

Pierwsza automatyczna rejestracja wybranych elementów meteorologicznych na Stacji Arctowskiego zimą 1990

Zbigniew Zwoliński

*Instytut Badań Czwartorzędu, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań*

Od 1978 roku na Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego w Szetlandach Południowych (Antarktyka Zachodnia) prowadzono regularne obserwacje meteorologiczne. Jednym z podstawowych założeń tych obserwacji było ich wykonywanie zgodnie z zaleceniami WMO, wśród których należy wymienić m.in. ośmiokrotne dokonywanie wyznaczonych pomiarów w ciągu doby, a więc co 3 godziny. Przegląd Roczników Meteorologicznych IMGW dla Stacji Arctowskiego pozwala stwierdzić, iż nie zawsze udawało się utrzymać z różnych przyczyn założony przedział czasowy pomiarów. W skrajnym przypadku (rok 1982) pomiary wykonywane były 3 razy na dobę w odstępach 6-godzinnych z 12-godzinną przerwą w ciągu nocy. Obliczane wartości dobowe elementów meteorologicznych w oparciu o podstawowe dane mierzone w różnych interwałach czasowych, choć w sposób istotny nie zmieniają wyobrażenia o klimacie obszaru niezlodowaczonego okolic Stacji Arctowskiego, to jednak w pewnym sensie rzucają minimalny cień wątpliwości (M.Miętus, S.Rakusa-Suszczewski, inf. ust.) na uzyskany ciąg obserwacyjny w kontekście porównań wieloletnich.

Kilkunastoletnie obserwacje meteorologiczne na Polskiej Stacji Antarktycznej przerwano w dniu 22 lutego 1990 roku. W tym samym roku rozpoczęto realizację nowego programu z zakresu badań geoeologicznych tematem "*Krążenie materii mineralnej w geoeosystemie Zatoki Admiralicji*". Uruchomienie zarówno wymienionego tematu, jak i całego programu wymaga prowadzenia obserwacji meteorologicznych jeśli nie w zakresie dotychczasowym, to przynajmniej ograniczonym do najbardziej podstawowych elementów meteorologicznych. Wobec braku meteorologa w składzie uczestników XIV Wyprawy Antarktycznej wykorzystano możliwość

uruchomienia meteorologicznego zestawu samorejestrującego. Zakład Badań Polarnych Instytutu Ekologii PAN udostępnił w tym celu automatyczną stację meteorologiczną EM-100. Warto nadmienić, że na sąsiedniej stacji antarktycznej na Wyspie Króla Jerzego, stacji południowo-koreańskiej King Sejong, od początku jej powstania, tj. lutego 1988 roku, z dużym powodzeniem stosowany jest 20-kanalowy system automatycznej obserwacji meteorologicznej *AMOS* (B.Y.Lee, D.H.Kim, Y.Kim 1990).

Tabela 1. Wyposażenie automatycznej stacji meteorologicznej EM-100

CZUJNIKI	* temperatura powietrza = czujnik termistorowy, $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ * wiatr - prędkość = propeler trójczasowy, $\varnothing 4.6 \text{ cm}$, $\pm 0.1 \text{ ms}^{-1}$ * wiatr - kierunek = ster, $\pm 2^{\circ}$ * ciśnienie atmosferyczne, $\pm 0.5 \text{ hPa}$
JEDNOSTKA CENTRALNA	* procesor, aktualizacja odczytów co 2s * przełączniki czasowe częstotliwości pomiarów: 5, 15, 30 lub 60 min * drukarka taśmowa, jednoczesny wydruk z zapisem do pamięci zewnętrznej * ekran LCD * akumulator (do 1 tygodnia), bateria słoneczna
PAMIĘĆ ZEWNĘTRZNA	* nośnik magnetyczny * pojemność dla pomiarów co 5 min: 1 tydzień * pojemność dla pomiarów co 60 min: 2.5 miesiąca * pamięć wymienna; po zapełnieniu - najnowsze dane zastępują najstarsze
TRANSLATOR DANYCH	* interfejs komputerowy RS 232 * odczyt i transmisja danych zakodowanych z pamięci zewnętrznej do komputera * wymazywanie danych z pamięci zewnętrznej
KOMPUTER	* IBM PC, HDD lub 2 FDD, RAM 640 kB * software: METSYS.BAS (GwBasic), wersja hiszpańska lub polska * dekodyfikacja danych, możliwość zapisu w zbiorach ASCII * w programie brak opcji statystycznych i graficznych * import danych w arkuszach kalkulacyjnych, programach statystycznych i graficznych
PERYFERIA KOMPUTEROWE	* drukarki, plotery * modemy, faxy * łączność satelitarna

Tabela 2. Parametry mierzone automatyczną stacją meteorologiczną EM-100

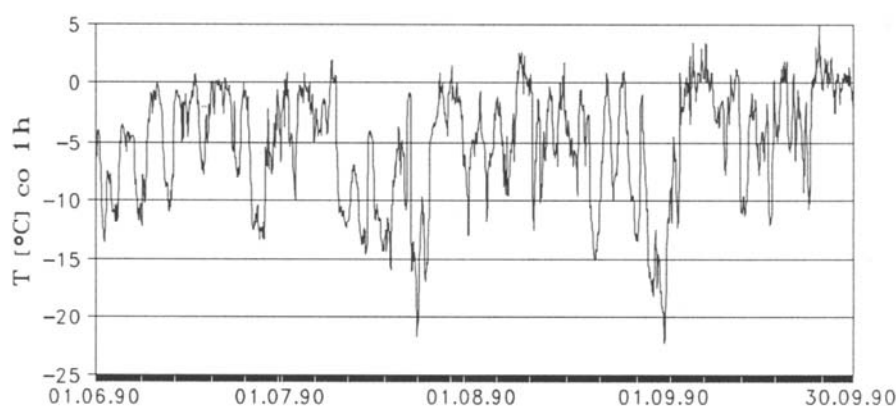
DANE POMIAROWE O ZADANYM INTERWALE CZASOWYM:	
- wyświetlane na ekranie LCD	
- zapisywane do pamięci zewnętrznej	
- drukowane na taśmie papierowej	
* nazwa stacji, data, czas * temperatura powietrza w chwili pomiaru (z 2s) * kierunek wiatru: w chwili pomiaru (z 2s), dominujący w okresie od ostatniego pomiaru (modalny) * prędkość wiatru: w chwili pomiaru (z 2s), średnia i maksymalna w okresie od ostatniego pomiaru * ciśnienie atmosferyczne (z 2s) bez poprawek	
PODSUMOWANIA DOBOWE:	
* temperatura powietrza: średnia oraz absolutne minimalna i maksymalna z podanymi godzinami (hh:mm) * przeważający kierunek wiatru (modalny) * prędkość wiatru: średnia i modalna	

Charakterystykę stacji EM-100 przedstawiono w tabelach 1 i 2. Stacja jest produkcji hiszpańskiej (*MCV S.A., Barcelona*). Należy dodać, że stacja nie została wyposażona w trzy czujniki do pomiarów wilgotności względnej powietrza, promieniowania całkowitego oraz opadów atmosferycznych, co znacznie obniża walory tej stacji. Czujniki temperatury powietrza i wiatru zostały zamontowane na wysokości 2 m powyżej powierzchni gruntu na specjalnym maszcie oddalonym od domku obserwacyjnego o 50 m. Czujnik termistorowy był eksponowany na bezpośrednie oddziaływanie czynników atmosferycznych. Czujnik ciśnienia atmosferycznego jest na stałe wbudowany w jednostkę centralną stacji.

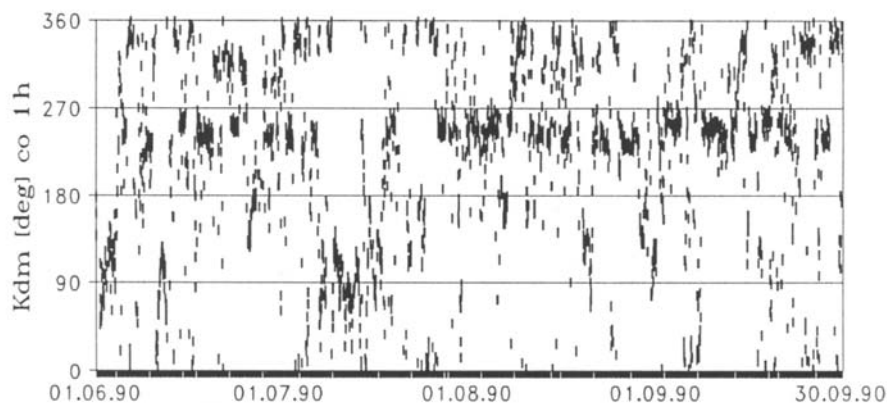
Stały monitoring parametrów wymienionych w tabeli 2 został zapoczątkowany 1 kwietnia 1990 roku przy założeniu interwału czasowego pomiarów co 60 min. W okresie od kwietnia do czerwca pomiary stacji automatycznej były testowane obserwacjami standardowymi w ogródku meteorologicznym. Stwierdzono dużą zgodność uzyskiwanych wyników. We wrześniu w czasie jednego z silnych podmuchów wiatru złamaniu uległa jedna z trzech czasz wiatromierza. Wymieniono wówczas cały propeler. Z kolei w listopadzie z nieustalonych przyczyn został uszkodzony czujnik termistorowy. Pomimo elektronicznego serwisu polskiego i holenderskiego nie udało się zlokalizować uszkodzenia w samym czujniku, gdyż takowe zostało wykluczone w obrębie jednostki centralnej stacji oraz na drodze transmisji danych. W czasie trwania XV Wyprawy Antarktycznej w 1991 roku uległ całkowitemu zniszczeniu propeler wiatromierza (P.Gonera, G.Rachlewicz, inf. ust.). Uszkodzenia czujników, jak się wydaje, były rezultatem zbyt delikatnej ich budowy oraz mało odpornych materiałów, z których zostały one skonstruowane. Planując montaż automatycznej stacji meteorologicznej w Stacji Arcyowskiego winno się zwrócić baczniejszą uwagę na wykonanie poszczególnych jej podzespołów, a szczególnie tych części, które wystawione są na działanie czynników atmosferycznych, a w tej liczbie przede wszystkim aerozoli morskich. Stąd najwłaściwszy wybór powinien być dokonany wśród stacji, mających zastosowanie w warunkach oceanicznych.

Zebrany przez automatyczną stację meteorologiczną materiał pomiarowy podczas XIV Wyprawy Antarktycznej obejmuje 295 dni (od 1 kwietnia 1990 do 20 stycznia 1991), co przy siedmiu mierzonych parametrach daje 49560 danych + 1475 danych pochodzących z podsumowań dobowych pięciu parametrów. Łącznie uzyskano bazę danych o ilości 51035 spostrzeżeniach. Okres niesprawnego czujnika termistorowego od listopada 1990 roku uzupełniono cogodzinnymi odczytami z termografu, gdyż jak stwierdzono wcześniej istniała zadawalająca zgo-

дноść danych pochodzących z automatycznego systemu zapisu pomiarów ze standardowymi danymi obserwacyjnymi. Na potrzeby niniejszego opracowania z otrzymanej bazy danych wybrano informacje, obejmujące okres zimy antarktycznej. Daty początku i końca zimy na Stacji Arctowskiego zaczerpnięto z pracy A.A.Marsza (1985, por. także A.A.Marsz, S.Rakusa-Suszczewski 1987), w której przedstawiona jest struktura sezonów klimatycznych analizowanego obszaru. Według tego autora zima rozpoczyna się 1 czerwca a kończy 30 września i posiada trzy podsezony.



Rys. 1. Zmienność temperatury powietrza na Stacji Arctowskiego zimą 1990

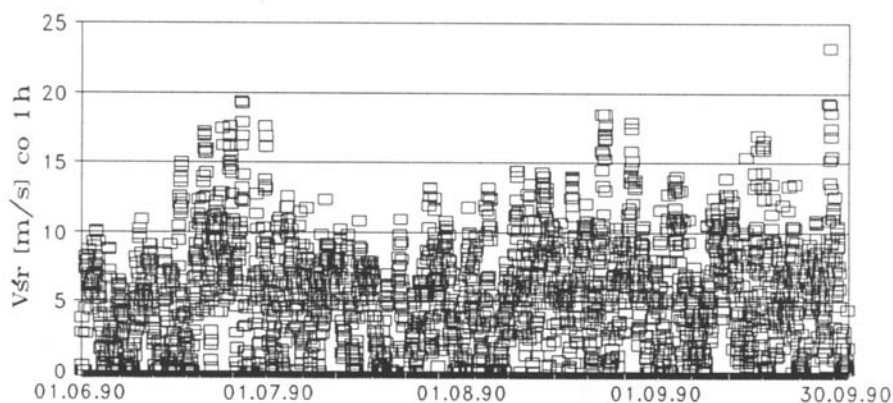


Rys. 2. Zmienność dominującego kierunku wiatru na Stacji Arctowskiego zimą 1990

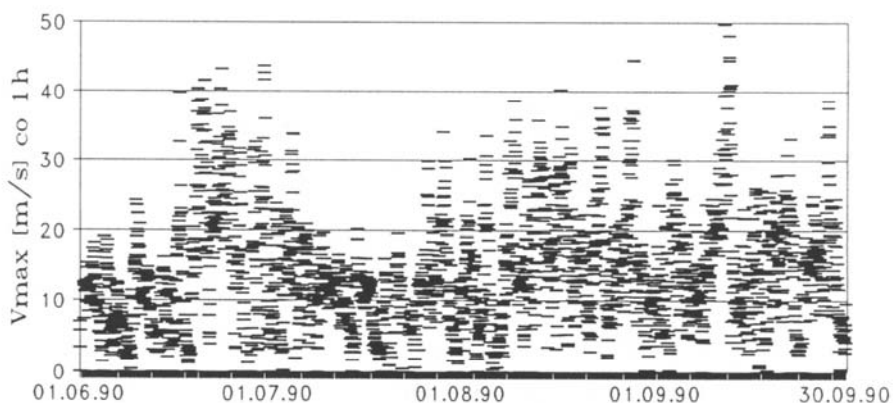
Uzyskana w czasie XIV Wyprawy Antarktycznej seria codziennych pomiarów meteorologicznych pozwala na dokładniejsze przyjrzenie się kwestii przeciętnych wartości dobowych obliczanych dla różnych przedziałów czasowych. W niniejszym opracowaniu przyjęto następujące przedziały: co 1 h, co 2 h, co 3 h, co 4 h, co 6 h i co 8 h, a zatem odpowiednio 24, 12, 8, 6, 4 i 3 razy na

dobę. Na rysunkach 1 do 5 przedstawiono przebieg pięciu najważniejszych pomierzonych elementów meteorologicznych, a mianowicie: temperatury powietrza, dominującego kierunku wiatru w przeciągu 1 h (wartość modalna), średniej prędkości wiatru w ciągu 1 h, maksymalnej prędkości wiatru jaka wystąpiła w przeciągu 1 h oraz ciśnienia atmosferycznego. Nie analizując mikroklimatycznej charakterystyki okresu zimowego 1990, należy stwierdzić m.in.:

* codzinną rejestrację temperatury powietrza (rys. 1) wykazuje bardzo wyraźne trzy rodzaje jej cykliczności: dobowe - sięgające najczęściej kilku °C w amplitudzie, kilkudniowe - których amplitudy mieszczą się do 10°C oraz sezonowe - dla których amplitudy mogą dochodzić do 20°C; duża ilość ociepleń śródzimowych wskazuje na częste adwekcje powietrza znad Pacyfiku, rzadziej Atlantyku;



Rys. 3. Zmienność średniej prędkości wiatru na Stacji Arctowskiego zimą 1990

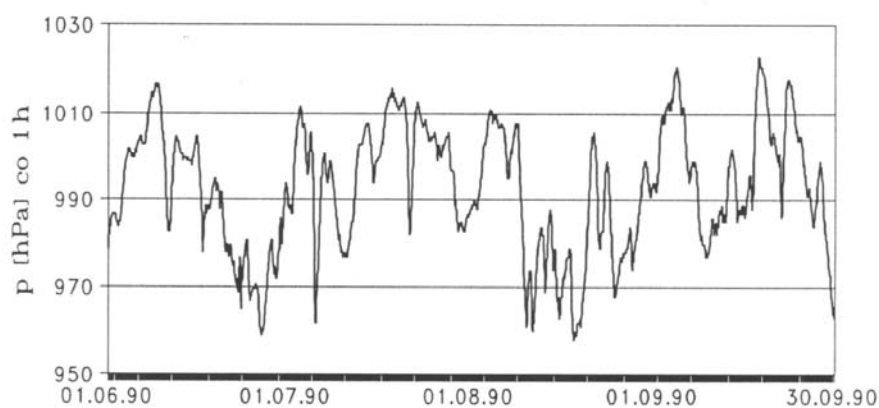


Rys. 4. Zmienność maksymalnej prędkości wiatru na Stacji Arctowskiego zimą 1990

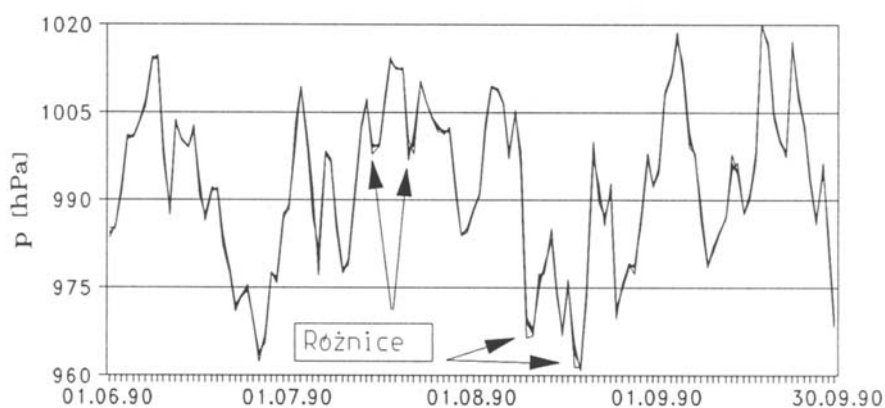
* duży rozrzut punktów na diagramie dominującego kierunku wiatru w przeciągu 1 h (rys. 2) uświadamia wielką zmienność tego parametru niezależnie od przyję-

cia okresu analitycznego; nie mniej, można stwierdzić zdecydowaną przewagę wiatrów z sektorów SW i WSW, a dalej NW i N; bardzo czytelnie wyodrębnia się przełom I i II dekady lipca z wiatrami wschodnimi;

* wykresy przedstawiające prędkość wiatru (rys. 3 i 4) dowodzą wielkiej roli pulsacyjnego charakteru wiatru; jest to bodaj najbardziej dynamicznie zmieniający się element meteorologiczny na Stacji Arctowskiego, nie tylko wśród analizowanych w niniejszym zestawie; warto zwrócić uwagę, pomimo dużego zagęszczenia punktów, że wartości prędkości maksymalnej wiatru są zazwyczaj dwukrotnie większe od średniej prędkości wiatru rejestrowanej w czasie całej godziny;



Rys. 5. Zmienność ciśnienia atmosferycznego na Stacji Arctowskiego zimą 1990

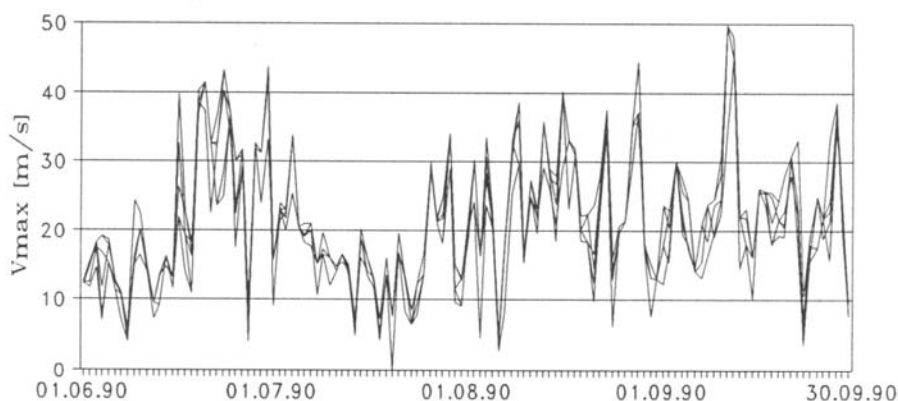


Rys. 6. Przebieg średnich dobowych wartości ciśnienia atmosferycznego obliczonych w oparciu o różne interwały pomiarowe

* przebieg 2928 punktów z wartościami cogodzinnego ciśnienia atmosferycznego (rys. 5) jawi się jako najbardziej przejrzysty, mimo iż -tak jak w przypadku temperatury powietrza- i tu można wyróżnić trzy rodzaje cykliczności tego para-

metru; niemal pionowe przebiegi krzywej w kilku miejscach na wykresie dokumentują znaczne zmiany ciśnienia w ciągu doby (np. 5 lipca: 44 hPa), związane z układami cyklonalnymi, przemieszczającymi się nad Cieśniną Drake'a.

Przyjęte założenie obliczania wartości średniej dobowej dla różnych przedziałów czasowych wykazuje, że dla temperatury powietrza i ciśnienia atmosferycznego nie zauważono zasadniczych różnic pomiędzy tak obliczonymi parametrami (rys. 6). Odmiennie sytuacja ta rysuje się dla wiatru (rys. 7). Zarówno dla obydwu rodzajów kierunków wiatru, jak i dla trzech parametrów prędkości wiatru różnice dla poszczególnych wartości średnich dobowych są dość wyraźne.



Rys. 7. Przebieg średnich dobowych wartości maksymalnej prędkości wiatru obliczonych w oparciu o różne interwały pomiarowe

W celu ilościowego ujęcia tych różnic między parametrami dobowymi zastosowano rachunek korelacyjny dla każdego z elementów meteorologicznych mierzonych w stacji automatycznej EM-100. Wyniki zestawiono w tabeli 3. Należy podkreślić, że wszystkie współczynniki korelacji zawierają się w granicach od 0.740 do 1.000 i są wysoce istotne, gdyż mieszczą się poniżej poziomu 0.0001. Istotność ta wynika ze stosunkowo dużej populacji danych ($N=122$). Jednak gdy przyjrzeć się tym korelacjom pod kątem błędu standardowego, to okaże się, że błąd ten waha się od prawie 0 do 50. Przyjmując, że $R^2 > 90\%$, to wówczas SE oscyluje wokół jedności, a odpowiadające im współczynniki korelacji są większe od 0.950. Takie warunki statystyczne spełniają średnie parametry dobowe dla wszystkich przedziałów czasowych temperatury powietrza, średniej prędkości wiatru z 1 h (z jednym wyjątkiem: co 8 h a co 4 h) oraz ciśnienia atmosferycznego. Wynika z tego, że dla tych trzech parametrów nie ma większego znaczenia jaki przedział czasowy przyjmie się do obliczania wartości średniej dobowej.

Warto także zauważyć, że wspólną cechą wszystkich macierzy korelacji jest malejąca wartość współczynników korelacji wraz z wydłużaniem się okresu między-pomiarowego (od 2 h do 8 h) w porównaniu do interwału 1-godzinnego.

Tabela 3. Macierze korelacji dla dobowych parametrów o różnych interwałach czasowych

Temperatura powietrza

	8h	6h	4h	3h	2h	1h
8h	*					
6h	0.986	*				
4h	0.990	0.997	*			
3h	0.992	0.997	0.999	*		
2h	0.994	0.994	0.998	0.999	*	
1h	0.994	0.992	0.997	0.998	1.000	*

Kierunek chwilowy wiatru

	8h	6h	4h	3h	2h	1h
8h	*					
6h	0.939	*				
4h	0.788	0.818	*			
3h	0.859	0.903	0.865	*		
2h	0.850	0.861	0.946	0.923	*	
1h	0.740	0.765	0.858	0.846	0.888	*

Kierunek dominujący wiatru

	8h	6h	4h	3h	2h	1h
8h	*					
6h	0.948	*				
4h	0.831	0.908	*			
3h	0.881	0.937	0.937	*		
2h	0.897	0.934	0.964	0.965	*	
1h	0.807	0.842	0.900	0.886	0.913	*

Ciśnienie atmosferyczne

	8h	6h	4h	3h	2h	1h
8h	*					
6h	0.993	*				
4h	0.996	0.999	*			
3h	0.998	0.999	1.000	*		
2h	0.998	0.997	0.999	1.000	*	
1h	0.999	0.996	0.999	0.999	1.000	*

Prędkość chwilowa wiatru

	8h	6h	4h	3h	2h	1h
8h	*					
6h	0.945	*				
4h	0.820	0.887	*			
3h	0.862	0.911	0.914	*		
2h	0.883	0.922	0.960	0.937	*	
1h	0.847	0.885	0.948	0.954	0.982	*

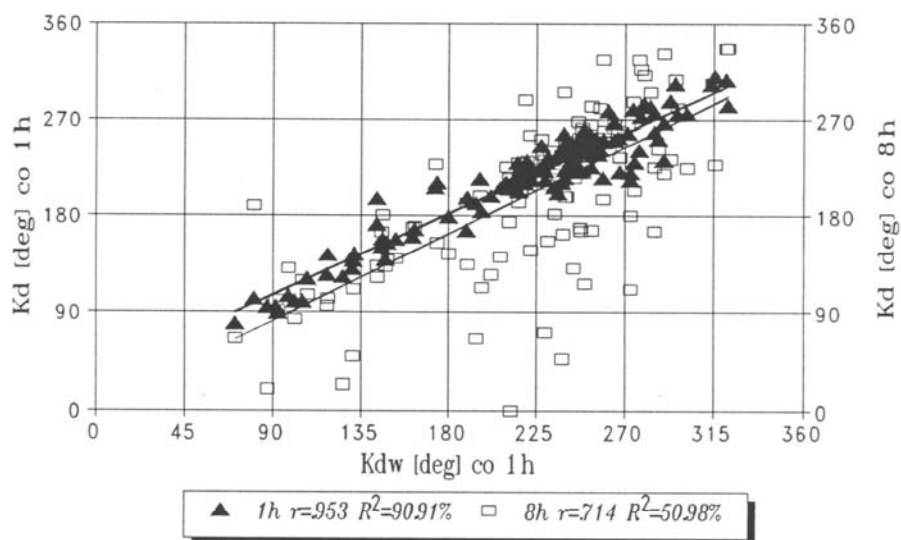
Prędkość średnia wiatru

	8h	6h	4h	3h	2h	1h
8h	*					
6h	0.963	*				
4h	0.927	0.955	*			
3h	0.951	0.969	0.975	*		
2h	0.954	0.965	0.985	0.988	*	
1h	0.951	0.955	0.979	0.988	0.997	*

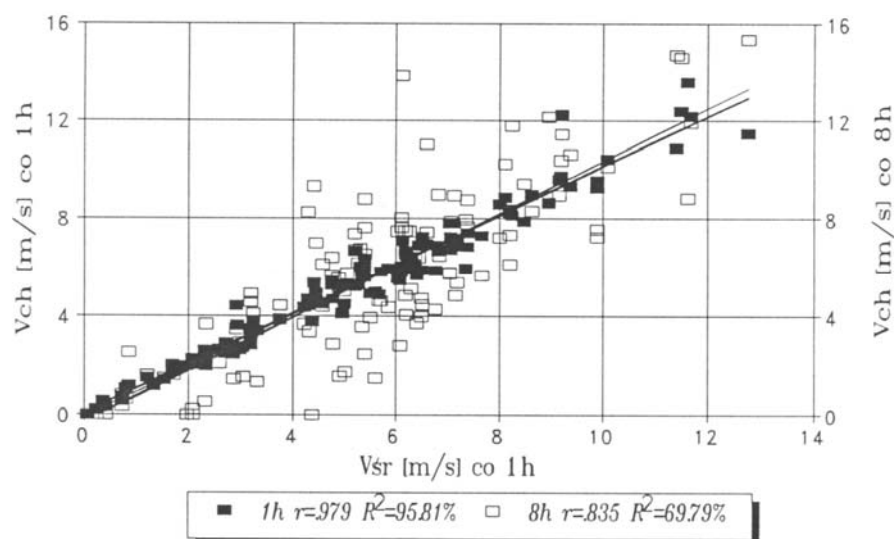
Prędkość maksymalna wiatru

	8h	6h	4h	3h	2h	1h
8h	*					
6h	0.975	*				
4h	0.895	0.912	*			
3h	0.930	0.942	0.928	*		
2h	0.940	0.951	0.956	0.966	*	
1h	0.909	0.914	0.941	0.969	0.979	*

Z parametrów wiatrowych najslabszymi korelacjami wykazują się obydwa kierunki wiatru, co należałoby wiązać z częstymi zawirowaniami strumieni wiatrowych, podczas gdy pulsacyjny charakter tych strumieni ujawnia się w słabych związkach korelacyjnych dla dobowej prędkości chwilowej i maksymalnej wiatru. Na tle tych słabych związków interesująco przedstawia się inna kwestia, a mianowicie bardzo dobra zgodność pomiędzy kierunkiem chwilowym a dominującym kierunkiem wiatru mierzonymi co 1 h (rys. 8) oraz między prędkością chwilową a średnią prędkością wiatru również rejestrowanymi w odstępach 1 h (rys. 9). Sprawdzalność tych związków zdecydowanie spada dla 8-godzinnego przedziału czasowego.



Rys. 8. Porównanie dobowych kierunków chwilowych wiatru K_d obliczonych w oparciu o skrajne interwały pomiarowe (co 1 i 8 h) z dobowym kierunkiem dominującym wiatru K_{dw} obliczonym w oparciu o interwał 1 h



Rys. 9. Porównanie dobowych prędkości chwilowych wiatru V_{ch} obliczonych w oparciu o skrajne interwały pomiarowe (co 1 i 8 h) z dobową średnią prędkością wiatru V_{sr} obliczoną w oparciu o interwał 1 h

Na tle dokonanego przeglądu pomierzonych elementów meteorologicznych przy pomocy stacji automatycznej EM-100, a także obliczonych parametrów dobowych dla różnych interwałów obserwacyjnych wskazane byłoby ich porównanie z danymi wieloletnimi. Porównanie to dokonano w oparciu o wartości dobowe dla przedziału czasowego 1 h oraz dane A.A.Marsza (1985, por. także A.A.Marsz, S.Rakusa-Suszczewski 1987) i V.Martianova, S.Rakusy-Suszczewskiego (1989) (odpowiednio tab. 4 i 5).

Tabela 4. Charakterystyki wybranych elementów meteorologicznych na Stacji Arctowskiego

PODSEZONY	POCZĄTEK	KONIEC	T _{min}	T _{śr}	T _{max}	V _{śr}	P	U	Z
ZIMY			[°C]	[°C]	[°C]	[ms ⁻¹]	[mm]	[h]	[oct]
Wczesna zima	01.06	09.07							
1978-81			-17.8	-5.0/-6.0	5.5	7.5	38.0-35.0	<1.0	6.0-5.8
1990			-15.6	-4.6	3.4	5.4	34.4	1.0	5.8
Pełnia zimy	10.07	31.08							
1978-81			-20.0	-8.0	4.8	5.7-6.9	30.0-32.0	1-2	5.4-5.8
1990			-23.6	-7.0	3.5	5.3	36.0	2.0	6.1
Późna zima	01.09	30.09							
1978-81			-21.0	-4.2	5.1	6.8	49.0-50.0	ok. 2	6.1
1990			-23.2	-2.9	6.1	5.6	9.3	3.8	5.1

Dla lat 1978-81 wg A.A.Marsza (1985, por. także A.A.Marsz, S.Rakusa-Suszczewski 1987)

Tabela 5. Charakterystyki wybranych elementów meteorologicznych na Stacji Arctowskiego

OKRES	VI	VI	VII	VII	VIII	VIII	IX	IX	JEDNOSTKA
PARAMETR	1978-87	1990	1978-87	1990	1978-87	1990	1978-87	1990	
T _{min}	-27.3	-15.6	-32.3	-23.3	-25.3	-23.6	-29.0	-23.2	[°C]
T _{śr}	-5.1	-5.2	-7.1	-6.5	-5.6	-6.1	-3.6	-2.9	[°C]
T _{max}	7.0	1.3	8.8	3.4	6.6	3.5	5.8	6.1	[°C]
V _{śr}	7.1	5.4	7.2	4.6	7.6	6.0	8.0	5.6	[ms ⁻¹]
V _{max}	28.0	43.8	30.0	34.0	36.0	44.5	45.0	49.6	[ms ⁻¹]
P _{min}	951.6	958.7	957.2	961.7	938.3	957.7	949.9	962.7	[hPa]
P _{śr}	993.5	989.2	993.4	998.3	991.0	985.3	991.5	997.4	[hPa]
P _{max}	1027.0	1016.7	1031.0	1015.7	1023.0	1010.7	1022.0	1022.7	[hPa]
N	8.8	9.2	7.5	16.4	9.7	7.4	12.5	12.4	[%]
NE	6.0	4.3	6.2	6.4	3.5	1.3	5.3	2.9	[%]
E	12.7	7.8	8.4	17.1	7.5	2.6	7.0	2.6	[%]
SE	9.2	7.6	7.7	11.3	6.1	9.1	6.4	5.0	[%]
S	8.3	9.9	6.5	7.1	6.8	7.8	5.2	4.4	[%]
SW	20.8	21.8	19.4	15.2	25.7	33.7	24.6	25.6	[%]
W	12.5	12.8	13.4	10.6	13.2	17.2	11.9	26.9	[%]
NW	9.6	18.7	11.8	8.2	13.7	17.1	15.8	17.5	[%]

Dla lat 1978-87 wg V.Martianova, S.Rakusy-Suszczewskiego (1989)

Pod względem termicznym zima 1990 roku była cieplejsza o 0.5 do 1.3°C, choć czerwiec i sierpień były chłodniejsze o 0.1 i 0.5°C, odpowiednio. Temperatury minimalne były wyższe niż w wieloleciu 1978-87, ale niższe niż w latach 1978-81. Z kolei temperatura maksymalna tylko we wrześniu była wyższa o 0.3°C niż w porównywanym wieloleciu. Średnia prędkość wiatru we wszystkich

porównywanych okresach była niższa o ok. 1 do 2 ms^{-1} , natomiast prędkość maksymalna we wszystkich miesiącach była wyższa. Opady atmosferyczne jedynie późną zimą zdecydowanie odbiegały od średnich sum wieloletnich. Zachmurzenie nieba zimą 1990 roku było trochę mniejsze niż w latach 1978-81, co odbiło się na dłuższych czasach usłonecznienia. Ciśnienie atmosferyczne mieściło się w granicach wieloletnich, choć wartości średnie dla lipca i września były wyższe o 4.9 i 5.9 hPa, odpowiednio. W zakresie częstotliwości kierunku wiatru zwraca uwagę zwiększona frekwencja wiatrów z sektorów N, E i SE w lipcu, z sektora W we wrześniu oraz NW w czerwcu. Zimą 1990 roku wiatr najczęściej wiał z południowego zachodu (oprócz wymienionego wyżej lipca), a najniższą frekwencją odznaczał się sektor NE. W przypadku 16-kierunkowej róży wiatrów dominującymi sektorami były WSW i NNW.

Krótkie porównanie zimy 1990 roku z danymi wieloletnimi prowokuje do postawienia pytania czym są spowodowane występujące różnice, choć trzeba przyznać iż nie są one bardzo duże. Czy wynikają one z lokalnych, regionalnych bądź globalnych zmian klimatu, czy też są one wynikiem różnego sposobu obliczania wartości dobowych opartych na odmiennych przedziałach obserwacyjnych? Niewątpliwie zagadnienie to wymaga bardziej szczegółowych studiów niż tu zaprezentowane. Niezależnie jednak od tego trzeba stwierdzić, że dla rozpoczętego programu badań geoekologicznych w 1990 roku pomiary i obserwacje meteorologiczne prowadzone w interwale 1-godzinnym są cennym źródłem informacji interpretacyjnych o zmienności przestrzennej i dynamice procesów geomorficznych i procesów behawioralnych fauny i flory w lądowej części geoekosystemu Zatoki Admiralicji. Przy tak dużej częstotliwości pomiarów nieodzowne jest stosowanie aparatury automatycznej sterowanej procesorem.

Literatura

- Lee, B.Y., Kim, D.H., Kim, Y., 1990. A study on the climate characteristics over King Sejong Station, Antarctica (1988-1989). *Korean Journal of Polar Research*, 1(1): 47-57.
- Marsz, A.A., 1985. Charakterystyka fizyczno-geograficzna obszarów lądowych w otoczeniu Zatoki Admiralicji jako podstawa rozpoznania fragmentu ekosystemu. *MS, Wyższa Szkoła Morska*, Gdynia, 1-146.
- Marsz, A.A., Rakusa-Suszczewski, S., 1987. Charakterystyka ekologiczna rejonu Zatoki Admiralicji (King George Island, South Shetland Islands). 1. Klimat i obszary wolne od lodu. *Kosmos*, 36(1): 103-127.
- Martianov, V., Rakusa-Suszczewski, S., 1989. Ten years of climate observations at the Arcowski and Bellingshausen stations (King George Is., South Shetlands, Antarctica). *IGBP IASA UNESCO PAS Seminar: IGBP Network of Global Change Regional Research Centres, Scientific Problems and Concept Developments*, Warszawa-Jabłonna, 80-87.