

STOPNIODNI CIEPŁA I MROZU NA STACJI H. ARCTOWSKIEGO (SZETLANDY POŁUDNIOWE)

Anna Styszyńska

Wyższa Szkoła Morska, Gdynia

Katedra Meteorologii i Oceanografii Nautycznej

Sformułowanie zagadnienia

W ciągu ostatnich lat obserwuje się ożywioną dyskusję naukowców reprezentujących różne dziedziny wiedzy na temat możliwości ocieplania się klimatu. Wśród argumentów przytacza się między innymi wzrost temperatury powietrza i topnienie lodowców. Zdaniem wielu, zjawisko to ma również obejmować Antarktykę. Niektóre z tych publikacji dotyczą Szetlandów Południowych (m.in. Gordon 1988, Rakusa-Suszczewski 1992). Wyspa Króla Jerzego, na której znajduje się Polska Stacja im. H. Arctowskiego w przeważającej części pokryta jest lodem. Jeśli więc zjawisko ocieplania się klimatu ma miejsce, to powinno być również i tam widoczne – odbić się choćby w zmianach wielkości zlodowacenia wyspy. Obserwowane zmiany położenia brzegów lodowych w Zatoce Admiralicji zdają się ten sąd potwierdzać.

Na ocieplanie się tego rejonu zwracają uwagę Martianov i Rakusa-Suszczewski (1990) szacując wzrost średniej temperatury powietrza w ostatniej dekadzie na od 0.2 do 0.6°C w stosunku do ubiegłych dekad. Zdaniem Rakusy-Suszczewskiego (1992) wzrost temperatury powietrza powoduje początkowo wzrost opadów w centralnej części kopuł lodowych i deglacjację w strefie przybrzeżnej.

Przebieg i zasięg stref glacialnych, na każdym lodowcu i w konkretnym roku, zależy od wielkości zimowej akumulacji śniegu (i jej rozkładu na powierzchni lodowca) oraz od przebiegu ablacji w lecie. Zanik lodowców można obserwować wtedy gdy letnia ablacja przewyższa zimową akumulację. Ubywanie masy lodu zachodzi w wyniku ablacji fizycznej i mechanicznej. Na wielkość ablacji fizycznej wpływa przede wszystkim tajanie powierzchniowe zależne od: temperatury powietrza, wielkości promieniowania słonecznego oraz sublimacji i parowania. Radiacja jako najważniejsze źródło ciepła może powodować od 45 do 84% ogólnej ablacji. Zdania co do tego,

który z wymienionych czynników pełni w danym rejonie rolę dominującą są podzielone. W wysokich szerokościach geograficznych, jak wynika między innymi z badań lodowca Werenskiölda na Spitsbergenie przez Baranowskiego i Głowickiego (1975, za: Jania 1988), ze względu na niewielki dopływ promieniowania, główne znaczenie dla całego sezonu ablacji mają dodatnie temperatury powietrza. Podobne zdanie, w odniesieniu do lodowców szetlandzkich, wyraził Piasecki (1988).

Obszar, na którym zachodzi ablacja ograniczony jest chwilową linią śnieżną. Jej przemieszczanie, w czasie i przestrzeni, zachodzi nie tylko pod wpływem wymienionych wyżej czynników, ale zależy także od ekspozycji i nachylenia powierzchni lodu.

Gdyby założyć dominujący w wielkości ablacji udział temperatury powietrza to przybliżony okres i obszar ablacji można by wyznaczyć jako czas i miejsce, w którym średnie dobowe temperatury powietrza przekraczają 0°C. Wielkość miesięcznych sum dodatnich średnich dobowych temperatur powietrza (Σt_d+) powinna dać odpowiedź na pytanie o intensywność procesów ablacji, a ujemnych (Σt_d-) – o energetyczny potencjał do tworzenia się lodu. Porównanie tych sum i ich zmian w czasie powinno z kolei pozwolić na określenie długości sezonu ablacji i porę jego występowania.

Długość trwania termicznego okresu ablacji na lodowcach otaczających Zatokę Admiralicji w dłuższym horyzoncie czasowym nie była dotąd oddzielnie badana. Dotychczasowy materiał ogranicza się do wycinkowych badań brytyjskich prowadzonych w okresie MRG (Noble 1965) i krótkiego okresu obserwacji Piaseckiego (1988) w trakcie III Polskiej Wyprawy Antarktycznej IE PAN na lodowcach Sphinx i Flagstaff.

Celem pracy jest obliczenie stopniodni ciepła i mrozu i na tym tle wyznaczenie długości trwania termicznego okresu ablacji w rejonie Stacji Arctowskiego oraz ocena wysokości strefy topnienia śniegu i lodu.

Dane

Lądowe otoczenie Zatoki Admiralicji charakteryzuje się urozmaiconą rzeźbą terenu zarówno pod względem wysokości jak i charakteru. Pokrywę lodową tworzą połączone ze sobą kopuły: Arctowskiego (do 679 m n.p.m.) w części N i NW, Krakowa (do około 420 m n.p.m.) na E i Warszawy (do 476 m n.p.m.) na W od Zatoki.

W rejonie Zatoki w różnym czasie pracowało kilka stacji położonych na różnej, na ogół małej, wysokości i w różnym oddaleniu od lodowców. Najdłuższą serię pomiarów meteorologicznych posiada Stacja Arctowskiego. Leży ona w oazie, około 750 m na SE od ujścia Ezcurra Inlet do Admiralty Bay. Stacja meteorologiczna znajduje się na wysokości 2 m n.p.m. w odległości około 1 km od najbliższego Lodowca Ekologii.

Do wykonania opracowania wykorzystano dane o średniej dobowej temperaturze powietrza zawarte w Rocznikach Meteorologicznych Stacji Arctowskiego za lata 1978-1989 opracowanych przez Pracownię Badań Polarnych i Morskich Oddziału Bałtyckiego IMGW w Gdyni.

Wyniki

Wyniki obliczeń stopniodni ciepła i mrozu – sum dodatnich i ujemnych średnich dobowych temperatur powietrza (Σ td+ i Σ td-) w poszczególnych miesiącach i latach badanego okresu, wraz z podaniem liczby dni ich wystąpienia (n), zawierają tab.1 i 2.

Tabela 1 – Table 1

Stacja Arctowskiego.

Sumy ujemnych średnich dobowych temperatur powietrza (Σ) w [°C],
n – liczba dni.

Arctowski Station. Sums of mean diurnal negative
air temperatures (Σ) in °C [n – number of days]

mies. month		1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
01	Σ	-	-	-2.4	-3.8	-	-1.9	-3.0	-2.7	-1.5	-1.2	-0.7	-4.3
	n	0	0	2	6	0	3	8	4	4	1	1	8
02	Σ	-	-2.0	-6.8	-2.4	-	-1.6	-5.0	-1.3	-9.8	-1.7	-	-1.0
	n	0	2	7	6	0	4	4	1	8	2	0	2
03	Σ	-16.4	-8.6	-33.8	-24.2	-12.0	-7.8	-10.0	-38.9	-6.5	-8.8	-31.3	-1.8
	n	10	5	15	14	5	11	8	21	6	5	15	2
04	Σ	-33.4	-21.7	-142.5	-37.9	-19.5	-27.8	-71.8	-41.5	-72.0	-86.1	-41.8	-138.1
	n	15	9	27	12	11	13	18	17	15	24	15	28
05	Σ	-37.0	-96.2	-107.1	-115.7	-36.5	-112.5	-201.1	-125.9	-241.4	-173.9	-59.7	-36.2
	n	12	25	24	25	16	22	26	24	30	24	21	8
06	Σ	-158.2	-147.6	-196.7	-119.6	-80.6	-155.5	-135.5	-129.9	-234.3	-228.1	-213.9	-56.3
	n	25	27	29	24	19	23	28	23	27	28	26	21
07	Σ	-359.7	-122.9	-380.3	-136.6	-226.7	-147.1	-122.4	-73.9	-255.7	-407.7	-171.5	-16.0
	n	31	26	29	27	29	22	25	24	27	31	26	11
08	Σ	-216.8	-155.6	-346.9	-289.7	-170.6	-77.9	-93.0	-95.4	-211.8	-137.8	-260.4	-60.8
	n	28	24	29	29	27	23	23	25	26	22	26	18
09	Σ	-83.6	-81.7	-232.1	-146.2	-111.2	-116.9	-30.1	-42.8	-158.3	-173.5	-97.6	-89.1
	n	16	24	23	27	23	26	18	11	23	24	23	20
10	Σ	-49.6	-68.1	-85.0	-128.1	-90.0	-62.9	-81.7	-42.9	-63.8	-60.4	-98.9	-19.3
	n	20	25	19	22	26	24	25	15	16	19	24	14
11	Σ	-45.4	-46.9	-69.1	-45.2	-49.4	-11.9	-7.5	-3.8	-62.1	-8.6	-50.0	-8.0
	n	21	18	25	16	22	9	11	6	23	8	23	7
12	Σ	-7.9	-6.3	-8.4	-3.2	-4.0	-0.1	-3.4	-0.2	-9.2	-0.5	-17.0	-2.9
	n	12	7	8	5	5	1	5	1	13	2	14	5
rok year	Σ	-1008	-711	-1611	-1053	-801	-724	-765	-599	-1326	-1289	-1043	-434
	n	190	192	237	211	183	181	199	172	218	190	214	144

W badanym 12-leciu tylko w dwóch miesiącach zimowych (07 – 1978 i 1987 roku) ani w jednym dniu nie zanotowano średniej dobowej temperatury powietrza wyższej lub równej 0°C. W odniesieniu do wartości ujemnych sytuacja taka miała miejsce nieco częściej: 3 razy w styczniu (1978, 1979 i 1982 roku) i 3 razy w lutym 1978, 1982 i 1988 roku).

Tabela 2 – Table 2

Stacja Arctowskiego.

Sumy dodatnich średnich dobowych temperatur powietrza (Σ) w [°C],
n – liczba dni.

Arctowski Station. Sums of mean diurnal positive
air temperatures (Σ) in °C [n – number of days]

mies. month		1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
01	Σ	66.0	103.3	74.9	55.2	113.2	60.6	40.9	94.0	53.8	50.7	46.4	72.1
	n	31	31	29	25	31	28	23	27	27	30	30	23
02	Σ	68.8	68.1	60.6	72.1	73.6	41.3	73.8	64.9	50.6	53.4	99.8	89.7
	n	28	26	22	24	28	24	25	27	20	26	29	26
03	Σ	44.1	71.7	40.1	37.1	59.1	41.6	67.4	25.1	63.3	47.6	54.9	102.1
	n	21	26	16	17	26	20	23	10	25	26	16	29
04	Σ	21.0	38.5	2.7	36.9	41.7	36.4	30.2	32.1	29.0	7.0	22.1	0.4
	n	15	21	3	18	19	17	12	13	15	6	15	2
05	Σ	35.8	8.5	16.8	7.4	21.9	14.3	5.9	8.3	0.1	9.7	15.3	39.5
	n	19	6	7	6	15	9	5	7	1	7	10	23
06	Σ	6.4	1.2	1.1	10.9	14.4	11.1	0.4	9.5	3.1	1.8	2.3	10.2
	n	5	3	1	6	11	7	2	7	3	2	3	9
07	Σ	-	5.3	1.3	4.9	1.0	6.2	5.9	8.2	4.5	-	4.0	30.6
	n	0	5	2	4	2	9	6	7	4	0	5	20
08	Σ	1.4	3.2	0.0	2.1	3.9	12.5	7.8	4.6	3.9	9.6	4.6	15.3
	n	3	7	2	2	4	8	8	6	5	9	5	13
09	Σ	13.0	9.9	7.9	3.7	9.6	5.1	17.5	22.9	7.0	11.2	3.5	18.4
	n	14	6	7	3	7	4	12	19	7	6	7	10
10	Σ	11.3	6.0	17.1	14.7	4.7	12.5	3.3	31.3	20.5	15.1	13.4	17.8
	n	11	6	12	9	5	7	6	16	15	12	7	17
11	Σ	12.1	34.5	2.6	29.0	9.3	32.0	17.8	33.2	10.7	38.3	11.9	28.9
	n	9	12	5	14	8	21	19	24	7	22	7	23
12	Σ	39.4	58.3	56.2	43.1	50.6	56.2	65.1	56.1	35.2	66.5	33.9	46.9
	n	19	24	23	26	26	30	26	30	18	29	17	26
rok year	Σ	319.2	408.5	281.3	317.1	403.0	329.8	336.0	390.2	281.7	311.2	312.1	474.9
	n	175	173	129	154	182	184	167	193	147	175	151	221

Okres, w którym przez ponad połowę dni w miesiącu średnie dobowe temperatury powietrza wynoszą lub przekraczają 0°C obejmuje: grudzień – średnio 24.5 dnia (przy $\sigma_{n-1} = 4.48$), styczeń – 27.9 dni ($\sigma_{n-1} = 2.97$), luty – 25.4 dni ($\sigma_{n-1} = 2.61$) i marzec – 21.3 dnia ($\sigma_{n-1} = 5.61$). W każdym z tych miesięcy suma $td+$ przekracza średnio 50°C, wykazując jednocześnie duże wahania w poszczególnych latach. Największą zmiennością charakteryzuje się styczeń: od 113.2 w 1982 do 40.9°C w 1984 roku ($\sigma_{n-1} = 23.23$). W pozostałych miesiącach wahania były mniejsze i wynosiły: w grudniu od 66.5 w 1987 do 33.9°C w 1988 roku ($\sigma_{n-1} = 10.98$), w lutym od 99.8 w 1988 do 41.3°C w 1983 roku ($\sigma_{n-1} = 16.12$) i w marcu od 102.1 w 1989 do 25.1°C w 1985 roku ($\sigma_{n-1} = 20.28$). We wszystkich tych miesiącach wieloletnie średnie temperatury dobowe ($\Sigma td+/n+$) przekraczają 2°C i wynoszą w grudniu – 2.1°C, w styczniu – 2.5°C, w lutym – 2.7°C i w marcu – 2.6°C (tab. 3).

W badanym 12-leciu, średnią dobową temperaturę powietrza wyższą lub równą 0°C notowano w ponad połowie dni w miesiącu także w okresie przejściowym (5 razy w listopadzie i 4 razy w kwietniu – tab.2). Średnia wieloletnia liczba dni ciepłych w listopadzie wynosi 14.3 i waha się od 24 w 1985 do 5 dni w 1980 roku. Odpowiednia liczba dni w kwietniu jest nieco mniejsza (13.0) ale wieloletnia średnia $td+$ jest w tym miesiącu wyższa i wynosi 1.9°C (gdy w listopadzie tylko 1.5°C) – patrz tab. 3.

Tabela 3 – Table 3

Średnie wieloletnie stopniodni ciepła i mrozu na Stacji Arctowskiego
(1978-1989)

Mean long-terms warmly and frosty degree-days at the Arctowski Station
(1978-1989)

mies. month	stopniodni ciepła - warmly degree-days					stopniodni mrozu - frosty degree-days					$(\Sigma td+) - (\Sigma td-)$
	$\Sigma td+$	σ_{n-1}	$n+$	σ_{n-1}	$\bar{s}r. td+$	$\Sigma td-$	σ_{n-1}	$n-$	σ_{n-1}	$\bar{s}r. td-$	
01	69.15	23.23	27.9	2.97	2.48	-1.79	1.48	3.1	2.97	-0.58	+67.46
02	68.06	16.12	25.4	2.61	2.68	-2.63	3.04	3.0	2.80	-0.09	+65.43
03	54.51	20.28	21.3	5.61	2.56	-16.68	12.27	9.8	5.61	-1.71	+37.83
04	24.83	14.39	13.0	6.21	1.91	-61.18	42.49	17.0	6.21	-3.60	-36.35
05	15.29	11.91	9.6	6.32	1.60	-111.93	66.61	21.4	6.32	-5.23	-96.64
06	6.03	4.94	4.9	3.12	1.23	-154.68	55.96	25.0	3.07	-6.19	-148.65
07	5.99	8.19	5.3	5.35	1.12	-201.71	125.87	25.7	5.35	-7.86	-195.72
08	5.74	4.64	6.0	3.22	0.96	-176.39	90.65	25.0	3.22	-7.06	-170.65
09	10.81	6.14	8.5	4.54	1.27	-113.59	56.78	21.5	4.54	-5.28	-102.78
10	13.98	7.64	10.3	4.20	1.36	-70.89	28.39	20.8	4.20	-3.42	-56.99
11	21.69	12.16	14.3	7.15	1.52	-33.99	24.05	15.8	7.15	-2.16	-12.30
12	50.63	10.98	24.5	4.48	2.07	-5.26	4.87	6.56	4.48	-0.81	+45.37
rok year	347.08	59.01	170.9	24.04	2.03	-947.00	339.76	194.3	24.21	-4.88	-599.20

Również zimą przez ponad połowę miesiąca średnia temperatura dobową może być wyższa/równa 0°C (lipiec 1989 roku, maj 1978 i 1989 oraz wrzesień 1985), jednak średnia wieloletnia liczba dni z $\text{td}+$ waha się zimą od 4.9 do 9.6. Występują wtedy na ogół krótkotrwałe niewielkie ocieplenia. Wieloletnie średnie dobowe dodatnie wartości temperatury powietrza ($\text{td}+$) mieszczą się w przedziale od 0.96 (sierpień) do 1.60°C (maj).

Wnioski

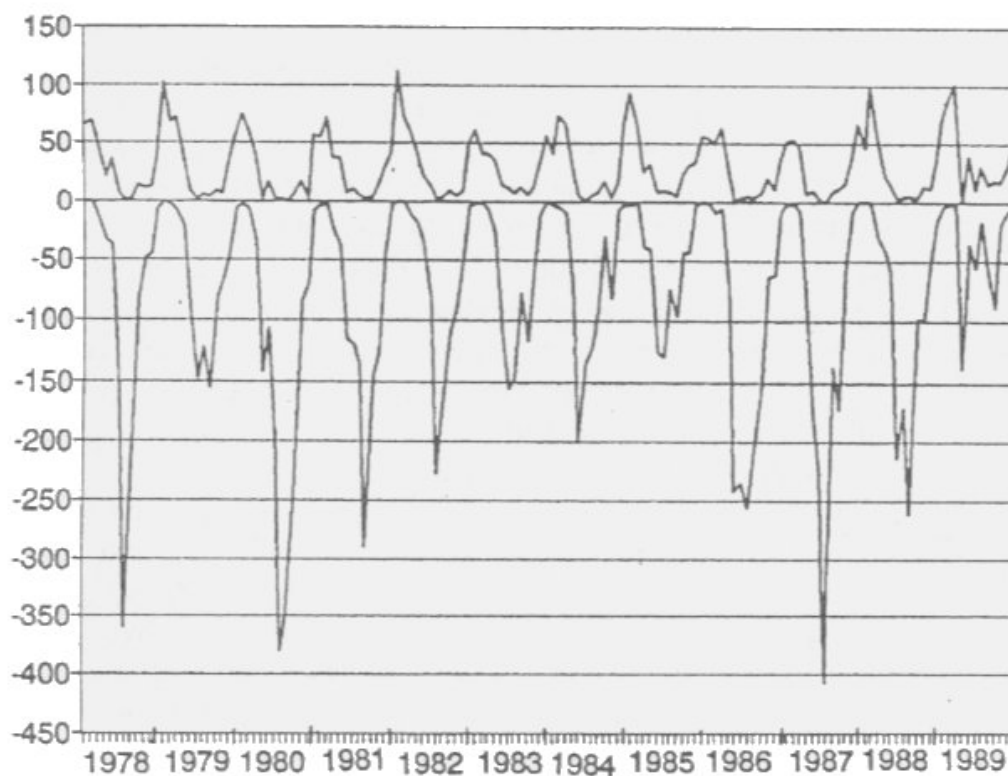
W rozkładzie miesięcznych sum $\text{td}+$ w poszczególnych latach dają się zauważyć pewne prawidłowości. Maksimum $\Sigma \text{td}+$ najczęściej przypada na okres najdłuższego dnia: styczeń – 5 i luty – 4 razy. Rzadziej ma to miejsce w grudniu i marcu (po 2 razy). Przyspieszenie (grudzień) lub opóźnienie (marzec) występowania maksimum miało miejsce tylko w ostatnich 4 latach badanego okresu, z czego dwa pierwsze lata (1986 i 1987) cechowały się ponadto bardzo małymi wartościami $\Sigma \text{td}+$.

Pora występowania najwyższych wartości $\Sigma \text{td}-$ jest o wiele mniej regularna. Choć najczęściej wypadają one w lipcu (5 razy) – w porze bardzo krótkiego dnia lub w sierpniu (3 razy) – w okresie dominacji nad Sztetlandami układów wyżowych znad Antarktydy, to jednak najwyższe w roku miesięczne $\Sigma \text{td}-$ stwierdzono również w maju (1984), a nawet w kwietniu (1989). Te wczesne ekstrema $\Sigma \text{td}-$ charakteryzują się bardzo wysokimi wartościami w porównaniu do wielkości pozostałych miesięcy roku (tab. 1 i 2).

Rozciągnięcie pory występowania maksymalnych $\Sigma \text{td}-$ na okres 4 miesięcy (05 – 08) tłumaczyć można zjawiskiem tak zwanych „zim bezjadrowych”. Podobne wytłumaczenie można odnieść do rozkładów z wtórnym maksimum (1988, 1985 i 1983 rok). Natomiast zaobserwowane w ostatnim czteroleciu badanego okresu przesunięcia pory występowania zarówno najwyższych $\Sigma \text{td}+$ jak i $\Sigma \text{td}-$ być może stanowią odbicie pewnego „przestrojenia” cyrkulacji atmosfery, którego natura nie jest jeszcze wyjaśniona lub też jest to odzwierciedlenie dłuższego cyklu, który ze względu na szczupłość materiału nie został uchwycony. O ile w przebiegu sum $\text{td}+$ nie da się wyróżnić żadnej okresowości o tyle w przebiegu sum $\text{td}-$ (ryc. 1) dość wyraźnie da się zauważyć cykl liczący około 6-7 lat. Być może to hipotetyczne „przestrojenie” cyrkulacji atmosfery dotyczy głównie sezonu zimowego.

Na podstawie przeprowadzonej analizy zmienności wielkości miesięcznych sum dodatnich ($\Sigma \text{td}+$) i ujemnych ($\Sigma \text{td}-$) średnich dobowych temperatur powietrza na Stacji Arctowskiego w okresie 1978-1989 (tab. 1 i 2) długość trwania termicznego okresu ablacji ocenić można na cztery mie-

siące (12, 01, 02 i 03). Jest to czas w którym różnica stopniodni ciepła i mrozu jest dodatnia (tab. 3).



Ryc. 1. Rozkład miesięcznych sum dodatnich i ujemnych średnich dobowych temperatur powietrza na Stacji Arctowskiego w okresie 1978-1989

Fig 1. Distribution of monthly sums of mean diurnal positive and negative air temperatures at the Arctowski Station in the period 1978-1989

W styczniu i lutym, ze względu na jedynie sporadyczne (0 – 8 dni) niewielkie ochłodzenia, topnienie pokrywy śnieżnej i lodowej może odbywać się praktycznie bez przeszkód. W grudniu, kiedy w ciągu średnio 6.5 dnia występują ochłodzenia zdecydowanie przeważa ablacja, rola krótkotrwałych ochłodzeń jest nieznaczna i prowadzi co najwyżej do pewnego zwolnienia jej tempa. W marcu (średnio 9.8 dni z td-) tempo topnienia lodu jest większe niż w grudniu, jednak udział ablacji lodu lodowcowego stopniowo się zmniejsza, a pod koniec miesiąca ulega niemal całkowitemu zahamowaniu, gdyż w czasie ochłodzeń wypada śnieg i wtedy w trakcie kolejnego ocieplenia właśnie on podlega tajaniu.

Zimowe ocieplenia (średnio 5 do 10 dni w miesiącu z $td+$) mogą wywołać nawet duże odwilże, ale nie są w stanie doprowadzić do całkowitej degradacji pokrywy śnieżnej. Powodują natomiast zmniejszanie się grubości śniegu i gromadzenie wody roztopowej na powierzchni i wewnątrz pokrywy śnieżnej. W trakcie kolejnego ochłodzenia woda zamarza tworząc na powierzchni lód naledziowy, a wewnątrz pokrywy warstwę lodoszreni. Procesom wilgotnej metamorfizacji śniegu sprzyjają również obserwowane w trakcie ociepleń opady ciekłe. W efekcie, występowanie w śniegu warstw lodu (powstałego zimą) utrudniać będzie dalszą infiltrację wody w głąb i hamować tempo wiosennego i letniego topnienia śniegu i lodu.

Wiosną, w listopadzie (średnio 14.3 dnia z $td+$; $(\Sigma td+) - (\Sigma td-) = -12.3^{\circ}\text{C}$) i na początku lata (grudzień: średnio 24.5 dnia z $td+$; $(\Sigma td+) - (\Sigma td-) = +45.4^{\circ}\text{C}$), przy dużym wzroście strumienia energii słonecznej, znajdującym swoje odbicie w równie szybkim wzroście temperatury powietrza (średnia wieloletnia $td+$ w listopadzie 1.5°C i 2.1°C w grudniu) przebieg topnienia pokrywy śnieżnej będzie najbardziej intensywny.

W analizowanym okresie (1978-1989) średnia roczna suma $td+$ wynosi 347.1°C . Wyższe od średniej roczne sumy $td+$ obliczono dla 1989 – 474.9, 1979 – 408.5, 1982 – 403.0 i 1985 roku – 390.2 $^{\circ}\text{C}$. Ze względu na rozerwanie okresu letniego trudno oszacować czy faktycznie były to lata mogące charakteryzować się zwiększoną ablacją. Dane dla sezonów letnich (12, 01, 02), przedstawione w tabeli 4, pozwalają na wyróżnienie 4 sezonów letnich wyraźnie cieplejszych od pozostałych. Są to: lato 1978/79, 1981/82, 1984/85 i 1988/89. W każdym z wymienionych sezonów letnich średnia $td+$ była większa od 2.7°C (maksymalnie 3.0°C w 1988/89), podczas gdy średnia wieloletnia $td+$ dla lata wynosi 2.5°C . W najchłodniejszym lecie – 1986/87 – średnia $td+$ wyniosła 1.9°C . Różnica między najwyższą a najniższą wieloletnią średnią dobową $td+$ wynosi więc 1.1°C .

Jeżeli przyjąć letni pionowy gradient temperatury powietrza za Marszem (1995) na $-1.2^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, to latem średnia wysokość górnej granicy strefy topnienia wynosi 208 m n.p.m. i w poszczególnych sezonach waha się od 250 m n.p.m. (1988/89) do 158 m n.p.m. (1986/1987). W pojedynczych miesiącach strefa topnienia może sięgać nawet do 300 m n.p.m. (styczeń 1982). Biorąc pod uwagę rozkład wysokościowy Kopuły Warszawy i Kopuły Krakowa oznacza to, iż w takiej sytuacji topnienie śniegu i lodu zachodzić może na przeważającej powierzchni kopuły, zwłaszcza w jej części południowej (od strony Cieśniny Bransfielda). W tych warunkach proces topnienia obejmie całą powierzchnię najbliższego Stacji Lodowca Ekologii i leżących nieco dalej na południe lodowców Sphinx i Baranowskiego. Na głównej kopule wyspy (Arctowskiego) procesami termicznej ablacji objęte będą jedynie strefy krawędziowe, natomiast w partii wierzchowinowej, położonej

na wysokościach przekraczających 450-500 m n.p.m. przez cały rok panować będą temperatury ujemne. W obszarach tych w ciągu całego roku zachodzić będzie akumulacja.

Tabela 4 – Table 4

Stacja Arctowskiego. Suma średnich dobowych dodatnich temperatur powietrza w okresie lata (12, 01, 02)

Arctowski Station. Sum of mean diurnal positive air temperatures in summer (12, 01, 02)

lato (12,01,02) summer (12,01,02)	Σ td		dni z td (+) days with td (+)	śr. td (+) mean td(+)	śr. tp (12,01,02) mean air temperature (12,01,02)
	+	-			
1978/79	210.8	-9.9	76	2.77	2.23
1979/80	193.8	-15.5	75	2.58	1.97
1980/81	183.5	-14.6	72	2.55	1.91
1981/82	229.9	-3.2	85	2.70	2.51
1982/83	152.5	-7.5	78	1.96	1.59
1983/84	170.9	-8.1	78	2.19	1.81
1984/85	224.1	-7.4	80	2.80	2.39
1985/86	160.5	-11.5	77	2.08	1.67
1986/87	139.3	-12.1	74	1.88	1.41
1987/88	213.1	-1.2	88	2.42	2.33
1988/89	195.7	-22.3	66	2.97	1.97
średnio	188.6	-10.3	77.18	2.45	1.98
σ n-1	30.00	5.92	5.96	0.37	0.35

Literatura

- Gordon A. L.**, 1988, The Souther Ocean and Global Climate. [w:] Oceanus, vol. 31, No 2, s. 30-46.
- Jania J.**, 1988, Dynamiczne procesy glacialne na południowym Spitsbergenie (w świetle badań fotointerpretacyjnych). Prace Naukowe UŚ nr 955, Katowice, ss.258.
- Marsz A.**, 1995, Opady na Stacji Arctowskiego. [w:] Problemy Klimatologii Polarnej 4. WSM Gdynia, s. 65-75.
- Martianov V., Rakusa-Suszczewski S.**, 1990, Ten Years of climate observations at the Arctowski and Bellingshausen Stations (King George Is. South Shetlands, Antarctic). [w:] Global change regional research cen-

- tres. Seminar papers and IGBP WG 2 report. Inst. Geogr. Spatial Org. PAS, s. 80-87.
- Noble H. M.**, 1965, Glaciological Observations at Admiralty Bay, King George Island, in 1957-58. British Antarctic Survey Bulletin No 5, January 1965.
- Piasecki J.**, 1988, Sprawozdanie z badań glacioklimatologicznych na lodowcach szetlandzkich w rejonie Zatoki Admiralicji w lecie 1978/79 r. [w:] Biuletyn Meteorologiczny No 29(4), 1974. Część A: Artykuły. Acta Universitatis Wratisl. No 738 s.165-172.
- Rakusa-Suszczewski S.**, 1992, Wpływ zmian globalnych klimatu na ekosystem Morskiej Antarktyki (model koncepcyjny). [w:] Problemy Klimatologii Polarnej 2, WSM Gdynia, s. 7-11.

WARMLY AND FROSTY DEGREE-DAYS AT THE ARCTOWSKI STATION (SOUTH SHETLAND ISLANDS)

Summary

On the ground of mean diurnal values of air temperature (t_d) existing in the period 1978-1989 at the Arctowski Station, warm ($t_d \geq 0^\circ\text{C}$) and frost ($t_d < 0^\circ\text{C}$) degree-days has been calculated. It allows to calculate length of time of the thermal period of ablation in Admiralty Bay region.

Analysis of calculated values (tab. 1 and 2) showed big variability of monthly positive and negative totals diurnal air temperatures from year to year and during the year. Thermal period of ablation includes 12, 01, 02, 03, when $t_d \geq 0^\circ\text{C}$ on an average more than for 20 days, and the average positive many years' diurnal air temperature is oscillating from 2.1°C in December to 2.7°C in February. If it is assumed that summer vertical gradient of air temperature is $-1.2^\circ\text{C}/100\text{ m}$, then an average height of the melting-zone's border in summer (12-03) figures 208 m a.s.l.