

**PROCESY DEGLACJACJI NA OBSZARZE SSSI No. 8  
I ICH UWARUNKOWANIA KLIMATYCZNE ORAZ HYDROLOGICZNE  
(Zatoka Admiralicji, Wyspa Króla Jerzego, Szetlandy Południowe)**

Zbigniew Battke<sup>1</sup>, Andrzej Marsz<sup>2</sup>, Roman Pudelko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zakład Biologii Antarktyki PAN, Warszawa

<sup>2</sup> Katedra Meteorologii i Oceanografii Nautycznej, Wydział Nawigacyjny WSM w Gdyni  
e-mail: aamarsz@wsm.gdynia.pl

### 1. Sformułowanie zagadnienia

Jednym z podstawowych zadań badawczych realizowanych na Polskiej Stacji Antarktycznej im H. Arctowskiego jest określenie zmienności ekosystemu rejonu Zatoki Admiralicji (Rakusa-Suszczewski, 1999). Od początku istnienia Stacji, oprócz badań biologicznych, prowadzono również badania nad zmiennością poszczególnych elementów i komponentów środowiska obszarów lądowych, w tym nad zachodzącymi zmianami klimatu oraz związanymi z nimi zmianami powierzchni zlodowaconych.

Pierwsze badania nad zasięgiem powierzchni zlodowaconych w rejonie Zatoki Admiralicji przeprowadzono w czasie II Ekspedycji (1977/78), polegały one na szczegółowej inwentaryzacji zasięgu brzegów lodowych (Marsz 1978). Badania te wykazały, że na niektórych odcinkach, zwłaszcza w rejonie lodowca wyprowadzającego Lange Glacier, brzegi lodowe cofnęły się na znaczne odległości (ponad 700 m) w stosunku do stanu rejestrowanego przez brytyjską mapę nawigacyjną nr 1774 z 1962 roku. W trakcie III Ekspedycji (1978/79) wykonano zdjęcia lotnicze, które pozwoliły na opracowanie ogólnogeograficznej mapy rejonu Zatoki Admiralicji w skali 1:25 000 (Furmańczyk i Marsz 1980), na której oznaczone zostały zasięgi obszarów zlodowaconych według stanu na styczeń 1979 roku. Analiza wykonana przez Furmańczyka (1983) pozwoliła określić szczegółowo zmianę powierzchni Zatoki Admiralicji - powiększyła się ona, kosztem cofania się klifów lodowych, od roku 1962 o 3.15 km<sup>2</sup>.

Interpretacja pierwszych sygnałów o występującej recesji zlodowacenia była trudna - nie było pewności jaki jest charakter długookresowych tendencji zachowania się powierzchni zlodowaconych i czy stwierdzone ubytki nie stanowiły chwilowych konsekwencji wyjątkowo ciepłego i słonecznego lata 1978/79, w czasie którego natężenie procesów obłamywania się lodu z klifów lodowych osiągały

ogromne rozmiary. Wątpliwości były tym większe, że latem 1978/79 na niektórych obszarach brzegów lodowych odnotowano względem roku 1961 intensywne ich cofanie, na innych - wyraźny awans zasięgu lodowców (Furmańczyk, 1983).

W kilku następnych ekspedycjach wykonywano zdjęcia radarowe wybranych odcinków brzegów lodowych Zatoki Admiralicji (Marsz 1987). Opracowanie obserwacji z lat 1977-1984 i porównanie ich między sobą oraz z brytyjską mapą nawigacyjną z roku 1962 wykazało, że brzegi lodowe w Zatoce Admiralicji cofają się z dość dużą, choć zmienną w czasie, prędkością. Tak więc wszystkie zebrane w latach 1977-1985 materiały dawały spójny i jednoznaczny obraz występującej recesji zlodowacenia na granicy lodowce - morze. Proces deglacji na obszarach lądowych, tam gdzie recesja zachodziła w warunkach subaeralnych, nie został do roku 1984/85 jednoznacznie oceniony. Wstępne obserwacje najbliższego otoczenia oazy Stacji Arctowskiego przeprowadzone w roku 1984 zdawały się wskazywać, że deglacja następuje również na obszarze lądowym, zwłaszcza w otoczeniu Lodowca Ekologii, lecz nie pozwoliły odpowiedzieć, czy zjawisko to przypadkiem nie ma charakteru wyłącznie lokalnego.

W trakcie XIII Ekspedycji (1987-1989) Z. Battke wykonał pomiary geodezyjne w rejonie Zatoki Admiralicji, na podstawie których została opracowana mapa topograficzna w skali 1:50 000 (Battke 1990). Mapa ta przedstawiała, oprócz innych treści, również granice obszaru zlodowaczonego na lądzie. Udział Z. Battkego i R. Pudełki w jednej z kolejnych ekspedycji (XXIII) pozwolił na dokonanie ponownych pomiarów geodezyjnych na zachodnim wybrzeżu osiowej części Zatoki Admiralicji obejmującym z pewnym naddatkiem obszar SSSI nr 8. W ten sposób obecnie dysponuje się materiałem pozwalającym na dokonanie porównań zasięgu zlodowacenia na obszarze zachodniego brzegu Zatoki Admiralicji, w granicach SSSI nr 8, pochodzącego z okresu 21 lat. Jednocześnie dla tego samego okresu dysponuje się serią prowadzonych na Stacji Arctowskiego obserwacji elementów klimatycznych (Główne cechy ... 2000) i znajomością przebiegu zlodzenia Zatoki Admiralicji (Kruszewski 1999). Wszystko to razem pozwala na ocenę rozmiarów procesów deglacji zachodzących na obszarze SSSI nr 8 i odniesienie się do przyczyn powodujących ten proces.

Zmiany powierzchniowej struktury terenu, stanowiące wypadkową działających na tym obszarze procesów fizyczno-geograficznych, pociągają za sobą cały łańcuch dalszych skutków, szereg których posiada poważny wymiar ekologiczny. Pojawiają się nowe tereny, mogące stanowić obszary kolonizacji dla roślinności, fauny glebowej oraz awiofauny. Zmienia się reżim odpływu wód, ilość i chemizm wnoszonych do Zatoki Admiralicji wraz z wodami osadów terrygenicznymi. Zmieniają się, wobec zmiany bilansu materiału w strefie przybrzeżnej procesy brzegowe, zmienia się i przezroczystość wód Zatoki Admiralicji. Powiększanie się obszarów wolnych od lodu zmienia na coraz to większym obszarze wielkość albedo i fizyczne właściwości podłoża, co wywiera wpływ na bilans cieplny - i przypuszczalnie - na letni wzrost temperatury powietrza i obniżkę jego wilgotności względnej w skali topoklimatycznej (mikroregionalnej).

Celem przedstawionej pracy jest oszacowanie zmian poszczególnych kategorii powierzchni terenu, jakie zaszły w ciągu 21 lat (1979-1999) na obszarze SSSI No 8 oraz próba interpretacji przyczyn, które doprowadziły do zarysowania się tych zmian. Ponieważ najważniejsze zmiany wiążą się z procesami deglacji występującej na tym obszarze, praca główną uwagę skupia na przyczynach powodujących procesy recesji zlodowacenia, traktując podane niżej rozmiary deglacji, jako ich skutek.

## 2. Charakterystyka obszaru SSSI nr 8

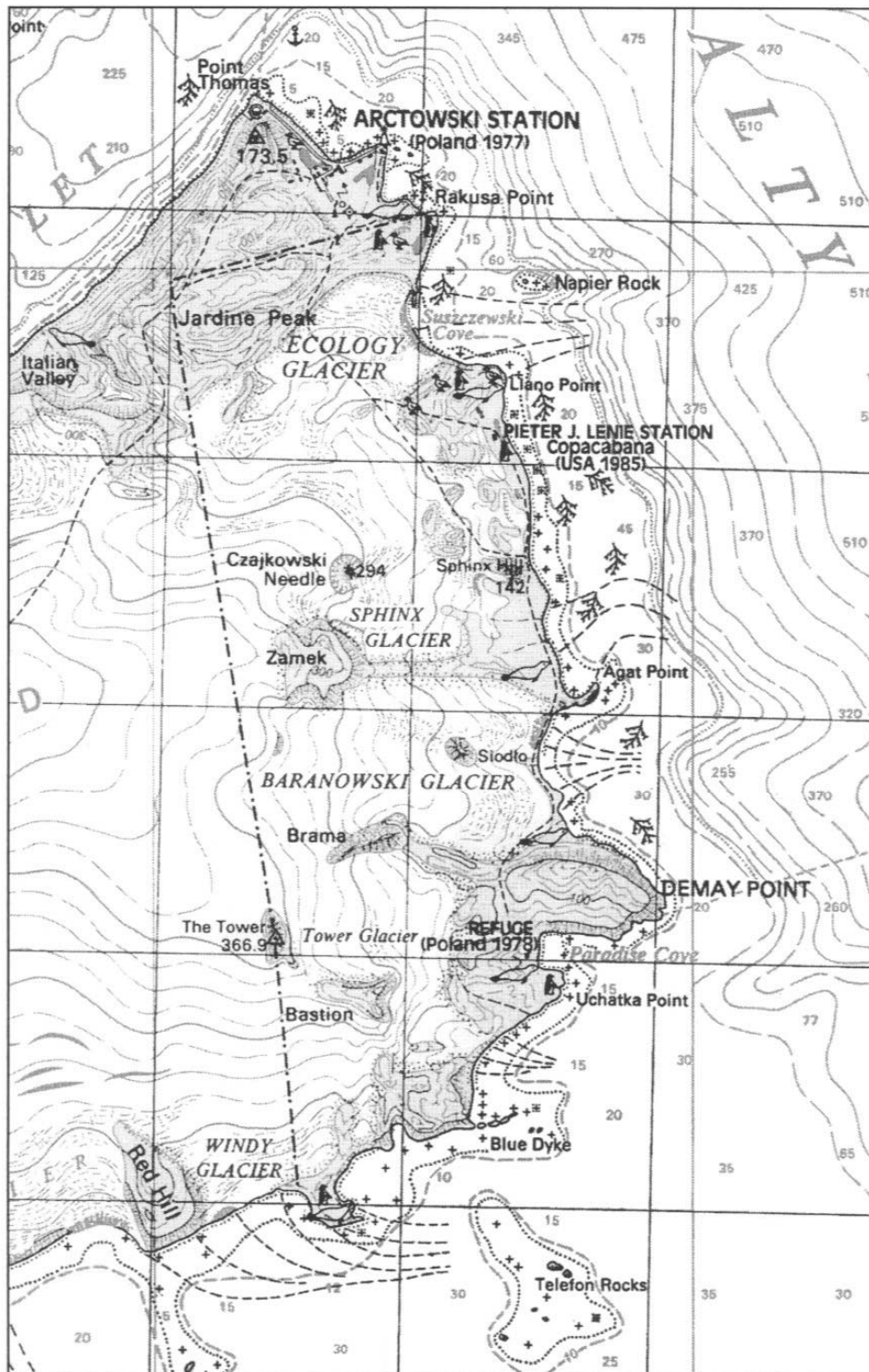
Obszar SSSI nr 8 (Site of Special Scientific Interests No 8) został utworzony w roku 1979 na zachodnich brzegach osiowej części Zatoki Admiralicji. Za utworzeniem tego rezerwatu przemawiały raczej względy biologiczno-ekologiczne, w latach 1977-79 stwierdzono tam wyjątkowo duże i obfite gatunkowo nagromadzenie ssaków i ptaków (Rakusa-Suszczewski 1999, Starck 1983). Jego całkowita powierzchnia wynosi 17.9 km<sup>2</sup> i częściowo, na południu, wykracza poza granice zlewni Zatoki Admiralicji.

Granice SSSI nr 8 bieżą po prostych łączących następujące punkty: od Rakusa Point na brzegu osiowej części Zatoki Admiralicji do Jardine Peak (nek wulkaniczny na obszarze oazy Stacji Arctowskiego), od Jardine Peak do kulminacji The Tower (nunatak) i od The Tower do zachodniej nasady Telephon Point na brzegu Cieśniny Bransfielda (patrz ryc. 1). Telephon Point nazywany jest przez Polaków "Patelnią" a oficjalna nazwa, z bliżej niejasnych powodów, jest ignorowana.

W świetle badań struktury typów geokompleksów występujących na obszarze zlewni Zatoki Admiralicji, obszar SSSI nr 8 był w roku 1978/1979 względnie reprezentatywny dla środowiska całej zlewni. Rysujące się różnice sprowadzały się do występowania większych niż na pozostałych częściach zlewni Zatoki Admiralicji powierzchni geokompleksów wolnych od lodu i większego ich zróżnicowania geomorfologicznego oraz większego niż na pozostałych obszarach zlewni udziału w powierzchniach zlodowaconych typu mało aktywnego zlodowacenia pokrywowego i lodowców quasideolinnych, przy jednoczesnym braku występowania lodospadów i lodowców wyprowadzających. Te dwa typy obszarów zlodowaconych występują dość powszechnie i zajmują duży odsetek powierzchni zlodowaconych na pozostałych obszarach otoczenia Zatoki Admiralicji.

Zróżnicowanie pionowe obszaru SSSI nr 8 jest znaczne. Powierzchnia terenu opada od zachodnich granic SSSI nr 8 na wschód, w stronę zachodniego brzegu osiowej części Zatoki Admiralicji. W roku 1988 najwyższy punkt SSSI osiąga wysokość 366.9 m n.p.m. i znajduje się na kulminacji nunataka The Tower (używane w tekście nazwy własne obiektów fizjograficznych - patrz ryc. 1). Obszar o zbliżonej wysokości nad poziom morza znajdował się również na nunataku Zamek i nieco na zachód od nunataka Zamek, na powierzchni opierającej się o ten nunatak kopuły lodowej. Przebiegająca odległość zachodniej granicy SSSI nr 8 od brzegu Zatoki Admiralicji wynosi około 2500 m, co daje średnie nachylenie terenu około 14-15% (~ 8°). Między wolną od lodu oazą przybrzeżną Demay Point a Telephon Point znajduje się nunatak Bastion. W roku 1988 był on jeszcze otoczony lodem lodowcowym, który z wysokości około 240 m n.p.m. opadał w stronę Cieśniny Bransfielda, z nachyleniem około 9° (~16%). Obecnie, wobec dostrzegalnego "gołym okiem" obniżania się powierzchni zlodowaconych, wysokości powierzchni lodowców podawane w tej pracy i hipsometria na obszarach zlodowaconych kreślona na mapie Battkego (1990) mogą się znacznie różnić od rzeczywistości.

W roku 1979 poważny odsetek powierzchni SSSI nr 8 był zlodowacony. Najwyższe partie obszaru, położone wzdłuż zachodniej granicy rezerwatu tworzyła powierzchnia przywierzchowinowych skłonów kopuły lodowej (klasyfikacja według Marsza (2000)), z których wypływały dwa szybsze strumienie lodowe, tworzące lodowce quasideolinne - Lodowiec Ekologii i Lodowiec Baranowskiego, dochodzące do wód Zatoki Admiralicji i tworzące wysokie (Lodowiec Ekologii do 35-40, Lodowiec Baranowskiego 25-30 m) klify lodowe. Lodowce te oddzielał obszerny płat lodu, zaliczany do typu brzeżnych partii kopuły lodowych, budowanych przez mało aktywny lód zlodowacenia pokrywowego. Płat ten opierał się o wyniesienia Rescuers Hill, a w części południowej tworzył łagodnie pochylone



Ryc. 1. Położenie SSSI Nr 8 i jego topografia. Fragment mapy topograficznej Z. Battke'go (1990). Skala oryginalu 1 : 50 000

Fig. 1. Location of SSSI No. 8 and its topography. Part of topographic chart by Z. Battke (1980). Scale of the original 1 : 50 000

czoło lodowca Sphinx, oddalone od morza o około 400-500 m. Niewielka dynamika tego płata lodu była powodowana częściowym oddzieleniem go od skłonu kopuły przez nunataki - Czajkowski Needle i Zamek. Lodowiec Sphinx od Lodowca Baranowskiego oddzielała morena środkowa, ciągnąca się za nunatakami Zamek (Błaszyk Moraine).

Lodowiec Baranowskiego, w jego dolnej części, podzielony był na dwa skrzydła, przez wystający nad jego powierzchnię nunatak (Siodło). Wyższe partie południowych krańców Lodowca Baranowskiego oddzielone były od Lodowca Tower pasmami moren środkowych, ciągnących się od nunataka Brama. Niższe, bliższe wód Zatoki Admiralicji części Lodowca Baranowskiego, wzdłuż których ciągnęły się pasma moren bocznych, przylegały do rozległej i wysoko wyniesionej powierzchni wolnej od lodu (oaza Demay Point, maksymalna wysokość około 180 m n.p.m.).

Lodowiec Tower, tworzył mało aktywny lód zlodowacenia pokrywowego, stanowiącego brzożną część Kopuły Lodowej Warszawa. Mała aktywność lodu tego lodowca związana była, podobnie jak w poprzednim przypadku, jego osłonięciem przez masywne nunataki - Brama, The Tower i Bastion, które rozbijały i spowalniały ruch lodu spływającego ze skłonu przywierzchwinowego Kopuły Warszawy.

Obszary wolne od lodu występujące na powierzchni SSSI nr 8 w 1979 roku stanowiły głównie nunataki oraz wysoko wyniesione powierzchnie skalne, przylegające do brzegu morskiego. Pod ich osłoną występowały formy akumulacji morskiej, a na kontakcie obszarów zlodowaconych i wyniesień formy akumulacji glacialnej. Więcej informacji na temat fizjografii obszaru SSSI nr 8 czytelnik znajdzie w pracy Marsza (2000).

### **3. Rozmiary deglacjacji i innych procesów towarzyszących zmianom struktury powierzchni SSSI nr 8**

Przeprowadzone badania zmian powierzchni SSSI nr 8 polegały na porównaniu map przedstawiających stan z 1979 roku (mapa Furmańczyka i Marsza 1980), 1988 (mapa Battkego 1990) oraz z 1999 roku (wyniki pomiarów Battkego i Pudełki, niepublikowane). Wszystkie mapy sprowadzono do wspólnego układu współrzędnych i wspólnej skali, następnie przeprowadzono planimetrowanie. Planimetrowanie każdego konturu powierzchni przeprowadzono w każdym przypadku trzykrotnie, obliczając średnią wartość poszczególnych powierzchni. W przypadku, gdy w jakimś przypadku pomiaru powierzchni błąd pojedynczego pomiaru przekraczał 5% mierzonej wartości, pomiar ten odrzucano i planimetrowanie przeprowadzano ponownie. Dokładność sumarycznych pomiarów powierzchni nie jest gorsza niż  $\pm 0.2 \text{ km}^2$ .

Powierzchnię poszczególnych konturów sumowano, klasyfikując każdy kontur do jednej z trzech kategorii powierzchni:

- obszary zlodowacone (pokryte zarówno przez lód lodowcowy jak i wieloletnie śnieżniki),
- obszary lądowe wolne od lodu (budowane przez grunty mineralne),
- obszary morskie.

Brak wystarczająco dokładnych map hipsometrycznych z wcześniejszych okresów nie pozwolił na określenie zmian objętości lodu na tym obszarze i zmusił do ograniczenia się do analizy zmian powierzchni poszczególnych kategorii terenu. Sumaryczne wyniki tak przeprowadzonych pomiarów kartometrycznych są zestawione w tabeli 1.



Tabela 1 - Table 1

Zmiany struktury powierzchni obszaru SSSI nr 8 zachodzące w rezultacie procesów deglacjacji  
Changes in the area structure of the SSSI No. 8 resulting from deglaciation processes

Rok Year	Powierzchnia - area (km <sup>2</sup> )			Zmiana w stosunku do roku 1979 Changes compared to 1979		
	całkowita Total	obszarów zlodowaconych Glaciated	obszarów wolnych od lodu Non-glaciated	Powierzchnia - area (km <sup>2</sup> )		
				całkowita Total	obszarów zlodowaconych Glaciated	obszarów wolnych od lodu Non-glaciated
1979	17.89	14.91	2.98	-	-	-
1988	17.31	11.15	6.16	-0.59	-3.76	+3.18
1999	17.04	7.98	9.06	-0.86	-6.93	+6.08

W 1979 roku powierzchnia SSSI nr 8 wynosiła 17.89 km<sup>2</sup>, z czego na obszary wolne od lodu przypadało 2.98 km<sup>2</sup>, na obszary zlodowacone 14.91 km<sup>2</sup>. Około 99.25 - 99.5% powierzchni obszarów zlodowaconych stanowiły powierzchnie tworzone przez lód lodowcowy, pozostałe 0.5 - 0.25% tej powierzchni stanowiły wieloletnie śnieżniki. Większe obszary wolne od pokrywy lodowej w tym czasie to południowy fragment oazy Stacji Arctowskiego wchodzący w skład SSSI, oaza nadmorska rejonu Demay Point, oaza rejonu Llano Point, niewielka oaza nadmorska na przedpolu Sphinx Glacier oraz kilka nunataków, z których największe to Czajkowski Needle, Zamek, Siodło, Brama, The Tower i Bastion (patrz ryc. 1).

W roku 1988 powierzchnia SSSI nr 8 wynosiła 17.31 km<sup>2</sup>, czyli zmniejszyła się o 0.59 km<sup>2</sup>. Zmniejszenie powierzchni rezerwatu nastąpiło kosztem wzrostu powierzchni Zatoki Admiralicji - na niektórych odcinkach brzegu SSSI nastąpiło cofnięcie się linii brzegowej. Było ono rezultatem dwu procesów - cofania się brzegów lodowych oraz rozmywania form akumulacyjnych i glacialnych zbudowanych z materiału okrucowego tworzących brzeg morski. W latach 1979-1998 znacznie silniejsze cofanie wykazywał klif lodowy Lodowca Ekologii niż klif lodowy Lodowca Baranowskiego. Na miejscu cofającego się klifu lodowego Lodowca Ekologii w tym czasie utworzyła się wyraźna zatoka, oddzielona od Zatoki Admiralicji kosa, powstała na założeniach moren subakwalnych. Kosa ta ulegała w tym czasie wielokrotnemu rozmywaniu i przemieszczała się na zachód za ustępującym klifem lodowym. Brzeg morski na północ od Lodowca Ekologii w tym samym okresie uległ rozmyciu na znacznej długości. Przyczyny następującej abrazji należy doszukiwać się w zmniejszeniu się ilości rumowiska dostarczanego do strefy podbrzeża przez potoki wód fluwioglacjalnych i wytapiającego się z tego lodowca (Marsz 1996). Materiał ten zostawał akumulowany w zamknięciu zatoki tworzonej przez cofający się Lodowiec Ekologii i przestał zasilać, funkcjonujący poprzednio (przed rokiem 1979) wzdłużbrzegowy potok rumowiska. Wyraźniejsze cofnięcie się klifu lodowego Lodowca Baranowskiego w tym okresie nastąpiło jedynie na jego południowym skrzydle, gdzie od roku 1979 do roku 1988 klif lodowy przeszedł od stadium klifu o stopie okresowo zanurzonej w czoło lodowca oddalone około 50-75 od linii brzegowej.

W roku 1999 nastąpiło dalsze zmniejszenie się powierzchni SSSI nr 8, jego powierzchnia wynosiła 17.04 km<sup>2</sup>, czyli zmniejszyła się o dalsze 0.27 km<sup>2</sup>. Przyczyny zmniejszania się powierzchni SSSI w okresie 1988-1999 były podobne. W tym okresie procesy rozmywania brzegów były słabsze,

główną przyczyną zmniejszania się powierzchni były procesy cofania się brzegów lodowych, przy czym w tym okresie znacznie bardziej istotne zmiany dokonały się przed klifem lodowym Lodowca Baranowskiego niż przed Lodowcem Ekologii. W okresie 1988-1999 klif północnego skrzydła Lodowca Baranowskiego cofnął się intensywnie, na znacznych odcinkach przeszedł od stadium klifu o stopie okresowo zanurzonej do stadium lądowego czoła lodowca, w rejonie, w którym występowały największe głębokości utworzyła się głęboka zatoka morska wcinająca się w lód.

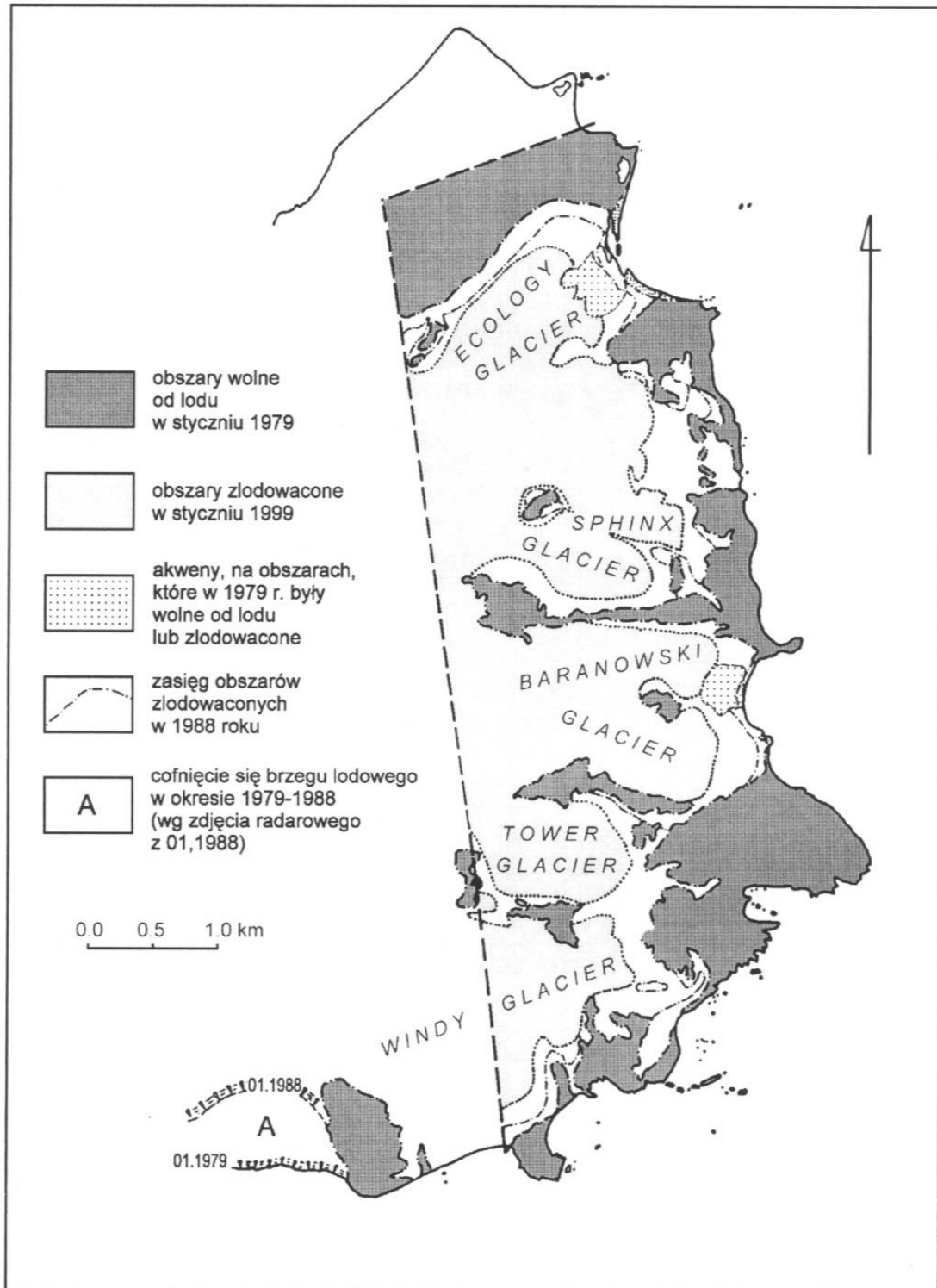
Tak więc od roku 1979 do roku 1999 łączny ubytek powierzchni SSSI nr 8 wyniósł 0.86 km<sup>2</sup>. Około 90% ubytku tej powierzchni stanowi efekt cofnięcia się brzegów lodowych lodowców spływających do Zatoki Admiralicji (~77 ha), resztę (~9 ha) - abrazja brzegów, w części wymuszona przez cofanie się klifów lodowych.

Powierzchnia obszarów zlodowaconych, która w roku 1979 wynosiła 14.91 km<sup>2</sup> w roku 1988 zmniejszyła się do 11.15 km<sup>2</sup>, co oznacza jej zmniejszenie się o 3.76 km<sup>2</sup>. Wobec zachodzących procesów przemieszczania się linii brzegowej, przyrost powierzchni obszarów wolnych od lodu w tym czasie nie był ekwiwalentny zmniejszeniu się powierzchni zlodowaconej, lecz wyniósł 3.18 km<sup>2</sup>. W okresie lat 1979 - 1988 najbardziej intensywne zmniejszanie się powierzchni obszarów zlodowaconych następowało na północy SSSI - w otoczeniu Lodowca Ekologii, głównie na granicy z oazą Stacji Arctowskiego, w rejonie Rescuers Hill oraz Lodowca Sphinx. W południowej części SSSI znacznemu zmniejszeniu uległa powierzchnia występujących wieloletnich śnieżników, szereg z nich uległ trwałej likwidacji. Niezbyt wielkim zmianom uległ zasięg Lodowca Baranowskiego - wyraźniejsze zmiany zaznaczyły się na jego południowym skrzydle przy granicy z Zatoką Admiralicji i w rejonie moren graniczących z oazą Demay Point.

W roku 1999 powierzchnia obszarów zlodowaconych na obszarze SSSI wynosiła już tylko 7.98 km<sup>2</sup>, czyli zmniejszyła się o dalsze 3.17 km<sup>2</sup>. Na deglacjację na obszarach lądowych przypada z tego 2.90 km<sup>2</sup>, na deglacjację na granicy ląd - morze (powiększenie się powierzchni Zatoki Admiralicji) 0.27 km<sup>2</sup>. W okresie lat 1988 - 1999 największe zmiany w zasięgu powierzchni zlodowaconych zaszły na południowej części SSSI - na pograniczu z oazą Demay Point. Zasadnicze ubytki powierzchni pokrytej lodem nastąpiły w rejonie Lodowca Baranowskiego, gdzie szczególnie duże zmiany nastąpiły na jego południowym skrzydle, między moreną środkową ciągnącą się za nunatakami Siodło a oazą Demay Point. Północna część Lodowca Baranowskiego również się cofnęła, a w jej odmorskiej części utworzyła się zatoczka. Recesja nastąpiła również w brzeżnej części Tower Glacier, szczególnie silna na SE od nunataka Bastion, gdzie jeszcze w roku 1988 lodowiec i śnieżniki dochodziły między Uchatka Point a Blue Dyke niemal do linii brzegowej.

W rejonie Lodowca Ekologii zmiany zasięgu powierzchni zlodowaconych były wyraźne, lecz ich natężenie było mniejsze niż w poprzednim okresie. Stosunkowo niewielkie zmiany zasięgu obszarów zlodowaconych nastąpiły w tym czasie na przedpolu Sphinx Glacier.

Tak więc w latach 1979 - 1999 powierzchnia zlodowacona zmniejszyła się na obszarze SSSI nr 8 z 14.91 km<sup>2</sup> do 7.98 km<sup>2</sup>, czyli o 6,93 km<sup>2</sup>, jednocześnie powierzchnia wolna od lodu wzrosła (uwzględniając ubytki spowodowane przez abrazję) z 2.98 km<sup>2</sup> do 9.06 km<sup>2</sup>. Oznacza to, że w granicach rezerwatu powierzchnia lądowa wolna od lodu powiększyła się trzykrotnie. Opisane zmiany struktury powierzchni obszaru SSSI nr 8 w okresie lat 1979 - 1999 przedstawia rycina 2. W świetle podanych wartości struktury wyróżnionych kategorii powierzchni staje się oczywistym, że zmiany, które zaszły na obszarze SSSI w omawianym 21-leciu trzeba uznać za radykalne.



Ryc. 2. Przestrzenny rozkład zmian kategorii powierzchni terenu na obszarze SSSI No 8 w interwałach lat 1979-1988 i 1988-1999

Fig. 2. Spatial distribution of changes in the category of the surface of the area SSSI No. 8 at intervals of years 1978-1986 and 1986-1999



Wobec całkowicie formalnych granic SSSI nr 8 wyrażanie zmian w miarach procentowych nie jest stosowne. Opisane zmiany należy odnieść do większego obszaru - konkretnie traktować je jako zmiany zachodzące na wschodnim, brzeżnym skrzydle Kopuły Lodowej Warszawa. Nie ulega jednak wątpliwości, że zmiany powierzchni pokrytej przez lokalne zlodowacenie są poważne. Zmniejszanie się powierzchni zlodowaconych zachodziło tu ze średnim tempem  $0.33 \text{ km}^2/\text{rok}$ . Stwierdzenie takiego tempa zmian stawia problem przyczyn, które doprowadziły do tak zaawansowanych procesów deglacji.

#### 4. Przyczyny obserwowanych procesów deglacji

Analiza przyczyn, które doprowadziły do opisanych procesów deglacji pozwalają postawić tezę, że są one bezpośrednim i pośrednim rezultatem zachodzących w rejonie Sztetlandów Południowych zmian klimatycznych. Wszystkie one wiążą się ze zmianą bilansu masy Kopuły Lodowej Warszawy. Analizę zmian klimatycznych działających tu w sposób bezpośredni ograniczy się do efektów obserwowanych na Stacji Arctowskiego zmian temperatury powietrza i zmian sum opadów zachodzących w okresie lat 1977/78 - 1997/98 (21 lat), czyli tych elementów klimatycznych, które odgrywają podstawową rolę w kształtowaniu bilansu masy zlodowacenia.

W omawianym okresie średnia roczna temperatura powietrza wykazuje słaby i nieistotny statystycznie trend dodatni o wartości  $+0.022^\circ\text{C}$  na rok (Marsz i Styszyńska [red.] 2000). Analiza trendów średnich miesięcznych wykazuje, że najwyższe dodatnie wartości trendu temperatury powietrza występują w styczniu ( $+0.032^\circ\text{C}$  na rok), marcu ( $+0.027$ ) i listopadzie ( $+0.035$ ). Występujące w pozostałych miesiącach trendy są mniejsze, a ich znaki różne, choć zaznacza się przewaga trendów dodatnich. Wobec niewielkich i nieistotnych współczynników trendów temperatury nie można tu mówić o zdecydowanym ociepleniu, jednak rozkład występujących tendencji zdaje się wskazywać na wydłużanie się okresu ciepłego poprzez pewien wzrost temperatury wiosny (listopad) i jesieni (marzec). W tym samym okresie nieznacznie rośnie temperatura najcieplejszego miesiąca (styczeń), która w ciągu 21 lat wzrosła o  $0.7^\circ\text{C}$ , podobnie jak i temperatura listopada.

Wobec występowania dodatniego trendu temperatury na Stacji Arctowskiego (występowanie podobnego trendu obserwuje się również na Stacji Bellingshausen oraz stacjach położonych na zachodnim brzegu Półwyspu Antarktycznego) wystarczy zająć się bliżej wartościami z początku i końca szeregu czasowego. Niech za miarę zmian służy wartości średnie z pierwszego i ostatniego czterolecia szeregu obserwacyjnego

Rysujący się obraz zmian temperatury powietrza wskazuje na przedłużanie się okresu ablacji i wzrostu natężenia procesów ablacji. Obliczona z danych rzeczywistych średnia temperatura trzech miesięcy "środka lata" - grudnia, stycznia i lutego pierwszych czterech lat obserwacji na Stacji Arctowskiego (1977/78 - 1980/81) wynosi  $2.00^\circ\text{C}$  ( $\sigma_{n-1} = 0.15$ ), taka sama średnia obliczona dla czterech ostatnich lat obserwacji (1994/95 - 1997/98) wynosi  $2.77^\circ\text{C}$  ( $\sigma_{n-1} = 0.24$ ). Ta zdawałoby się nieznaczna różnica średniej z trzech miesięcy letnich daje poważny skutek w kształtowaniu się wielkości średniej rocznej ablacji.

Wielkość rocznej ablacji ( $A$ ), wyrażonej w  $\text{g/cm}^2$ , można w sposób orientacyjny oszacować z empirycznej formuły Khodakova (1965, 1982). Jej postać jest następująca:

$$A = 0.1(9.5 + t_{3l})^3, \quad [1]$$

gdzie:  $t_{3l}$  - średnia temperatura trzech miesięcy lata (na półkuli północnej - czerwca, lipca i sierpnia, na południowej - grudnia, stycznia i lutego,  $^{\circ}\text{C}$ ).

W przypadku okresu lat 1977/78-1980/81 średnia roczna dla czterolecia ablacja obliczona za pomocą przedstawionej formuły Khodakova wynosi  $152 \text{ g/cm}^2$ , dla czterolecia 1994/95 - 1997/98 już  $184.7 \text{ g/cm}^2$ . Nawet jeśli nie będzie przywiązywało się większej wagi do konkretnych, tak oszacowanych wartości ablacji, to stosunek obu wielkości wyjaśnia, że w rezultacie postępującego ocieplenia trzech miesięcy lata ablacja roczna wzrosła w ostatnim czteroleciu średnio o około 21-22% w stosunku do pierwszego czterolecia pracy stacji.

Znacznie bardziej zdecydowanie zachowują się opady. Wyniki pomiarów sum opadowych na Stacji Arctowskiego wskazują na występowanie istotnego pod względem statystycznym ujemnego trendu rocznych sum opadowych, co stanowi osobliwość charakterystyczną dla Szetlandów Południowych, gdyż na stacjach położonych na zachodnim wybrzeżu Półwyspu Antarktycznego występuje dodatni trend sum opadowych (Ackley i in. 1996, Turner, Coldwell i Harangozo 1997).

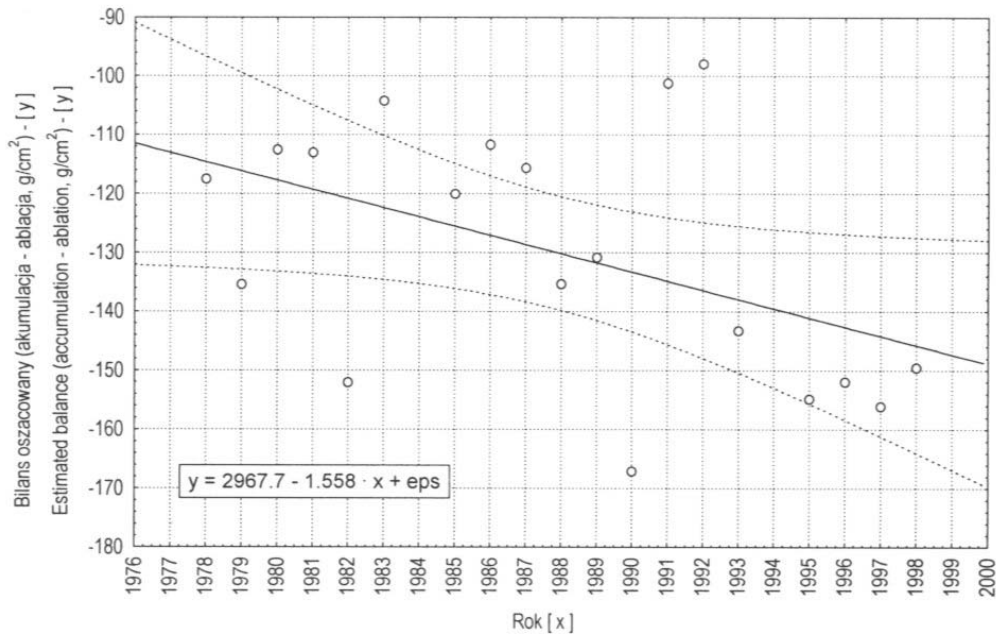
Suma opadów rocznych na Stacji Arctowskiego w okresie 1978-1998 wykazuje występowanie ujemnego trendu o wartości  $5.8 \text{ mm}$  w ciągu roku (Marsz 1999, Marsz i Styszyńska (red) 2000), co w czasie analizowanych 21 lat okresu 1977/78 - 1997/98 przekłada się na zmniejszenie opadów rocznych o około  $120 \text{ mm}$ . Stanowi to ponad 20% wartości rocznej średniej wieloletniej zmierzonej sumy opadowej. Najsilniejsze i statystycznie istotne ( $p < 0.05$ ) spadki sum opadowych zaznaczają się w lutym ( $-2.43 \text{ mm/rok}$ ), marcu ( $-2.15$ ), kwietniu ( $-1.44$ ) i grudniu ( $-1.34 \text{ mm/rok}$ ). Nieistotne statystycznie spadki sum opadowych zaznaczają się nadto w maju, czerwcu, wrześniu i listopadzie (poniżej  $-0.65 \text{ mm/rok}$ ). Istotny statystycznie wzrost sum opadowych zaznacza się z kolei w lipcu ( $+1.94 \text{ mm/rok}$ ), występujące wzrosty opadów w styczniu, sierpniu i październiku nie są istotne statystycznie (mniej niż  $0.45 \text{ mm/rok}$ ). W sumie, wzrosty sum opadowych zaznaczające się w wymienionych czterech miesiącach roku nie równoważą jednak obserwowanych spadków sum opadowych.

Obraz, jaki daje zachowanie się sum opadowych wskazuje na zmniejszanie się dopływu masy do systemu zlodowacenia. Oszacowanie orientacyjnego bilansu masy (akumulacja - ablacja) na wysokości  $2 \text{ m n.p.m.}$  (wysokość stacji) przy założeniu, że w szacunku bilansu po stronie akumulacji zostają uwzględnione jedynie sumy opadów z okresu od marca do listopada poprzedniego roku (czyli okresu, w którym dominuje występowanie opadów stałych), zaś ablację szacuje się przy pomocy formuły [ 1 ] z temperatury grudnia roku ubiegłego, stycznia i lutego roku bieżącego, zaś oszacowaną w ten sposób wielkość ablacji odnosi się do roku datowanego jako rok bieżący, przedstawia rycina 3.

Oszacowane w ten sposób wartości bilansu dają rosnące w czasie wielkości ujemne - od  $-115 \text{ g/cm}^2/\text{rok}$  w roku 1978 do  $-146 \text{ g/cm}^2/\text{rok}$  w roku 1998 (trend  $-1.56 \text{ g/cm}^2/\text{rok}$ ). Mimo, że tak oszacowany trend bilansu nie jest istotny statystycznie, ani też że w bilansie nie uwzględnia się dopływu masy z Kopyły Lodowej Warszawy, orientuje on jednak, że w ciągu ostatniego 21-lecia nastąpiło pogłębienie ujemnej wartości bilansu. Można sądzić, że pod wpływem tych samych czynników odpo-

wiedniemu zmniejszeniu uległa wielkość dodatniego bilansu masy na wierzcholinie Kopuły Lodowej Warszawy, z której lód splywa na wschód, na obszar SSSI nr 8.

Podane wartości traktować należy bardziej jako orientujące o możliwej skali zachodzących zmian, niż jako wartości rzeczywiste, ich weryfikacja w chwili obecnej nie wydaje się możliwa.



Ryc. 3. Szacunek kształtowania się różnicy między akumulacją a ablacją na wysokości 2 m n.p.m. w rejonie Zatoki Admiralicji. Akumulacja - suma opadów ubiegłego roku od marca do listopada włącznie na Stacji Arctowskiego. Ablacja obliczona z formuły Khodakova (1965, 1982); dane wyjściowe - średnia temperatura okresu grudzień - luty ze Stacji Arctowskiego, datowana na rok stycznia.

Fig. 3. Estimate of formation of the difference between accumulation and ablation at a level 2 m. a.s.l. in the region of the Admiralty Bay. Accumulation - sum of precipitation of the preceding year from March to November (November included) at Arctowski Station. Ablation calculated from Khodakov formula (1965, 1982); initial data - mean temperature over the period December - February at Arctowski Station, noted in January in a given year

Dalszych przyczyn tak silnie rysujących się procesów deglacji na obszarze SSSI nr 8 należy doszukiwać się w zmniejszeniu się dostawy lodu z Kopuły Warszawy do lodowców spływających w kierunku zachodnich brzegów osiowej części Zatoki Admiralicji (czynnik dynamiczny). Zdjęcia radarowe brzegów King George Island od strony Cieśniny Bransfielda między Zatoką Admiralicji a wejściem do Maxwell Bay wykonane w roku 1988 wykazały, że w brzegu lodowym położonym bezpośrednio na zachód od Red Hill (Polar Club Glacier), wytworzyła się głęboka zatoka. Zatoki tej nie było ani na mapach brytyjskich z lat 60., ani też na zdjęciach lotniczych tego obszaru wykonanych w roku 1978/1979. Zatoka ta nie została również zaznaczona na mapie Battkego z 1990 roku.

Powstanie tej zatoki zwiększyło spadki w Kopule Lodowej Warszawy skierowane na południe, i zgodnie z mechaniką ruchu lodu, powinno skierować znaczną część lodu spływającego poprzecznie na wschód, w stronę Cieśniny Bransfielda. W ten sposób zasilanie lodem spływającym z Kopuły Warszawy lodowców Ekologii, Baranowskiego i Tower musiało ulec ekwiwalentnemu zmniejszeniu.

Działanie takiego właśnie mechanizmu pozwala wyjaśnić przyczynę najsilniejszej redukcji pokrywy lodowej jaka nastąpiła po roku 1988 w rejonie Tower Glacier, a więc stosunkowo wysoko wyniesionego (100-200 m n.p.m.) lodowca. Tam udział ujemnej wartości bilansu powodowanej przez zaznaczające się ocieplenie i spadek sum opadowych w kształtowaniu bilansu masy powinien być odpowiednio mniejszy niż w nisko położonych końcowych partiach Lodowca Ekologii i Lodowca Baranowskiego. Podobnie zwiększenie tempa redukcji powierzchni zlodowaconych w rejonie Lodowca Baranowskiego w stosunku do Lodowca Ekologii po roku 1988 może być wiązany z działaniem tej samej przyczyny.

Utworzenie się zatoki w brzegu lodowym tworzonym przez Polar Club Glacier na zachód od Red Hill wiązać należy ze wzmożeniem natężenia procesów abrazji termicznej na brzegach Cieśniny Bransfielda. Na ten ostatni proces wpływ wywierało skracanie się okresu występowania pokrywy zwartego lodu morskiego. Dane o długości okresu, w którym występowało na Cieśninie Bransfielda zlodzenie, zawarte w locjach bazujących na starszych materiałach klimatologicznych (lata 50. i 60.) wskazują, że w czasie działania Stacji Arctowskiego warunki zlodzenia na Cieśninie Bransfielda i w Zatoce Admiralicji stały się znacznie łagodniejsze. Badania Kruszewskiego (1999) wykazują, że już w czasie działania Stacji Arctowskiego zaznacza się stopniowe skracanie okresów zlodzenia i wzrasta częstość zim, w których występowanie zjawisk lodowych było silnie zredukowane.

Z wynikami Kruszewskiego (1999) dobrze korespondują wyniki satelitarnych (AVHRR) pomiarów temperatury wody na przylegających do omawianego obszaru częściach Oceanu Południowego. Przykładowo, w okresie lat 1981-1997 w gridzie  $2 \times 2^\circ$ , którego punkt centralny ma współrzędne  $60^\circ\text{S}$ ,  $062^\circ\text{W}$  w okresie od października do maja występują dodatnie trendy temperatury wody powierzchniowej. Szczególnie duże wartości trendów zaznaczają się w okresie od października do stycznia (10;  $+0.034^\circ\text{C}/\text{rok}$ , 11;  $+0.027^\circ\text{C}/\text{rok}$ , 12;  $+0.058^\circ\text{C}/\text{rok}$ , 01;  $+0.039^\circ\text{C}/\text{rok}$ ). Intensywność abrazji termicznej jest funkcją wysokości fal i temperatury wody; wzrost temperatury wody przyspiesza jej tempo.

Skrócenie czasu zalegania pokrywy lodowej na Cieśninie Bransfielda umożliwia dłuższe działanie falowania i szybszy wzrost temperatury wody. Energia rozbijających się na klifach lodowych fal zużytkowana jest na wytapianie w klifach lodowych nisz termoabrazyjnych, dzięki czemu dochodzi następnie do obłamywania się lodu. Dzięki wzrostowi temperatury wody i wydłużeniu czasu, w którym może występować falowanie, procesy abrazji termicznej działają intensywniej i przez dłuższy czas, co powoduje że ich skutki morfologiczne (cofanie się klifów lodowych) są odpowiednio większe.

Tak więc, u podstaw zmian dynamiki dostawy lodu z Kopuły Warszawy, powodowanych przez działanie czynnika topograficznego (zwiększenie nachyleń) leżą przyczyny natury hydrologicznej, tyle, że działające pośrednio. Zmiany temperatury wody i zmiany długości okresu zlodzenia, jakie występują na tym akwenie stanowią element wielkoskalowych zmian hydrologicznych występujących w tej części Oceanu Południowego (Kruszewski 2001; w tym zeszycie, Styszyńska 2000)

## 5. Wnioski

Udokumentowane zmiany poszczególnych kategorii powierzchni na obszarze SSSI nr 8 w okresie lat 1979-1999 (21 lat) miały charakter radykalny i spowodowały równie radykalne przekształcenia podstawowych cech środowiska tego obszaru.

Zmiany struktury powierzchniowej terenu powiązane są głównie z intensywnie zachodzącymi na tym obszarze procesami deglacjacji (ubytek powierzchni zlodowaconych średnio 0.33 km<sup>2</sup>/rok) i powiększaniem się powierzchni obszarów wolnych od pokrywy zlodowacenia. Powierzchnia obszarów lądowych wolnych od lodu na obszarze rezerwatu w ciągu 21 lat powiększyła się trzykrotnie (wzrosła z 2.98 km<sup>2</sup> do 9.06 km<sup>2</sup>). Znacznie mniejsze zmiany wprowadzają występujące w tym samym czasie procesy abrazji.

Tempo i rozkład przestrzenny zmian wyróżnionych kategorii struktury powierzchni są zmienne w czasie, w dużej mierze wymuszane przez działanie czynników lokalnych, jednak podstawowymi przyczynami opisanych zmian środowiska są zachodzące wielkoskalowe, ponadregionalne, zmiany klimatu atmosfery i klimatu oceanu. Na ile opisane tendencje rozwoju środowiska są trwałe, trudno się wypowiedzieć.

Wydaje się nad wyraz celowe prowadzenie dalszych badań dokumentujących zachodzące zmiany na obszarze SSSI nr 8, w tym zarówno monitoring warunków klimatycznych, jak i badań kartograficznych. Wydaje się, że zupełnie przypadkowo znaleziono unikatowy obszar testowy, na którym dynamika zmian środowiska, zachodzących w wyniku globalnego ocieplenia, jest wyjątkowa w skali światowej. Dokumentacja tych zmian staje się potrzebą chwili, niezależnie od tego, czy dalej będą utrzymywać się tendencje do postępującego ocieplenia, czy też nastąpi zmiana znaku tych tendencji.

## Literatura

- Ackley S., Bentley C., Foldvik A., Clarke A., King J., Priddle J., 1996. A summary of Global Change in the Antarctic. Antarctic Global Change Research No 2 Newsletter of the SCAR Global Change Programme: 3-15.
- Battke Z., 1990. Admiralty Bay, King George Island. Mapa topograficzna w skali 1:50 000. Romer State Cartographical House, Warsaw.
- Furmańczyk K., 1983. Prace fotointerpretacyjne w Polskiej Stacji Antarktycznej im. H.Arctowskiego w sezonie badawczym 1978/1979. [W:] Red. A.T. Jankowski, Teledetekcja w badaniach środowiska geograficznego. Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach nr 575, Katowice: 179-188.
- Furmańczyk K., Marsz A., 1980. Szetlandy Południowe (South Shetland Islands), Wyspa Króla Jerzego (King George Island - Isla 25 de Mayo - Ostrov Waterloo) - Zatoka Admiralicji (Admiralty Bay- Bahia Lasserre). Mapa ogólnogeograficzna w skali 1 : 25 000. OPGK Szczecin.
- Khodakov V.G., 1965. O zavisimosti summarnoj ablycii poverkhnosti lednikov ot temperatury vozdukha. Meteorologiya i Hidrologiya, No. 7: 48-51.
- Khodakov V.G., 1982. Aktualističeskaya model' evropejskogo pokrovnogo lednika.[w:] Paleogeografiya Evropy za poslednie sto tysyač let (Atlas-monografiya). Nauka, Moskva: 48-67.
- Kruszewski G., 1999. Zlodzenie Zatoki Admiralicji w latach 1977 - 1996. Problemy Klimatologii Polarnej 9. WSM, Gdynia: 173-191.
- Kruszewski G., 2001. Zlodzenie Zatoki Admiralicji a temperatura wody w energoaktywnej strefie Morza Bellingshausena (1982-1997). Problemy Klimatologii Polarnej 11 [w tym zeszytcie].



- Marsz A.A., 1979. Zatoka Admiralicji i jej wybrzeża. [w:] Sprawozdania Gdańskiego Towarzystwa Naukowego 5 (1. I 1978 - 31. XII 1978). Gdańsk: 200 - 203.
- Marsz A.A., 1987. Zmiany położenia brzegów lodowych na wybranych odcinkach Zatoki Admiralicji (Wyspa Króla Jerzego, Szetlandy Południowe, Antarktyka Zachodnia). [w:] Fotointerpretacja w badaniach polarnych. Rozprawy UMK, Toruń: 123 -130.
- Marsz A.A., 1996. Procesy kształtujące morfologię brzegów współcześnie rozwijających się fiordów (na przykładzie Hornsundu i Zatoki Admiralicji). Prace Wydziału Nawigacyjnego WSM w Gdyni, z.3: 83-141.
- Marsz A.A., 1999. Negative trend of annual precipitation sum at the Arctowski Station. Polish Polar Studies, XXVI Polar Symposium, Lublin: 161-170.
- Marsz A.A., 2000. Charakterystyka fizyczno-geograficzna obszarów lądowych w otoczeniu Zatoki Admiralicji (Antarktyka Zachodnia, Szetlandy Południowe, Wyspa Króla Jerzego). WSM, Gdynia, ss. 125.
- Marsz A., Styszyńska A. (red.), 2000. Główne cechy klimatu rejonu Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego (Antarktyka Zachodnia, Szetlandy Południowe, Wyspa Króla Jerzego). Praca zbiorowa, WSM, Gdynia 2000, ss. 264.
- Rakusa-Suszczewski S., 1999. Ekosystem morskiej Antarktyki. Zmiany i zmienność. PWN, Warszawa, ss. 137.
- Starck W., 1983. Międzynarodowy rezerwat przyrody w sąsiedztwie Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego. Kosmos, t. 32, z. 2: 293-300.
- Styszyńska A., 2000. Zagadnienie genezy zim bezjądrowych w rejonie Szetlandów Południowych. [w:] Główne cechy klimatu rejonu Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego (Antarktyka Zachodnia, Szetlandy Południowe, Wyspa Króla Jerzego). red. Marsz A., Styszyńska A., WSM, Gdynia 2000: 223-244.
- Turner J., Coldwell S.R., Harangozo S., 1997. Variability of precipitation over the coastal western Antarctic Peninsula from synoptic observations. Journal of Geophysical Research, v. 102, D.12: 13999 - 14007.

## **The Processes of Deglaciation in the Region of SSSI No. 8 and their Climatic and Hydrological Conditions**

### Summary

This work deals with the processes of deglaciation occurring in the region of SSSI No 8 (Site of Special Scientific Interests No 8) located on the western coast of the Admiralty Bay in the vicinity of Polish H. Arctowski Station over the period 1979-1999. The location of the SSSI is shown in Fig. 1. The basis of this work is comparison between the category of the surface of the area on the charts from 1979 (Furmańczyk & Marsz, 1980) and on the chart from 1986 (Battke, 1990) and the ground measurements carried out in that area in 1999 (Battke & Pudelko, unpubl.). The categories of area were computed on chart with the help of a planimeter:

- glaciated areas,
- non-glaciated areas (formed by mineral grounds),
- sea areas.

The accuracy of total measurements of the area is not lower than  $\pm 0.2$  km<sup>2</sup>.

The results of cartometric measurements are given in Table 1. Over the period 1979-1999 the area of SSSI decreased by 0.86 km<sup>2</sup> as an effect of regression of ice cliffs both of Ecology and Baranowski Glaciers and due to accompanied abrasion process. At the same time the glaciated area within the borders of SSSI decreased by 6.93 km<sup>2</sup> and the ice free area increased by 6.08 km<sup>2</sup>. In this way the mean rate of deglaciation of the 21-year period reaches about 0.33 km<sup>2</sup> per year. Over the 21-year period the ice free area within the borders of SSSI increased three times (from 2.98 km<sup>2</sup> to 9.06 km<sup>2</sup>) which results in various consequences on the physico-geographical and biological processes in the region of the Admiralty Bay.

In the period 1978-1986 the processes of deglaciation observed north of SSSI in the region of Ecology Glacier were faster than in other regions. Over the period 1986-1999 much faster decrease in the glaciated area was noted in the south of the area, in the region of Baranowski Glacier and Tower Glacier. Spatial changes are presented in Fig. 2.

The analysis of reasons having influence on so advance processes of deglaciation indicated to the occurrence of two factors, i.e. climatic and hydrological and they are both responsible for these processes. Over the period 1978-1998 in region of the Admiralty Bay the increase in air temperature during the Antarctic summer (period December - February; trend +0.022°C/year, statistically not significant) was noted. At the same time the period in which ablation was observed (warmer November and March) was longer. The annual sums of precipitation in the same period indicate to the presence of statistically significant negative trend (-5.7 mm/year,  $p < 0.005$ ). This resulted in the change in the glacier mass balance at the level 2 m. above sea level: from -115 g/cm<sup>2</sup>/year in 1979 to -146 g/cm<sup>2</sup>/year in 1998 (Fig. 3). The evaluated trend of change in mass balance is -1.56 g/cm<sup>2</sup>/year and is not statistically significant.

The period during which sea ice cover is not observed also lasts longer and the ice conditions there became visibly milder. This enables the thermal abrasion to last longer and causes more active regression of ice cliffs. On the shore of the Bransfield Strait, between the Admiralty Bay and the Maxwell Bay entrance a deep cove was formed in the ice coast over the period 1985-1988. This resulted in the increase in inclination of the southern slopes of ice forming the Warszawa Ice Cape and forced the volume of ice flowing towards the Bransfield Strait to increase. In this way the volume of ice flowing down the Warszawa Ice Cape eastward, to SSSI No. 8 area, decreased. The explanation of reasons responsible for the ice conditions becoming milder can be found both in large scale changes in sea surface temperature of the Southern Ocean of the sea area located West of the Antarctic Peninsula (a strong positive trend SST is marked in the period from October to January; in December +0.058°C/year) and in changes in atmospheric circulation.

Both these factors, i.e. the increase in the negative values of the ice masses balance and the decrease in the volume of ice flowing down on the SSSI No. 8 area act in the same direction, causing that the deglaciation process in that region occurs in an exceptionally intensive way. Due to such great intensity of the deglaciation processes occurring on the surface of SSSI in that area, this area can be regarded as a unique object of ecological and environmental research.