	3.557	7.478	3.052
XI	2.992	2.112	3.810	2.175
XII	1.966	1.464	2.420	1.558

Tablica 6. Wyniki obliczeń współczynników zachmurzenia c_c i korelacji pomiędzy zachmurzeniem i a promieniowaniem rozproszonym η_4

M.	Gdynia		Kołobrzeg		Suwałki		Mikołajki	
	c_c	η_4	c_c	η_4	c_c	η_4	c_c	η_4
I	0,801	0,287	0,759	0,319	0,832	0,338	0,802	0,360
II	0,770	0,322	0,712	0,375	0,732	0,408	0,729	0,399
III	0,679	0,354	0,611	0,437	0,650	0,387	0,632	0,398
IV	0,569	0,364	0,542	0,447	0,595	0,348	0,553	0,362
V	0,386	0,337	0,381	0,423	0,452	0,405	0,418	0,393
VI	0,497	0,394	0,547	0,438	0,518	0,413	0,513	0,371
VII	0,466	0,384	0,489	0,443	0,445	0,407	0,428	0,406
VIII	0,523	0,367	0,529	0,454	0,469	0,414	0,465	0,394
IX	0,621	0,336	0,642	0,393	0,581	0,359	0,561	0,341
X	0,598	0,347	0,596	0,411	0,597	0,366	0,560	0,369
XI	0,767	0,304	0,757	0,350	0,812	0,290	0,778	0,323
XII	0,804	0,305	0,800	0,345	0,865	0,271	0,860	0,308

Tablica 6. Ciąg dalszy

M.	Piła		Warszawa		Radzyń		Puławy	
	c_c	η_4	c_c	η_4	c_c	η_4	c_c	η_4
I	0,757	0,312	0,768	0,337	0,783	0,334	0,768	0,335
II	0,706	0,380	0,717	0,377	0,745	0,370	0,735	0,346
III	0,624	0,405	0,641	0,401	0,675	0,395	0,678	0,365
IV	0,579	0,418	0,609	0,403	0,560	0,381	0,635	0,348
V	0,451	0,397	0,437	0,439	0,462	0,388	0,468	0,355
VI	0,570	0,390	0,559	0,445	0,614	0,380	0,517	0,390
VII	0,454	0,412	0,447	0,445	0,501	0,393	0,435	0,342
VIII	0,487	0,416	0,472	0,443	0,553	0,394	0,524	0,371
IX	0,597	0,378	0,583	0,387	0,650	0,384	0,652	0,346
X	0,513	0,387	0,510	0,370	0,600	0,383	0,612	0,360
XI	0,748	0,317	0,765	0,370	0,798	0,318	0,800	0,338
XII	0,811	0,291	0,792	0,320	0,835	0,296	0,805	0,311

Tablica 6. Ciąg dalszy

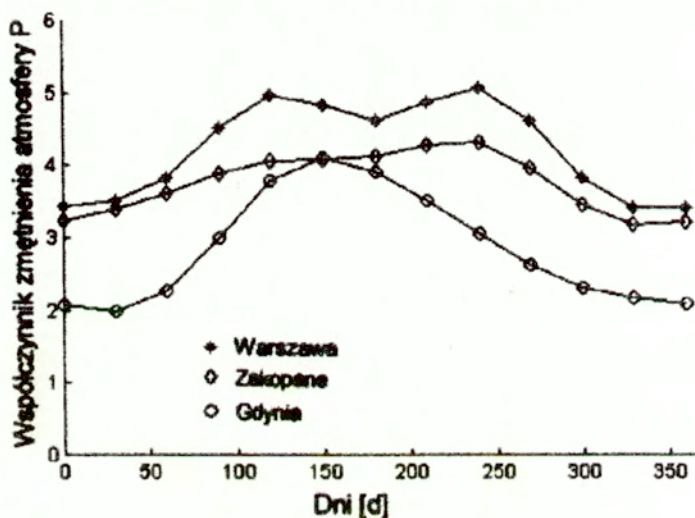
M.	Sulejów		Zakopane	
	c_c	η_4	c_c	η_4
I	0,732	0,362	0,588	0,422
II	0,643	0,414	0,548	0,505
III	0,567	0,436	0,605	0,457
IV	0,595	0,415	0,628	0,388
V	0,492	0,441	0,619	0,328
VI	0,570	0,444	0,669	0,324
VII	0,452	0,449	0,530	0,324
VIII	0,487	0,447	0,555	0,338
IX	0,565	0,380	0,569	0,333
X	0,516	0,380	0,438	0,359
XI	0,805	0,349	0,634	0,394
XII	0,838	0,333	0,715	0,366

3.4. Zanieczyszczenie (zmętnienie) atmosfery jako funkcja dnia roku

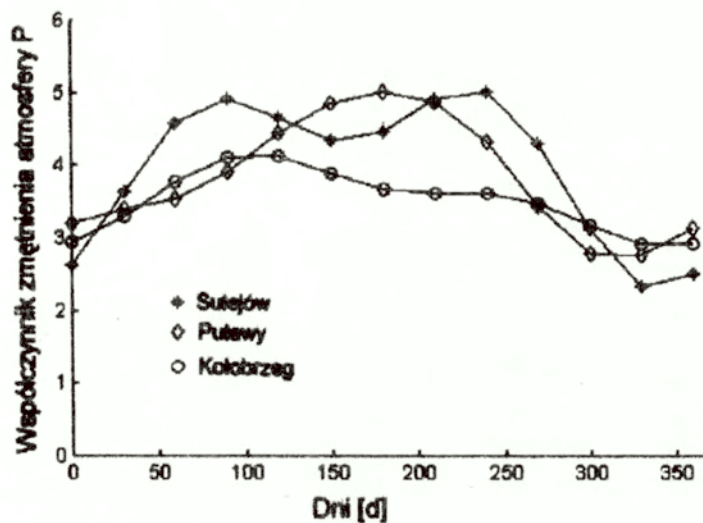
Zmętnienie atmosfery w identyfikacji jako funkcję dnia w roku przedstawiono w postaci:

$$P(d) = P_1 - P_2 \cdot \cos[w(d)] - P_3 \cdot \cos[2w(d)] + P_4 \cdot \cos[3w(d)] + P_5 \sin[w(d)] + P_6 \sin[2w(d)] \quad (14)$$

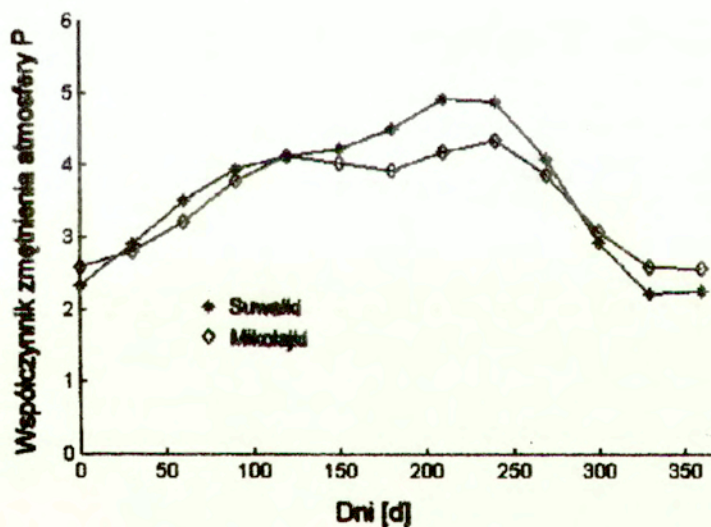
Po podstawieniu do (14) parametrów zestawionych w tabelicy 1 i wykonaniu wykresów otrzymano następujące zmienności pokazane dla poszczególnych stacji w Polsce.



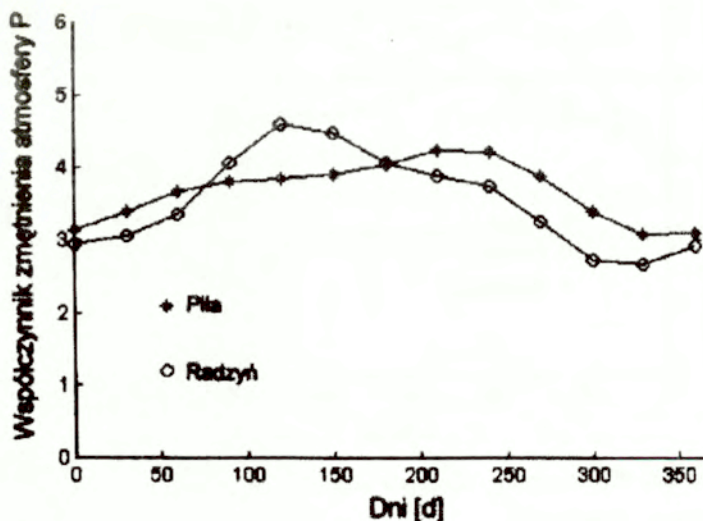
Rys.1. Zmienność współczynnika zmętnienia atmosfery w funkcji dnia roku dla stacji Gdynia, Warszawa i Zakopane.



Rys.2. Zmienność współczynnika zanieczyszczenia atmosfery w funkcji dnia roku dla stacji Kołobrzeg, Puławy i Sulejów.



Rys.3. Zmienność współczynnika zanieczyszczenia atmosfery w funkcji dnia roku dla stacji Mikołajki i Suwałki.



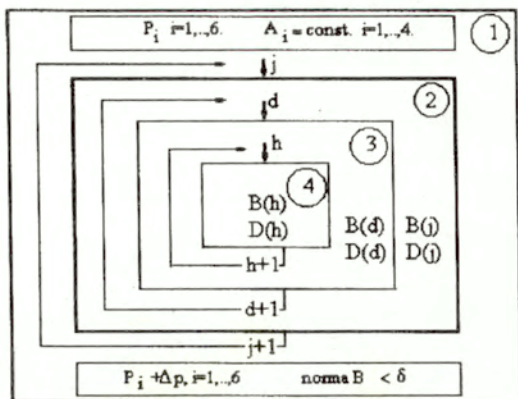
Rys.4. Zmienność współczynnika zmętnienia atmosfery w funkcji dnia roku dla stacji Piła i Radzyń.

Wartości funkcji zanieczyszczenia atmosfery są zmienne w czasie. Można je policzyć na podstawie tabeli 3. Szeregując miejscowości według zanieczyszczenia atmosfery od największego do najmniejszego mamy: Warszawa, Sulejów, Zakopane, Piła, Suwałki, Mikołajki, Kołobrzeg, Gdynia.

3.5. Opis programów w Pascalu identyfikacji współczynników modelu

3.5.1. Struktura programu optymalizacji współczynników P_i , $i=1, \dots, 6$.

Program optymalizacji współczynników P_i , $i=1, \dots, 6$ ma strukturę złożoną z czterech bloków. Bloki te przedstawiono na rysunku 5. Blok 1 jest głównym blokiem programu. W nim zwarty jest blok 2. Z kolei blok 2 zawiera w swoim wnętrzu blok 3. Blok 4 jest blokiem wewnętrznym bloku 3. Jest to więc struktura „pudełko w pudełku”.



Rys. 5. Schemat blokowy programu numerycznego w Pascalu optymalizacji współczynników $P_i, i=1, \dots, 6$.

Blok główny 1 programu zawiera następujące stałe:

M1 – ciśnienie barometryczne (1000),

J1 – stałą słoneczną (1360 W/m^2),

R – współczynnik refleksyjności gruntu (0,2),

f_i – szerokość geograficzną,

cch – współczynnik zachmurzenia (0),

$\bar{B}(j)$ - średnią dzienną wartość promieniowania bezpośredniego w dzień bezchmurny na powierzchnię poziomą w miesiącu j , 12 wartości wziętych z analizy statystycznej danych pogodowych z dni pogodnych z okresu 1986-1995 (opracowanie IMiGW),

$A_i (i=1, \dots, 4)$ – cztery współczynniki transmitancji promieniowania rozproszonego,

n_1 – krok czasowy obliczeń (1 godzina).

Blok 1 zawiera procedurę iteracji wsześciu współczynników zmgętnienia atmosfery $P_i, i=1, \dots, 6$. Procedurę iteracyjną optymalizacji P_i pokazano na rysunku 6. W procedurze optymalizacyjnej zdawane są parametry wejściowe. W wyniku iteracji otrzymywane są zmienne optymalne spełniające warunek przyjętej normy.

Norma procedury jest określona wzorem:

$$\text{norma} B = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} (|\bar{B}(j) - B(j)|).$$

Blok 1 zawiera zmienne deklarowane. Są nimi:

b – kąt nachylenia do poziomu płaszczyzny odbiornika promieniowania (0),

α - azymut płaszczyzny odbiornika promieniowania.

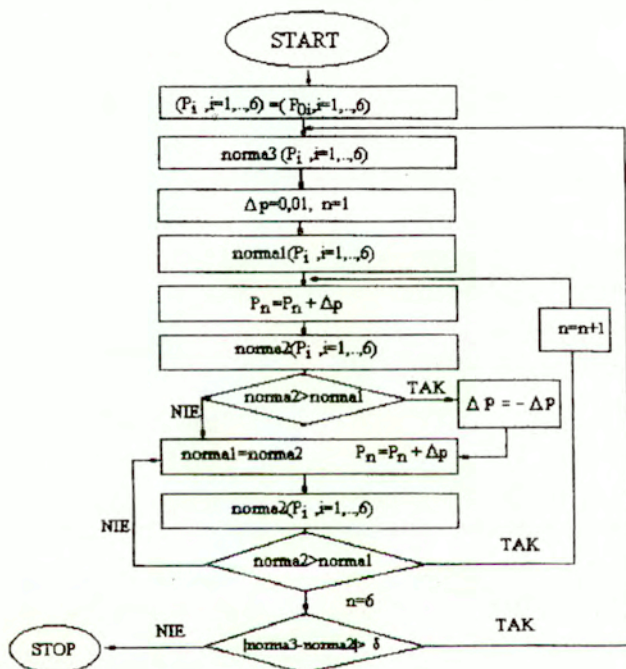
W bloku 2 występuje pętla deklarowania kolejnego miesiąca w roku. W pętli tej występuje procedura przypisania dla każdego miesiąca: liczby dni i średniego promieniowania bezpośredniego na powierzchnię poziomą oraz współczynnika zachmurzenia.

W bloku 3 są deklarowane funkcje kolejnego dnia d roku. Są to następujące funkcje:

D – przeliczania dni miesiąca na kolejne dni roku,

δ - kąta deklinacji Słońca,

f_2 – współczynnika uwzględniającego zmianę odległości Ziemi od Słońca,



Rys.6. Procedura iteracyjna optymalizacji P_i $i=1, \dots, 6$.

ω - współczynnika okresowości w funkcji zmiętnienia atmosfery,

P – funkcji zmiętnienia atmosfery,

J2 – wartości promieniowania w górnej warstwie atmosfery.

W bloku 4 są deklarowane funkcje czasu dziennego (godziny). Są to następujące funkcje:

Sh – wzniesienia Słońca,

H – funkcja cienia ziemi (Hewisaída),

HN – funkcja cienia płaszczyzny,

f4 – masa optyczna atmosfery,

k1 – współczynnik ekstynkcji idealnej,

f6 – wykładnik potęgowy współczynnika ekstynkcji atmosfery,

f1 – ekstynkcja atmosfery.

fñ2 – transmitancja promieniowania rozproszonego (iu i Jordana),

aa(i=1,...,3) – trzy składowe funkcje położenia Słońca,

gam – kąt padania Słońca,

aa(i=1,...,3) – trzy składowe wektora jednostkowego normalnego do płaszczyzny padania,

ZZ,XX,YY – trzy składowe wektora promieniowania bezpośredniego w dzień bezchmurny,

BB – moc gęstości promieniowania bezpośredniego na płaszczyznę poziomą,

DD – moc gęstości promieniowania rozproszonego na płaszczyznę poziomą.

W wyniku sumowania mocy w czasie godziny jest obliczane promieniowanie w określonych godzinach:

ZZ1,XX1,YY1 – trzy składowe wektora sum godzinowych promieniowania bezpośredniego w dzień bezchmurny,

BB1 – sumy godzinowe promieniowania bezpośredniego na płaszczyznę poziomą,

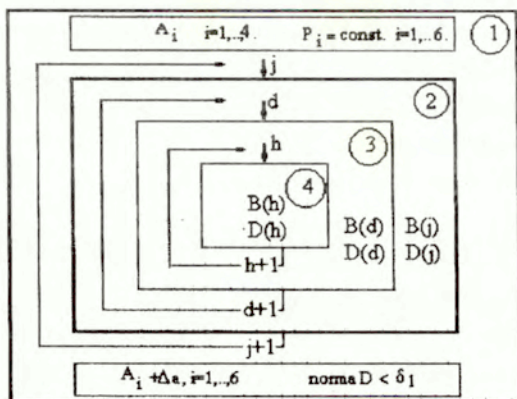
DD1 – sumy godzinowe promieniowania rozproszonego na płaszczyznę poziomą,

ZZM,XXM,YYM, BBM,DDM, - wartości godzinowe uśrednione odnośnie wszystkich powyżej wymienionych wielkości, otrzymywane przez sumowanie wartości godzinowych w miesiącu i dzielenie ich przez liczbę dni,

ZZCC,XXCC,YYCC,BBCC,DDCC, - średnie wartości dzienne, otrzymywane przez sumowanie średnich wartości godzinowych w miesiącu. Te ostatnie wielkości są wykorzystywane w aproksymacji.

3.5.2. Struktura programu optymalizacji współczynników A_i , $i=1,...,4$.

Struktura optymalizacji współczynników A_i (rys.7) składa się również z czterech bloków.



Rys. 7. Schemat blokowy programu numerycznego w Pascalu optymalizacji A_i ($i=1, \dots, 4$) Parametry w programach optymalizacji A_i (schemat blokowy według rysunku 7) i P_i (schemat blokowy według rysunku 5) albo są takie same albo zmieniają się według relacji:

Blok 1.

$$\begin{aligned} \bar{B}(j) &\Rightarrow \bar{D}(j), A_i(i=1, \dots, 4) \Rightarrow P_i(i=1, \dots, 6), P_i(i=1, \dots, 6) \Rightarrow A_i(i=1, \dots, 4), p \Rightarrow a, \\ \text{Procedura } P_i(i=1, \dots, 6) &\Rightarrow \text{Procedura } A_i(i=1, \dots, 4), \\ \text{Norma } B &\Rightarrow \text{Norma } D \end{aligned}$$

gdzie

$$\text{norma } D = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} (|\bar{D}(j) - D(j)|).$$

$\bar{D}(j)$ - średnią dzienną wartość promieniowania rozproszonego w dzień bezchmurny na powierzchnię poziomą w miesiącu j , 12 wartości wziętych z analizy statystycznej danych pogodowych z dni pogodnych z okresu 1986-1995 (opracowanie IMiGW).

Bloki programu 2, 3, 4 w optymalizacji współczynników A_i ($i=1, \dots, 4$) są takie same jak w programie optymalizacji P_i ($i=1, \dots, 6$).

3.5.3. Proces optymalizacji współczynników P_i ($i=1, \dots, 6$) i A_i ($i=1, \dots, 4$)

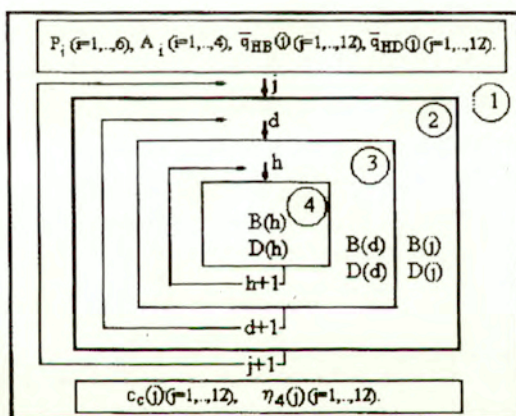
W programie optymalizacji współczynników P_i ($i=1, \dots, 6$) iteracja odbywa się przy ustalonych wartościach współczynników A_i ($i=1, \dots, 4$) do momentu, kiedy

$NormaB(P_i(i=1,..,6)) \leq \delta$. Następnie wartości P_i są wczytywane do programu optymalizacji współczynników $A_i (i=1,..,4)$.

W programie optymalizacji współczynników $A_i (i=1,..,4)$, współczynniki $P_i (i=1,..,6)$ są przyjmowane jako stałe, natomiast współczynniki $A_i (i=1,..,4)$ są iterowane do momentu dopóki ich norma $NormaD(A_i(i=1,..,6)) \leq \delta_1$. W momencie kiedy stwierdzamy że $NormaD(A_i(i=1,..,6)) \leq \delta_1$, współczynniki A_i są przekazywane do programu optymalizacji współczynników P_i . Proces jest powtarzany dopóki obydwie normy B i D nie ulegają zmniejszeniu. Wartości $P_i (i=1,..,6)$ i $A_i (i=1,..,4)$ dla których normy $B(P_i(i=1,..,6))$, $D(A_i(i=1,..,4))$, są najmniejsze są rozwiązaniami zadania optymalizacji wartości tych współczynników.

3.5.4. Struktura programu obliczenia współczynników $c_c(j) (j=1,..,12)$ i $\eta_4(j) (j=1,..,12)$

Struktura programów identyfikacji współczynników $c_c(j) (j=1,..,12)$ i $\eta_4(j) (j=1,..,12)$ składa się również z czterech bloków (rys.8).



Rys. 8. Schemat blokowy programu numerycznego w Pascalu identyfikacji współczynników $c_c(j) (j=1,..,12)$ i $\eta_4(j) (j=1,..,12)$

Bloki pokazane na schemacie zawierają wszystkie elementy modelu przedstawione w opisach optymalizacji współczynników $P_i (i=1,..,6)$ i $A_i (i=1,..,4)$. W bloku głównym 1 programu występują jako stałe następujące wielkości:

$\bar{q}_{HB}(j)$ - średnią dzienną wartość promieniowania bezpośredniego na powierzchnię poziomą w miesiącu j , 12 wartości wziętych z analizy statystycznej danych pogodowych ze wszystkich dni z okresu 1986-1995 (opracowanie IMiGW).

$\bar{q}_{HD}(j)$ - średnią dzienną wartość promieniowania rozproszonego na powierzchnię poziomą w miesiącu j , 12 wartości wziętych z analizy statystycznej danych pogodowych ze wszystkich dni z okresu 1986-1995 (opracowanie IMiGW).

$P_i (i = 1, \dots, 6)$ - wartości współczynników zmiętnienia atmosfery, wzięte z obliczeń identyfikacji modelu,

$A_i (i = 1, \dots, 4)$ - wartości współczynników transmitancji promieniowania rozproszonego w dzień bezchmurny (zależność Liu Jordan), wzięte z obliczeń identyfikacji modelu.

Wszystkie pozostałe wielkości w programie są takie same jak w programach poprzednich.

Jako wynik obliczeń programu otrzymano wielkości:

$c_c(j)$ - średnia wartość zachmurzenia w miesiącu j ,

$\eta_n(j)$ - średnia wartość współczynnika "intensywności" zachmurzenia w dzień całkowicie zachmurzony.

Po identyfikacji parametrów model umożliwia obliczenie gęstości promieniowania słonecznego na nachyloną płaszczyznę, w każdym czasie, w dowolnym stanie zachmurzenia. Model umożliwia również obliczenie wartości godzinowych i sum promieniowania z okresu dłuższego: dnia, dekady, miesiąca, czy sezonu grzewczego.

4. Przykłady wyników obliczeń wartości godzinowych i dziennych promieniowania dla 10-ciu stacji aktynometrycznych w Polsce

4.1. Program w języku Pascal do określenia gęstości promieniowania słonecznego na nachyloną płaszczyznę, w dowolnym stanie zachmurzenia.

W wyniku identyfikacji współczynników dla 10-ciu stacji aktynometrycznych w Polsce otrzymano model promieniowania służący do wyznaczenia wartości promieniowania na dowolną płaszczyznę w tych miejscowościach.

Opracowano program komputerowy w języku Pascal do określenia gęstości promieniowania słonecznego na nachyloną płaszczyznę, w każdym czasie, w dowolnym stanie zachmurzenia. Model zawiera następujące opcje: promieniowanie extraterrestrialne, promieniowanie w danym dniu roku, sumy promieniowania w ustalonym okresie roku na dowolną płaszczyznę na Ziemi.

4.2. Zakres obliczeń

Wartości godzinowe i dzienne promieniowania słonecznego obliczono w 10-ciu miejscowościach dla dwóch płaszczyzn pionowej i poziomej w dwóch stanów pogody: czystego nieba i średniego zachmurzenia z 10-ciu lat. Są to miejscowości: Gdynia, Kołobrzeg, Suwałki, Mikołajki, Piła, Warszawa, Radzyń, Puławy, Sulejów i Zakopane.

Obliczenia wykonano dla tych samych dziesięciu miejscowości dla których model podlegał modyfikacji. Zestawiono w niniejszym opracowaniu wartości sum godzinnych i dziennych promieniowania bezpośredniego rozproszonego oraz sumy dzienne promieniowania całkowitego. Opracowanym programem komputerowym można określić promieniowanie na dowolnie nachyloną płaszczyznę. Płaszczyzny poziomą i pionową obrano dlatego, że te dwie płaszczyzny najczęściej występują w budownictwie i w heliotechnice.

4.3. Wartości dzienne i godzinowe promieniowania na **płaszczyznę poziomą**

4.3.1. Wartości godzinowe i dzienne promieniowania bezpośredniego w stanie czystego nieba

Tablica 7. Gdynia, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{BHB} (MJ/m^2), $c_c = 0$

Miesiące												
godzina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.004	0.002					
5				0.001	0.035	0.094	0.071	0.009				
6			0.001	0.061	0.239	0.373	0.338	0.140	0.009			
7		0.001	0.071	0.340	0.626	0.792	0.763	0.504	0.156	0.007		
8	0.001	0.065	0.380	0.789	1.095	1.266	1.249	0.988	0.543	0.133	0.005	
9	0.070	0.348	0.830	1.268	1.562	1.727	1.722	1.476	1.012	0.470	0.109	0.021
10	0.303	0.716	1.253	1.689	1.964	2.121	2.126	1.898	1.436	0.849	0.368	0.183
11	0.544	1.011	1.569	1.998	2.258	2.408	2.419	2.206	1.750	1.144	0.616	0.391
12	0.683	1.171	1.736	2.161	2.413	2.558	2.573	2.367	1.915	1.303	0.756	0.517
13	0.683	1.171	1.736	2.161	2.413	2.558	2.573	2.367	1.915	1.303	0.756	0.517
14	0.544	1.011	1.569	1.998	2.258	2.408	2.419	2.206	1.750	1.144	0.616	0.391
15	0.303	0.716	1.253	1.689	1.964	2.121	2.126	1.898	1.436	0.849	0.368	0.183
16	0.070	0.348	0.830	1.268	1.562	1.727	1.722	1.476	1.012	0.470	0.109	0.021
17	0.001	0.065	0.380	0.789	1.095	1.266	1.249	0.988	0.543	0.133	0.005	
18		0.001	0.071	0.340	0.626	0.792	0.763	0.504	0.156	0.007		
19			0.001	0.061	0.239	0.373	0.338	0.140	0.009			
20				0.001	0.035	0.094	0.071	0.009				
21						0.004	0.002					
dzieni	3.202	6.625	11.678	16.613	20.382	22.690	22.527	19.179	13.642	7.810	3.706	2.224

Tablica 8. Kołobrzeg, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{bHB} (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.005	0.002					
5				0.001	0.034	0.101	0.071	0.007				
6			0.001	0.046	0.236	0.398	0.342	0.122	0.006			
7			0.039	0.276	0.623	0.835	0.774	0.458	0.118	0.004		
8		0.032	0.250	0.677	1.094	1.325	1.267	0.922	0.446	0.093	0.003	
9	0.041	0.210	0.609	1.124	1.564	1.799	1.747	1.399	0.874	0.365	0.079	0.015
10	0.203	0.490	0.974	1.525	1.970	2.203	2.156	1.814	1.272	0.698	0.289	0.136
11	0.396	0.735	1.257	1.823	2.266	2.496	2.453	2.118	1.572	0.969	0.505	0.310
12	0.513	0.872	1.409	1.980	2.421	2.649	2.609	2.279	1.731	1.116	0.631	0.419
13	0.513	0.872	1.409	1.980	2.421	2.649	2.609	2.279	1.731	1.116	0.631	0.419
14	0.396	0.735	1.257	1.823	2.266	2.496	2.453	2.118	1.572	0.969	0.505	0.310
15	0.203	0.490	0.974	1.525	1.970	2.203	2.156	1.814	1.272	0.698	0.289	0.136
16	0.041	0.210	0.609	1.124	1.564	1.799	1.747	1.399	0.874	0.365	0.079	0.015
17		0.032	0.250	0.677	1.094	1.325	1.267	0.922	0.446	0.093	0.003	
18			0.039	0.276	0.623	0.835	0.774	0.458	0.118	0.004		
19			0.001	0.046	0.236	0.398	0.342	0.122	0.006			
20				0.001	0.034	0.101	0.071	0.007				
21						0.005	0.002					
dzień	2.307	4.679	9.078	14.901	20.417	23.623	22.842	18.240	12.031	6.491	3.013	1.762

Tablica 9. Suwałki, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{bHB} (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.003	0.001					
5				0.001	0.029	0.076	0.043	0.003				
6			0.001	0.044	0.216	0.331	0.245	0.074	0.003			
7			0.041	0.272	0.587	0.731	0.609	0.327	0.084	0.004		
8	0.001	0.035	0.257	0.672	1.047	1.193	1.050	0.717	0.358	0.092	0.004	
9	0.053	0.229	0.622	1.118	1.509	1.647	1.492	1.142	0.742	0.371	0.110	0.026
10	0.247	0.523	0.991	1.519	1.909	2.037	1.877	1.522	1.113	0.711	0.371	0.197
11	0.464	0.777	1.277	1.816	2.202	2.322	2.158	1.805	1.395	0.986	0.620	0.410
12	0.592	0.918	1.431	1.974	2.356	2.471	2.306	1.955	1.547	1.135	0.761	0.539
13	0.592	0.918	1.431	1.974	2.356	2.471	2.306	1.955	1.547	1.135	0.761	0.539
14	0.464	0.777	1.277	1.816	2.202	2.322	2.158	1.805	1.395	0.986	0.620	0.410
15	0.247	0.523	0.991	1.519	1.909	2.037	1.877	1.522	1.113	0.711	0.371	0.197
16	0.053	0.229	0.622	1.118	1.509	1.647	1.492	1.142	0.742	0.371	0.110	0.026
17	0.001	0.035	0.257	0.672	1.047	1.193	1.050	0.717	0.358	0.092	0.004	
18			0.041	0.272	0.587	0.731	0.609	0.327	0.084	0.004		
19			0.001	0.044	0.216	0.331	0.245	0.074	0.003			
20				0.001	0.029	0.076	0.043	0.003				
21						0.003	0.001					
dzień	2.712	4.966	9.239	14.830	19.712	21.623	19.564	15.091	10.485	6.598	3.734	2.344

Tablica 10. Mikolajki, płaszczyna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{BFB} (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.003	0.001					
5				0.001	0.031	0.089	0.056	0.004				
6			0.001	0.047	0.226	0.372	0.296	0.091	0.004			
7			0.048	0.287	0.610	0.801	0.703	0.380	0.093	0.004		
8	0.001	0.045	0.294	0.703	1.082	1.287	1.179	0.806	0.385	0.091	0.004	
9	0.058	0.268	0.689	1.162	1.554	1.759	1.649	1.257	0.786	0.365	0.097	0.023
10	0.257	0.589	1.080	1.573	1.962	2.163	2.052	1.657	1.168	0.701	0.334	0.174
11	0.476	0.858	1.379	1.877	2.260	2.456	2.346	1.952	1.458	0.973	0.568	0.371
12	0.604	1.006	1.539	2.038	2.417	2.610	2.500	2.108	1.613	1.121	0.703	0.492
13	0.604	1.006	1.539	2.038	2.417	2.610	2.500	2.108	1.613	1.121	0.703	0.492
14	0.476	0.858	1.379	1.877	2.260	2.456	2.346	1.952	1.458	0.973	0.568	0.371
15	0.257	0.589	1.080	1.573	1.962	2.163	2.052	1.657	1.168	0.701	0.334	0.174
16	0.058	0.268	0.689	1.162	1.554	1.759	1.649	1.257	0.786	0.365	0.097	0.023
17	0.001	0.045	0.294	0.703	1.082	1.287	1.179	0.806	0.385	0.091	0.004	
18		0.048	0.287	0.610	0.801	0.703	0.380	0.093	0.004			
19		0.001	0.047	0.226	0.372	0.296	0.091	0.004				
20			0.001	0.031	0.089	0.056	0.004					
21					0.003	0.001						
dzień	2.791	5.532	10.063	15.373	20.284	23.082	21.564	16.509	11.013	6.508	3.409	2.121

Tablica 11. Pila, płaszczyna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{BFB} (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.003	0.001					
5				0.001	0.030	0.080	0.048	0.004				
6			0.001	0.050	0.235	0.358	0.277	0.089	0.004			
7			0.046	0.303	0.638	0.790	0.680	0.383	0.098	0.004		
8	0.001	0.038	0.284	0.738	1.129	1.281	1.158	0.819	0.402	0.091	0.004	
9	0.050	0.237	0.672	1.213	1.617	1.760	1.631	1.281	0.815	0.363	0.089	0.022
10	0.227	0.535	1.060	1.637	2.038	2.170	2.038	1.690	1.208	0.697	0.311	0.157
11	0.428	0.791	1.359	1.949	2.345	2.468	2.335	1.991	1.505	0.969	0.534	0.339
12	0.549	0.934	1.519	2.115	2.506	2.624	2.491	2.151	1.664	1.118	0.663	0.453
13	0.549	0.934	1.519	2.115	2.506	2.624	2.491	2.151	1.664	1.118	0.663	0.453
14	0.428	0.791	1.359	1.949	2.345	2.468	2.335	1.991	1.505	0.969	0.534	0.339
15	0.227	0.535	1.060	1.637	2.038	2.170	2.038	1.690	1.208	0.697	0.311	0.157
16	0.050	0.237	0.672	1.213	1.617	1.760	1.631	1.281	0.815	0.363	0.089	0.022
17	0.001	0.038	0.284	0.738	1.129	1.281	1.158	0.819	0.402	0.091	0.004	
18		0.046	0.303	0.638	0.790	0.680	0.383	0.098	0.004			
19		0.001	0.050	0.235	0.358	0.277	0.089	0.004				
20			0.001	0.030	0.080	0.048	0.004					
21					0.003	0.001						
dzień	2.510	5.070	9.881	16.012	21.078	23.068	21.317	16.812	11.395	6.483	3.202	1.940

Tablica 12. Warszawa, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{bHB} (MJ/m²), $c_c=0$

miesiące godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.001							
5				0.016	0.052	0.032	0.002					
6			0.030	0.159	0.280	0.224	0.064	0.003				
7		0.038	0.225	0.495	0.673	0.595	0.311	0.072	0.003			
8	0.001	0.042	0.257	0.606	0.939	1.140	1.054	0.710	0.332	0.079	0.004	
9	0.056	0.251	0.633	1.046	1.396	1.604	1.516	1.148	0.710	0.329	0.089	0.024
10	0.240	0.557	1.015	1.448	1.798	2.006	1.918	1.543	1.082	0.648	0.306	0.161
11	0.445	0.820	1.311	1.750	2.095	2.299	2.213	1.837	1.368	0.911	0.526	0.341
12	0.568	0.966	1.470	1.910	2.251	2.454	2.369	1.993	1.522	1.057	0.655	0.453
13	0.568	0.966	1.470	1.910	2.251	2.454	2.369	1.993	1.522	1.057	0.655	0.453
14	0.445	0.820	1.311	1.750	2.095	2.299	2.213	1.837	1.368	0.911	0.526	0.341
15	0.240	0.557	1.015	1.448	1.798	2.006	1.918	1.543	1.082	0.648	0.306	0.161
16	0.056	0.251	0.633	1.046	1.396	1.604	1.516	1.148	0.710	0.329	0.089	0.024
17	0.001	0.042	0.257	0.606	0.939	1.140	1.054	0.710	0.332	0.079	0.004	
18		0.038	0.225	0.495	0.673	0.595	0.311	0.072	0.003			
19			0.030	0.159	0.280	0.224	0.064	0.003				
20				0.016	0.052	0.032	0.002					
21					0.001							
day	2.621	5.273	9.450	14.030	18.298	21.019	19.843	15.217	10.177	6.052	3.161	1.958

Tablica 13. Radzyń, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{bHB} (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.001							
5				0.017	0.060	0.043	0.004					
6			0.001	0.035	0.175	0.315	0.280	0.099	0.006			
7		0.001	0.048	0.255	0.535	0.738	0.706	0.428	0.125	0.007		
8	0.002	0.055	0.304	0.666	1.001	1.230	1.209	0.905	0.488	0.137	0.009	0.000
9	0.076	0.305	0.717	1.131	1.476	1.714	1.704	1.402	0.953	0.485	0.143	0.038
10	0.298	0.646	1.125	1.552	1.891	2.130	2.130	1.837	1.384	0.876	0.427	0.218
11	0.528	0.930	1.437	1.864	2.196	2.433	2.440	2.156	1.705	1.183	0.688	0.431
12	0.662	1.085	1.605	2.030	2.357	2.593	2.602	2.324	1.876	1.348	0.836	0.559
13	0.662	1.085	1.605	2.030	2.357	2.593	2.602	2.324	1.876	1.348	0.836	0.559
14	0.528	0.930	1.437	1.864	2.196	2.433	2.440	2.156	1.705	1.183	0.688	0.431
15	0.298	0.646	1.125	1.552	1.891	2.130	2.130	1.837	1.384	0.876	0.427	0.218
16	0.076	0.305	0.717	1.131	1.476	1.714	1.704	1.402	0.953	0.485	0.143	0.038
17	0.002	0.055	0.304	0.666	1.001	1.230	1.209	0.905	0.488	0.137	0.009	0.000
18		0.001	0.048	0.255	0.535	0.738	0.706	0.428	0.125	0.007		
19			0.001	0.035	0.175	0.315	0.280	0.099	0.006			
20					0.017	0.060	0.043	0.004				
21						0.001						
dzień	3.134	6.044	10.474	15.069	19.298	22.429	22.229	18.307	13.074	8.073	4.204	2.491

Tablica 14. Puławy, płaszczyna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{bHB} (MJ/m²), $c_c = 0$

godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5					0.015	0.040	0.025	0.002				
6			0.001	0.038	0.164	0.249	0.199	0.070	0.004			
7		0.001	0.051	0.272	0.521	0.630	0.560	0.347	0.110	0.007		
8	0.002	0.053	0.312	0.703	0.987	1.092	1.016	0.782	0.454	0.138	0.010	
9	0.072	0.291	0.732	1.184	1.464	1.557	1.479	1.251	0.907	0.487	0.149	0.040
10	0.284	0.623	1.146	1.617	1.882	1.960	1.884	1.669	1.332	0.880	0.437	0.219
11	0.507	0.901	1.462	1.937	2.189	2.256	2.181	1.978	1.651	1.189	0.701	0.431
12	0.638	1.055	1.631	2.107	2.351	2.412	2.338	2.142	1.820	1.356	0.849	0.558
13	0.638	1.055	1.631	2.107	2.351	2.412	2.338	2.142	1.820	1.356	0.849	0.558
14	0.507	0.901	1.462	1.937	2.189	2.256	2.181	1.978	1.651	1.189	0.701	0.431
15	0.284	0.623	1.146	1.617	1.882	1.960	1.884	1.669	1.332	0.880	0.437	0.219
16	0.072	0.291	0.732	1.184	1.464	1.557	1.479	1.251	0.907	0.487	0.149	0.040
17	0.002	0.053	0.312	0.703	0.987	1.092	1.016	0.782	0.454	0.138	0.010	
18		0.001	0.051	0.272	0.521	0.630	0.560	0.347	0.110	0.007		
19			0.001	0.038	0.164	0.249	0.199	0.070	0.004			
20					0.015	0.040	0.025	0.002				
dzień	3.007	5.847	10.668	15.716	19.143	20.395	19.362	16.481	12.556	8.112	4.290	2.496

Tablica 15. Sulejów, płaszczyna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{bHB} (MJ/m²), $c_c = 0$

godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.001						
5					0.017	0.052	0.028	0.002				
6				0.030	0.178	0.296	0.216	0.060	0.003			
7			0.031	0.228	0.548	0.713	0.592	0.309	0.079	0.004		
8	0.002	0.036	0.223	0.616	1.025	1.204	1.060	0.716	0.361	0.106	0.010	
9	0.078	0.229	0.571	1.065	1.511	1.690	1.533	1.165	0.763	0.411	0.159	0.059
10	0.304	0.522	0.936	1.477	1.934	2.108	1.944	1.570	1.154	0.773	0.463	0.286
11	0.536	0.776	1.224	1.785	2.245	2.413	2.246	1.871	1.453	1.064	0.736	0.530
12	0.672	0.919	1.380	1.949	2.409	2.574	2.405	2.031	1.613	1.223	0.889	0.672
13	0.672	0.919	1.380	1.949	2.409	2.574	2.405	2.031	1.613	1.223	0.889	0.672
14	0.536	0.776	1.224	1.785	2.245	2.413	2.246	1.871	1.453	1.064	0.736	0.530
15	0.304	0.522	0.936	1.477	1.934	2.108	1.944	1.570	1.154	0.773	0.463	0.286
16	0.078	0.229	0.571	1.065	1.511	1.690	1.533	1.165	0.763	0.411	0.159	0.059
17	0.002	0.036	0.223	0.616	1.025	1.204	1.060	0.716	0.361	0.106	0.010	
18			0.031	0.228	0.548	0.713	0.592	0.309	0.079	0.004		
19				0.030	0.178	0.296	0.216	0.060	0.003			
20					0.017	0.052	0.028	0.002				
21						0.001						
dzień	3.184	4.964	8.731	14.302	19.735	22.100	20.050	15.446	10.850	7.160	4.514	3.092

Tablica 16. Zakopane, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{BHB} (MJ/m²), $c_c = 0$

godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5					0.014	0.043	0.025	0.002				
6			0.001	0.037	0.181	0.292	0.228	0.071	0.004			
7		0.001	0.055	0.289	0.587	0.738	0.647	0.369	0.103	0.006		
8	0.005	0.069	0.338	0.755	1.106	1.264	1.162	0.839	0.443	0.129	0.013	
9	0.110	0.346	0.785	1.271	1.631	1.782	1.676	1.343	0.902	0.465	0.163	0.063
10	0.367	0.710	1.224	1.733	2.086	2.227	2.120	1.791	1.337	0.852	0.457	0.281
11	0.618	1.009	1.558	2.075	2.418	2.551	2.445	2.121	1.666	1.160	0.724	0.514
12	0.763	1.174	1.736	2.255	2.594	2.721	2.616	2.295	1.841	1.328	0.875	0.651
13	0.763	1.174	1.736	2.255	2.594	2.721	2.616	2.295	1.841	1.328	0.875	0.651
14	0.618	1.009	1.558	2.075	2.418	2.551	2.445	2.121	1.666	1.160	0.724	0.514
15	0.367	0.710	1.224	1.733	2.086	2.227	2.120	1.791	1.337	0.852	0.457	0.281
16	0.110	0.346	0.785	1.271	1.631	1.782	1.676	1.343	0.902	0.465	0.163	0.063
17	0.005	0.069	0.338	0.755	1.106	1.264	1.162	0.839	0.443	0.129	0.013	
18		0.001	0.055	0.289	0.587	0.738	0.647	0.369	0.103	0.006		
19			0.001	0.037	0.181	0.292	0.228	0.071	0.004			
20					0.014	0.043	0.025	0.002				
dzień	3.726	6.616	11.393	16.831	21.235	23.238	21.837	17.662	12.591	7.880	4.464	3.019

4.3.2. Wartości godzinowe i dzienne promieniowania rozproszonego w stanie czystego nieba

Tablica 17. Gdynia, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{BHD} (MJ/m²), $c_c = 0$

godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.004	0.023	0.011					
5				0.006	0.097	0.180	0.136	0.024				
6			0.004	0.105	0.264	0.314	0.278	0.159	0.018			
7		0.001	0.078	0.259	0.370	0.396	0.360	0.280	0.138	0.010		
8	0.001	0.055	0.205	0.343	0.430	0.444	0.406	0.341	0.248	0.106	0.007	
9	0.060	0.159	0.267	0.385	0.463	0.471	0.430	0.370	0.297	0.205	0.091	0.026
10	0.150	0.207	0.293	0.406	0.481	0.485	0.443	0.384	0.318	0.247	0.176	0.128
11	0.187	0.225	0.304	0.415	0.489	0.491	0.448	0.390	0.327	0.264	0.211	0.178
12	0.200	0.232	0.308	0.419	0.492	0.494	0.450	0.392	0.330	0.271	0.224	0.196
13	0.200	0.232	0.308	0.419	0.492	0.494	0.450	0.392	0.330	0.271	0.224	0.196
14	0.187	0.225	0.304	0.415	0.489	0.491	0.448	0.390	0.327	0.264	0.211	0.178
15	0.150	0.207	0.293	0.406	0.481	0.485	0.443	0.384	0.318	0.247	0.176	0.128
16	0.060	0.159	0.267	0.385	0.463	0.471	0.430	0.370	0.297	0.205	0.091	0.026
17	0.001	0.055	0.205	0.343	0.430	0.444	0.406	0.341	0.248	0.106	0.007	0.000
18		0.001	0.078	0.259	0.370	0.396	0.360	0.280	0.138	0.010		
19			0.004	0.105	0.264	0.314	0.278	0.159	0.018			
20				0.006	0.097	0.180	0.136	0.024				
21				0.004	0.023	0.011						
dzień	1.196	1.758	2.917	4.676	6.179	6.595	5.921	4.680	3.351	2.207	1.419	1.056

Tablica 18. Kołobrzeg, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{bHD} (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.003	0.020	0.009					
5				0.005	0.086	0.159	0.122	0.022				
6			0.004	0.102	0.244	0.279	0.253	0.153	0.018			
7		0.001	0.087	0.267	0.344	0.350	0.330	0.279	0.145	0.011		
8	0.002	0.068	0.247	0.368	0.402	0.391	0.373	0.346	0.273	0.118	0.008	
9	0.074	0.211	0.345	0.423	0.435	0.414	0.396	0.382	0.339	0.240	0.104	0.032
10	0.189	0.294	0.395	0.453	0.453	0.426	0.408	0.401	0.372	0.300	0.205	0.147
11	0.245	0.333	0.421	0.469	0.462	0.432	0.414	0.410	0.388	0.329	0.252	0.209
12	0.267	0.350	0.432	0.475	0.466	0.434	0.416	0.413	0.395	0.340	0.271	0.233
13	0.267	0.350	0.432	0.475	0.466	0.434	0.416	0.413	0.395	0.340	0.271	0.233
14	0.245	0.333	0.421	0.469	0.462	0.432	0.414	0.410	0.388	0.329	0.252	0.209
15	0.189	0.294	0.395	0.453	0.453	0.426	0.408	0.401	0.372	0.300	0.205	0.147
16	0.074	0.211	0.345	0.423	0.435	0.414	0.396	0.382	0.339	0.240	0.104	0.032
17	0.002	0.068	0.247	0.368	0.402	0.391	0.373	0.346	0.273	0.118	0.008	0.000
18		0.001	0.087	0.267	0.344	0.350	0.330	0.279	0.145	0.011		
19			0.004	0.102	0.244	0.279	0.253	0.153	0.018			
20				0.005	0.086	0.159	0.122	0.022				
21					0.003	0.020	0.009					
dzień	1.553	2.515	3.862	5.125	5.793	5.810	5.442	4.814	3.859	2.677	1.679	1.244

Tablica 19. Suwałki, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{bHD} (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.003	0.019	0.009					
5				0.005	0.082	0.157	0.123	0.022				
6			0.003	0.096	0.231	0.278	0.269	0.161	0.018			
7		0.001	0.080	0.246	0.321	0.347	0.356	0.305	0.148	0.011		
8	0.002	0.062	0.224	0.329	0.365	0.383	0.402	0.384	0.282	0.110	0.007	
9	0.065	0.187	0.303	0.367	0.385	0.397	0.425	0.424	0.348	0.214	0.084	0.027
10	0.156	0.251	0.337	0.383	0.391	0.401	0.434	0.443	0.379	0.258	0.153	0.112
11	0.193	0.276	0.351	0.388	0.391	0.401	0.436	0.451	0.391	0.275	0.177	0.148
12	0.206	0.286	0.356	0.389	0.390	0.399	0.436	0.453	0.396	0.280	0.184	0.160
13	0.206	0.286	0.356	0.389	0.390	0.399	0.436	0.453	0.396	0.280	0.184	0.160
14	0.193	0.276	0.351	0.388	0.391	0.401	0.436	0.451	0.391	0.275	0.177	0.148
15	0.156	0.251	0.337	0.383	0.391	0.401	0.434	0.443	0.379	0.258	0.153	0.112
16	0.065	0.187	0.303	0.367	0.385	0.397	0.425	0.424	0.348	0.214	0.084	0.027
17	0.002	0.062	0.224	0.329	0.365	0.383	0.402	0.384	0.282	0.110	0.007	0.000
18		0.001	0.080	0.246	0.321	0.347	0.356	0.305	0.148	0.011		
19			0.003	0.096	0.231	0.278	0.269	0.161	0.018			
20				0.005	0.082	0.157	0.123	0.022				
21					0.003	0.019	0.009					
dzień	1.244	2.127	3.311	4.408	5.118	5.566	5.777	5.286	3.925	2.297	1.208	0.895

Tablica 20. Mikolajki, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{BHD} (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	miesiące												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4					0.002	0.017	0.008						
5				0.005	0.079	0.149	0.115	0.020					
6			0.003	0.094	0.228	0.264	0.249	0.154	0.018				
7		0.001	0.079	0.244	0.318	0.326	0.323	0.288	0.147	0.011			
8	0.002	0.062	0.216	0.326	0.362	0.356	0.360	0.358	0.279	0.116	0.008		
9	0.070	0.180	0.287	0.364	0.382	0.367	0.376	0.392	0.343	0.228	0.097	0.034	
10	0.163	0.237	0.317	0.379	0.389	0.369	0.380	0.406	0.373	0.277	0.180	0.132	
11	0.202	0.259	0.328	0.385	0.390	0.367	0.380	0.411	0.385	0.297	0.213	0.178	
12	0.216	0.267	0.332	0.386	0.389	0.365	0.379	0.413	0.390	0.305	0.225	0.194	
13	0.216	0.267	0.332	0.386	0.389	0.365	0.379	0.413	0.390	0.305	0.225	0.194	
14	0.202	0.259	0.328	0.385	0.390	0.367	0.380	0.411	0.385	0.297	0.213	0.178	
15	0.163	0.237	0.317	0.379	0.389	0.369	0.380	0.406	0.373	0.277	0.180	0.132	
16	0.070	0.180	0.287	0.364	0.382	0.367	0.376	0.392	0.343	0.228	0.097	0.034	
17	0.002	0.062	0.216	0.326	0.367	0.366	0.368	0.358	0.278	0.117	0.008	0.000	
18		0.001	0.079	0.244	0.318	0.326	0.323	0.288	0.147	0.011			
19			0.003	0.094	0.228	0.264	0.249	0.154	0.018				
20				0.005	0.079	0.149	0.115	0.020					
21					0.002	0.017	0.008						
dzień	1.308	2.016	3.126	4.367	5.077	5.160	5.142	4.883	3.871	2.469	1.447	1.077	

Tablica 21. Piła, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{BHD} (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	miesiące												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4					0.001	0.015	0.006						
5				0.004	0.073	0.144	0.111	0.018					
6			0.003	0.091	0.224	0.272	0.258	0.152	0.017				
7		0.002	0.083	0.245	0.321	0.350	0.349	0.295	0.149	0.012			
8	0.003	0.072	0.234	0.336	0.378	0.398	0.405	0.378	0.288	0.126	0.011		
9	0.086	0.212	0.323	0.386	0.412	0.427	0.439	0.426	0.363	0.249	0.115	0.046	
10	0.198	0.289	0.370	0.415	0.431	0.444	0.459	0.454	0.404	0.313	0.214	0.160	
11	0.252	0.327	0.394	0.430	0.442	0.453	0.470	0.470	0.426	0.344	0.260	0.219	
12	0.274	0.343	0.404	0.436	0.446	0.457	0.475	0.477	0.436	0.357	0.279	0.242	
13	0.274	0.343	0.404	0.436	0.446	0.457	0.475	0.477	0.436	0.357	0.279	0.242	
14	0.252	0.327	0.394	0.430	0.442	0.453	0.470	0.470	0.426	0.344	0.260	0.219	
15	0.198	0.289	0.370	0.415	0.431	0.444	0.459	0.454	0.404	0.313	0.214	0.160	
16	0.086	0.212	0.323	0.386	0.412	0.427	0.439	0.426	0.363	0.249	0.115	0.046	
17	0.003	0.072	0.234	0.336	0.378	0.398	0.405	0.378	0.288	0.126	0.011		
18		0.002	0.083	0.245	0.321	0.350	0.349	0.295	0.149	0.012			
19			0.003	0.091	0.224	0.272	0.258	0.152	0.017				
20				0.004	0.073	0.144	0.111	0.018					
21					0.001	0.015	0.006						
dzień	1.626	2.491	3.623	4.687	5.459	5.919	5.942	5.340	4.166	2.803	1.757	1.335	

Tablica 22. **Warszawa**, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{bHD} (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.012	0.004					
5				0.004	0.075	0.152	0.113	0.017				
6			0.004	0.102	0.264	0.315	0.290	0.168	0.018			
7		0.002	0.095	0.295	0.402	0.422	0.408	0.346	0.172	0.015		
8	0.005	0.086	0.272	0.423	0.491	0.493	0.486	0.458	0.346	0.150	0.015	
9	0.107	0.240	0.380	0.500	0.549	0.542	0.537	0.528	0.449	0.299	0.141	0.064
10	0.231	0.326	0.441	0.547	0.588	0.574	0.572	0.573	0.509	0.379	0.255	0.194
11	0.292	0.370	0.475	0.576	0.611	0.594	0.593	0.600	0.543	0.422	0.311	0.262
12	0.317	0.389	0.490	0.589	0.622	0.604	0.603	0.612	0.559	0.441	0.334	0.290
13	0.317	0.389	0.490	0.589	0.622	0.604	0.603	0.612	0.559	0.441	0.334	0.290
14	0.292	0.370	0.475	0.576	0.611	0.594	0.593	0.600	0.543	0.422	0.311	0.262
15	0.231	0.326	0.441	0.547	0.588	0.574	0.572	0.573	0.509	0.379	0.255	0.194
16	0.107	0.240	0.380	0.500	0.549	0.542	0.537	0.528	0.449	0.299	0.141	0.064
17	0.005	0.086	0.272	0.423	0.491	0.493	0.486	0.458	0.346	0.150	0.015	0.000
18		0.002	0.095	0.295	0.402	0.422	0.408	0.346	0.172	0.015		
19			0.004	0.102	0.264	0.315	0.290	0.168	0.018			
20				0.004	0.075	0.152	0.113	0.017				
21						0.012	0.004					
dzień	1.904	2.826	4.316	6.070	7.203	7.417	7.211	6.603	5.194	3.414	2.112	1.621

Tablica 23. **Radzyń**, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{bHD} (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.011	0.003					
5				0.004	0.073	0.148	0.108	0.016				
6			0.004	0.102	0.265	0.312	0.277	0.158	0.018			
7		0.003	0.097	0.297	0.407	0.420	0.387	0.316	0.159	0.015		
8	0.006	0.088	0.271	0.426	0.500	0.494	0.461	0.411	0.305	0.138	0.016	
9	0.111	0.239	0.377	0.505	0.562	0.546	0.512	0.473	0.388	0.261	0.134	0.068
10	0.230	0.321	0.438	0.556	0.605	0.583	0.548	0.514	0.438	0.325	0.232	0.191
11	0.288	0.365	0.474	0.587	0.632	0.606	0.571	0.540	0.468	0.360	0.279	0.253
12	0.313	0.384	0.490	0.602	0.645	0.617	0.582	0.552	0.482	0.376	0.299	0.279
13	0.313	0.384	0.490	0.602	0.645	0.617	0.582	0.552	0.482	0.376	0.299	0.279
14	0.288	0.365	0.474	0.587	0.632	0.606	0.571	0.540	0.468	0.360	0.279	0.253
15	0.230	0.321	0.438	0.556	0.605	0.583	0.548	0.514	0.438	0.325	0.232	0.191
16	0.111	0.239	0.377	0.505	0.562	0.546	0.512	0.473	0.388	0.261	0.134	0.068
17	0.006	0.088	0.271	0.426	0.500	0.494	0.461	0.411	0.305	0.138	0.016	
18		0.003	0.097	0.297	0.407	0.420	0.387	0.316	0.159	0.015		
19			0.004	0.102	0.265	0.312	0.277	0.158	0.018			
20				0.004	0.073	0.148	0.108	0.016				
21						0.011	0.003					
dzień	1.897	2.799	4.301	6.155	7.379	7.474	6.897	5.959	4.513	2.948	1.921	1.582

Tablica 24. Puławy, płaszczyna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{BHD} (MJ/m^2), $c_c=0$

godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.009	0.002					
5				0.003	0.069	0.148	0.108	0.015				
6			0.004	0.098	0.263	0.331	0.303	0.165	0.018			
7		0.003	0.096	0.288	0.408	0.456	0.438	0.345	0.165	0.016		
8	0.008	0.094	0.271	0.410	0.500	0.540	0.528	0.456	0.320	0.142	0.018	
9	0.122	0.251	0.375	0.484	0.563	0.598	0.590	0.526	0.406	0.266	0.140	0.075
10	0.246	0.338	0.434	0.531	0.604	0.638	0.631	0.573	0.458	0.329	0.238	0.202
11	0.307	0.383	0.468	0.560	0.630	0.663	0.657	0.601	0.489	0.364	0.284	0.265
12	0.333	0.403	0.484	0.573	0.643	0.675	0.670	0.614	0.503	0.379	0.304	0.291
13	0.333	0.403	0.484	0.573	0.643	0.675	0.670	0.614	0.503	0.379	0.304	0.291
14	0.307	0.383	0.468	0.560	0.630	0.663	0.657	0.601	0.489	0.364	0.284	0.265
15	0.246	0.338	0.434	0.531	0.604	0.638	0.631	0.573	0.458	0.329	0.238	0.202
16	0.122	0.251	0.375	0.484	0.563	0.598	0.590	0.526	0.406	0.266	0.140	0.075
17	0.008	0.094	0.271	0.410	0.500	0.540	0.528	0.456	0.320	0.142	0.018	
18		0.003	0.096	0.288	0.408	0.456	0.438	0.345	0.165	0.016		
19			0.004	0.098	0.263	0.331	0.303	0.165	0.018			
20				0.003	0.069	0.148	0.108	0.015				
21					0.009	0.002						
dzień	2.032	2.946	4.265	5.894	7.360	8.116	7.858	6.589	4.719	2.992	1.969	1.665

Tablica 25. Sulejów, płaszczyna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{BHD} (MJ/m^2), $c_c=0$

godzina	miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.008	0.002					
5				0.003	0.067	0.140	0.105	0.015				
6			0.004	0.100	0.253	0.305	0.290	0.167	0.018			
7		0.003	0.103	0.301	0.384	0.406	0.412	0.353	0.176	0.017		
8	0.008	0.101	0.302	0.430	0.459	0.464	0.484	0.465	0.350	0.154	0.018	
9	0.119	0.273	0.426	0.503	0.500	0.496	0.525	0.530	0.445	0.288	0.134	0.068
10	0.234	0.368	0.493	0.542	0.522	0.512	0.547	0.565	0.496	0.351	0.218	0.171
11	0.285	0.414	0.527	0.562	0.533	0.520	0.558	0.584	0.522	0.381	0.251	0.214
12	0.305	0.433	0.541	0.570	0.537	0.522	0.562	0.592	0.533	0.393	0.263	0.230
13	0.305	0.433	0.541	0.570	0.537	0.522	0.562	0.592	0.533	0.393	0.263	0.230
14	0.285	0.414	0.527	0.562	0.533	0.520	0.558	0.584	0.522	0.381	0.251	0.214
15	0.234	0.368	0.493	0.542	0.522	0.512	0.547	0.565	0.496	0.351	0.218	0.171
16	0.119	0.273	0.426	0.503	0.500	0.496	0.525	0.530	0.445	0.288	0.134	0.068
17	0.008	0.101	0.302	0.430	0.459	0.464	0.484	0.465	0.350	0.154	0.018	
18		0.003	0.103	0.301	0.384	0.406	0.412	0.353	0.176	0.017		
19			0.004	0.100	0.253	0.305	0.290	0.167	0.018			
20				0.003	0.067	0.140	0.105	0.015				
21						0.008	0.002					
dzień	1.900	3.185	4.792	6.022	6.508	6.746	6.970	6.540	5.078	3.166	1.769	1.364

Tablica 26. Zakopane, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$, I_{bHD} (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	miesiące												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
5			0.001	0.040	0.088	0.064	0.008						
6		0.003	0.070	0.180	0.218	0.204	0.117	0.013					
7		0.004	0.079	0.211	0.272	0.289	0.286	0.248	0.135	0.016			
8	0.012	0.089	0.211	0.288	0.322	0.331	0.333	0.317	0.254	0.132	0.025	0.001	
9	0.118	0.202	0.277	0.330	0.354	0.359	0.363	0.356	0.312	0.230	0.138	0.082	
10	0.200	0.255	0.311	0.356	0.375	0.379	0.384	0.381	0.344	0.275	0.208	0.176	
11	0.235	0.280	0.331	0.372	0.389	0.392	0.398	0.397	0.362	0.298	0.239	0.215	
12	0.249	0.291	0.340	0.380	0.396	0.399	0.404	0.404	0.371	0.308	0.251	0.230	
13	0.249	0.291	0.340	0.380	0.396	0.399	0.404	0.404	0.371	0.308	0.251	0.230	
14	0.235	0.280	0.331	0.372	0.389	0.392	0.398	0.397	0.362	0.298	0.239	0.215	
15	0.200	0.255	0.311	0.356	0.375	0.379	0.384	0.381	0.344	0.275	0.208	0.176	
16	0.118	0.202	0.277	0.330	0.354	0.359	0.363	0.356	0.312	0.230	0.138	0.082	
17	0.012	0.089	0.211	0.288	0.322	0.331	0.333	0.317	0.254	0.132	0.025	0.001	
18		0.004	0.079	0.211	0.272	0.289	0.286	0.248	0.135	0.016			
19			0.003	0.070	0.180	0.218	0.204	0.117	0.013				
20				0.001	0.040	0.088	0.064	0.008					
dzień	1.627	2.242	3.103	4.016	4.657	4.910	4.873	4.457	3.582	2.519	1.722	1.407	

4.3.3. Wartości dzienne promieniowania całkowitego. Stan czystego nieba

Tablica 27. Płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0^\circ$, I_{bHC} (MJ/m²), $c_c=0$

Miesiąc	Gdynia	Kołobrzeg	Suwałki	Mikołajki	Piła
I	4.398	3.860	3.956	4.099	4.135
II	8.383	7.193	7.093	7.548	7.560
III	14.596	12.940	12.550	13.188	13.501
IV	21.289	20.026	19.238	19.739	20.695
V	26.561	26.210	24.830	25.362	26.530
VI	29.285	29.433	27.188	28.242	28.979
VII	28.448	28.284	25.341	26.706	27.253
VIII	23.859	23.055	20.377	21.392	22.153
IX	16.993	15.898	14.410	14.884	15.558
X	10.017	9.168	8.894	8.977	9.284
XI	5.125	4.693	4.943	4.856	4.958
XII	3.280	3.006	3.238	3.198	3.275

Miesiąc	Warszawa	Radzyn	Puławy	Sulejów	Zakopane
I	4.525	5.031	5.039	5.084	5.353
II	8.098	8.843	8.793	8.149	8.858
III	13.766	14.775	14.932	13.524	14.495
IV	20.100	21.225	21.610	20.323	20.847
V	25.502	26.676	26.503	26.243	25.892
VI	28.436	29.903	28.511	28.846	28.149
VII	27.054	29.126	27.220	27.020	26.711
VIII	21.820	24.265	23.069	21.986	22.119
IX	15.371	17.587	17.275	15.928	16.172
X	9.467	11.021	11.104	10.327	10.399
XI	5.274	6.125	6.259	6.283	6.186
XII	3.579	4.073	4.161	4.456	4.426

4.3.4. Wartości promieniowania bezpośredniego w stanie nieba średnio zachmurzonego

Tablica 28. Gdynia, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{zHB} (MJ/m^2), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4						0.002	0.001						
5				0.001	0.022	0.047	0.038	0.004					
6				0.026	0.147	0.188	0.180	0.067	0.004				
7			0.023	0.147	0.384	0.398	0.407	0.241	0.059	0.003			
8		0.015	0.122	0.340	0.672	0.637	0.667	0.471	0.206	0.053	0.001		
9	0.014	0.080	0.266	0.546	0.959	0.869	0.920	0.704	0.384	0.189	0.025	0.004	
10	0.060	0.165	0.402	0.728	1.206	1.067	1.135	0.906	0.544	0.341	0.086	0.036	
11	0.108	0.233	0.503	0.861	1.386	1.211	1.292	1.052	0.663	0.460	0.143	0.077	
12	0.136	0.269	0.557	0.931	1.481	1.287	1.374	1.129	0.726	0.524	0.176	0.101	
13	0.136	0.269	0.557	0.931	1.481	1.287	1.374	1.129	0.726	0.524	0.176	0.101	
14	0.108	0.233	0.503	0.861	1.386	1.211	1.292	1.052	0.663	0.460	0.143	0.077	
15	0.060	0.165	0.402	0.728	1.206	1.067	1.135	0.906	0.544	0.341	0.086	0.036	
16	0.014	0.080	0.266	0.546	0.959	0.869	0.920	0.704	0.384	0.189	0.025	0.004	
17		0.015	0.122	0.340	0.672	0.637	0.667	0.471	0.206	0.053	0.001		
18			0.023	0.147	0.384	0.398	0.407	0.241	0.059	0.003			
19				0.026	0.147	0.188	0.180	0.067	0.004				
20				0.001	0.022	0.047	0.038	0.004					
21						0.002	0.001						
dzień	0.637	1.524	3.749	7.160	12.515	11.413	12.029	9.148	5.170	3.140	0.864	0.436	

Tablica 29. Kołobrzeg, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{zHB} (MJ/m^2), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4						0.002	0.001						
5					0.021	0.046	0.036	0.003					
6				0.021	0.146	0.180	0.175	0.057	0.002				
7			0.015	0.126	0.386	0.378	0.395	0.216	0.042	0.002			
8		0.009	0.097	0.310	0.677	0.600	0.648	0.434	0.160	0.038	0.001		
9	0.010	0.061	0.237	0.515	0.968	0.815	0.893	0.659	0.313	0.148	0.019	0.003	
10	0.049	0.141	0.379	0.698	1.219	0.998	1.102	0.855	0.456	0.282	0.070	0.027	
11	0.095	0.212	0.489	0.835	1.402	1.131	1.254	0.998	0.563	0.391	0.123	0.062	
12	0.124	0.251	0.548	0.907	1.499	1.200	1.333	1.073	0.620	0.451	0.153	0.084	
13	0.124	0.251	0.548	0.907	1.499	1.200	1.333	1.073	0.620	0.451	0.153	0.084	
14	0.095	0.212	0.489	0.835	1.402	1.131	1.254	0.998	0.563	0.391	0.123	0.062	
15	0.049	0.141	0.379	0.698	1.219	0.998	1.102	0.855	0.456	0.282	0.070	0.027	
16	0.010	0.061	0.237	0.515	0.968	0.815	0.893	0.659	0.313	0.148	0.019	0.003	
17		0.009	0.097	0.310	0.677	0.600	0.648	0.434	0.160	0.038	0.001		
18			0.015	0.126	0.386	0.378	0.395	0.216	0.042	0.002			
19				0.021	0.146	0.180	0.175	0.057	0.002				
20					0.021	0.046	0.036	0.003					
21						0.002	0.001						
dzień	0.556	1.347	3.531	6.825	12.638	10.701	11.672	8.591	4.310	2.622	0.732	0.352	

Tablica 30. **Suwalki**, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{zHB} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.001						
5					0.016	0.037	0.024	0.002				
6				0.018	0.118	0.159	0.136	0.039	0.001			
7			0.014	0.110	0.322	0.352	0.338	0.173	0.035	0.001		
8		0.009	0.090	0.272	0.574	0.575	0.583	0.381	0.150	0.037	0.001	
9	0.009	0.061	0.218	0.453	0.827	0.794	0.828	0.606	0.311	0.150	0.021	0.004
10	0.042	0.140	0.347	0.615	1.046	0.982	1.041	0.808	0.466	0.287	0.070	0.027
11	0.078	0.208	0.447	0.736	1.207	1.119	1.198	0.958	0.585	0.397	0.117	0.055
12	0.099	0.246	0.501	0.800	1.291	1.191	1.280	1.038	0.648	0.457	0.143	0.073
13	0.099	0.246	0.501	0.800	1.291	1.191	1.280	1.038	0.648	0.457	0.143	0.073
14	0.078	0.208	0.447	0.736	1.207	1.119	1.198	0.958	0.585	0.397	0.117	0.055
15	0.042	0.140	0.347	0.615	1.046	0.982	1.041	0.808	0.466	0.287	0.070	0.027
16	0.009	0.061	0.218	0.453	0.827	0.794	0.828	0.606	0.311	0.150	0.021	0.004
17		0.009	0.090	0.272	0.574	0.575	0.583	0.381	0.150	0.037	0.001	
18			0.014	0.110	0.322	0.352	0.338	0.173	0.035	0.001		
19				0.018	0.118	0.159	0.136	0.039	0.001			
20					0.016	0.037	0.024	0.002				
21						0.001						
dzień	0.456	1.331	3.233	6.006	10.802	10.422	10.858	8.013	4.393	2.659	0.702	0.316

Tablica 31. **Mikołajki**, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{zHB} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.002	0.001					
5					0.018	0.043	0.032	0.002				
6				0.021	0.131	0.181	0.169	0.049	0.002			
7			0.018	0.128	0.355	0.390	0.402	0.203	0.041	0.002		
8		0.012	0.108	0.314	0.630	0.627	0.675	0.431	0.169	0.040	0.001	
9	0.011	0.073	0.254	0.519	0.904	0.857	0.943	0.673	0.345	0.161	0.021	0.003
10	0.051	0.160	0.398	0.703	1.142	1.053	1.174	0.886	0.513	0.308	0.074	0.024
11	0.094	0.232	0.508	0.839	1.315	1.196	1.342	1.044	0.640	0.428	0.126	0.052
12	0.120	0.273	0.567	0.911	1.407	1.271	1.430	1.128	0.708	0.493	0.156	0.069
13	0.120	0.273	0.567	0.911	1.407	1.271	1.430	1.128	0.708	0.493	0.156	0.069
14	0.094	0.232	0.508	0.839	1.315	1.196	1.342	1.044	0.640	0.428	0.126	0.052
15	0.051	0.160	0.398	0.703	1.142	1.053	1.174	0.886	0.513	0.308	0.074	0.024
16	0.011	0.073	0.254	0.519	0.904	0.857	0.943	0.673	0.345	0.161	0.021	0.003
17		0.012	0.108	0.314	0.630	0.627	0.675	0.431	0.169	0.040	0.001	
18			0.018	0.128	0.355	0.390	0.402	0.203	0.041	0.002		
19				0.021	0.131	0.181	0.169	0.049	0.002			
20					0.018	0.043	0.032	0.002				
21						0.002	0.001					
dzień	0.553	1.499	3.703	6.872	11.805	11.241	12.334	8.832	4.835	2.864	0.757	0.297

Tablica 32. **Pila**, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{zHB} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.001							
5					0.017	0.035	0.026	0.002				
6				0.021	0.129	0.154	0.151	0.046	0.002			
7			0.017	0.128	0.350	0.340	0.371	0.197	0.040	0.002		
8		0.011	0.107	0.311	0.620	0.551	0.632	0.420	0.162	0.044	0.001	
9	0.012	0.070	0.253	0.511	0.888	0.757	0.890	0.657	0.329	0.177	0.022	0.004
10	0.055	0.157	0.399	0.689	1.119	0.933	1.113	0.867	0.487	0.339	0.078	0.030
11	0.104	0.233	0.511	0.821	1.287	1.061	1.275	1.021	0.607	0.472	0.135	0.064
12	0.133	0.275	0.571	0.890	1.376	1.128	1.360	1.103	0.671	0.544	0.167	0.086
13	0.133	0.275	0.571	0.890	1.376	1.128	1.360	1.103	0.671	0.544	0.167	0.086
14	0.104	0.233	0.511	0.821	1.287	1.061	1.275	1.021	0.607	0.472	0.135	0.064
15	0.055	0.157	0.399	0.689	1.119	0.933	1.113	0.867	0.487	0.339	0.078	0.030
16	0.012	0.070	0.253	0.511	0.888	0.757	0.890	0.657	0.329	0.177	0.022	0.004
17		0.011	0.107	0.311	0.620	0.551	0.632	0.420	0.162	0.044	0.001	
18			0.017	0.128	0.350	0.340	0.371	0.197	0.040	0.002		
19				0.021	0.129	0.154	0.151	0.046	0.002			
20					0.017	0.035	0.026	0.002				
21						0.001						
dzień	0.610	1.491	3.715	6.741	11.572	9.919	11.639	8.628	4.592	3.157	0.807	0.367

Tablica 33. **Warszawa**, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{zHB} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5					0.009	0.023	0.018	0.001				
6				0.012	0.089	0.124	0.124	0.034	0.001			
7			0.014	0.088	0.279	0.297	0.329	0.164	0.030	0.001		
8		0.012	0.092	0.237	0.529	0.503	0.583	0.375	0.138	0.038	0.001	
9	0.013	0.071	0.227	0.409	0.786	0.707	0.838	0.606	0.296	0.161	0.021	0.005
10	0.056	0.158	0.364	0.566	1.012	0.885	1.061	0.815	0.451	0.317	0.072	0.033
11	0.103	0.232	0.471	0.684	1.179	1.014	1.224	0.970	0.570	0.447	0.124	0.071
12	0.132	0.273	0.528	0.747	1.268	1.082	1.310	1.053	0.635	0.518	0.154	0.094
13	0.132	0.273	0.528	0.747	1.268	1.082	1.310	1.053	0.635	0.518	0.154	0.094
14	0.103	0.232	0.471	0.684	1.179	1.014	1.224	0.970	0.570	0.447	0.124	0.071
15	0.056	0.158	0.364	0.566	1.012	0.885	1.061	0.815	0.451	0.317	0.072	0.033
16	0.013	0.071	0.227	0.409	0.786	0.707	0.838	0.606	0.296	0.161	0.021	0.005
17		0.012	0.092	0.237	0.529	0.503	0.583	0.375	0.138	0.038	0.001	
18			0.014	0.088	0.279	0.297	0.329	0.164	0.030	0.001		
19				0.012	0.089	0.124	0.124	0.034	0.001			
20					0.009	0.023	0.018	0.001				
dzień	0.608	1.492	3.393	5.486	10.302	9.269	10.973	8.034	4.244	2.966	0.743	0.407

Tablica 34. Radzyń, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{dB} (MJ/m^2), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
5					0.009	0.023	0.022	0.002					
6				0.015	0.094	0.122	0.140	0.044	0.002				
7			0.016	0.112	0.288	0.285	0.352	0.191	0.044	0.003			
8		0.014	0.099	0.293	0.538	0.475	0.603	0.405	0.171	0.055	0.002		
9	0.017	0.078	0.233	0.498	0.794	0.662	0.850	0.627	0.334	0.194	0.029	0.006	
10	0.065	0.165	0.366	0.683	1.017	0.822	1.063	0.821	0.484	0.350	0.086	0.036	
11	0.115	0.237	0.467	0.820	1.181	0.939	1.217	0.964	0.597	0.473	0.139	0.071	
12	0.144	0.277	0.522	0.893	1.268	1.001	1.299	1.039	0.657	0.539	0.169	0.092	
13	0.144	0.277	0.522	0.893	1.268	1.001	1.299	1.039	0.657	0.539	0.169	0.092	
14	0.115	0.237	0.467	0.820	1.181	0.939	1.217	0.964	0.597	0.473	0.139	0.071	
15	0.065	0.165	0.366	0.683	1.017	0.822	1.063	0.821	0.484	0.350	0.086	0.036	
16	0.017	0.078	0.233	0.498	0.794	0.662	0.850	0.627	0.334	0.194	0.029	0.006	
17		0.014	0.099	0.293	0.538	0.475	0.603	0.405	0.171	0.055	0.002		
18		0.016	0.112	0.288	0.285	0.352	0.191	0.044	0.003				
19				0.015	0.094	0.122	0.140	0.044	0.002				
20				0.009	0.023	0.022	0.002						

dzień 0.680 1.541 3.404 6.631 10.382 8.658 11.092 8.183 4.576 3.229 0.849 0.411

Tablica 35. Puławy, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{dB} (MJ/m^2), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
5					0.008	0.020	0.014	0.001					
6				0.014	0.087	0.121	0.112	0.033	0.001				
7			0.016	0.099	0.277	0.304	0.316	0.165	0.038	0.003			
8		0.014	0.101	0.256	0.525	0.528	0.574	0.372	0.158	0.053	0.002		
9	0.017	0.077	0.236	0.432	0.779	0.752	0.835	0.595	0.316	0.189	0.030	0.008	
10	0.066	0.165	0.369	0.590	1.001	0.947	1.064	0.794	0.463	0.342	0.087	0.043	
11	0.118	0.239	0.471	0.707	1.164	1.090	1.232	0.942	0.574	0.461	0.140	0.084	
12	0.148	0.280	0.525	0.769	1.251	1.165	1.321	1.020	0.633	0.526	0.170	0.109	
13	0.148	0.280	0.525	0.769	1.251	1.165	1.321	1.020	0.633	0.526	0.170	0.109	
14	0.118	0.239	0.471	0.707	1.164	1.090	1.232	0.942	0.574	0.461	0.140	0.084	
15	0.066	0.165	0.369	0.590	1.001	0.947	1.064	0.794	0.463	0.342	0.087	0.043	
16	0.017	0.077	0.236	0.432	0.779	0.752	0.835	0.595	0.316	0.189	0.030	0.008	
17		0.014	0.101	0.256	0.525	0.528	0.574	0.372	0.158	0.053	0.002		
18		0.016	0.099	0.277	0.304	0.316	0.165	0.038	0.003				
19				0.014	0.087	0.121	0.112	0.033	0.001				
20				0.008	0.020	0.014	0.001						

dzień 0.698 1.549 3.435 5.736 10.184 9.851 10.939 7.845 4.369 3.148 0.858 0.487

Tablica 36. Sulejów, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{zHB} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
5					0.009	0.022	0.015	0.001					
6				0.012	0.090	0.127	0.118	0.031	0.001				
7			0.013	0.092	0.278	0.306	0.324	0.159	0.034	0.002			
8	0.001	0.013	0.097	0.249	0.521	0.518	0.581	0.367	0.157	0.051	0.002		
9	0.021	0.082	0.247	0.431	0.767	0.727	0.840	0.598	0.332	0.199	0.031	0.009	
10	0.081	0.186	0.405	0.598	0.983	0.906	1.066	0.805	0.502	0.374	0.090	0.046	
11	0.144	0.277	0.530	0.723	1.141	1.038	1.231	0.960	0.632	0.515	0.144	0.086	
12	0.180	0.328	0.597	0.789	1.224	1.107	1.318	1.042	0.702	0.592	0.173	0.109	
13	0.180	0.328	0.597	0.789	1.224	1.107	1.318	1.042	0.702	0.592	0.173	0.109	
14	0.144	0.277	0.530	0.723	1.141	1.038	1.231	0.960	0.632	0.515	0.144	0.086	
15	0.081	0.186	0.405	0.598	0.983	0.906	1.066	0.805	0.502	0.374	0.090	0.046	
16	0.021	0.082	0.247	0.431	0.767	0.727	0.840	0.598	0.332	0.199	0.031	0.009	
17	0.001	0.013	0.097	0.249	0.521	0.518	0.581	0.367	0.157	0.051	0.002		
18			0.013	0.092	0.278	0.306	0.324	0.159	0.034	0.002			
19				0.012	0.090	0.127	0.118	0.031	0.001				
20				0.009	0.022	0.015	0.001						
dzień	0.853	1.772	3.781	5.792	10.025	9.503	10.988	7.924	4.720	3.466	0.880	0.501	

Tablica 37. Zakopane, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{zHB} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
5					0.005	0.014	0.012	0.001					
6				0.014	0.069	0.097	0.107	0.031	0.002				
7			0.022	0.108	0.224	0.244	0.304	0.164	0.044	0.003			
8	0.002	0.031	0.134	0.281	0.422	0.418	0.546	0.373	0.191	0.072	0.005		
9	0.045	0.156	0.310	0.473	0.621	0.590	0.788	0.598	0.389	0.261	0.060	0.018	
10	0.151	0.321	0.483	0.645	0.795	0.737	0.997	0.797	0.576	0.479	0.167	0.080	
11	0.255	0.456	0.615	0.772	0.921	0.844	1.149	0.944	0.718	0.652	0.265	0.147	
12	0.314	0.530	0.686	0.839	0.988	0.901	1.229	1.021	0.793	0.746	0.320	0.186	
13	0.314	0.530	0.686	0.839	0.988	0.901	1.229	1.021	0.793	0.746	0.320	0.186	
14	0.255	0.456	0.615	0.772	0.921	0.844	1.149	0.944	0.718	0.652	0.265	0.147	
15	0.151	0.321	0.483	0.645	0.795	0.737	0.997	0.797	0.576	0.479	0.167	0.080	
16	0.045	0.156	0.310	0.473	0.621	0.590	0.788	0.598	0.389	0.261	0.060	0.018	
17	0.002	0.031	0.134	0.281	0.422	0.418	0.546	0.373	0.191	0.072	0.005		
18			0.022	0.108	0.224	0.244	0.304	0.164	0.044	0.003			
19				0.014	0.069	0.097	0.107	0.031	0.002				
20				0.005	0.014	0.012	0.001						
dzień	1.535	2.991	4.500	6.261	8.091	7.692	10.263	7.859	5.427	4.428	1.634	0.860	

4.3.5. Wartości godzinowe i dzienne promieniowania rozproszonego w stanie nieba średnio zachmurzonego

Tablica 38. Gdynia, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{zHD} (MJ/m^2), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.003	0.017	0.008					
5				0.004	0.077	0.144	0.110	0.018				
6			0.002	0.079	0.227	0.293	0.258	0.133	0.013			
7		0.001	0.061	0.236	0.356	0.432	0.393	0.284	0.114	0.008		
8	0.001	0.042	0.206	0.383	0.462	0.558	0.513	0.417	0.259	0.092	0.004	
9	0.042	0.162	0.349	0.508	0.548	0.667	0.615	0.531	0.385	0.222	0.068	0.017
10	0.134	0.277	0.466	0.609	0.613	0.754	0.696	0.621	0.486	0.327	0.168	0.101
11	0.205	0.358	0.548	0.679	0.658	0.815	0.752	0.684	0.557	0.399	0.242	0.174
12	0.243	0.401	0.590	0.715	0.680	0.846	0.781	0.716	0.593	0.435	0.281	0.213
13	0.243	0.401	0.590	0.715	0.680	0.846	0.781	0.716	0.593	0.435	0.281	0.213
14	0.205	0.358	0.548	0.679	0.658	0.815	0.752	0.684	0.557	0.399	0.242	0.174
15	0.134	0.277	0.466	0.609	0.613	0.754	0.696	0.621	0.486	0.327	0.168	0.101
16	0.042	0.162	0.349	0.508	0.548	0.667	0.615	0.531	0.385	0.222	0.068	0.017
17	0.001	0.042	0.206	0.383	0.462	0.558	0.513	0.417	0.259	0.092	0.004	
18		0.001	0.061	0.236	0.356	0.432	0.393	0.284	0.114	0.008		
19			0.002	0.079	0.227	0.293	0.258	0.133	0.013			
20				0.004	0.077	0.144	0.110	0.018				
21					0.003	0.017	0.008					
dzień	1.249	2.483	4.445	6.425	7.249	9.052	8.252	6.812	4.816	2.966	1.526	1.011

Tablica 39. Kołobrzeg, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{zHD} (MJ/m^2), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.002	0.015	0.007					
5				0.004	0.073	0.134	0.104	0.017				
6			0.002	0.083	0.228	0.288	0.258	0.138	0.013			
7		0.001	0.067	0.254	0.369	0.442	0.408	0.309	0.118	0.008		
8	0.001	0.046	0.229	0.422	0.490	0.588	0.546	0.468	0.280	0.100	0.005	
9	0.046	0.173	0.389	0.568	0.592	0.718	0.667	0.608	0.427	0.245	0.074	0.020
10	0.140	0.294	0.519	0.687	0.671	0.823	0.764	0.721	0.548	0.366	0.181	0.108
11	0.214	0.381	0.612	0.770	0.726	0.897	0.833	0.800	0.633	0.451	0.262	0.185
12	0.253	0.427	0.660	0.813	0.754	0.935	0.868	0.841	0.678	0.494	0.305	0.227
13	0.253	0.427	0.660	0.813	0.754	0.935	0.868	0.841	0.678	0.494	0.305	0.227
14	0.214	0.381	0.612	0.770	0.726	0.897	0.833	0.800	0.633	0.451	0.262	0.185
15	0.140	0.294	0.519	0.687	0.671	0.823	0.764	0.721	0.548	0.366	0.181	0.108
16	0.046	0.173	0.389	0.568	0.592	0.718	0.667	0.608	0.427	0.245	0.074	0.020
17	0.001	0.046	0.229	0.422	0.490	0.588	0.546	0.468	0.280	0.100	0.005	
18		0.001	0.067	0.254	0.369	0.442	0.408	0.309	0.118	0.008		
19			0.002	0.083	0.228	0.288	0.258	0.138	0.013			
20				0.004	0.073	0.134	0.104	0.017				
21					0.002	0.015	0.007					
dzień	1.309	2.645	4.958	7.199	7.810	9.684	8.908	7.805	5.393	3.327	1.652	1.078

Tablica 40. Suwałki, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{dHD} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.002	0.014	0.007					
5					0.003	0.065	0.125	0.099	0.016			
6				0.002	0.068	0.208	0.265	0.242	0.131	0.012		
7		0.001	0.059	0.207	0.342	0.398	0.372	0.284	0.110	0.007		
8	0.001	0.046	0.200	0.341	0.459	0.521	0.486	0.418	0.252	0.089	0.004	
9	0.044	0.174	0.339	0.456	0.558	0.629	0.583	0.530	0.373	0.214	0.062	0.016
10	0.140	0.298	0.452	0.549	0.635	0.715	0.659	0.617	0.470	0.316	0.152	0.087
11	0.217	0.389	0.533	0.614	0.689	0.776	0.712	0.677	0.537	0.386	0.221	0.151
12	0.259	0.436	0.574	0.647	0.717	0.807	0.738	0.708	0.571	0.422	0.257	0.185
13	0.259	0.436	0.574	0.647	0.717	0.807	0.738	0.708	0.571	0.422	0.257	0.185
14	0.217	0.389	0.533	0.614	0.689	0.776	0.712	0.677	0.537	0.386	0.221	0.151
15	0.140	0.298	0.452	0.549	0.635	0.715	0.659	0.617	0.470	0.316	0.152	0.087
16	0.044	0.174	0.339	0.456	0.558	0.629	0.583	0.530	0.373	0.214	0.062	0.016
17	0.001	0.046	0.200	0.341	0.459	0.521	0.486	0.418	0.252	0.089	0.004	
18	0.000	0.001	0.059	0.207	0.342	0.398	0.372	0.284	0.110	0.007		
19					0.002	0.068	0.208	0.265	0.242	0.131	0.012	
20					0.003	0.065	0.125	0.099	0.016			
21					0.002	0.014	0.007					
dzień	1.321	2.688	4.316	5.769	7.350	8.499	7.796	6.763	4.650	2.869	1.391	0.880

Tablica 41. Mikołajki, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{dHD} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.002	0.012	0.006					
5					0.003	0.064	0.118	0.096	0.015			
6				0.002	0.070	0.207	0.249	0.237	0.127	0.012		
7		0.001	0.061	0.216	0.337	0.373	0.363	0.276	0.111	0.008		
8	0.001	0.048	0.208	0.352	0.448	0.486	0.474	0.405	0.250	0.094	0.005	
9	0.051	0.179	0.351	0.468	0.541	0.584	0.567	0.512	0.367	0.223	0.070	0.020
10	0.154	0.304	0.468	0.560	0.613	0.662	0.640	0.595	0.458	0.324	0.169	0.100
11	0.236	0.395	0.550	0.625	0.662	0.716	0.691	0.653	0.522	0.393	0.244	0.170
12	0.280	0.443	0.593	0.658	0.687	0.744	0.717	0.683	0.554	0.429	0.283	0.209
13	0.280	0.443	0.593	0.658	0.687	0.744	0.717	0.683	0.554	0.429	0.283	0.209
14	0.236	0.395	0.550	0.625	0.662	0.716	0.691	0.653	0.522	0.393	0.244	0.170
15	0.154	0.304	0.468	0.560	0.613	0.662	0.640	0.595	0.458	0.324	0.169	0.100
16	0.051	0.179	0.351	0.468	0.541	0.584	0.567	0.512	0.367	0.223	0.070	0.020
17	0.001	0.048	0.208	0.352	0.448	0.486	0.474	0.405	0.250	0.094	0.005	
18		0.001	0.061	0.216	0.337	0.373	0.363	0.276	0.111	0.008		
19					0.002	0.070	0.207	0.249	0.237	0.127	0.012	
20					0.003	0.064	0.118	0.096	0.015			
21					0.002	0.012	0.006					
dzień	1.443	2.742	4.468	5.903	7.121	7.888	7.582	6.532	4.547	2.941	1.542	0.998

Tablica 42. Pita, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{zHD} (MJ/m²), $c_c(j)=c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.001	0.010	0.004					
5				0.003	0.058	0.112	0.090	0.014				
6			0.002	0.073	0.205	0.257	0.241	0.127	0.012			
7		0.001	0.064	0.236	0.348	0.404	0.383	0.289	0.116	0.009		
8	0.002	0.051	0.219	0.401	0.477	0.544	0.513	0.436	0.272	0.104	0.006	
9	0.053	0.183	0.373	0.550	0.589	0.669	0.626	0.564	0.412	0.243	0.077	0.025
10	0.148	0.306	0.500	0.671	0.678	0.771	0.717	0.667	0.526	0.353	0.178	0.105
11	0.222	0.396	0.591	0.756	0.741	0.844	0.781	0.739	0.607	0.428	0.254	0.173
12	0.261	0.443	0.638	0.801	0.773	0.881	0.813	0.776	0.649	0.467	0.294	0.210
13	0.261	0.443	0.638	0.801	0.773	0.881	0.813	0.776	0.649	0.467	0.294	0.210
14	0.222	0.396	0.591	0.756	0.741	0.844	0.781	0.739	0.607	0.428	0.254	0.173
15	0.148	0.306	0.500	0.671	0.678	0.771	0.717	0.667	0.526	0.353	0.178	0.105
16	0.053	0.183	0.373	0.550	0.589	0.669	0.626	0.564	0.412	0.243	0.077	0.025
17	0.002	0.051	0.219	0.401	0.477	0.544	0.513	0.436	0.272	0.104	0.006	
18		0.001	0.064	0.236	0.348	0.404	0.383	0.289	0.116	0.009		
19			0.002	0.073	0.205	0.257	0.241	0.127	0.012			
20				0.003	0.058	0.112	0.090	0.014				
21					0.001	0.010	0.004					
dzień	1.372	2.760	4.773	6.980	7.743	8.984	8.338	7.225	5.188	3.208	1.618	1.025

Tablica 43. Warszawa, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{zHD} (MJ/m²), $c_c(j)=c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.009	0.003					
5				0.002	0.059	0.118	0.091	0.013				
6			0.002	0.072	0.229	0.287	0.262	0.137	0.012			
7		0.001	0.069	0.243	0.399	0.458	0.426	0.320	0.127	0.011		
8	0.003	0.059	0.234	0.418	0.551	0.624	0.575	0.486	0.297	0.117	0.009	
9	0.067	0.200	0.397	0.575	0.682	0.773	0.706	0.629	0.448	0.265	0.098	0.036
10	0.176	0.331	0.533	0.704	0.789	0.895	0.811	0.745	0.571	0.380	0.219	0.130
11	0.258	0.426	0.630	0.796	0.863	0.982	0.886	0.826	0.658	0.458	0.310	0.207
12	0.303	0.476	0.680	0.844	0.901	1.027	0.924	0.868	0.703	0.499	0.358	0.249
13	0.303	0.476	0.680	0.844	0.901	1.027	0.924	0.868	0.703	0.499	0.358	0.249
14	0.258	0.426	0.630	0.796	0.863	0.982	0.886	0.826	0.658	0.458	0.310	0.207
15	0.176	0.331	0.533	0.704	0.789	0.895	0.811	0.745	0.571	0.380	0.219	0.130
16	0.067	0.200	0.397	0.575	0.682	0.773	0.706	0.629	0.448	0.265	0.098	0.036
17	0.003	0.059	0.234	0.418	0.551	0.624	0.575	0.486	0.297	0.117	0.009	
18		0.001	0.069	0.243	0.399	0.458	0.426	0.320	0.127	0.011		
19			0.002	0.072	0.229	0.287	0.262	0.137	0.012			
20				0.002	0.059	0.118	0.091	0.013				
21						0.009	0.003					
dzień	1.613	2.989	5.088	7.307	8.948	10.344	9.369	8.049	5.634	3.459	1.989	1.244

Tablica 44. **Radzyń**, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{zHD} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{car}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.007	0.002					
5				0.002	0.055	0.106	0.083	0.011				
6			0.002	0.074	0.222	0.267	0.248	0.126	0.012			
7		0.002	0.070	0.249	0.388	0.432	0.408	0.303	0.127	0.011		
8	0.004	0.062	0.242	0.420	0.538	0.593	0.559	0.471	0.305	0.118	0.009	
9	0.073	0.211	0.414	0.571	0.668	0.738	0.692	0.620	0.470	0.276	0.097	0.037
10	0.188	0.349	0.559	0.694	0.773	0.858	0.801	0.742	0.608	0.406	0.214	0.133
11	0.276	0.450	0.663	0.781	0.847	0.943	0.878	0.829	0.706	0.498	0.302	0.211
12	0.323	0.503	0.718	0.826	0.885	0.987	0.917	0.874	0.757	0.547	0.348	0.253
13	0.323	0.503	0.718	0.826	0.885	0.987	0.917	0.874	0.757	0.547	0.348	0.253
14	0.276	0.450	0.663	0.781	0.847	0.943	0.878	0.829	0.706	0.498	0.302	0.211
15	0.188	0.349	0.559	0.694	0.773	0.858	0.801	0.742	0.608	0.406	0.214	0.133
16	0.073	0.211	0.414	0.571	0.668	0.738	0.692	0.620	0.470	0.276	0.097	0.037
17	0.004	0.062	0.242	0.420	0.538	0.593	0.559	0.471	0.305	0.118	0.009	
18		0.002	0.070	0.249	0.388	0.432	0.408	0.303	0.127	0.011		
19			0.002	0.074	0.222	0.267	0.248	0.126	0.012			
20				0.002	0.055	0.106	0.083	0.011				
21						0.007	0.002					
dzień	1.728	3.151	5.337	7.237	8.752	9.862	9.176	7.951	5.969	3.712	1.942	1.268

Tablica 45. **Puławy**, płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0$. I_{zHD} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{car}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.006	0.002					
5				0.002	0.051	0.109	0.081	0.010				
6			0.002	0.066	0.211	0.277	0.246	0.124	0.011			
7		0.002	0.067	0.229	0.371	0.439	0.396	0.298	0.120	0.011		
8	0.004	0.062	0.231	0.395	0.513	0.590	0.528	0.457	0.286	0.117	0.011	
9	0.078	0.205	0.395	0.545	0.636	0.723	0.641	0.596	0.438	0.269	0.106	0.044
10	0.194	0.334	0.531	0.668	0.735	0.832	0.731	0.708	0.563	0.394	0.230	0.145
11	0.281	0.428	0.628	0.756	0.804	0.909	0.794	0.787	0.653	0.483	0.323	0.226
12	0.327	0.478	0.679	0.802	0.839	0.948	0.826	0.828	0.699	0.529	0.373	0.269
13	0.327	0.478	0.679	0.802	0.839	0.948	0.826	0.828	0.699	0.529	0.373	0.269
14	0.281	0.428	0.628	0.756	0.804	0.909	0.794	0.787	0.653	0.483	0.323	0.226
15	0.194	0.334	0.531	0.668	0.735	0.832	0.731	0.708	0.563	0.394	0.230	0.145
16	0.078	0.205	0.395	0.545	0.636	0.723	0.641	0.596	0.438	0.269	0.106	0.044
17	0.004	0.062	0.231	0.395	0.513	0.590	0.528	0.457	0.286	0.117	0.011	
18		0.002	0.067	0.229	0.371	0.439	0.396	0.298	0.120	0.011		
19			0.002	0.066	0.211	0.277	0.246	0.124	0.011			
20				0.002	0.051	0.109	0.081	0.010				
21						0.006	0.002					
dzień	1.768	3.017	5.068	6.927	8.319	9.669	8.489	7.621	5.539	3.607	2.086	1.366

Tablica 46. Sulejów, płaszczyna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{zID} (MJ/m²), $c_c(j)=c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.006	0.002						
5				0.002	0.052	0.109	0.084	0.011				
6			0.003	0.073	0.222	0.283	0.262	0.135	0.012			
7		0.002	0.078	0.252	0.397	0.457	0.429	0.325	0.131	0.012		
8	0.005	0.072	0.261	0.433	0.555	0.621	0.578	0.496	0.305	0.125	0.011	
9	0.084	0.231	0.431	0.591	0.691	0.766	0.705	0.641	0.453	0.276	0.109	0.046
10	0.205	0.368	0.567	0.718	0.798	0.883	0.805	0.755	0.570	0.390	0.234	0.155
11	0.294	0.465	0.661	0.807	0.873	0.966	0.875	0.834	0.651	0.468	0.326	0.242
12	0.340	0.515	0.709	0.853	0.912	1.008	0.910	0.874	0.692	0.507	0.375	0.289
13	0.340	0.515	0.709	0.853	0.912	1.008	0.910	0.874	0.692	0.507	0.375	0.289
14	0.294	0.465	0.661	0.807	0.873	0.966	0.875	0.834	0.651	0.468	0.326	0.242
15	0.205	0.368	0.567	0.718	0.798	0.883	0.805	0.755	0.570	0.390	0.234	0.155
16	0.084	0.231	0.431	0.591	0.691	0.766	0.705	0.641	0.453	0.276	0.109	0.046
17	0.005	0.072	0.261	0.433	0.555	0.621	0.578	0.496	0.305	0.125	0.011	
18		0.002	0.078	0.252	0.397	0.457	0.429	0.325	0.131	0.012		
19			0.003	0.073	0.222	0.283	0.262	0.135	0.012			
20				0.002	0.052	0.109	0.084	0.011				
21					0.006	0.002						
dzień	1.856	3.306	5.418	7.457	9.000	10.201	9.303	8.141	5.629	3.557	2.110	1.465

Tablica 47. Zakopane, płaszczyna pozioma, kąt $\beta=0$. I_{zID} (MJ/m²), $c_c(j)=c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5				0.001	0.026	0.058	0.046	0.005				
6			0.002	0.052	0.142	0.183	0.170	0.087	0.009			
7		0.003	0.068	0.200	0.278	0.318	0.295	0.226	0.103	0.013		
8	0.009	0.084	0.235	0.361	0.413	0.455	0.413	0.358	0.241	0.115	0.019	0.001
9	0.105	0.243	0.403	0.513	0.538	0.583	0.521	0.477	0.364	0.239	0.126	0.062
10	0.223	0.382	0.547	0.641	0.643	0.690	0.611	0.577	0.467	0.332	0.242	0.170
11	0.308	0.483	0.653	0.734	0.718	0.768	0.675	0.649	0.540	0.397	0.328	0.252
12	0.354	0.537	0.708	0.783	0.758	0.808	0.709	0.686	0.579	0.430	0.373	0.296
13	0.354	0.537	0.708	0.783	0.758	0.808	0.709	0.686	0.579	0.430	0.373	0.296
14	0.308	0.483	0.653	0.734	0.718	0.768	0.675	0.649	0.540	0.397	0.328	0.252
15	0.223	0.382	0.547	0.641	0.643	0.690	0.611	0.577	0.467	0.332	0.242	0.170
16	0.105	0.243	0.403	0.513	0.538	0.583	0.521	0.477	0.364	0.239	0.126	0.062
17	0.009	0.084	0.235	0.361	0.413	0.455	0.413	0.358	0.241	0.115	0.019	0.001
18		0.003	0.068	0.200	0.278	0.318	0.295	0.226	0.103	0.013		
19			0.002	0.052	0.142	0.183	0.170	0.087	0.009			
20				0.001	0.026	0.058	0.046	0.005				
dzień	1.999	3.465	5.233	6.573	7.031	7.727	6.877	6.133	4.608	3.051	2.175	1.559

4.3.6. Wartości dzienne promieniowania całkowitego w stanie nieba średnio zachmurzonego

Tablica 48. Płaszczyzna pozioma, kąt $\beta = 0^\circ$, I_{zHc} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{cor}(j)$

Miesiąc	Gdynia	Kołobrzeg	Suwałki	Mikołajki	Piła
I	1.886	1.865	1.777	1.995	1.982
II	4.007	3.992	4.019	4.241	4.251
III	8.193	8.489	7.549	8.171	8.489
IV	13.585	14.024	11.775	12.775	13.721
V	19.764	20.448	18.152	18.927	19.315
VI	20.465	20.385	18.921	19.129	18.903
VII	20.282	20.580	18.654	19.916	19.977
VIII	15.960	16.396	14.777	15.364	15.853
IX	9.986	9.702	9.043	9.381	9.781
X	6.105	5.950	5.528	5.805	6.365
XI	2.389	2.384	2.093	2.299	2.425
XII	1.447	1.431	1.196	1.295	1.392

Miesiąc	Warszawa	Radzyn	Puławy	Sulejów	Zakopane
I	2.221	2.408	2.466	2.710	3.534
II	4.481	4.692	4.566	5.078	6.456
III	8.481	8.741	8.504	9.199	9.733
IV	12.792	13.867	12.663	13.249	12.835
V	19.250	19.134	18.503	19.025	15.122
VI	19.614	18.520	19.520	19.704	15.419
VII	20.342	20.269	19.428	20.291	17.141
VIII	16.083	16.134	15.466	16.065	13.992
IX	9.878	10.545	9.909	10.348	10.035
X	6.425	6.941	6.755	7.023	7.480
XI	2.732	2.792	2.944	2.990	3.809
XII	1.651	1.679	1.853	1.965	2.420

4.4. Wartości dzienne i godzinowe promieniowania na płaszczyznę pionową

4.4.1. Wartości godzinowe i dzienne promieniowania bezpośredniego w stanie czystego nieba

Tablica 49. Gdynia, płaszczyzna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{vB} (MJ/m²), $c_c = 0$

godzina	Miesiące											
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.012	0.118	0.067	0.009		0.002	0.041	0.124	0.040		
8	0.038	0.409	0.652	0.476	0.256	0.166	0.217	0.419	0.620	0.504	0.077	
9	0.764	1.309	1.344	1.034	0.738	0.612	0.701	0.969	1.254	1.277	0.830	0.557
10	1.696	2.080	1.969	1.554	1.191	1.044	1.156	1.477	1.835	1.970	1.697	1.406
11	2.332	2.617	2.428	1.947	1.536	1.372	1.499	1.859	2.266	2.465	2.291	2.076
12	2.646	2.891	2.670	2.157	1.721	1.548	1.683	2.063	2.495	2.722	2.588	2.407
13	2.646	2.891	2.670	2.157	1.721	1.548	1.683	2.063	2.495	2.722	2.588	2.407
14	2.332	2.617	2.428	1.947	1.536	1.372	1.499	1.859	2.266	2.465	2.291	2.076
15	1.696	2.080	1.969	1.554	1.191	1.044	1.156	1.477	1.835	1.970	1.697	1.406
16	0.764	1.309	1.344	1.034	0.738	0.612	0.701	0.969	1.254	1.277	0.830	0.557
17	0.038	0.409	0.652	0.476	0.256	0.166	0.217	0.419	0.620	0.504	0.077	0.000
18		0.012	0.118	0.067	0.009		0.002	0.041	0.124	0.040		
dzień	14.954	18.635	18.361	14.471	10.900	9.483	10.513	13.657	17.188	17.954	14.966	12.894

Tablica 50. **Kołobrzeg**, płaszczyzna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{bVB} (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.004	0.058	0.051	0.008		0.001	0.036	0.089	0.022		
8	0.016	0.177	0.405	0.397	0.248	0.167	0.213	0.382	0.496	0.329	0.049	
9	0.400	0.751	0.958	0.898	0.725	0.625	0.698	0.903	1.063	0.962	0.557	0.325
10	1.096	1.387	1.498	1.379	1.176	1.068	1.154	1.391	1.600	1.587	1.286	0.992
11	1.655	1.863	1.909	1.748	1.519	1.402	1.499	1.761	2.006	2.049	1.833	1.589
12	1.943	2.113	2.129	1.946	1.703	1.581	1.683	1.958	2.222	2.292	2.113	1.897
13	1.943	2.113	2.129	1.946	1.703	1.581	1.683	1.958	2.222	2.292	2.113	1.897
14	1.655	1.863	1.909	1.748	1.519	1.402	1.499	1.761	2.006	2.049	1.833	1.589
15	1.096	1.387	1.498	1.379	1.176	1.068	1.154	1.391	1.600	1.587	1.286	0.992
16	0.400	0.751	0.958	0.898	0.725	0.625	0.698	0.903	1.063	0.962	0.557	0.325
17	0.016	0.177	0.405	0.397	0.248	0.167	0.213	0.382	0.496	0.329	0.049	
18		0.004	0.058	0.051	0.008		0.001	0.036	0.089	0.022		

dzień 10.219 12.589 13.914 12.839 10.756 9.688 10.495 12.860 14.950 14.481 11.676 9.607

Tablica 51. **Suwałki**, płaszczyzna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{bVB} (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.005	0.061	0.051	0.007	0.000	0.001	0.026	0.065	0.020		
8	0.021	0.200	0.416	0.394	0.237	0.150	0.176	0.297	0.402	0.341	0.077	
9	0.535	0.821	0.978	0.891	0.698	0.570	0.593	0.735	0.906	0.996	0.810	0.557
10	1.341	1.480	1.522	1.371	1.137	0.985	1.000	1.164	1.402	1.630	1.669	1.430
11	1.937	1.967	1.936	1.738	1.473	1.301	1.313	1.496	1.782	2.095	2.255	2.094
12	2.238	2.221	2.157	1.936	1.653	1.471	1.482	1.676	1.986	2.339	2.549	2.421
13	2.238	2.221	2.157	1.936	1.653	1.471	1.482	1.676	1.986	2.339	2.549	2.421
14	1.937	1.967	1.936	1.738	1.473	1.301	1.313	1.496	1.782	2.095	2.255	2.094
15	1.341	1.480	1.522	1.371	1.137	0.985	1.000	1.164	1.402	1.630	1.669	1.430
16	0.535	0.821	0.978	0.891	0.698	0.570	0.593	0.735	0.906	0.996	0.810	0.557
17	0.021	0.200	0.416	0.394	0.237	0.150	0.176	0.297	0.402	0.341	0.077	
18		0.005	0.061	0.051	0.007		0.001	0.026	0.065	0.020		

dzień 12.144 13.387 14.140 12.761 10.412 8.953 9.130 10.786 13.085 14.842 14.720 13.003

Tablica 52. **Mikołajki**, płaszczyzna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{bVB} (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.007	0.074	0.053	0.007		0.001	0.029	0.070	0.021		
8	0.027	0.254	0.477	0.408	0.239	0.155	0.191	0.326	0.424	0.322	0.063	
9	0.542	0.944	1.076	0.918	0.708	0.598	0.644	0.798	0.945	0.952	0.668	0.428
10	1.339	1.635	1.643	1.406	1.153	1.030	1.079	1.251	1.450	1.573	1.452	1.210
11	1.929	2.134	2.070	1.778	1.493	1.358	1.410	1.598	1.837	2.031	2.014	1.839
12	2.227	2.393	2.296	1.978	1.675	1.534	1.587	1.785	2.044	2.272	2.299	2.155
13	2.227	2.393	2.296	1.978	1.675	1.534	1.587	1.785	2.044	2.272	2.299	2.155
14	1.929	2.134	2.070	1.778	1.493	1.358	1.410	1.598	1.837	2.031	2.014	1.839
15	1.339	1.635	1.643	1.406	1.153	1.030	1.079	1.251	1.450	1.573	1.452	1.210
16	0.542	0.944	1.076	0.918	0.708	0.598	0.644	0.798	0.945	0.952	0.668	0.428
17	0.027	0.254	0.477	0.408	0.239	0.155	0.191	0.326	0.424	0.322	0.063	
18		0.007	0.074	0.053	0.007		0.001	0.029	0.070	0.021		

dzień 12.126 14.734 15.273 13.082 10.549 9.350 9.824 11.572 13.541 14.342 12.990 11.265

Tablica 53. Pila, płaszczyna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. $I_{b\beta B}$ (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.006	0.066	0.053	0.006			0.027	0.072	0.020		
8	0.023	0.199	0.442	0.415	0.237	0.143	0.177	0.322	0.432	0.303	0.059	
9	0.418	0.790	1.015	0.934	0.715	0.576	0.617	0.794	0.957	0.908	0.565	0.319
10	1.110	1.427	1.566	1.428	1.168	1.004	1.043	1.247	1.465	1.511	1.277	1.006
11	1.654	1.900	1.982	1.803	1.512	1.328	1.368	1.594	1.852	1.959	1.808	1.585
12	1.935	2.148	2.204	2.004	1.696	1.502	1.542	1.781	2.059	2.195	2.082	1.882
13	1.935	2.148	2.204	2.004	1.696	1.502	1.542	1.781	2.059	2.195	2.082	1.882
14	1.654	1.900	1.982	1.803	1.512	1.328	1.368	1.594	1.852	1.959	1.808	1.585
15	1.110	1.427	1.566	1.428	1.168	1.004	1.043	1.247	1.465	1.511	1.277	1.006
16	0.418	0.790	1.015	0.934	0.715	0.576	0.617	0.794	0.957	0.908	0.565	0.319
17	0.023	0.199	0.442	0.415	0.237	0.143	0.177	0.322	0.432	0.303	0.059	
18		0.006	0.066	0.053	0.006			0.027	0.072	0.020		
dzień	10.279	12.940	14.552	13.276	10.668	9.106	9.493	11.532	13.673	13.790	11.582	9.581

Tablica 54. Warszawa, płaszczyna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. $I_{b\beta B}$ (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.006	0.055	0.039	0.004			0.020	0.051	0.014		
8	0.027	0.207	0.393	0.332	0.185	0.114	0.148	0.266	0.345	0.247	0.056	
9	0.418	0.795	0.932	0.783	0.592	0.499	0.547	0.686	0.808	0.789	0.517	0.286
10	1.088	1.424	1.458	1.227	0.994	0.891	0.945	1.101	1.272	1.352	1.182	0.936
11	1.614	1.890	1.858	1.572	1.305	1.193	1.251	1.424	1.631	1.777	1.688	1.483
12	1.887	2.134	2.072	1.758	1.473	1.356	1.417	1.599	1.826	2.003	1.951	1.767
13	1.887	2.134	2.072	1.758	1.473	1.356	1.417	1.599	1.826	2.003	1.951	1.767
14	1.614	1.890	1.858	1.572	1.305	1.193	1.251	1.424	1.631	1.777	1.688	1.483
15	1.088	1.424	1.458	1.227	0.994	0.891	0.945	1.101	1.272	1.352	1.182	0.936
16	0.418	0.795	0.932	0.783	0.592	0.499	0.547	0.686	0.808	0.789	0.517	0.286
17	0.027	0.207	0.393	0.332	0.185	0.114	0.148	0.266	0.345	0.247	0.056	
18		0.006	0.055	0.039	0.004			0.020	0.051	0.014		
dzień	10.069	12.912	13.535	11.421	9.104	8.103	8.617	10.193	11.868	12.366	10.788	8.945

Tablica 55. Radzyń, płaszczyna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. $I_{b\beta B}$ (MJ/m²), $c_c=0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.009	0.070	0.043	0.003	0.000	0.000	0.027	0.091	0.036		
8	0.041	0.277	0.462	0.360	0.191	0.116	0.163	0.334	0.507	0.443	0.121	
9	0.557	0.954	1.044	0.836	0.614	0.520	0.603	0.828	1.076	1.156	0.821	0.431
10	1.315	1.623	1.596	1.299	1.029	0.929	1.033	1.296	1.609	1.804	1.606	1.227
11	1.871	2.107	2.011	1.654	1.348	1.242	1.359	1.651	2.011	2.272	2.157	1.820
12	2.154	2.358	2.232	1.846	1.520	1.410	1.535	1.842	2.224	2.516	2.435	2.118
13	2.154	2.358	2.232	1.846	1.520	1.410	1.535	1.842	2.224	2.516	2.435	2.118
14	1.871	2.107	2.011	1.654	1.348	1.242	1.359	1.651	2.011	2.272	2.157	1.820
15	1.315	1.623	1.596	1.299	1.029	0.929	1.033	1.296	1.609	1.804	1.606	1.227
16	0.557	0.954	1.044	0.836	0.614	0.520	0.603	0.828	1.076	1.156	0.821	0.431
17	0.041	0.277	0.462	0.360	0.191	0.116	0.163	0.334	0.507	0.443	0.121	
18		0.009	0.070	0.043	0.003			0.027	0.091	0.036		
dzień	11.876	14.655	14.833	12.076	9.411	8.432	9.386	11.956	15.037	16.455	14.282	11.194

Tablica 56. Puławy, płaszczyzna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{bvB} (MJ/m²), $c_c = 0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.008	0.071	0.045	0.003			0.022	0.081	0.034		
8	0.037	0.251	0.462	0.372	0.182	0.097	0.131	0.284	0.468	0.433	0.129	
9	0.499	0.880	1.043	0.861	0.598	0.459	0.511	0.728	1.011	1.138	0.821	0.410
10	1.209	1.524	1.593	1.331	1.007	0.837	0.895	1.160	1.527	1.778	1.592	1.180
11	1.743	1.995	2.007	1.692	1.322	1.129	1.193	1.493	1.918	2.241	2.135	1.757
12	2.017	2.241	2.226	1.885	1.492	1.287	1.354	1.672	2.126	2.482	2.411	2.048
13	2.017	2.241	2.226	1.885	1.492	1.287	1.354	1.672	2.126	2.482	2.411	2.048
14	1.743	1.995	2.007	1.692	1.322	1.129	1.193	1.493	1.918	2.241	2.135	1.757
15	1.209	1.524	1.593	1.331	1.007	0.837	0.895	1.160	1.527	1.778	1.592	1.180
16	0.499	0.880	1.043	0.861	0.598	0.459	0.511	0.728	1.011	1.138	0.821	0.410
17	0.037	0.251	0.462	0.372	0.182	0.097	0.131	0.284	0.468	0.433	0.129	
18		0.008	0.071	0.045	0.003			0.022	0.081	0.034		

dzień 11.010 13.801 14.805 12.373 9.207 7.616 8.167 10.719 14.262 16.214 14.175 10.791

Tablica 57. Sulejów, płaszczyzna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{bvB} (MJ/m²), $c_c = 0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.004	0.041	0.036	0.003			0.018	0.056	0.021		
8	0.040	0.169	0.323	0.320	0.186	0.105	0.135	0.257	0.367	0.333	0.138	0.000
9	0.553	0.693	0.807	0.766	0.612	0.496	0.525	0.673	0.845	0.961	0.901	0.608
10	1.304	1.279	1.295	1.207	1.029	0.897	0.919	1.084	1.317	1.564	1.701	1.536
11	1.851	1.721	1.672	1.548	1.349	1.204	1.223	1.404	1.681	2.007	2.253	2.153
12	2.130	1.955	1.875	1.733	1.522	1.369	1.387	1.577	1.877	2.240	2.530	2.457
13	2.130	1.955	1.875	1.733	1.522	1.369	1.387	1.577	1.877	2.240	2.530	2.457
14	1.851	1.721	1.672	1.548	1.349	1.204	1.223	1.404	1.681	2.007	2.253	2.153
15	1.304	1.279	1.295	1.207	1.029	0.897	0.919	1.084	1.317	1.564	1.701	1.536
16	0.553	0.693	0.807	0.766	0.612	0.496	0.525	0.673	0.845	0.961	0.901	0.608
17	0.040	0.169	0.323	0.320	0.186	0.105	0.135	0.257	0.367	0.333	0.138	
18		0.004	0.041	0.036	0.003			0.018	0.056	0.021		

dzień 11.755 11.643 12.024 11.220 9.401 8.140 8.379 10.025 12.287 14.254 15.046 13.506

Tablica 58. Zakopane, płaszczyzna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{bvB} (MJ/m²), $c_c = 0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.011	0.073	0.041	0.001			0.017	0.068	0.028		
8	0.074	0.287	0.463	0.363	0.167	0.073	0.114	0.268	0.418	0.356	0.124	0.033
9	0.628	0.937	1.036	0.852	0.595	0.454	0.509	0.714	0.928	0.979	0.748	0.505
10	1.344	1.573	1.575	1.321	1.017	0.854	0.912	1.145	1.418	1.568	1.458	1.256
11	1.867	2.034	1.980	1.678	1.340	1.160	1.221	1.477	1.791	2.002	1.965	1.807
12	2.134	2.274	2.195	1.870	1.513	1.325	1.387	1.655	1.991	2.229	2.224	2.085
13	2.134	2.274	2.195	1.870	1.513	1.325	1.387	1.655	1.991	2.229	2.224	2.085
14	1.867	2.034	1.980	1.678	1.340	1.160	1.221	1.477	1.791	2.002	1.965	1.807
15	1.344	1.573	1.575	1.321	1.017	0.854	0.912	1.145	1.418	1.568	1.458	1.256
16	0.628	0.937	1.036	0.852	0.595	0.454	0.509	0.714	0.928	0.979	0.748	0.505
17	0.074	0.287	0.463	0.363	0.167	0.073	0.114	0.268	0.418	0.356	0.124	0.033
18		0.011	0.073	0.041	0.001			0.017	0.068	0.028		

dzień 12.095 14.232 14.645 12.248 9.265 7.734 8.285 10.553 13.230 14.323 13.039 11.370

4.4.2. Wartości godzinowe i dzienne promieniowania rozproszonego w stanicie czystego nieba

Tablica 59. **Gdynia**, płaszczyzna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{bVD} (MJ/m^2), $c_c = 0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.002	0.014	0.007					
5				0.004	0.062	0.117	0.089	0.015				
6			0.002	0.069	0.182	0.226	0.200	0.110	0.012			
7		0.001	0.054	0.189	0.284	0.317	0.292	0.219	0.099	0.007		
8	0.001	0.039	0.161	0.285	0.367	0.393	0.368	0.303	0.203	0.077	0.004	
9	0.043	0.130	0.243	0.358	0.434	0.455	0.430	0.370	0.279	0.170	0.066	0.018
10	0.120	0.196	0.301	0.412	0.485	0.503	0.478	0.420	0.334	0.233	0.143	0.095
11	0.167	0.236	0.339	0.449	0.519	0.536	0.511	0.454	0.371	0.273	0.188	0.146
12	0.188	0.256	0.358	0.467	0.537	0.552	0.527	0.472	0.389	0.293	0.210	0.169
13	0.188	0.256	0.358	0.467	0.537	0.552	0.527	0.472	0.389	0.293	0.210	0.169
14	0.167	0.236	0.339	0.449	0.519	0.536	0.511	0.454	0.371	0.273	0.188	0.146
15	0.120	0.196	0.301	0.412	0.485	0.503	0.478	0.420	0.334	0.233	0.143	0.095
16	0.043	0.130	0.243	0.358	0.434	0.455	0.430	0.370	0.279	0.170	0.066	0.018
17	0.001	0.039	0.161	0.285	0.367	0.393	0.368	0.303	0.203	0.077	0.004	
18		0.001	0.054	0.189	0.284	0.317	0.292	0.219	0.099	0.007		
19			0.002	0.069	0.182	0.226	0.200	0.110	0.012			
20				0.004	0.062	0.117	0.089	0.015				
21					0.002	0.014	0.007					
dzień	1.038	1.717	2.918	4.467	5.745	6.226	5.805	4.726	3.375	2.105	1.222	0.856

Tablica 60. **Kołobrzeg**, płaszczyzna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{bVD} (MJ/m^2), $c_c = 0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.002	0.012	0.006					
5				0.003	0.055	0.106	0.080	0.014				
6			0.002	0.066	0.170	0.207	0.186	0.104	0.011			
7		0.001	0.056	0.188	0.269	0.293	0.275	0.213	0.099	0.007		
8	0.001	0.044	0.173	0.288	0.351	0.367	0.350	0.300	0.209	0.080	0.005	
9	0.049	0.148	0.268	0.366	0.418	0.428	0.412	0.369	0.291	0.181	0.070	0.021
10	0.134	0.225	0.335	0.424	0.469	0.476	0.461	0.422	0.350	0.250	0.152	0.102
11	0.187	0.274	0.378	0.463	0.504	0.509	0.494	0.458	0.390	0.294	0.202	0.157
12	0.211	0.297	0.400	0.483	0.522	0.525	0.511	0.476	0.410	0.316	0.225	0.182
13	0.211	0.297	0.400	0.483	0.522	0.525	0.511	0.476	0.410	0.316	0.225	0.182
14	0.187	0.274	0.378	0.463	0.504	0.509	0.494	0.458	0.390	0.294	0.202	0.157
15	0.134	0.225	0.335	0.424	0.469	0.476	0.461	0.422	0.350	0.250	0.152	0.102
16	0.049	0.148	0.268	0.366	0.418	0.428	0.412	0.369	0.291	0.181	0.070	0.021
17	0.001	0.044	0.173	0.288	0.351	0.367	0.350	0.300	0.209	0.080	0.005	
18		0.001	0.056	0.188	0.269	0.293	0.275	0.213	0.099	0.007		
19			0.002	0.066	0.170	0.207	0.186	0.104	0.011			
20				0.003	0.055	0.106	0.080	0.014				
21					0.002	0.012	0.006					
dzień	1.163	1.977	3.225	4.565	5.517	5.848	5.549	4.713	3.519	2.255	1.309	0.923

Tablica 61. **Suwałki**, płaszczyzna południowa, kąt $\beta=90^\circ$, kąt $\alpha=0^\circ$. I_{bVD} (MJ/m^2), $c_c=0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.002	0.012	0.005					
5				0.003	0.052	0.102	0.078	0.013				
6			0.002	0.062	0.160	0.200	0.186	0.104	0.011			
7		0.001	0.052	0.175	0.251	0.282	0.274	0.216	0.097	0.007		
8	0.001	0.041	0.160	0.265	0.324	0.349	0.347	0.302	0.205	0.075	0.005	
9	0.044	0.135	0.244	0.332	0.382	0.403	0.404	0.369	0.283	0.166	0.061	0.019
10	0.118	0.203	0.301	0.382	0.426	0.445	0.448	0.418	0.338	0.226	0.129	0.087
11	0.162	0.244	0.338	0.415	0.455	0.473	0.477	0.451	0.374	0.263	0.168	0.130
12	0.183	0.263	0.357	0.431	0.470	0.487	0.492	0.467	0.392	0.282	0.186	0.150
13	0.183	0.263	0.357	0.431	0.470	0.487	0.492	0.467	0.392	0.282	0.186	0.150
14	0.162	0.244	0.338	0.415	0.455	0.473	0.477	0.451	0.374	0.263	0.168	0.130
15	0.118	0.203	0.301	0.382	0.426	0.445	0.448	0.418	0.338	0.226	0.129	0.087
16	0.044	0.135	0.244	0.332	0.382	0.403	0.404	0.369	0.283	0.166	0.061	0.019
17	0.001	0.041	0.160	0.265	0.324	0.349	0.347	0.302	0.205	0.075	0.005	
18		0.001	0.052	0.175	0.251	0.282	0.274	0.216	0.097	0.007		
19			0.002	0.062	0.160	0.200	0.186	0.104	0.011			
20				0.003	0.052	0.102	0.078	0.013				
21					0.002	0.012	0.005					
dzień	1.017	1.773	2.911	4.128	5.042	5.502	5.423	4.681	3.403	2.038	1.098	0.771

Tablica 62. **Mikołajki**, płaszczyzna południowa, kąt $\beta=90^\circ$, kąt $\alpha=0^\circ$. I_{bVD} (MJ/m^2), $c_c=0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.001	0.011	0.005					
5				0.003	0.050	0.098	0.075	0.013				
6			0.002	0.061	0.159	0.195	0.179	0.101	0.011			
7		0.001	0.052	0.175	0.252	0.275	0.264	0.211	0.098	0.007		
8	0.001	0.042	0.159	0.266	0.326	0.342	0.334	0.295	0.206	0.079	0.005	
9	0.048	0.135	0.241	0.334	0.385	0.396	0.391	0.361	0.285	0.173	0.068	0.023
10	0.124	0.201	0.298	0.385	0.430	0.438	0.433	0.409	0.340	0.236	0.142	0.097
11	0.169	0.241	0.335	0.419	0.460	0.466	0.463	0.442	0.377	0.276	0.185	0.144
12	0.190	0.261	0.353	0.435	0.475	0.480	0.477	0.458	0.395	0.295	0.205	0.166
13	0.190	0.261	0.353	0.435	0.475	0.480	0.477	0.458	0.395	0.295	0.205	0.166
14	0.169	0.241	0.335	0.419	0.460	0.466	0.463	0.442	0.377	0.276	0.185	0.144
15	0.124	0.201	0.298	0.385	0.430	0.438	0.433	0.409	0.340	0.236	0.142	0.097
16	0.048	0.135	0.241	0.334	0.385	0.396	0.391	0.361	0.285	0.173	0.068	0.023
17	0.001	0.042	0.159	0.266	0.326	0.342	0.334	0.295	0.206	0.079	0.005	0.000
18		0.001	0.052	0.175	0.252	0.275	0.264	0.211	0.098	0.007		
19			0.002	0.061	0.159	0.195	0.179	0.101	0.011			
20				0.003	0.050	0.098	0.075	0.013				
21					0.001	0.011	0.005					
dzień	1.064	1.763	2.882	4.157	5.075	5.404	5.242	4.581	3.424	2.132	1.209	0.858

Tablica 63. Piła, płaszczyna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{bVD} (MJ/m²), $c_c = 0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4					0.001	0.009	0.004					
5				0.003	0.047	0.095	0.071	0.011				
6			0.002	0.060	0.158	0.199	0.182	0.100	0.011			
7		0.001	0.055	0.177	0.257	0.289	0.277	0.215	0.099	0.008		
8	0.002	0.047	0.169	0.275	0.340	0.366	0.359	0.309	0.213	0.084	0.007	
9	0.057	0.151	0.261	0.353	0.409	0.432	0.426	0.384	0.299	0.186	0.078	0.030
10	0.141	0.227	0.328	0.412	0.462	0.483	0.479	0.441	0.363	0.257	0.159	0.112
11	0.194	0.275	0.372	0.452	0.499	0.518	0.515	0.481	0.406	0.303	0.209	0.165
12	0.219	0.299	0.394	0.473	0.518	0.536	0.533	0.501	0.428	0.326	0.234	0.191
13	0.219	0.299	0.394	0.473	0.518	0.536	0.533	0.501	0.428	0.326	0.234	0.191
14	0.194	0.275	0.372	0.452	0.499	0.518	0.515	0.481	0.406	0.303	0.209	0.165
15	0.141	0.227	0.328	0.412	0.462	0.483	0.479	0.441	0.363	0.257	0.159	0.112
16	0.057	0.151	0.261	0.353	0.409	0.432	0.426	0.384	0.299	0.186	0.078	0.030
17	0.002	0.047	0.169	0.275	0.340	0.366	0.359	0.309	0.213	0.084	0.007	
18		0.001	0.055	0.177	0.257	0.289	0.277	0.215	0.099	0.008		
19			0.002	0.060	0.158	0.199	0.182	0.100	0.011			
20				0.003	0.047	0.095	0.071	0.011				
21				0.001	0.009	0.004						
dzień	1.226	2.001	3.160	4.411	5.379	5.853	5.693	4.883	3.637	2.329	1.374	0.995

Tablica 64. Warszawa, płaszczyna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{bVD} (MJ/m²), $c_c = 0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.008	0.002					
5				0.002	0.046	0.096	0.071	0.010				
6			0.002	0.064	0.174	0.217	0.196	0.107	0.011			
7		0.002	0.061	0.200	0.291	0.320	0.305	0.239	0.111	0.009		
8	0.003	0.056	0.189	0.314	0.388	0.410	0.397	0.346	0.241	0.098	0.009	
9	0.070	0.169	0.292	0.404	0.469	0.485	0.474	0.432	0.340	0.212	0.094	0.041
10	0.163	0.251	0.366	0.473	0.532	0.545	0.535	0.498	0.413	0.292	0.184	0.133
11	0.220	0.304	0.416	0.520	0.576	0.587	0.577	0.544	0.463	0.344	0.239	0.191
12	0.247	0.330	0.441	0.544	0.598	0.608	0.599	0.567	0.488	0.370	0.266	0.219
13	0.247	0.330	0.441	0.544	0.598	0.608	0.599	0.567	0.488	0.370	0.266	0.219
14	0.220	0.304	0.416	0.520	0.576	0.587	0.577	0.544	0.463	0.344	0.239	0.191
15	0.163	0.251	0.366	0.473	0.532	0.545	0.535	0.498	0.413	0.292	0.184	0.133
16	0.070	0.169	0.292	0.404	0.469	0.485	0.474	0.432	0.340	0.212	0.094	0.041
17	0.003	0.056	0.189	0.314	0.388	0.410	0.397	0.346	0.241	0.098	0.009	
18		0.002	0.061	0.200	0.291	0.320	0.305	0.239	0.111	0.009		
19			0.002	0.064	0.174	0.217	0.196	0.107	0.011			
20				0.002	0.046	0.096	0.071	0.010				
dzień	1.405	2.223	3.534	5.045	6.152	6.552	6.311	5.484	4.134	2.654	1.584	1.168

Tablica 65. Radzyn, płaszczyzna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{bVD} (MJ/m²), $c_c = 0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.007	0.002					
5				0.002	0.045	0.095	0.069	0.010				
6			0.002	0.065	0.177	0.219	0.194	0.104	0.011			
7		0.002	0.063	0.204	0.298	0.326	0.303	0.232	0.108	0.010		
8	0.004	0.058	0.193	0.322	0.400	0.419	0.397	0.337	0.232	0.097	0.010	
9	0.074	0.174	0.298	0.416	0.485	0.499	0.478	0.424	0.328	0.205	0.095	0.045
10	0.168	0.257	0.375	0.489	0.552	0.563	0.542	0.492	0.401	0.282	0.182	0.137
11	0.226	0.312	0.428	0.539	0.599	0.607	0.586	0.540	0.451	0.334	0.236	0.195
12	0.254	0.339	0.455	0.564	0.623	0.629	0.609	0.564	0.477	0.360	0.263	0.223
13	0.254	0.339	0.455	0.564	0.623	0.629	0.609	0.564	0.477	0.360	0.263	0.223
14	0.226	0.312	0.428	0.539	0.599	0.607	0.586	0.540	0.451	0.334	0.236	0.195
15	0.168	0.257	0.375	0.489	0.552	0.563	0.542	0.492	0.401	0.282	0.182	0.137
16	0.074	0.174	0.298	0.416	0.485	0.499	0.478	0.424	0.328	0.205	0.095	0.045
17	0.004	0.058	0.193	0.322	0.400	0.419	0.397	0.337	0.232	0.097	0.010	
18		0.002	0.063	0.204	0.298	0.326	0.303	0.232	0.108	0.010		
19			0.002	0.065	0.177	0.219	0.194	0.104	0.011			
20				0.002	0.045	0.095	0.069	0.010				
21						0.007	0.002					
dzień	1.452	2.284	3.628	5.200	6.357	6.727	6.361	5.406	4.015	2.576	1.573	1.199

Tablica 66. Puławy, płaszczyzna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{bVD} (MJ/m²), $c_c = 0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.005	0.001					
5				0.002	0.043	0.093	0.067	0.009				
6			0.002	0.063	0.174	0.224	0.202	0.106	0.011			
7		0.002	0.063	0.200	0.297	0.336	0.319	0.241	0.110	0.010		
8	0.005	0.062	0.194	0.316	0.399	0.433	0.419	0.352	0.237	0.099	0.012	
9	0.080	0.180	0.298	0.409	0.484	0.515	0.502	0.441	0.335	0.208	0.099	0.049
10	0.176	0.265	0.375	0.480	0.551	0.579	0.567	0.510	0.408	0.285	0.186	0.143
11	0.235	0.320	0.427	0.530	0.597	0.623	0.612	0.558	0.458	0.337	0.241	0.202
12	0.263	0.347	0.454	0.555	0.621	0.646	0.636	0.583	0.484	0.363	0.267	0.230
13	0.263	0.347	0.454	0.555	0.621	0.646	0.636	0.583	0.484	0.363	0.267	0.230
14	0.235	0.320	0.427	0.530	0.597	0.623	0.612	0.558	0.458	0.337	0.241	0.202
15	0.176	0.265	0.375	0.480	0.551	0.579	0.567	0.510	0.408	0.285	0.186	0.143
16	0.080	0.180	0.298	0.409	0.484	0.515	0.502	0.441	0.335	0.208	0.099	0.049
17	0.005	0.062	0.194	0.316	0.399	0.433	0.419	0.352	0.237	0.099	0.012	
18		0.002	0.063	0.200	0.297	0.336	0.319	0.241	0.110	0.010		
19			0.002	0.063	0.174	0.224	0.202	0.106	0.011			
20				0.002	0.043	0.093	0.067	0.009				
21						0.005	0.001					
dzień	1.520	2.352	3.625	5.108	6.330	6.909	6.651	5.601	4.087	2.606	1.610	1.249

Tablica 67. **Sulejów**, płaszczyzna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. $I_{b\text{vD}}$ (MJ/m²), $c_c = 0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.005	0.001					
5				0.002	0.042	0.089	0.066	0.009				
6			0.002	0.063	0.169	0.213	0.196	0.106	0.011			
7		0.002	0.065	0.203	0.285	0.315	0.306	0.243	0.113	0.010		
8	0.005	0.064	0.204	0.320	0.378	0.399	0.396	0.351	0.246	0.103	0.012	
9	0.079	0.187	0.313	0.408	0.451	0.466	0.468	0.434	0.343	0.214	0.096	0.046
10	0.171	0.273	0.389	0.473	0.507	0.518	0.523	0.496	0.413	0.288	0.177	0.131
11	0.225	0.326	0.438	0.516	0.544	0.553	0.559	0.537	0.458	0.335	0.224	0.181
12	0.250	0.352	0.463	0.537	0.563	0.571	0.578	0.558	0.481	0.358	0.247	0.205
13	0.250	0.352	0.463	0.537	0.563	0.571	0.578	0.558	0.481	0.358	0.247	0.205
14	0.225	0.326	0.438	0.516	0.544	0.553	0.559	0.537	0.458	0.335	0.224	0.181
15	0.171	0.273	0.389	0.473	0.507	0.518	0.523	0.496	0.413	0.288	0.177	0.131
16	0.079	0.187	0.313	0.408	0.451	0.466	0.468	0.434	0.343	0.214	0.096	0.046
17	0.005	0.064	0.204	0.320	0.378	0.399	0.396	0.351	0.246	0.103	0.012	0.000
18		0.002	0.065	0.203	0.285	0.315	0.306	0.243	0.113	0.010		
19			0.002	0.063	0.169	0.213	0.196	0.106	0.011			
20				0.002	0.042	0.089	0.066	0.009				
21						0.005	0.001					
dzień	1.458	2.407	3.749	5.043	5.878	6.258	6.187	5.469	4.132	2.616	1.513	1.128

Tablica 68. **Zakopane**, płaszczyzna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. $I_{b\text{vD}}$ (MJ/m²), $c_c = 0$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5				0.001	0.025	0.057	0.041	0.005				
6			0.002	0.046	0.126	0.160	0.145	0.077	0.008			
7		0.002	0.053	0.156	0.222	0.247	0.236	0.186	0.091	0.010		
8	0.008	0.060	0.160	0.249	0.304	0.325	0.316	0.274	0.197	0.092	0.016	0.001
9	0.082	0.156	0.245	0.325	0.375	0.394	0.385	0.348	0.277	0.185	0.099	0.056
10	0.157	0.224	0.309	0.387	0.434	0.450	0.442	0.408	0.340	0.250	0.170	0.134
11	0.203	0.269	0.354	0.431	0.475	0.490	0.483	0.450	0.384	0.295	0.216	0.180
12	0.226	0.292	0.377	0.453	0.497	0.511	0.504	0.472	0.407	0.318	0.238	0.203
13	0.226	0.292	0.377	0.453	0.497	0.511	0.504	0.472	0.407	0.318	0.238	0.203
14	0.203	0.269	0.354	0.431	0.475	0.490	0.483	0.450	0.384	0.295	0.216	0.180
15	0.157	0.224	0.309	0.387	0.434	0.450	0.442	0.408	0.340	0.250	0.170	0.134
16	0.082	0.156	0.245	0.325	0.375	0.394	0.385	0.348	0.277	0.185	0.099	0.056
17	0.008	0.060	0.160	0.249	0.304	0.325	0.316	0.274	0.197	0.092	0.016	0.001
18		0.002	0.053	0.156	0.222	0.247	0.236	0.186	0.091	0.010		
19			0.002	0.046	0.126	0.160	0.145	0.077	0.008			
20				0.001	0.025	0.057	0.041	0.005				
dzień	1.349	2.007	3.001	4.092	4.918	5.270	5.108	4.440	3.408	2.300	1.480	1.146

4.4.3. Wartości dzienne promieniowania całkowitego w stanie nieba bezchmurnego

Tablica 69. Płasczyzna południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{bvc} (MJ/m²), $c_c = 0$

Miesiąc	Gdynia	Kołobrzeg	Suwałki	Mikołajki	Piła
I	15.992	11.382	13.162	13.190	11.505
II	20.353	14.566	15.160	16.497	14.941
III	21.279	17.139	17.051	18.155	17.713
IV	18.938	17.404	16.889	17.239	17.687
V	16.645	16.273	15.454	15.624	16.047
VI	15.709	15.536	14.455	14.754	14.959
VII	16.319	16.044	14.553	15.066	15.186
VIII	18.384	17.573	15.467	16.153	16.415
IX	20.563	18.470	16.489	16.965	17.310
X	20.059	16.736	16.880	16.474	16.119
XI	16.188	12.985	15.818	14.199	12.956
XII	13.749	10.529	13.774	12.123	10.576

Miesiąc	Warszawa	Radzyn	Puławy	Sulejów	Zakopane
I	11.473	13.328	12.530	13.214	13.444
II	15.134	16.939	16.153	14.050	16.239
III	17.070	18.461	18.430	15.772	17.645
IV	16.467	17.276	17.481	16.264	16.340
V	15.256	15.768	15.538	15.279	14.182
VI	14.655	15.159	14.526	14.397	13.004
VII	14.927	15.747	14.817	14.566	13.393
VIII	15.677	17.362	16.320	15.494	14.994
IX	16.002	19.053	18.350	16.419	16.638
X	15.020	19.030	18.820	16.870	16.622
XI	12.372	15.855	15.786	16.558	14.519
XII	10.113	12.392	12.040	14.634	12.516

4.4.4.. Wartości promieniowania bezpośredniego w stanie nieba średnio zachmurzonego

Tablica 70. Gdynia, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zvb} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.003	0.038	0.029	0.005		0.001	0.020	0.047	0.016		
8	0.008	0.094	0.209	0.205	0.157	0.083	0.116	0.200	0.235	0.203	0.018	
9	0.152	0.301	0.432	0.445	0.453	0.308	0.374	0.462	0.475	0.513	0.193	0.109
10	0.338	0.478	0.632	0.670	0.731	0.525	0.617	0.705	0.695	0.792	0.395	0.276
11	0.464	0.602	0.779	0.839	0.943	0.690	0.800	0.887	0.859	0.991	0.534	0.407
12	0.527	0.665	0.857	0.930	1.056	0.779	0.899	0.984	0.946	1.094	0.603	0.472
13	0.527	0.665	0.857	0.930	1.056	0.779	0.899	0.984	0.946	1.094	0.603	0.472
14	0.464	0.602	0.779	0.839	0.943	0.690	0.800	0.887	0.859	0.991	0.534	0.407
15	0.338	0.478	0.632	0.670	0.731	0.525	0.617	0.705	0.695	0.792	0.395	0.276
16	0.152	0.301	0.432	0.445	0.453	0.308	0.374	0.462	0.475	0.513	0.193	0.109
17	0.008	0.094	0.209	0.205	0.157	0.083	0.116	0.200	0.235	0.203	0.018	
18		0.003	0.038	0.029	0.005		0.001	0.020	0.047	0.016		
dzień	2.976	4.286	5.894	6.237	6.692	4.770	5.614	6.515	6.514	7.218	3.487	2.527

Tablica 71. **Kołobrzeg**, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zVB} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.001	0.023	0.023	0.005		0.001	0.017	0.032	0.009		
8	0.004	0.051	0.158	0.182	0.153	0.076	0.109	0.180	0.178	0.133	0.012	
9	0.096	0.216	0.373	0.411	0.449	0.283	0.356	0.425	0.381	0.388	0.135	0.065
10	0.264	0.399	0.583	0.632	0.728	0.484	0.590	0.655	0.573	0.641	0.312	0.198
11	0.399	0.536	0.743	0.801	0.940	0.635	0.766	0.829	0.718	0.828	0.445	0.318
12	0.468	0.608	0.828	0.891	1.054	0.716	0.860	0.922	0.795	0.926	0.514	0.379
13	0.468	0.608	0.828	0.891	1.054	0.716	0.860	0.922	0.795	0.926	0.514	0.379
14	0.399	0.536	0.743	0.801	0.940	0.635	0.766	0.829	0.718	0.828	0.445	0.318
15	0.264	0.399	0.583	0.632	0.728	0.484	0.590	0.655	0.573	0.641	0.312	0.198
16	0.096	0.216	0.373	0.411	0.449	0.283	0.356	0.425	0.381	0.388	0.135	0.065
17	0.004	0.051	0.158	0.182	0.153	0.076	0.109	0.180	0.178	0.133	0.012	
18		0.001	0.023	0.023	0.005		0.001	0.017	0.032	0.009		
dzień	2.463	3.626	5.413	5.880	6.658	4.388	5.363	6.057	5.352	5.850	2.837	1.921

Tablica 72. **Suwałki**, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zVB} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.001	0.021	0.020	0.004			0.014	0.027	0.008		
8	0.004	0.054	0.146	0.159	0.130	0.072	0.097	0.158	0.168	0.137	0.015	0.000
9	0.090	0.220	0.342	0.361	0.383	0.275	0.329	0.390	0.380	0.401	0.152	0.075
10	0.225	0.397	0.533	0.555	0.623	0.475	0.555	0.618	0.587	0.657	0.314	0.193
11	0.325	0.527	0.678	0.704	0.807	0.627	0.729	0.794	0.747	0.844	0.424	0.283
12	0.376	0.595	0.755	0.784	0.906	0.709	0.822	0.890	0.832	0.943	0.479	0.327
13	0.376	0.595	0.755	0.784	0.906	0.709	0.822	0.890	0.832	0.943	0.479	0.327
14	0.325	0.527	0.678	0.704	0.807	0.627	0.729	0.794	0.747	0.844	0.424	0.283
15	0.225	0.397	0.533	0.555	0.623	0.475	0.555	0.618	0.587	0.657	0.314	0.193
16	0.090	0.220	0.342	0.361	0.383	0.275	0.329	0.390	0.380	0.401	0.152	0.075
17	0.004	0.054	0.146	0.159	0.130	0.072	0.097	0.158	0.168	0.137	0.015	
18		0.001	0.021	0.020	0.004			0.014	0.027	0.008		
dzień	2.040	3.588	4.949	5.168	5.706	4.315	5.067	5.728	5.483	5.981	2.767	1.755

Tablica 73. **Mikołajki**, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zVB} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.002	0.027	0.024	0.004			0.015	0.031	0.009		
8	0.005	0.069	0.176	0.182	0.139	0.076	0.109	0.175	0.186	0.142	0.014	
9	0.107	0.256	0.396	0.410	0.412	0.291	0.369	0.427	0.415	0.419	0.148	0.060
10	0.265	0.443	0.605	0.628	0.671	0.502	0.617	0.669	0.637	0.692	0.322	0.169
11	0.382	0.578	0.762	0.795	0.869	0.661	0.806	0.855	0.806	0.894	0.447	0.258
12	0.441	0.649	0.845	0.884	0.975	0.747	0.908	0.955	0.897	1.000	0.510	0.302
13	0.441	0.649	0.845	0.884	0.975	0.747	0.908	0.955	0.897	1.000	0.510	0.302
14	0.382	0.578	0.762	0.795	0.869	0.661	0.806	0.855	0.806	0.894	0.447	0.258
15	0.265	0.443	0.605	0.628	0.671	0.502	0.617	0.669	0.637	0.692	0.322	0.169
16	0.107	0.256	0.396	0.410	0.412	0.291	0.369	0.427	0.415	0.419	0.148	0.060
17	0.005	0.069	0.176	0.182	0.139	0.076	0.109	0.175	0.186	0.142	0.014	
18		0.002	0.027	0.024	0.004			0.015	0.031	0.009		
dzień	2.401	3.993	5.620	5.848	6.140	4.553	5.620	6.191	5.944	6.310	2.884	1.577

Tablica 74. Pila, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zVB} (MJ/m²), $c_e(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.002	0.025	0.022	0.003			0.014	0.029	0.010		
8	0.006	0.059	0.166	0.175	0.130	0.061	0.096	0.165	0.174	0.147	0.015	
9	0.102	0.232	0.382	0.393	0.393	0.248	0.337	0.407	0.386	0.442	0.142	0.060
10	0.270	0.420	0.589	0.601	0.641	0.432	0.569	0.640	0.590	0.736	0.322	0.190
11	0.402	0.559	0.745	0.759	0.830	0.571	0.747	0.818	0.746	0.954	0.456	0.299
12	0.470	0.631	0.829	0.844	0.931	0.646	0.842	0.914	0.830	1.069	0.525	0.356
13	0.470	0.631	0.829	0.844	0.931	0.646	0.842	0.914	0.830	1.069	0.525	0.356
14	0.402	0.559	0.745	0.759	0.830	0.571	0.747	0.818	0.746	0.954	0.456	0.299
15	0.270	0.420	0.589	0.601	0.641	0.432	0.569	0.640	0.590	0.736	0.322	0.190
16	0.102	0.232	0.382	0.393	0.393	0.248	0.337	0.407	0.386	0.442	0.142	0.060
17	0.006	0.059	0.166	0.175	0.130	0.061	0.096	0.165	0.174	0.147	0.015	
18		0.002	0.025	0.022	0.003			0.014	0.029	0.010		
dzień	2.498	3.804	5.472	5.589	5.857	3.915	5.183	5.916	5.510	6.716	2.919	1.811

Tablica 75. Warszawa, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zVB} (MJ/m²), $c_e(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.002	0.020	0.015	0.002			0.011	0.021	0.007		
8	0.006	0.059	0.141	0.130	0.104	0.050	0.082	0.141	0.144	0.121	0.013	
9	0.097	0.225	0.334	0.306	0.333	0.220	0.303	0.362	0.337	0.387	0.121	0.060
10	0.252	0.403	0.523	0.480	0.560	0.393	0.523	0.581	0.530	0.663	0.278	0.195
11	0.375	0.535	0.667	0.615	0.735	0.526	0.692	0.752	0.680	0.871	0.397	0.309
12	0.438	0.604	0.744	0.687	0.829	0.598	0.784	0.844	0.761	0.982	0.459	0.368
13	0.438	0.604	0.744	0.687	0.829	0.598	0.784	0.844	0.761	0.982	0.459	0.368
14	0.375	0.535	0.667	0.615	0.735	0.526	0.692	0.752	0.680	0.871	0.397	0.309
15	0.252	0.403	0.523	0.480	0.560	0.393	0.523	0.581	0.530	0.663	0.278	0.195
16	0.097	0.225	0.334	0.306	0.333	0.220	0.303	0.362	0.337	0.387	0.121	0.060
17	0.006	0.059	0.141	0.130	0.104	0.050	0.082	0.141	0.144	0.121	0.013	
18		0.002	0.020	0.015	0.002			0.011	0.021	0.007		
dzień	2.336	3.654	4.859	4.466	5.126	3.574	4.765	5.382	4.949	6.059	2.535	1.861

Tablica 76. Radzyń, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zVB} (MJ/m²), $c_e(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.002	0.023	0.019	0.002			0.012	0.032	0.015		
8	0.009	0.071	0.150	0.158	0.102	0.045	0.081	0.149	0.178	0.177	0.024	
9	0.121	0.243	0.339	0.368	0.331	0.201	0.301	0.370	0.377	0.463	0.166	0.071
10	0.285	0.414	0.519	0.571	0.554	0.359	0.515	0.579	0.563	0.722	0.324	0.203
11	0.406	0.537	0.654	0.728	0.725	0.479	0.678	0.738	0.704	0.909	0.436	0.300
12	0.467	0.601	0.725	0.812	0.818	0.544	0.766	0.823	0.779	1.006	0.492	0.349
13	0.467	0.601	0.725	0.812	0.818	0.544	0.766	0.823	0.779	1.006	0.492	0.349
14	0.406	0.537	0.654	0.728	0.725	0.479	0.678	0.738	0.704	0.909	0.436	0.300
15	0.285	0.414	0.519	0.571	0.554	0.359	0.515	0.579	0.563	0.722	0.324	0.203
16	0.121	0.243	0.339	0.368	0.331	0.201	0.301	0.370	0.377	0.463	0.166	0.071
17	0.009	0.071	0.150	0.158	0.102	0.045	0.081	0.149	0.178	0.177	0.024	
18		0.002	0.023	0.019	0.002			0.012	0.032	0.015		
dzień	2.577	3.737	4.821	5.313	5.063	3.255	4.684	5.344	5.263	6.582	2.885	1.847

Tablica 77. **Puławy**, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zVB} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.002	0.023	0.016	0.002			0.010	0.028	0.013		
8	0.008	0.066	0.149	0.136	0.097	0.047	0.074	0.135	0.163	0.168	0.026	
9	0.116	0.233	0.336	0.314	0.318	0.222	0.288	0.347	0.352	0.441	0.164	0.080
10	0.280	0.404	0.513	0.486	0.536	0.404	0.506	0.552	0.532	0.690	0.318	0.230
11	0.404	0.529	0.646	0.617	0.703	0.545	0.674	0.711	0.667	0.869	0.427	0.343
12	0.468	0.594	0.717	0.688	0.794	0.622	0.765	0.796	0.740	0.963	0.482	0.399
13	0.468	0.594	0.717	0.688	0.794	0.622	0.765	0.796	0.740	0.963	0.482	0.399
14	0.404	0.529	0.646	0.617	0.703	0.545	0.674	0.711	0.667	0.869	0.427	0.343
15	0.280	0.404	0.513	0.486	0.536	0.404	0.506	0.552	0.532	0.690	0.318	0.230
16	0.116	0.233	0.336	0.314	0.318	0.222	0.288	0.347	0.352	0.441	0.164	0.080
17	0.008	0.066	0.149	0.136	0.097	0.047	0.074	0.135	0.163	0.168	0.026	
18		0.002	0.023	0.016	0.002			0.010	0.028	0.013		
dzień	2.554	3.657	4.767	4.516	4.898	3.679	4.614	5.102	4.963	6.291	2.835	2.104

Tablica 78. **Sulejów**, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zVB} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.001	0.018	0.014	0.001			0.009	0.024	0.010		
8	0.011	0.060	0.140	0.130	0.094	0.045	0.074	0.132	0.160	0.161	0.027	
9	0.148	0.247	0.349	0.310	0.311	0.213	0.288	0.345	0.367	0.465	0.176	0.099
10	0.350	0.457	0.561	0.489	0.523	0.386	0.504	0.556	0.573	0.757	0.332	0.249
11	0.496	0.614	0.724	0.627	0.685	0.518	0.670	0.720	0.731	0.972	0.439	0.349
12	0.571	0.698	0.812	0.702	0.773	0.589	0.760	0.809	0.817	1.084	0.493	0.398
13	0.571	0.698	0.812	0.702	0.773	0.589	0.760	0.809	0.817	1.084	0.493	0.398
14	0.496	0.614	0.724	0.627	0.685	0.518	0.670	0.720	0.731	0.972	0.439	0.349
15	0.350	0.457	0.561	0.489	0.523	0.386	0.504	0.556	0.573	0.757	0.332	0.249
16	0.148	0.247	0.349	0.310	0.311	0.213	0.288	0.345	0.367	0.465	0.176	0.099
17	0.011	0.060	0.140	0.130	0.094	0.045	0.074	0.132	0.160	0.161	0.027	
18		0.001	0.018	0.014	0.001			0.009	0.024	0.010		
dzień	3.150	4.157	5.206	4.544	4.776	3.500	4.592	5.143	5.345	6.899	2.934	2.188

Tablica 79. **Zakopane**, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zVB} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7		0.005	0.029	0.015				0.008	0.029	0.016		
8	0.030	0.130	0.183	0.135	0.063	0.024	0.053	0.119	0.180	0.200	0.046	0.009
9	0.259	0.424	0.409	0.317	0.227	0.150	0.239	0.318	0.400	0.550	0.274	0.144
10	0.554	0.711	0.622	0.491	0.387	0.283	0.429	0.510	0.611	0.881	0.534	0.358
11	0.769	0.919	0.782	0.624	0.510	0.384	0.574	0.657	0.772	1.125	0.719	0.515
12	0.879	1.028	0.867	0.696	0.576	0.438	0.652	0.737	0.858	1.253	0.814	0.594
13	0.879	1.028	0.867	0.696	0.576	0.438	0.652	0.737	0.858	1.253	0.814	0.594
14	0.769	0.919	0.782	0.624	0.510	0.384	0.574	0.657	0.772	1.125	0.719	0.515
15	0.554	0.711	0.622	0.491	0.387	0.283	0.429	0.510	0.611	0.881	0.534	0.358
16	0.259	0.424	0.409	0.317	0.227	0.150	0.239	0.318	0.400	0.550	0.274	0.144
17	0.030	0.130	0.183	0.135	0.063	0.024	0.053	0.119	0.180	0.200	0.046	0.009
18		0.005	0.029	0.015	0.000			0.008	0.029	0.016		
dzień	4.983	6.433	5.785	4.556	3.530	2.560	3.894	4.696	5.702	8.049	4.772	3.241

4.4.5.. Wartości godzinowe i dzienne promieniowania rozproszonego w stanie nieba średnio zachmurzonego

Tablica 80. Gdynia, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zVD} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4					0.002	0.011	0.005						
5					0.003	0.049	0.094	0.072	0.011				
6				0.001	0.053	0.157	0.206	0.183	0.091	0.008			
7				0.042	0.168	0.268	0.323	0.298	0.211	0.081	0.005		
8	0.001	0.030	0.153	0.292	0.373	0.437	0.410	0.330	0.198	0.066	0.003		
9	0.031	0.124	0.273	0.406	0.465	0.539	0.510	0.438	0.311	0.171	0.049	0.012	
10	0.104	0.220	0.375	0.499	0.539	0.623	0.592	0.526	0.405	0.263	0.129	0.075	
11	0.165	0.291	0.448	0.566	0.591	0.683	0.650	0.589	0.473	0.330	0.192	0.134	
12	0.198	0.329	0.486	0.600	0.618	0.713	0.680	0.621	0.508	0.365	0.226	0.167	
13	0.198	0.329	0.486	0.600	0.618	0.713	0.680	0.621	0.508	0.365	0.226	0.167	
14	0.165	0.291	0.448	0.566	0.591	0.683	0.650	0.589	0.473	0.330	0.192	0.134	
15	0.104	0.220	0.375	0.499	0.539	0.623	0.592	0.526	0.405	0.263	0.129	0.075	
16	0.031	0.124	0.273	0.406	0.465	0.539	0.510	0.438	0.311	0.171	0.049	0.012	
17	0.001	0.030	0.153	0.292	0.373	0.437	0.410	0.330	0.198	0.066	0.003		
18				0.042	0.168	0.268	0.323	0.298	0.211	0.081	0.005		
19				0.001	0.053	0.157	0.206	0.183	0.091	0.008			
20				0.003	0.049	0.094	0.072	0.011					
21				0.002	0.011	0.005							
dzień	0.996	1.988	3.554	5.172	6.122	7.256	6.801	5.637	3.969	2.398	1.200	0.775	

Tablica 81. Kołobrzeg, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zVD} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4					0.001	0.009	0.004						
5					0.002	0.047	0.088	0.068	0.011				
6				0.002	0.053	0.157	0.203	0.182	0.092	0.008			
7				0.043	0.173	0.274	0.329	0.305	0.220	0.080	0.005		
8	0.001	0.030	0.156	0.304	0.386	0.454	0.427	0.351	0.201	0.067	0.003		
9	0.030	0.120	0.278	0.426	0.486	0.568	0.537	0.471	0.322	0.175	0.050	0.013	
10	0.100	0.212	0.383	0.528	0.568	0.661	0.627	0.570	0.424	0.272	0.130	0.075	
11	0.159	0.283	0.459	0.600	0.626	0.728	0.692	0.641	0.498	0.343	0.194	0.133	
12	0.191	0.320	0.499	0.638	0.655	0.763	0.725	0.678	0.536	0.381	0.229	0.166	
13	0.191	0.320	0.499	0.638	0.655	0.763	0.725	0.678	0.536	0.381	0.229	0.166	
14	0.159	0.283	0.459	0.600	0.626	0.728	0.692	0.641	0.498	0.343	0.194	0.133	
15	0.100	0.212	0.383	0.528	0.568	0.661	0.627	0.570	0.424	0.272	0.130	0.075	
16	0.030	0.120	0.278	0.426	0.486	0.568	0.537	0.471	0.322	0.175	0.050	0.013	
17	0.001	0.030	0.156	0.304	0.386	0.454	0.427	0.351	0.201	0.067	0.003		
18				0.043	0.173	0.274	0.329	0.305	0.220	0.080	0.005		
19				0.002	0.053	0.157	0.203	0.182	0.092	0.008			
20				0.002	0.047	0.088	0.068	0.011					
21				0.001	0.009	0.004							
dzień	0.960	1.930	3.640	5.448	6.399	7.607	7.134	6.069	4.136	2.487	1.212	0.775	

Tablica 82. Suwałki, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zVD} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4				0.001	0.008	0.004							
5				0.002	0.042	0.081	0.063	0.010					
6			0.001	0.044	0.143	0.185	0.165	0.085	0.007				
7			0.038	0.146	0.253	0.296	0.273	0.197	0.073	0.005			
8	0.001	0.030	0.139	0.258	0.361	0.407	0.378	0.309	0.179	0.060	0.003		
9	0.030	0.121	0.250	0.362	0.458	0.507	0.472	0.410	0.283	0.158	0.045	0.012	
10	0.102	0.216	0.346	0.450	0.537	0.589	0.549	0.493	0.370	0.245	0.120	0.068	
11	0.164	0.288	0.415	0.512	0.593	0.648	0.604	0.552	0.432	0.309	0.180	0.122	
12	0.198	0.326	0.452	0.545	0.623	0.678	0.632	0.582	0.465	0.342	0.213	0.152	
13	0.198	0.326	0.452	0.545	0.623	0.678	0.632	0.582	0.465	0.342	0.213	0.152	
14	0.164	0.288	0.415	0.512	0.593	0.648	0.604	0.552	0.432	0.309	0.180	0.122	
15	0.102	0.216	0.346	0.450	0.537	0.589	0.549	0.493	0.370	0.245	0.120	0.068	
16	0.030	0.121	0.250	0.362	0.458	0.507	0.472	0.410	0.283	0.158	0.045	0.012	
17	0.001	0.030	0.139	0.258	0.361	0.407	0.378	0.309	0.179	0.060	0.003		
18			0.038	0.146	0.253	0.296	0.273	0.197	0.073	0.005			
19			0.001	0.044	0.143	0.185	0.165	0.085	0.007				
20				0.002	0.042	0.081	0.063	0.010					
21					0.001	0.008	0.004						
dzień	0.988	1.961	3.281	4.637	6.020	6.799	6.279	5.274	3.620	2.237	1.120	0.707	

Tablica 83. Mikołajki, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zVD} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4				0.001	0.008	0.004							
5				0.002	0.041	0.078	0.062	0.010					
6			0.001	0.046	0.143	0.180	0.167	0.084	0.007				
7			0.001	0.040	0.152	0.253	0.289	0.276	0.197	0.074	0.005		
8	0.001	0.032	0.147	0.267	0.359	0.396	0.382	0.309	0.181	0.064	0.003		
9	0.035	0.127	0.262	0.374	0.454	0.493	0.476	0.410	0.284	0.162	0.049	0.014	
10	0.110	0.224	0.362	0.462	0.532	0.572	0.554	0.493	0.369	0.250	0.127	0.073	
11	0.175	0.298	0.433	0.525	0.586	0.629	0.608	0.551	0.431	0.313	0.189	0.130	
12	0.211	0.337	0.471	0.558	0.614	0.658	0.637	0.582	0.463	0.346	0.222	0.162	
13	0.211	0.337	0.471	0.558	0.614	0.658	0.637	0.582	0.463	0.346	0.222	0.162	
14	0.175	0.298	0.433	0.525	0.586	0.629	0.608	0.551	0.431	0.313	0.189	0.130	
15	0.110	0.224	0.362	0.462	0.532	0.572	0.554	0.493	0.369	0.250	0.127	0.073	
16	0.035	0.127	0.262	0.374	0.454	0.493	0.476	0.410	0.284	0.162	0.049	0.014	
17	0.001	0.032	0.147	0.267	0.359	0.396	0.382	0.309	0.181	0.064	0.003		
18			0.001	0.040	0.152	0.253	0.289	0.276	0.197	0.074	0.005		
19				0.001	0.046	0.143	0.180	0.167	0.084	0.007			
20					0.002	0.041	0.078	0.062	0.010				
21						0.001	0.008	0.004					
dzień	1.064	2.037	3.434	4.772	5.968	6.602	6.331	5.267	3.619	2.281	1.180	0.755	

Tablica 84. Pila, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zVD} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4					0.001	0.006	0.003						
5				0.002	0.038	0.073	0.058	0.009					
6			0.001	0.047	0.142	0.182	0.167	0.083	0.007				
7		0.001	0.042	0.165	0.261	0.304	0.285	0.204	0.077	0.006			
8	0.001	0.033	0.153	0.297	0.379	0.426	0.402	0.327	0.194	0.070	0.004		
9	0.036	0.127	0.274	0.422	0.486	0.538	0.508	0.441	0.310	0.175	0.053	0.016	
10	0.106	0.223	0.379	0.526	0.574	0.632	0.596	0.535	0.409	0.267	0.131	0.075	
11	0.166	0.296	0.456	0.602	0.637	0.698	0.658	0.602	0.481	0.335	0.193	0.130	
12	0.198	0.334	0.496	0.641	0.670	0.733	0.691	0.637	0.518	0.370	0.227	0.160	
13	0.198	0.334	0.496	0.641	0.670	0.733	0.691	0.637	0.518	0.370	0.227	0.160	
14	0.166	0.296	0.456	0.602	0.637	0.698	0.658	0.602	0.481	0.335	0.193	0.130	
15	0.106	0.223	0.379	0.526	0.574	0.632	0.596	0.535	0.409	0.267	0.131	0.075	
16	0.036	0.127	0.274	0.422	0.486	0.538	0.508	0.441	0.310	0.175	0.053	0.016	
17	0.001	0.033	0.153	0.297	0.379	0.426	0.402	0.327	0.194	0.070	0.004		
18		0.001	0.042	0.165	0.261	0.304	0.285	0.204	0.077	0.006			
19			0.001	0.047	0.142	0.182	0.167	0.083	0.007				
20				0.002	0.038	0.073	0.058	0.009					
21					0.001	0.006	0.003						
dzień	1.015	2.027	3.602	5.402	6.376	7.184	6.736	5.676	3.995	2.444	1.215	0.763	

Tablica 85. Warszawa, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{zVD} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4						0.005	0.002						
5				0.001	0.037	0.074	0.057	0.008					
6			0.001	0.046	0.150	0.193	0.175	0.087	0.008				
7		0.001	0.044	0.163	0.279	0.326	0.303	0.217	0.082	0.007			
8	0.002	0.038	0.159	0.296	0.406	0.460	0.429	0.348	0.204	0.077	0.006		
9	0.044	0.139	0.285	0.424	0.522	0.584	0.545	0.468	0.324	0.186	0.065	0.023	
10	0.123	0.239	0.395	0.532	0.618	0.688	0.640	0.569	0.426	0.280	0.153	0.090	
11	0.188	0.316	0.475	0.609	0.687	0.762	0.709	0.641	0.501	0.349	0.224	0.150	
12	0.224	0.356	0.517	0.650	0.723	0.801	0.744	0.679	0.539	0.385	0.262	0.183	
13	0.224	0.356	0.517	0.650	0.723	0.801	0.744	0.679	0.539	0.385	0.262	0.183	
14	0.188	0.316	0.475	0.609	0.687	0.762	0.709	0.641	0.501	0.349	0.224	0.150	
15	0.123	0.239	0.395	0.532	0.618	0.688	0.640	0.569	0.426	0.280	0.153	0.090	
16	0.044	0.139	0.285	0.424	0.522	0.584	0.545	0.468	0.324	0.186	0.065	0.023	
17	0.002	0.038	0.159	0.296	0.406	0.460	0.429	0.348	0.204	0.077	0.006		
18		0.001	0.044	0.163	0.279	0.326	0.303	0.217	0.082	0.007			
19			0.001	0.046	0.150	0.193	0.175	0.087	0.008				
20				0.001	0.037	0.074	0.057	0.008					
21						0.005	0.002						
dzień	1.162	2.178	3.755	5.443	6.847	7.786	7.211	6.033	4.169	2.567	1.420	0.893	

Tablica 86. **Radzyn**, płasz. południowa, kąt $\beta=90^\circ$, kąt $\alpha=0^\circ$. I_{zVD} (MJ/m²), $c_c(j)=c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.004	0.001					
5				0.001	0.035	0.068	0.054	0.007				
6			0.001	0.047	0.147	0.184	0.171	0.084	0.008			
7		0.001	0.046	0.169	0.277	0.316	0.302	0.215	0.085	0.007		
8	0.002	0.041	0.167	0.305	0.405	0.450	0.432	0.353	0.220	0.082	0.006	
9	0.050	0.148	0.301	0.432	0.522	0.574	0.552	0.481	0.354	0.203	0.069	0.025
10	0.135	0.256	0.418	0.539	0.619	0.678	0.651	0.589	0.468	0.311	0.160	0.096
11	0.205	0.337	0.503	0.615	0.688	0.752	0.722	0.666	0.552	0.390	0.232	0.159
12	0.243	0.380	0.548	0.656	0.724	0.791	0.759	0.706	0.595	0.432	0.271	0.194
13	0.243	0.380	0.548	0.656	0.724	0.791	0.759	0.706	0.595	0.432	0.271	0.194
14	0.205	0.337	0.503	0.615	0.688	0.752	0.722	0.666	0.552	0.390	0.232	0.159
15	0.135	0.256	0.418	0.539	0.619	0.678	0.651	0.589	0.468	0.311	0.160	0.096
16	0.050	0.148	0.301	0.432	0.522	0.574	0.552	0.481	0.354	0.203	0.069	0.025
17	0.002	0.041	0.167	0.305	0.405	0.450	0.432	0.353	0.220	0.082	0.006	
18		0.001	0.046	0.169	0.277	0.316	0.302	0.215	0.085	0.007		
19			0.001	0.047	0.147	0.184	0.171	0.084	0.008			
20				0.001	0.035	0.068	0.054	0.007				
21						0.004	0.001					
dzień	1.268	2.328	3.971	5.527	6.835	7.637	7.291	6.202	4.563	2.849	1.479	0.948

Tablica 87. **Puławy**, płasz. południowa, kąt $\beta=90^\circ$, kąt $\alpha=0^\circ$. I_{zVD} (MJ/m²), $c_c(j)=c_{csr}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.004	0.001					
5				0.001	0.032	0.069	0.051	0.006				
6			0.001	0.042	0.140	0.186	0.164	0.080	0.007			
7		0.001	0.044	0.159	0.266	0.314	0.285	0.207	0.080	0.007		
8	0.003	0.041	0.162	0.292	0.390	0.441	0.403	0.337	0.207	0.081	0.007	
9	0.052	0.144	0.292	0.419	0.504	0.558	0.511	0.458	0.333	0.199	0.075	0.029
10	0.137	0.247	0.405	0.527	0.598	0.656	0.599	0.559	0.441	0.305	0.170	0.103
11	0.206	0.324	0.487	0.605	0.665	0.725	0.662	0.632	0.519	0.383	0.245	0.168
12	0.244	0.365	0.530	0.645	0.700	0.762	0.695	0.670	0.561	0.423	0.286	0.203
13	0.244	0.365	0.530	0.645	0.700	0.762	0.695	0.670	0.561	0.423	0.286	0.203
14	0.206	0.324	0.487	0.605	0.665	0.725	0.662	0.632	0.519	0.383	0.245	0.168
15	0.137	0.247	0.405	0.527	0.598	0.656	0.599	0.559	0.441	0.305	0.170	0.103
16	0.052	0.144	0.292	0.419	0.504	0.558	0.511	0.458	0.333	0.199	0.075	0.029
17	0.003	0.041	0.162	0.292	0.390	0.441	0.403	0.337	0.207	0.081	0.007	
18		0.001	0.044	0.159	0.266	0.314	0.285	0.207	0.080	0.007		
19			0.001	0.042	0.140	0.186	0.164	0.080	0.007			
20				0.001	0.032	0.069	0.051	0.006				
21						0.004	0.001					
dzień	1.284	2.246	3.844	5.380	6.588	7.430	6.742	5.900	4.296	2.797	1.565	1.007

Tablica 88. **Sulejów**, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{rVD} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{\text{csr}}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4						0.004	0.001					
5				0.001	0.032	0.069	0.053	0.007				
6			0.002	0.046	0.147	0.192	0.174	0.086	0.008			
7		0.001	0.049	0.169	0.281	0.328	0.305	0.219	0.085	0.008		
8	0.003	0.046	0.173	0.306	0.413	0.463	0.432	0.354	0.211	0.084	0.008	
9	0.056	0.155	0.302	0.435	0.533	0.586	0.545	0.476	0.332	0.199	0.077	0.032
10	0.145	0.259	0.410	0.542	0.630	0.688	0.638	0.576	0.433	0.296	0.173	0.114
11	0.216	0.336	0.489	0.619	0.700	0.760	0.704	0.647	0.505	0.366	0.249	0.184
12	0.254	0.376	0.529	0.659	0.736	0.797	0.738	0.684	0.542	0.402	0.289	0.222
13	0.254	0.376	0.529	0.659	0.736	0.797	0.738	0.684	0.542	0.402	0.289	0.222
14	0.216	0.336	0.489	0.619	0.700	0.760	0.704	0.647	0.505	0.366	0.249	0.184
15	0.145	0.259	0.410	0.542	0.630	0.688	0.638	0.576	0.433	0.296	0.173	0.114
16	0.056	0.155	0.302	0.435	0.533	0.586	0.545	0.476	0.332	0.199	0.077	0.032
17	0.003	0.046	0.173	0.306	0.413	0.463	0.432	0.354	0.211	0.084	0.008	
18		0.001	0.049	0.169	0.281	0.328	0.305	0.219	0.085	0.008		
19			0.002	0.046	0.147	0.192	0.174	0.086	0.008			
20				0.001	0.032	0.069	0.053	0.007				
21						0.004	0.001					
day	1.348	2.348	3.908	5.551	6.945	7.771	7.180	6.093	4.229	2.710	1.591	1.102

Tablica 89. **Zakopane**, płasz. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. I_{rVD} (MJ/m²), $c_c(j) = c_{\text{csr}}(j)$

godzina	Miesiące											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5					0.017	0.038	0.029	0.003				
6			0.001	0.034	0.100	0.133	0.121	0.058	0.006			
7		0.002	0.045	0.142	0.214	0.249	0.230	0.166	0.070	0.008		
8	0.006	0.055	0.165	0.274	0.336	0.372	0.344	0.283	0.181	0.080	0.012	
9	0.071	0.171	0.299	0.404	0.453	0.489	0.451	0.396	0.292	0.182	0.088	0.042
10	0.161	0.281	0.417	0.516	0.552	0.589	0.542	0.492	0.388	0.271	0.180	0.122
11	0.232	0.363	0.504	0.598	0.624	0.660	0.608	0.562	0.459	0.336	0.251	0.189
12	0.270	0.407	0.551	0.641	0.662	0.698	0.642	0.598	0.497	0.370	0.290	0.226
13	0.270	0.407	0.551	0.641	0.662	0.698	0.642	0.598	0.497	0.370	0.290	0.226
14	0.232	0.363	0.504	0.598	0.624	0.660	0.608	0.562	0.459	0.336	0.251	0.189
15	0.161	0.281	0.417	0.516	0.552	0.589	0.542	0.492	0.388	0.271	0.180	0.122
16	0.071	0.171	0.299	0.404	0.453	0.489	0.451	0.396	0.292	0.182	0.088	0.042
17	0.006	0.055	0.165	0.274	0.336	0.372	0.344	0.283	0.181	0.080	0.012	
18		0.002	0.045	0.142	0.214	0.249	0.230	0.166	0.070	0.008		
19			0.001	0.034	0.100	0.133	0.121	0.058	0.006			
20					0.017	0.038	0.029	0.003				
dzień	1.479	2.557	3.964	5.217	5.911	6.456	5.935	5.114	3.785	2.495	1.640	1.159

4.4.6. Wartości dzienne promieniowania całkowitego w stanie nieba średnio zachmurzonego

Tablica 90. Płaszczyzna pion. południowa, kąt $\beta = 90^\circ$, kąt $\alpha = 0^\circ$. $I_{\text{zd}} \text{ (MJ/m}^2\text{)}$, $c_e(j) = c_{\text{est}}(j)$

Miesiąc	Gdynia	Kołobrzeg	Suwałki	Mikołajki	Piła
I	3.972	3.423	3.028	3.465	3.512
II	6.274	5.556	5.549	6.030	5.832
III	9.448	9.053	8.230	9.054	9.074
IV	11.409	11.329	9.805	10.619	10.991
V	12.815	13.056	11.726	12.108	12.233
VI	12.026	11.995	11.115	11.155	11.100
VII	12.415	12.497	11.347	11.950	11.919
VIII	12.152	12.126	11.002	11.459	11.592
IX	10.483	9.488	9.103	9.563	9.506
X	9.616	8.337	8.218	8.591	9.160
XI	4.687	4.050	3.887	4.064	4.134
XII	3.302	2.696	2.463	2.332	2.574

Miesiąc	Warszawa	Radzyn	Puławy	Sulejów	Zakopane
I	3.498	3.845	3.838	4.498	6.463
II	5.832	6.066	5.903	6.504	8.990
III	8.614	8.791	8.611	9.115	9.749
IV	9.908	10.841	9.896	10.096	9.773
V	11.973	11.898	11.486	11.721	9.441
VI	11.359	10.891	11.108	11.271	9.016
VII	11.976	11.975	11.356	11.772	9.829
VIII	11.415	11.546	11.002	11.236	9.811
IX	9.118	9.826	9.259	9.574	9.488
X	8.626	9.431	9.088	9.609	10.544
XI	3.955	4.364	4.400	4.524	6.412
XII	2.753	2.795	3.111	3.290	4.399

4.5. Podsumowanie i wnioski

Posługując się zidentyfikowanym modelem w niniejszym opracowaniu zamieszczono wyniki obliczeń promieniowania w dwóch stanach pogody, bezchmurnej i o średnim zachmurzeniu na dwie płaszczyzny: poziomą i pionową południową. Są to płaszczyzny które najczęściej występują w budownictwie i w heliotechnice. Model i wykonane programy umożliwiając obliczenie promieniowania na dowolnie nachylone płaszczyzny.

W obliczeniach dotyczących miejscowości, które nie były przedmiotem identyfikacji niezbędnym jest wybór współczynników zniekształcenia atmosfery P_i , $i=1, \dots, 6$, i transmitancji promieniowania rozproszonego A_i , $i=1, \dots, 4$. W przypadku kiedy obliczenia mają dotyczyć dnia zachmurzonego należy również podać współczynnik zachmurzenia c_e i korelacji η_4 pomiędzy zachmurzeniem i promieniowaniem rozproszonym.

Brak miejsca nie pozwala przytoczyć większej ilości wyników obliczeń w postaci tablic i wykresów promieniowania w wybranych warunkach zachmurzenia na terenie Polski dla dowolnie nachylonej płaszczyzny α_k , β_k .

Niniejsze wyniki stanowią ilustrację możliwości wykorzystania modelu w obliczeniach projektowych. W szczególnych przykładach zastosowań inżynierskich wykorzystanie programów powinno być konsultowane z Autorem niniejszego opracowania.

Email: sowcz@nippt.gov.pl lub Email: sowczar@cksr.ac.bialystok.pl

5. Zestawienie oznaczeń gęstości natężenia (W/m^2) i sum promieniowania słonecznego (J/m^2) przyjętych w opracowaniu:

I_0 - stała słoneczna,

I_k^{ext} - wektor extraterrestrialny promieniowania bezpośredniego (poza atmosferą ziemską),

I_k^{ext} - wektor extraterrestrialny bezpośredniego promieniowania (poza atmosferą ziemską) na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k ,

I_k - wektor bezpośredniego promieniowania na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k (po przejściu przez atmosferę),

$X_k^{ext}, Y_k^{ext}, Z_k^{ext}$ - składowe wektora extraterrestrialnego bezpośredniego promieniowania słonecznego na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k (poza atmosferą ziemską),

X_k, Y_k, Z_k - składowe wektora bezpośredniego promieniowania słonecznego na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k (po przejściu przez atmosferę ziemską),

I_{HB}, B - gęstość intensywności bezpośredniego promieniowania na powierzchni poziomą w stanie czystego nieba,

I_{HD}, D - gęstość intensywności rozproszonego promieniowania na powierzchni poziomą w stanie czystego nieba,

I_{AD} - gęstość intensywności rozproszonego promieniowania nieboskłonu w stanie czystego nieba,

I_{HC} - gęstość intensywności całkowitego promieniowania słonecznego na płaszczyznę poziomą w stanie bezchmurnego nieba,

I_{AD} - gęstość intensywności rozproszonego promieniowania słonecznego na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k pochodzące od promieniowania nieboskłonu w stanie bezchmurnego nieba,

I_{AD} - gęstość intensywności rozproszonego promieniowania słonecznego na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k pochodzące od odbicia promieniowania od powierzchni Ziemi w stanie bezchmurnego nieba,

I_{AB} - gęstość intensywności bezpośredniego promieniowania słonecznego na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k w stanie bezchmurnego nieba,

I_{AD} - gęstość intensywności rozproszonego promieniowania słonecznego na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k w stanie bezchmurnego nieba,

I_{AC} - gęstość intensywności całkowitego promieniowania słonecznego na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k w stanie bezchmurnego nieba,

I_{AD}^c - gęstość intensywności rozproszonego promieniowania słonecznego nieboskłonu w stanie całkowitego zachmurzenia,

I_{HD}^c - gęstość intensywności rozproszonego promieniowania słonecznego na płaszczyznę poziomą w stanie całkowitego zachmurzenia nieba,

I_{HD}^c - gęstość intensywności rozproszonego promieniowania słonecznego na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k pochodzące od promieniowania nieboskłonu w stanie całkowitego zachmurzenia nieba

I_{HD}^c - gęstość intensywności rozproszonego promieniowania słonecznego na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k pochodzące od odbicia promieniowania od powierzchni Ziemi w stanie całkowitego zachmurzenia nieba,

I_{HC}^c - gęstość intensywności całkowitego promieniowania słonecznego na płaszczyznę poziomą w stanie całkowitego zachmurzenia nieba,

I_{IC}^c - gęstość intensywności całkowitego promieniowania słonecznego na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k w stanie całkowitego zachmurzenia nieba,

q_{KB} - gęstość intensywności bezpośredniego promieniowania słonecznego na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k w stanie dowolnego zachmurzenia nieba,

q_{KD} - gęstość intensywności rozproszonego promieniowania słonecznego na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k w stanie dowolnego zachmurzenia nieba,

q_{KC} - gęstość intensywności całkowitego promieniowania słonecznego na płaszczyznę o normalnej \hat{i}_k w stanie dowolnego zachmurzenia nieba,

$B(j)$ - średnia w miesiącu "j" wartość sumy dziennej promieniowania bezpośredniego na płaszczyznę poziomą obliczona z modelu teoretycznego,

$\bar{B}(j)$ - średnia w miesiącu "j" wartość sumy dziennej promieniowania bezpośredniego na płaszczyznę poziomą otrzymana z uśrednienia danych pomiarowych (IMiGW), z lat 1986-95 z dni pogodnych,

$D(j)$ - średnia w miesiącu "j" wartość sumy dziennej promieniowania rozproszonego na płaszczyznę poziomą obliczona z modelu teoretycznego,

$\bar{D}(j)$ - średnia w miesiącu "j" wartość sumy dziennej promieniowania rozproszonego na płaszczyznę poziomą otrzymana z uśrednienia danych pomiarowych (IMiGW), z lat 1986-95 z dni pogodnych,

$\bar{q}_{HB}(j)$ - średnia w miesiącu "j" wartość dzienna suma promieniowania bezpośredniego na płaszczyznę poziomą otrzymana z uśrednienia danych pomiarowych (IMiGW), z lat 1986-95, ze wszystkich dni w miesiącu,

$\bar{q}_{HD}(j)$ - średnia w miesiącu "j" wartość dzienna suma promieniowania rozproszonego na płaszczyznę poziomą otrzymana z uśrednienia danych pomiarowych (IMiGW), z lat 1986-95, ze wszystkich dni w miesiącu.

W tablicach wyników obliczeń wartości godzinowych i dziennych promieniowania przyjęto następujące oznaczenia:

I_{MB} , - wartość sum godzinowych bezpośredniego promieniowania na płaszczyznę poziomą w stanie czystego nieba,

I_{MD} , - wartość sum godzinowych rozproszonego promieniowania na płaszczyznę poziomą w stanie czystego nieba,

I_{zHB} , – wartość sum godzinowych bezpośredniego promieniowania na płaszczyznę poziomą w stanie średniego zachmurzenia nieba,

I_{zHD} , – wartość sum godzinowych rozproszonego promieniowania na płaszczyznę poziomą w stanie średniego zachmurzenia nieba,

I_{bzB} , – wartość sum godzinowych bezpośredniego promieniowania na płaszczyznę pionową w stanie czystego nieba,

I_{bzD} , – wartość sum godzinowych rozproszonego promieniowania na płaszczyznę pionową w stanie czystego nieba,

I_{zxB} , – wartość sum godzinowych bezpośredniego promieniowania na płaszczyznę pionową w stanie średniego zachmurzenia nieba,

I_{zxD} , – wartość sum godzinowych rozproszonego promieniowania na płaszczyznę pionową w stanie średniego zachmurzenia nieba.

6. LITERATURA

1. J. BUDYŁOWSKI: Mathematical model of solar radiation for application in solar energy engineering, Arch. Termodynamiki 5, 1, 1984
2. D. BZOWSKA, E. KOSSECKA: Calculus of probability the daily weather data for Warsaw, Reports IPPT, 10,1992
3. Ch. GUEYMARD, Critical analysis and performance assessment of clear sky solar irradiance models using theoretical and measured data, Solar Energy, 51, pp.121-138, 1993
4. F. KASTEN, A simple parametrization of the pyrhelometric formula for determining the Linke turbidity factor, Meteorol. Rdsch., 33, pp 124-127, 1981
5. S. OWCZAREK, Vector model of solar radiation density incident on tilted surfaces, Archives of Civil Engineering, XLI,4, 1995
6. S. OWCZAREK, Vector model for calculation of solar radiation intensity and sums incident on tilted surfaces. Identification for the three sky condition in Warsaw. Renewable Energy, Vol. 11, No 1, pp 77-96, 1997
7. S. OWCZAREK, Function of insolation sum on vertical outer walls of buildings during the heating season, Archives of Civil Engineering, XLIV,3, 2000
8. E. RUMMICH: Nichtkonventionelle Energienutzung, Wien, 1978
9. L. ŚLIWOWSKI et al., A building and its physical environment, Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej, 1992

ABSTRACT

The paper presents verification of solar radiation density model, incident on a tilted surface of the Earth with an arbitrary tilting angle. The model has been described using the notions of spherical geometry, theory of extinction and diffusion of solar radiation. The main elements of the model are: condition of a shadow of a plane, concept of the effect of radiation as a sum of two states - one corresponding to a clear sky and another corresponding to a cloudy day, as well as numerical realization of the presented discrete description. The model has been verified for two sky conditions: clear sky, mean cloudy sky. The constant of the model was evaluated for the results of the statistical procession of data from the eight stations: Gdynia, Kołobrzeg, Suwałki, Mjikołajki, Piła, Warszawy, Radzyń, Puławy, Sulejów i Zakopane.

ABSTRACT

The paper presents verification of solar radiation density model, incident on a tilted surface of the Earth with an arbitrary tilting angle. The model has been described using the notions of spherical geometry, theory of extinction and diffusion of solar radiation. The main elements of the model are: condition of a shadow of a plane, concept of the effect of radiation as a sum of two states - one corresponding to a clear sky and another corresponding to a cloudy day, as well as numerical realization of the presented discrete description. The model have been verified for two sky conditions: clear sky, mean cloudy sky. The constant of the model was evaluated for the results of the statistical procession of data from the eight stations: Gdynia, Kołobrzeg, Suwałki, Mjikołajki, Piła, Warszawy, Radzyń, Puławy, Sulejów i Zakopane.