

## POMIAR PROMIENIOWANIA CAŁKOWITEGO NA STACJI ARCTOWSKIEGO Z ROKU 1980

*Andrzej A. Marsz, Anna Styszyńska*

Katedra Meteorologii i Oceanografii Nautycznej  
Wydział Nawigacyjny WSM w Gdyni

### WSTĘP

W 1980 roku na Stacji Arctowskiego przeprowadzono całoroczną serię pomiarów promieniowania całkowitego. Pomiary te prowadził mgr inż. A. Maciążek. Z wyników pomiarów złożył sprawozdanie do Instytutu Ekologii PAN, który w owym czasie był organizatorem Polskich Ekspedycji Antarktycznych i całkowicie je finansował.

Kopię sprawozdania A. Maciążka prof. S. Rakusa-Suszczewski przekazał autorom w roku 1988. Dane liczbowe zawarte w sprawozdaniu A. Maciążka początkowo uznano za bezwartościowe ze względu na fakt, iż przedstawione wartości odbiegały w rażąco sposób od wartości możliwych.

Waga i znaczenie jedynej rocznej serii pomiarów promieniowania całkowitego, przeprowadzonej na Stacji Arctowskiego jest bardzo duża. W trakcie badań nad warunkami klimatycznymi rejonu Zatoki Admiralicji odczuwa się brak jakichkolwiek, choćby orientacyjnych, danych o rzeczywistym dopływie energii promienistej. Wobec faktu, że zachmurzenie całkowite jest na Stacji Arctowskiego znacznie mniejsze niż na pobliskiej Stacji Bellingshausen, na której systematycznie dokonuje się pomiarów promieniowania całkowitego (patrz Sprawocnik ..., t.I., 1976), prosta transpozycja wyników pomiarów dokonywanych na Bellingshausenie na rejon Zatoki Admiralicji nie może mieć miejsca. Nawet jednoroczna seria pomiarowa wykonana na Stacji Arctowskiego pozwala uzyskać orientację co do rzędu wielkości występujących między obu stacjami różnic.

Z tego względu autorzy wrócili do materiałów A. Maciążka, poddali je szczegółowej, krytycznej analizie i po wprowadzeniu stosownych zmian w mianach i upewnieniu się, że poprawione dane mogą odpowiadać rzeczywistości, postanowili dane te opublikować.

## DANE O PROMIENIOWANIU CAŁKOWITYM A. MACIĄŻKA

Dane przedstawione przez A. Maciążka w cytowanym sprawozdaniu autorzy podają *in extenso* (tab.1). Po dokonaniu ich szczegółowej analizy (m.in. pod kątem stosowanych jednostek pomiaru, itd.) dochodzi się do wniosku, że podane w tej tabeli wielkości, określone mianem "dekadowych sum całkowitego promieniowania słonecznego", mogą odpowiadać jedynie średnim dekadowym sumom dziennym promieniowania całkowitego mierzonego w  $J/cm^2$ , tak jak podaje się w tab. 1. W żadnym zaś wypadku nie mogą być sumami dekadowymi, nawet wyrażonymi w innych jednostkach pomiaru (ly, cal, W, kWh). Jeśli rzeczywiście wartości te, jak podaje A. Maciążek, stanowią średnie dekadowe sumy dzienne, to ich sumowanie (suma w tab. 1) pozbawione jest jakiegokolwiek sensu. Tak więc podane w tej tabeli sumy, przedstawiające jakieś mało realne wartości, nie są sumami miesięcznymi. Po podzieleniu tych wartości przez trzy, uzyska się średnie miesięczne sumy dzienne promieniowania całkowitego w  $J/cm^2$ , zaś suma miesięczna wymaga przemnożenia tej wartości przez liczbę dni w miesiącu.

Tabela 1. Dekadowe i miesięczne sumy całkowitego promieniowania słonecznego zmierzone na Stacji im. H. Arctowskiego w roku 1980 w [ $J/cm^2$ ]. Dane ze sprawozdania A. Maciążka cytowane *in extenso*).

dekada miesiąc	I	II	III	suma
I	.	.	.	3 957.6
II	1090.9	1085.6	959.9	3 134.4
III	1184.7	684.3	678.3	2 547.3
IV	430.9	342.0	292.5	1 065.4
V	133.4	75.1	94.1	302.6
VI	62.0	53.4	42.5	157.9
VII	57.9	83.9	211.3	353.1
VIII	233.4	396.9	485.7	1 116.0
IX	681.4	912.5	1314.2	2 908.1
X	1503.5	1555.7	2308.2	5 367.4
XI	1564.5	1870.0	2393.2	5 827.7
XII	2052.2	2437.1	2676.3	7 165.8

#### OKREŚLENIE NAJBARDZIEJ PRAWDOPODOBNYCH SUM MIESIĘCZNYCH PROMIENIOWANIA CAŁKOWITEGO NA STACJI ARCTOWSKIEGO W ROKU 1980

Tak więc, aby oszacować średnie miesięczne sumy dzienne promieniowania całkowitego, liczby podane przez A. Maciążka jako "sumy miesięczne" należy podzielić przez 3. Obliczone w ten sposób wartości zestawione są w tab. 2, kolumna 2.

W sprawozdaniu A. Maciążek podaje, że ze względu na awarie rejestratora nie rejestrowano promieniowania w ciągu 10 dni w roku 1980. Przerwy w rejestracji miały miejsce w ciągu:

- 6 dni w styczniu,
- 1 dnia w lutym,
- 2 dni w maju,
- i 1 dnia w lipcu.

Tabela 1 w sprawozdaniu A. Maciążka dla stycznia nie podaje "sum dekadowych", lecz jedynie "sumę miesięczną". Zdaje się to sugerować, że podana wartość jako "suma miesięczna" stanowi wynik zsumowania zmierzonych w trakcie miesiąca wartości dziennych i podzielenie ich przez liczbę dni w miesiącu, nie zaś średnią arytmetyczną odpowiadającą rzeczywistym średnim dziennym. Sugestię tę uwiarygadnia porównanie obliczonej wartości dla stycznia, przeliczonych na sumę miesięczną promieniowania całkowitego ze średnimi z okresu 1969-70 i 1972-73 dla Bellingshausena, zamieszczonymi w Sprawocniku ... (t.I, 1976). Wielkość podawana dla stycznia na Arctowskim jest znacznie mniejsza (Arctowski - 40 895 J/cm<sup>2</sup>, Bellingshausen - 49 023 J/cm<sup>2</sup>). Co prawda na Arctowskim styczeń 1980 roku charakteryzował się nieco wyższym od przeciętnego zachmurzeniem całkowitym (6.7), lecz na Bellingshausenie średnie zachmurzenie całkowite w tych styczniach, dla których obliczono średnią sumę promieniowania całkowitego wynosiło 7.4 (Sprawocnik ..., t. II., 1977). W tej sytuacji nie można bez zastrzeżeń przyjąć obliczonej z danych A. Maciążka średniej miesięcznej sumy dziennej 1 319.2 J/cm<sup>2</sup>. Jest ona rażąco niska.

Próba wyjaśnienia tego zagadnienia drogą korespondencyjną nie dała rezultatu - A. Maciążek nie odpowiedział na list z zapytaniami. Ponieważ nie wiadomo, ani jak obliczano wartość "sumy miesięcznej", ani też w jakiej części miesiąca miały miejsce przerwy w rejestracji założono, że wartości w miesiącach, w których nastąpiły przerwy w rejestracji, wykazują zaniżenie wielkości pomierzonej energii w stosunku do rzeczywistości dopływającej, proporcjonalnie do czasu, w którym nie prowadzono rejestracji promieniowania. Są to wartości odpowiadające: w styczniu -19.35% zmierzonej wartości, w lutym -3.57%, w maju -6.45 i w lipcu -3.25%. O takie wartości (tab. 2, kol. 3) poprawiono obliczone z danych A. Maciążka średnie miesięczne sumy dzienne, uzyskując (tab.2, kol. 4) najbardziej prawdopodobne średnie miesięczne sumy dzienne. Te ostatnie przeliczono na sumy miesięczne promieniowania całkowitego w J/cm<sup>2</sup> (tab.2., kol.5).

Porównanie tak oszacowanych wartości z danymi ze Stacji Bellingshausen (Sprawoznaczenie ..., t.l., 1976) wskazuje, że dane te mieszczą się w granicach prawdopodobieństwa.

Tabela 2. Przeliczone i poprawione wielkości średnich miesięcznych sum dziennych i sum miesięcznych promieniowania całkowitego (RC) na Stacji Arctowskiego w roku 1980 w [J/cm<sup>2</sup>].

miesiąc	średnia mies. suma dzienna przeliczona	wielkość poprawki	średnia mies. suma dzienna poprawiona	miesięczna suma RC
1	2	3	4	5
01	1 319.2	+255.3	1 574.5	49 809.5
02	1 044.8	+ 37.3	1 082.1	30 298.8
03	849.1	0	849.1	26 332.1
04	355.1	0	355.1	10 653.0
05	100.9	+ 6.5	107.4	3 329.4
06	52.6	0	52.6	1 578.0
07	111.7	+ 3.6	115.3	3 574.3
08	372.0	0	372.0	11 532.0
09	969.4	0	969.4	29 082.0
10	1 789.1	0	1 789.1	55 462.1
11	1 942.6	0	1 942.6	58 278.0
12	2 388.5	0	2 388.5	74 043.5

#### DYSKUSJA WYNIKÓW I WNIOSKI

Niedawno, dzięki życzliwości Lidii Nikołajewy z AANII i pośrednictwa prof. S.Rakusy-Suszczewskiego, uzyskano niepublikowane dane pomiarów sum miesięcznych promieniowania całkowitego i zachmurzenia ogólnego w roku 1980 na Stacji Bellingshausen. Dane te zestawiono, wraz z oszacowanymi (i przeliczonymi na kcal/cm<sup>2</sup>) wielkościami sum miesięcznych na Stacji Arctowskiego (patrz tab. 3).

Przeprowadzona korelacja między oboma szeregami, rozpatrywana jako RC Arct. = f(RC Bell.) daje następujące wyniki:

- równanie regresji o optymalnych wartościach parametrów przybiera postać:

$$RC\ Arct. = 1.116 \cdot RC\ Bell. + 0.207,$$

przy odchyleniu standardowym ( $\sigma_n$ ) parametru  $a = 0.049667$  i wyrazu wolnego  $b = 0.392399$ , wartości testu F Snedecora = 504.49, co oznacza, że prawdopodobieństwo przypadkowego uzyskania takiego wyniku nie przekracza  $6.88 \cdot 10^{-8} \%$ ,

- współczynnik korelacji  $r = 0.990234$ , przy prawdziwej wartości  $r$  na poziomie 95% od 0.971044 do 0.996727 (transformacja Fishera),

- średnie odchylenie kwadratowe RC Arct. od linii regresji = 0.786084.

Tabela 3. Porównanie miesięcznych sum promieniowania całkowitego (RC) oszacowanych dla Stacji Arctowskiego i zmierzonych na Stacji Bellingshausen w roku 1980 w [kcal/cm<sup>2</sup>] oraz zachmurzenia ogólnego (N, części ósme) na obu stacjach.

miesiąc	ARCTOWSKI		BELLINGSHAUSEN	
	N	RC	N	RC
01	6.7	11.660	7.4	9.759
02	7.2	7.238	7.8	6.002
03	6.2	6.288	7.1	5.383
04	6.6	2.545	7.2	2.505
05	6.6	0.795	7.8	0.702
06	5.9	0.377	7.0	0.308
07	4.8	0.853	6.7	0.648
08	5.8	2.755	7.0	2.132
09	6.1	6.947	7.3	5.644
10	5.8	13.249	7.1	11.707
11	6.6	13.922	7.6	14.179
12	6.4	17.688	7.8	14.388

Arctowski:

$\varphi = 62^{\circ}09'S$ ,  
 $\lambda = 058^{\circ}29'W$ .

Bellingshausen:

$\varphi = 62^{\circ}12'S$ ,  
 $\lambda = 058^{\circ}54'W$ .

Regresja bez wyrazu wolnego przybiera postać:

$$RC \text{ Arct.} = 1.136 \cdot RC \text{ Bell.},$$

przy odchyleniu standardowym parametru  $a = 0.030414$ , współczynniku korelacji  $r = 0.989961$ ,  $F = 539.61$  (prawdopodobieństwo przypadkowego uzyskania takiego wyniku nie przekracza  $5.576 \cdot 10^{-9} \%$ ).

Związek między tymi szeregami charakteryzuje się dużą istotnością i bardzo wysoką korelacją, co wskazuje, że tak poprawione i przeliczone dane charakteryzujące sumy promieniowania całkowitego można uznać za bliskie rzeczywistości.

Równanie regresji wykazuje, że w roku 1980 sumy promieniowania całkowitego na Stacji Arctowskiego były o około 13 -14% większe niż na Stacji Bellingshausen. Wobec stale mniejszego średniego miesięcznego zachmurzenia całkowitego (i większego usłonecznienia) na Stacji Arctowskiego niż na Stacji Bellingshausen taki wniosek wydaje się oczywisty.

Tak więc można uznać, że znany jest orientacyjny rozkład dopływu promieniowania słonecznego na Stacji Arctowskiego. Pozostaje jednak nierozwiązany szereg dalszych zagadnień, głównie - jaka jest możliwa zmienność sum promieniowania z roku na rok.

Orientacyjne szacowanie sum promieniowania całkowitego na Arctowskim w oparciu o wyniki pomiarów na Bellingshausenie jest w tej chwili możliwe, jednak należy cały czas pamiętać, że mnożnik 1.136 jest słuszny dla roku 1980 i w innych latach może się zmieniać w granicach kilku czy może nawet kilkunastu procent.

#### Podziękowania

Autorzy dziękują p. Lidii Nikołajwej z AANII (St. Petersburg) za przesłanie danych o zachmurzeniu i sumach promieniowania całkowitego na Stacji Bellingshausen, prof. S.Rakusie-Suszczewskiemu za udostępnienie sprawozdania A. Maciążka i pomoc w uzyskaniu danych z AANII, mgr M.Kejnie z UMK w Toruniu za dyskusje na temat wyników pomiarów A. Maciążka.

#### Literatura cytowana:

Sprawocnik po klimatu Antarktydy, t. I., 1976, t. II., 1977. Gidrometeoizdat, Leningrad.

Niepublikowane materiały obserwacyjne:

Maciążek A. Wstępne wyniki pomiarów całkowitego promieniowania Słońca wykonanych na Stacji im. H. Arctowskiego w roku 1980. Maszynopis, str. 3 + 2 tabele: tab.1. Dekadowe i miesięczne sumy całkowitego promieniowania słonecznego zmierzone na Stacji im. H.Arctowskiego w r. 1980 (J/cm ) i tab. 2. Ekstremalne miesięczne wartości dziennych sum promieniowania całkowitego Słońca zmierzone na Stacji im. H. Arctowskiego w roku 1980. (Sprawozdanie z wyników badań na Polskiej Stacji Antarktycznej Instytutu Ekologii PAN im. H. Arctowskiego w czasie V Ekspedycji Antarktycznej IE PAN).