

ANNA STYSZYŃSKA

Katedra Meteorologii i Oceanografii Nautycznej
Wydziału Nawigacyjnego WSM w Gdyni

USŁONECZNIE NIE NA STACJI ARCTOWSKIEGO (KING GEORGE ISLAND, SOUTH SHETLAND ISLANDS)

Wykształcenie większości cech środowiska geograficznego rejonu Zatoki Admiralicji determinowane jest przez warunki klimatyczne panujące na tym obszarze. Jednym z ważniejszych czynników kształtujących warunki atmosferyczne w obszarach polarnych jest bilans radiacyjny powierzchni podścielającej i atmosfery. Istotnym czynnikiem określającym strukturę bilansu promieniowania powierzchni są osobliwe dla strefy polarnej roczne i dobowe zmiany czasu trwania insolacji i wysokości Słońca.

Wśród opublikowanych do tej pory opisów klimatu rejonu St. Arctowskiego brakuje szerszego omówienia warunków radiacyjnych. Celem tej pracy jest przedstawienie usłonecznienia - jednej z charakterystyk tzw. klimatu solarne go.

METODA I MATERIAŁY OBSERWACYJNE

Podstawowymi wskaźnikami usłonecznienia są: usłonecznienie bezwzględne - określone astronomicznym czasem wschodu i zachodu Słońca w danym miejscu; usłonecznienie możliwe - uwzględniające zakrycie horyzontu przez wyniesienia naturalne i sztuczne oraz usłonecznienie rzeczywiste - będące funkcją długości dnia i warunków atmosferycznych (głównie zachmurzenia).

Dobowe zmiany wysokości i azymutu Słońca (co $t = 1^\circ$ co odpowiada zmianie wysokości Słońca o 0.1°) obliczano za pomocą wzorów sinusów:

$$\sin h = \sin \phi * \sin \delta + \cos \phi * \cos \delta * \cos t$$

$$\sin A = \sin t * \cos \delta * \sec h$$

gdzie: h - wysokość Słońca,
 ϕ - szerokość geograficzna ($62^\circ 10'S$),
 δ - deklinacja Słońca,
 t - kąt godzinny Słońca,
 A - azymut Słońca

Momenty codziennych wschodów i zachodów Słońca obliczano za pomocą wzoru sinusów przy uwzględnieniu widocznego promienia Słońca, refrakcji astronomicznej i paralaksy dobowej ($h = -0^\circ 50.3'$). Wartości współrzędnych astronomicznych odczytywano z "The Nautical Almanac 1991".

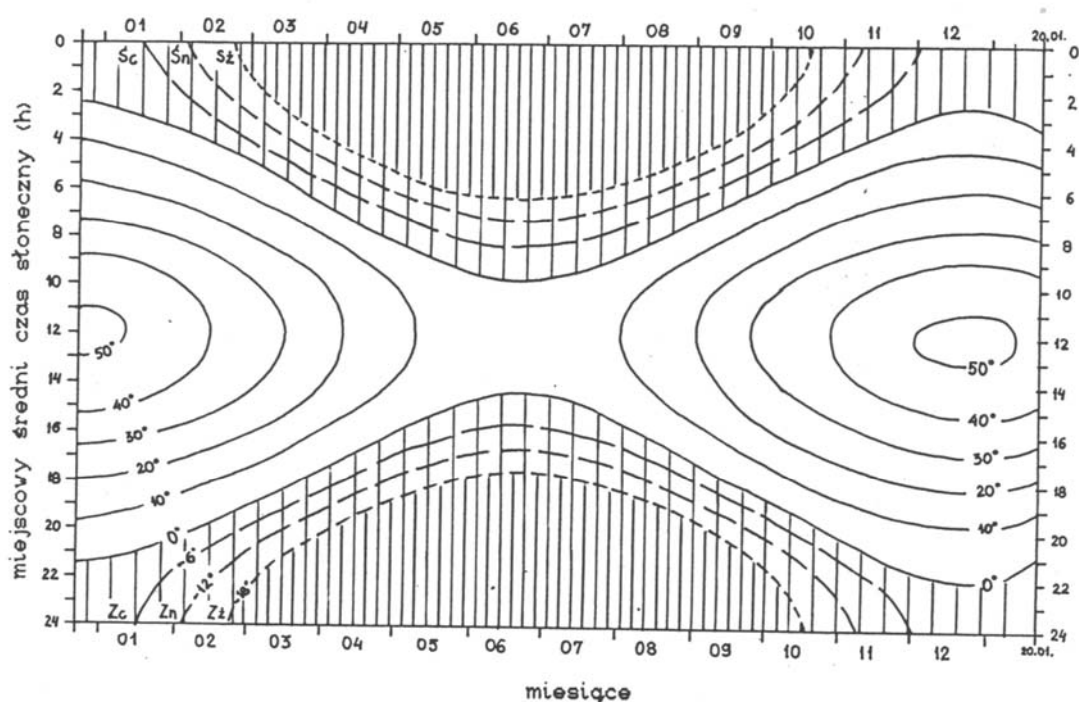
Do oszacowania stopnia zakrycia widnokregu przez otaczającą Stację wyniesienia terenu wykorzystano mapę "Admiralty Bay. King George island" (1990) w skali 1:50 000.

Charakterystykę usłonecznienia rzeczywistego wykonano w oparciu o Roczniki Meteorologiczne Stacji Arctowskiego z 12-lecia 1978 - 1989.

USŁONECZNIE NIE BEZWZGLĘDNE

Efektem położenia Zatoki Admiralicji w stosunkowo wysokich szerokościach geograficznych jest duże w ciągu roku zróżnicowanie kąta padania promieni słonecznych (rys.1). Zmiany wysokości Słońca w rejonie Stacji Arctowskiego przy nieosłoniętym widnokregu wahają się od 4.4° - 22 czerwca do 51.3° - 22 grudnia. W ciągu trzech miesięcy (05, 06 i 07) wysokość Słońca w połud-

nie nie osiąga 10° . Powoduje to silne zróżnicowanie w ciągu roku dopływu energii promienistej Słońca. Latem jest on potencjalnie bardzo duży, zimą znikomy (zimą promienie słoneczne przechodzą w południe przez od 5.6 do 12 mas optycznych atmosfery, a latem tylko przez 1.3 - 1.6 mas optycznych).



Rys. nr 1 Izoplety wysokości Słońca w rejonie St. Arctowskiego ($\phi = 62^\circ 10' S$)

Śc i Zc - świt i zmierzch cywilny ($h = -6^\circ$),
 Śn i Zn - świt i zmierzch nawigacyjny ($h = -12^\circ$),
 Śż i Zż - świt i zmierzch żeglarski ($h = -18^\circ$),



Słońce poniżej horyzontu



noc astronomiczna

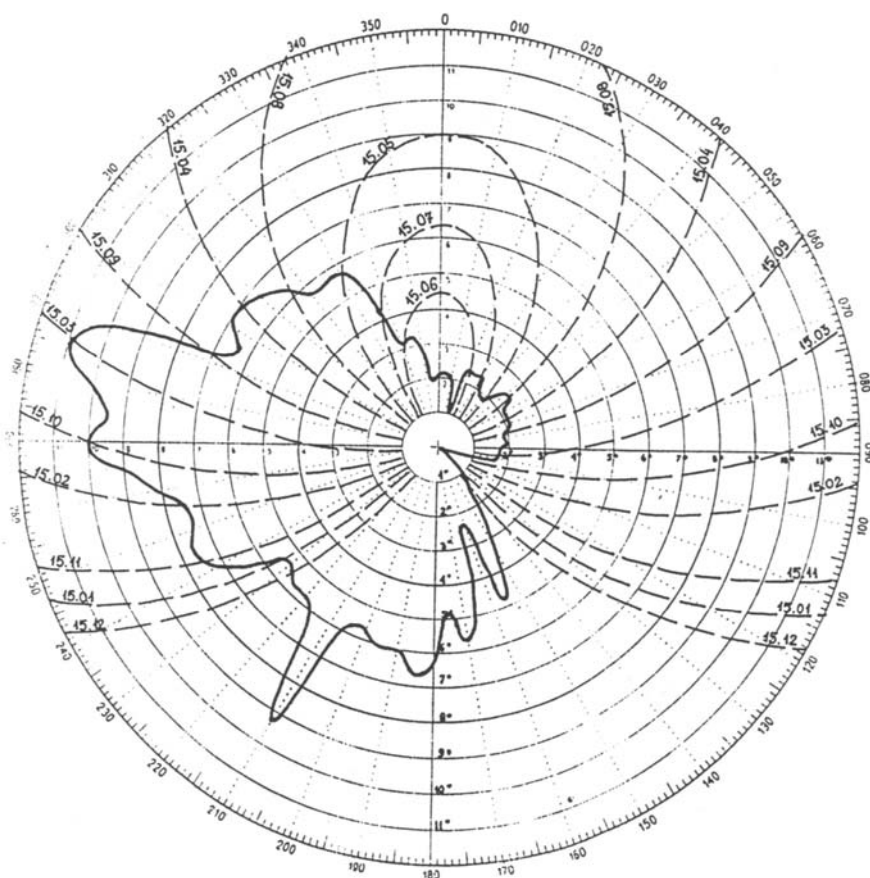
Usłonecznienie bezwzględne, określone przez astronomiczny czas wschodu i zachodu Słońca na szerokości $62^{\circ}10'S$ (powierzchnia horyzontalna) wynosi $19^h22^m - 22.12$ i $4^h31^m - 22.06$. Średnia miesięczna suma usłonecznienia bezwzględnego waha się od 592.6 h w grudniu, co daje 19.1 h średnio na dobę do 145.9 h w czerwcu to jest 4.9 h średnio na dobę. Tak więc długość dnia w zimie jest czterokrotnie mniejsza niż w lecie. Rozkład sum miesięcznych, średnich i maksymalnych dobowych wielkości usłonecznienia bezwzględnego przedstawia tab. 1.

USŁONECZNIE MOŻLIWE

Dla pomiarów heliometrycznych istotne znaczenie ma horyzont fizyczny widziany ze stanowiska instrumentów. Horyzont ten widziany z ogródka meteorologicznego Stacji Arctowskiego, obliczony na podstawie mapy Zat. Admiralicji, przedstawia rys. 2.

Otoczenie St. Arctowskiego charakteryzuje się urozmaiconą rzeźbą. Wysokości i ogólne zorientowanie co do kierunków świata poszczególnych form wypukłych i wklęsłych w otoczeniu Stacji sprzyja wyraźnemu uprzywilejowaniu godzin przedpołudniowych i przykulminacyjnych. Największy wpływ na zakrycie horyzontu mają najbliższe Stacji wyniesienia Panoramy i Jardine Peak oraz Kopuła Arctowskiego, a zwłaszcza N brzeg Ezcurra Inlet. Maksymalne zakrycie horyzontu wynosi 10.9° (w azymucie 285°).

W celu obliczenia dobowego usłonecznienia możliwego, określonego astronomicznym czasem wschodu i zachodu Słońca z uwzględnieniem zakrycia horyzontu przez wyniesienia naturalne, z wykonanych wcześniej obliczeń usłonecznienia bezwzględnego odrzucono czasy azymutów, na których wysokość Słońca była mniejsza od zakrycia horyzontu. Rozkład sum miesięcznych, średnich i ma-



Rys. nr 2 Wysokości (od 0° do 12°) i azymuty Słońca na środkowy dzień miesiąca i zakrycie widnokręgu na Stacji Arctowskiego w $[\circ]$

ksymalnych dobowych wielkości usłonecznienia możliwego (uma) zawiera tab. 1.

Heliograf Campbella-Stokesa zaczyna rejestrację przy wysokości Słońca 3° . Ponieważ wysokość zasłony horyzontu w sektorze wschodnim, w rejonie Kopuły Krakowa, nie przekracza 2.5° , aby porównać usłonecznienie rzeczywiste z maksymalnie możliwym dokonano dalszej eliminacji czasów azymutów, na których wysokość Słońca nie przekraczała 3° . W tab.1 wyznaczone w opisany sposób usłonecznienie możliwe oznaczono "umb".

Tab. nr 1 Suma [h/mies.], średnie i maksymalne dobowe [h/d] usłonecznienie bezwzględne i możliwe oraz usłonecznienie względne [%] na Stacji Arctowskiego

mies	usł.bezwzględne			usł.możliwe (uma)			usł.możliwe (umb)			us.względne(%)		odsetek Urz	
	suma	śr.	max.	suma	śr.	max.	suma	śr.	max.	uwa	uwb	Urz/uma	Urz/umb
01	560.8	18.1	19.1	517.1	16.7	17.9	504.8	16.3	17.2	92.2	90.0	22.9	23.5
02	431.1	15.4	16.7	395.3	14.1	15.5	383.5	13.7	15.0	91.7	89.0	24.0	24.7
03	385.4	12.4	13.9	332.6	10.7	12.3	318.7	10.3	12.1	86.3	82.7	25.3	26.4
04	282.7	9.4	10.8	237.8	7.9	9.5	235.2	7.8	9.3	84.1	83.2	21.3	21.6
05	204.3	6.6	7.9	148.3	4.8	6.2	144.3	4.7	6.2	72.6	70.6	15.8	16.3
06	145.9	4.9	5.3	88.4	2.9	3.6	87.8	2.8	3.5	60.6	60.2	11.2	11.3
07	174.0	5.6	6.9	120.3	3.9	5.2	116.0	3.7	5.1	69.1	66.7	18.5	19.1
08	251.1	8.3	9.9	206.4	6.7	8.3	205.1	6.6	8.3	80.0	79.5	25.8	26.0
09	338.5	11.3	12.8	289.7	9.7	10.9	286.7	9.6	10.8	85.6	84.7	28.8	29.1
10	443.3	14.3	15.9	396.8	12.8	14.7	387.8	12.5	14.2	89.5	87.5	30.2	30.9
11	517.5	17.2	18.6	471.9	15.7	16.7	461.2	15.4	16.4	91.2	89.1	23.6	24.1
12	592.6	19.1	19.1	533.7	17.2	17.9	527.6	17.0	17.2	90.1	89.0	25.4	25.7
rok	4334.2	-	-	3738.3	-	-	3658.7	-	-	86.3	84.4	24.0	24.5

uma - usłonecznienie możliwe, umb - usłonecznienie możliwe gdy $h_0 > 3^\circ$,
uwa - usł.możliwe/usł.bezwzględne [%], uwb - usł.możliwe gdy $h_0 > 3^\circ$ /usł.bezwzględne [%],

uśłonecznienie możliwe oznaczono "umb".

Wpływ lokalnych warunków hipsometrycznych na czas insolacji najprościej wyraża uśłonecznienie względne (stosunek uśłonecznienia możliwego do bezwzględnego). Jak wynika z tab. 1 miesięczne sumy uśłonecznienia możliwego stanowią od około 60 % (w 06 do około 90 % (w 11, 12 i 01) uśłonecznienia bezwzględnego. W skali roku wyniesienia naturalne ograniczają czas insolacji o 13.7 % , a czułość przyrządu o dodatkowe 2 % .

UŚŁONECZNIE NIE RZECZYWISTE

Rozkład uśłonecznienia rzeczywistego na Stacji Arctowskiego w okresie pracy stacji meteorologicznej przedstawiono w tab. 2.

W badanym okresie średnia roczna suma godzin ze Słońcem wynosi 895.9 h, co stanowi 24 % uśłonecznienia możliwego (tab.1). Najniższe sumy roczne zanotowano w 1988 roku - 729.2 godziny, a najwyższe w 1981 - 1090.9 godzin, stanowiło to odpowiednio 19.9 i 29.8 % możliwego uśłonecznienia rocznego (umb). Na uwagę zasługuje wysoki odsetek uśłonecznienia rzeczywistego w październiku, wynoszący średnio 30.9 % możliwego, a maksymalnie 45.6 % w 1980 roku.

Średnie wieloletnie sumy miesięczne wahają się od 9.9 h (11.3 % możliwego) w czerwcu (najkrótsze dni) do 135.6 h (25.7% możliwego) w grudniu, gdy dzień jest najdłuższy. Jest to odpowiednio od 5.3 do 26.4 h więcej niż na stacji Bellinshausen (średnie z lat 1971-1975) i od 0.9 w czerwcu do 73 h w grudniu więcej niż na Orcadas (Dolganov, 1986).

Średni dobowy czas uśłonecznienia stanowi dziesiątą część godziny zimą (w 05, 06 i 07) i wzrasta latem (w 12 i 01) do około 4.0 h. W tych samych miesiącach zimowych ponad połowę

Tab. nr 2 Usłonecznienie rzeczywiste na St. Arctowskiego
w okresie 1978-89

rok		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	rok
1979	Urz	161.0	85.5	105.7	45.2	33.4	3.0	23.7	60.8	67.6	105.7	98.1	112.2	901.9
	Uśr	5.2	3.1	3.4	1.5	1.1	0.1	0.8	2.0	2.3	3.4	3.3	3.6	
	Umax	16.2	10.0	9.4	5.1	5.2	1.5	4.7	7.8	10.4	13.1	15.8	12.3	
	dbu	4	10	7	11	16	26	18	7	10	6	10	8	
1980	Urz	99.0	53.1	81.9	39.5	17.1	10.5	30.2	45.3	86.0	176.9	115.8	139.7	895.0
	Uśr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Umax	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	dbu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1981	Urz	137.1	111.7	102.7	86.2	29.0	26.5	33.6	57.8	75.5	116.9	142.8	171.1	1090.9
	Uśr	4.4	4.0	3.3	2.9	0.9	0.9	1.1	1.9	2.5	3.8	4.8	5.5	
	Umax	13.0	9.3	11.0	8.5	4.1	3.4	5.2	6.6	8.6	12.4	14.7	14.7	
	dbu	7	3	5	5	16	18	19	11	11	5	2	5	
1982	Urz	198.7	98.7	85.4	58.5	20.7	11.3	16.8	51.8	121.1	119.7	98.9	90.2	970.8
	Uśr	6.4	3.5	2.8	2.0	0.7	0.4	0.5	1.7	4.0	3.9	3.3	2.9	
	Umax	16.8	14.0	9.2	6.8	4.8	2.4	3.4	5.9	9.5	13.0	13.6	11.6	
	dbu	2	5	4	10	18	20	18	10	2	8	5	11	
1983	Urz	102.1	117.7	75.1	90.7	20.0	5.8	13.2	64.3	77.1	102.7	109.7	190.0	968.4
	Uśr	3.3	4.2	2.4	3.0	0.6	0.2	0.4	2.1	2.6	3.3	3.7	6.1	
	Umax	13.7	12.6	8.7	8.4	4.1	3.0	4.1	7.7	9.8	11.6	11.0	14.1	
	dbu	10	4	10	7	16	24	22	8	7	3	4	0	
1985	Urz	104.5	54.9	44.7	57.7	19.4	14.2	7.4	45.3	77.0	127.7	92.2	110.1	744.2
	Uśr	3.0	2.0	1.4	1.9	0.6	0.5	0.2	1.5	2.6	4.1	3.1	3.6	
	Umax	12.8	9.8	9.2	7.3	5.4	3.7	2.7	8.4	9.4	11.5	11.7	11.9	
	dbu	3	10	15	7	22	22	24	11	12	7	10	4	
1986	Urz	87.7	70.4	65.6	34.1	11.4	2.5	19.7	32.2	104.3	153.9	100.3	154.2	836.3
	Uśr	2.5	2.5	2.1	1.1	0.4	0.1	0.6	1.0	3.5	5.0	3.3	5.0	
	Umax	12.3	10.8	9.7	6.4	4.7	1.5	3.8	5.3	9.3	13.5	11.2	11.8	
	dbu	9	9	9	15	24	27	15	13	6	1	5	3	
1987	Urz	75.4	113.0	123.5	24.9	22.5	7.3	26.9	80.2	80.2	115.9	158.5	105.8	934.1
	Uśr	2.4	4.0	4.0	0.8	0.7	0.2	0.9	2.6	2.7	3.7	5.3	3.4	
	Umax	8.5	15.0	11.3	5.4	5.1	2.8	4.7	7.8	7.7	12.8	14.5	12.2	
	dbu	9	5	3	16	19	23	20	9	7	5	4	7	
1988	Urz	66.1	139.8	49.6	45.8	37.3	7.6	16.2	71.0	75.8	69.2	66.9	66.9	729.2
	Uśr	1.9	4.3	1.6	1.5	1.2	0.2	0.5	2.3	2.5	2.2	2.2	2.7	
	Umax	11.0	11.1	8.3	5.1	4.0	3.1	4.0	6.3	9.8	12.9	10.8	13.8	
	dbu	12	3	9	10	12	23	18	10	12	13	10	4	
1989	Urz	154.5	103.4	105.4	24.4	23.9	10.1	34.8	24.7	69.9	108.3	129.9	98.9	888.2
	Uśr	5.0	3.7	3.4	0.8	0.8	0.3	1.1	0.8	2.3	3.5	4.3	3.0	
	Umax	16.2	13.4	9.0	6.3	3.8	3.1	5.0	4.8	8.1	11.3	6.6	14.3	
	dbu	2	3	5	19	15	24	17	19	8	5	4	6	
średnia Urz		118.6	94.8	84.0	50.7	23.5	9.9	22.2	53.3	83.4	119.7	111.2	135.6	895.9
średnia Uśr		3.8	3.5	2.7	1.7	0.8	0.3	0.7	1.8	2.8	3.7	3.7	4.0	
średnia Umax		13.4	11.8	9.5	6.6	4.6	2.7	4.2	6.7	9.2	12.5	12.2	13.0	
średnia dbu		6.4	5.8	7.4	11.1	17.6	23.0	19.0	10.9	8.3	5.9	6.0	5.3	

Urz - miesięczna suma usłonecznienia [h/mies.]

Uśr - średnia dobową sumą usłonecznienia [h/d]

Umax - maksymalna dobową wielkość usłonecznienia [h/d]

dbu - liczba dni bez usłonecznienia

czasu stanowią dni bezsłoneczne, podczas gdy latem, rzadko w którym roku przekraczają 10 dni. Średnia wieloletnia roczna liczba dni bez Słońca osiąga 126.8, to jest 35 % w skali roku.

Największe rzeczywiste usłonecznienie w ciągu doby może w niektórych latach, w pojedynczych przypadkach, osiągnąć wielkość maksymalnie możliwą (np. luty 1987, czerwiec 1985, lipiec 1981, sierpień 1985).

Stały, niewielki odsetek usłonecznienia rzeczywistego w stosunku do możliwego, zarówno w skali roku jak i miesięcy, wskazuje na dominujący wpływ dużego zachmurzenia na czas insolacji na Stacji Arctowskiego.

LITERATURA

Admiralty Bay. King George Island, 1990. Institut of Geodesy and Cartography, Warsaw, skala 1:50 000.

Dolganov P.A., 1986. Atmosfernye uslovija Južnoj poljarnoj oblasti. Gidrometeoizdat, Leningrad.

The Nautical Almanac 1991, 1991. Her Majesty's Nautical Almanac Office.

Rocznik Meteorologiczny Arctowski, za lata 1979 - 1989. Pracownia Badań Polarnych i Morskich, Oddział Bałtycki IMGW, Gdynia.