

**STOSUNKI TERMICZNO-WILGOTNOŚCIOWE
W ZATOCE TREURENBERG I NA MASYWIE OLIMP (NE SPITSBERGEN)
W OKRESIE 1.VIII.1899–15.VIII.1900***

Rajmund Przybylak, Jacek Dzierżawski

Zakład Klimatologii, Instytut Geografii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika
ul. Danielewskiego 6, 87–100 Toruń
rp11@geo.uni.torun.pl

1. Wstęp

Rola obszarów polarnych w kształtowaniu klimatu całej kuli ziemskiej jest znacząca. Dlatego jednym z ważniejszych zadań badawczych współczesnej klimatologii jest zgromadzenie jak największej liczby danych meteorologicznych dla tego obszaru i ich klimatologiczne opracowanie, szczególnie dla okresu, w którym nie było tutaj jeszcze stałych stacji meteorologicznych lub było ich niewiele. W tym czasie w różne regiony polarne (w tym arktyczne) były organizowane ekspedycje naukowe lub/i eksploracyjne, w czasie których często wykonywano pomiary meteorologiczne. Przykładem takiej ekspedycji jest szwedzko-rosyjska wyprawa naukowa do północno-wschodniego Spitsbergenu pracująca w okresie VII 1899 – VIII 1900, której podstawowym celem był udział w pomiarze łuku południka Ziemi.

W obecnym czasie, w dobie szczególnie intensywnie prowadzonych badań dotyczących rekonstrukcji klimatu ostatnich kilkuset lat dla wielu obszarów na kuli ziemskiej, niezwykle mało opracowań tego typu powstało dla obszarów polarnych, w tym Arktyki (Kay 1995, Przybylak 2000, 2004, Wood i Overland 2003), z wyjątkiem kontynentalnej Arktyki Kanadyjskiej gdzie jest ich więcej (np. Catchpole i Ball 1981, Wilson 1982, 1983a, b, 1985, 1988, 1992, Ball 1983, 1992, Catchpole i Faurer 1983, 1985, Hopper 1985, Catchpole i Hanuta 1989).

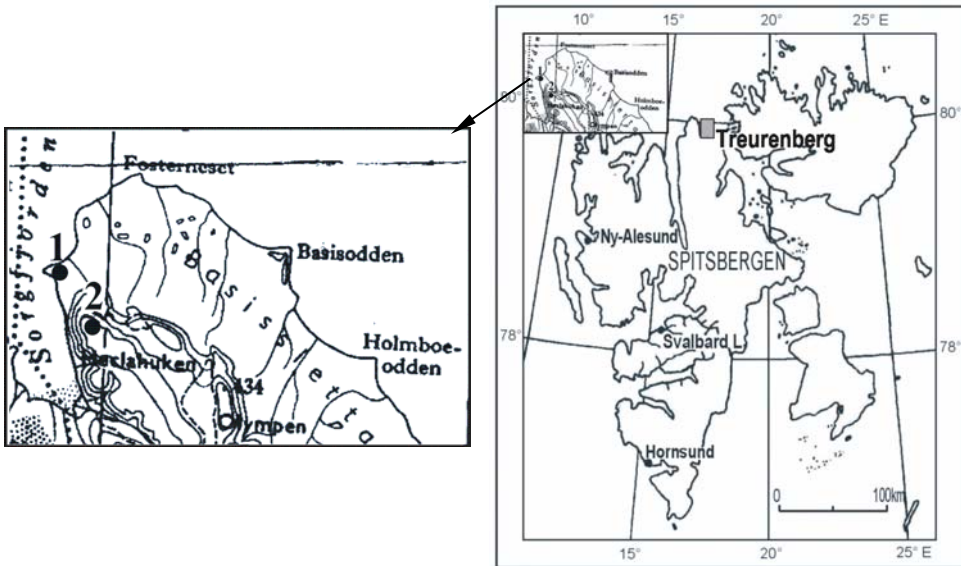
Celem tego artykułu jest przede wszystkim poznanie przebiegów rocznych i dobowych temperatury i wilgotności powietrza na obszarze NE Spitsbergenu, dla którego to obszaru prezentowane tutaj serie danych są, jak do tej pory, jedynymi. Warto też przypomnieć, że ekspedycja niniejsza pracowała 11–12 lat przed założeniem pierwszej stacji meteorologicznej na tej wyspie w Green Harbour (centralna, zachodnia część) w 1911 r.

2. Obszar, dane i metody

Obszarem badań wspomnianej szwedzko-rosyjskiej ekspedycji była Zatoka Treurenberg oraz najbliższe jej otoczenie (w tym Masyw Olimp z najwyższym szczytem leżącym na wysokości 486 m n.p.m.).

* Opracowanie wykonano w ramach realizacji projektu badawczego KBN nr 3 P04E 057 22

Wyprawa dotarła tutaj drogą morską w drugiej połowie lipca 1899 r. Jeszcze w tym samym miesiącu założono główną stację meteorologiczną usytuowaną niedaleko bazy wyprawy na wybrzeżu Zatoki Treurenberg (zwaną dalej „Treurenberg”, $\varphi = 79^{\circ}55'N$, $\lambda = 016^{\circ}51'E$) na wysokości 21.9 m n.p.m. Była ona czynna nieprzerwanie od 1 sierpnia 1899 r. do 15 sierpnia 1900 r. Drugą stacją uruchomiono 4 września 1899 r. na zachodnim zboczu Masywu Olimp (zwaną dalej „Olimp”, $\varphi = 79^{\circ}54'N$, $\lambda = 016^{\circ}57'E$, $H = 408$ m n.p.m., (ryc. 1). Była ona czynna w okresach do 10 listopada 1899 r. i ponownie od 14 lutego do 11 sierpnia 1900 r., czyli z wyłączeniem okresu nocy polarnej.



Ryc. 1. Lokalizacja stacji meteorologicznych (1 – Treurenberg, 2 – Olimp) w obszarze badań wyprawy szwedcko-rosyjskiej w NE Spitsbergenie w latach 1899/1900 oraz współcześnie czynnych stacji spitsbergeńskich

Fig. 1. Location of meteorological stations (1 – Treurenberg, 2 – Olimp) in the study area of Swedish-Russian expedition to NE Spitsbergen in 1899/1900 and contemporary stations in Spitsbergen

Pomiary i obserwacje meteorologiczne w stacji głównej były wykonywane w godz. 8, 10, 12, 14, 17, 19 i 21, a od 9 X 1899 r. także o 22 i 23, najprawdopodobniej czasu lokalnego. Dotyczyły one następujących elementów meteorologicznych: ciśnienie atmosferyczne, temperatura powietrza (w tym temperatury ekstremalne), wilgotność powietrza, kierunek i prędkość wiatru, zachmurzenie (w tym rodzaj chmur), opad atmosferyczny, temperatura gruntu, parowanie, promieniowanie bezpośrednie, hydrometeory. Ponadto rejestracji podlegały: temperatura i wilgotność powietrza, prędkość wiatru oraz usłonecznienie.

W stacji Olimp oddalonej od stacji Treurenberg o ok. 2.5 km na SE prowadzono rejestrację temperatury (termograf) i wilgotności (higrograf) powietrza w klatce meteorologicznej tego samego typu co w stacji głównej. Pomiary kontrolne potrzebne do opracowania termo- i higrogramów były wykonywane co 6-7 dni przy użyciu zwykłych termometrów rtęciowych oraz psychrometru Assmanna. Ponadto mierzono w czasie tych wizyt temperaturę maksymalną (T_{max}) i minimalną (T_{min}), kierunek i prędkość wiatru, opad atmosferyczny, oceniano stopień zachmurzenia oraz notowano zjawiska atmosferyczne. Ta niezbyt duża liczba pomiarów kontrolnych (praktycznie związana ze zmianą pasków) mogła wpłynąć na wielkości

odczytanych danych z samopisów. Z ostrożnością też trzeba analizować pomiary w okresie 14.II–5.II. 1900 r., kiedy w celu zabezpieczenia termografu przed śniegiem owinięto go pojedynczą warstwą tkaniny idealnie dopasowaną do jego wielkości. Jak później wykażemy spowodowało to najprawdopodobniej zawyżone odczyty temperatury powietrza w tym czasie mimo wprowadzonych korekt.

Korzystając z odczytów z termometrów ekstremalnych oraz termogramów wyznaczono dla każdej pełnej doby Tmax i Tmin oraz ich czas wystąpienia z dokładnością do 1 minuty. Z powodu rzadkich pomiarów w stacji Olimp, większość Tmax i Tmin ustalono tu na podstawie termogramów. Dla parametrów wilgotności powietrza najwyższe i najniższe ich wartości dobowe wybierano z 24 codziennych danych. Podsumowując należy stwierdzić, że procedura wykonywania obserwacji meteorologicznych, odnosząc się do standardów współczesnych, była prawidłowa, a jakość zebranych danych, szczególnie dla stacji Treurenberg, jest wysoka.

Tabela 1 – Table 1

Liczby dni z brakiem danych w stacji Olimp w okresie 4.09. 1899 – 11.08.1900
Number of days with missing data for the Olimp station from 4th Sept. 1899 to 11th Aug.1900

Element	1899				1900								Cały okres
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Tmax, Ti, Tmin	6	0	22	31	31	17	3	0	0	7	7	21	145
f, e, Δe	11	31	30	31	31	28	31	30	31	30	18	24	326

Objaśnienia skrótów w tekście

Explanations of the abbreviations are given in the text

Do niniejszego opracowania wykorzystano codzienne dane dotyczące temperatury (T) i wilgotności względnej (f) powietrza oraz dobowe Tmax i Tmin opublikowane w pracy Westmana (1904). Dla stacji Olimp serie danych zawierają wiele braków, które scharakteryzowano w tab. 1. Na podstawie tych danych obliczono pozostałe charakterystyki wilgotności powietrza, tj. ciśnienie pary wodnej (e) i jej niedosyt (Δe). Następnie dla wszystkich parametrów termiczno-wilgotnościowych obliczono ich średnie dobowe i miesięczne oraz wyznaczono najwyższe i najniższe wartości. Posłużyły one do sprawdzenia poprawności takich samych obliczeń przedstawionych w cytowanym źródle. Stwierdzono niezwykle mało błędów. W opracowaniu wykorzystano standardowe metody stosowane powszechnie w klimatologii.

3. Temperatura i wilgotność powietrza w stacji Treurenberg

3.1. Temperatura powietrza

Nie uwzględniając danych z sierpnia 1900 r. (dane tylko z pierwszych 15 dni), najcieplejszym miesiącem w badanym okresie był sierpień 1899 r. (2.1°C) (tab. 2, ryc. 2). Dodatnie średnie miesięczne temperatury średnie dobowe (Ti) odnotowano jeszcze w lipcu (1.1°C) i wrześniu (0.3°C). W pozostałym okresie Ti były ujemne, z najniższą średnią miesięczną wartością w marcu (-27.0°C). Także bardzo chłodne, ze średnimi miesięcznymi Ti poniżej -15.0°C, były luty (-22.6°C) i kwiecień (-16.5°C). Wyjątkowo ciepłe były natomiast miesiące: grudzień (-11.9°C), a szczególnie styczeń (-8.5°C). W tych miesiącach Tmax przekraczały wielokrotnie 0°C (tab. 2). O znacznej anomalności T w styczniu świadczy choćby fakt, iż był on chłodniejszy tylko od 4 miesięcy okresu VI–IX. Średnia roczna T wyniosła -9.8°C (tab. 2). Przebiegi roczne wg średnich miesięcznych Tmax i Tmin są podobne do analogicznego przebiegu Ti. Tmax są

jednak o ok. 3°C wyższe, a Tmin o tyle samo niższe od Ti (tab. 2, ryc. 2). W okresie trwania wyprawy najwyższą T (11.5°C) zanotowano 5 i 6 sierpnia 1900 r., natomiast najniższą (-40.1°C) – 17 marca 1900 r., w ostatnim dniu długotrwałego (około dwutygodniowego) ochłodzenia, w którym Ti niemal przez cały czas były niższe od -30°C.

Tabela 2 – Table 2

Podstawowe charakterystyki średnich i ekstremalnych wartości wybranych parametrów temperatury (°C) i wilgotności (% i hPa) powietrza w stacjach Treurenberg i Olimp w okresie 1.VIII.1899 – 15.VIII.1900

Basic characteristics of mean and extreme values of selected air temperature (°C) and humidity (% and hPa) parameters in the Treurenberg and Olimp stations, 1st Aug. 1899 – 15th Aug. 1900

Element	1899					1900								VIII-VII**
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII*	
Treurenberg														
Tmax abs	8.3	8.4	-0.8	0.7	5.5	2.9	-5.5	-7.0	1.6	3.2	4.6	9.5	11.5	9.5
Tmax	4.2	2.7	-8.1	-11.6	-7.2	-4.8	-18.9	-22.0	-11.1	-6.2	0.7	3.5	8.5	-6.6
Ti	2.1	0.3	-10.5	-13.9	-11.9	-8.5	-22.6	-27.0	-16.5	-9.6	-1.1	1.1	5.3	-9.8
Tmin	0.4	-1.7	-13.0	-16.4	-16.4	-12.6	-26.4	-31.7	-21.4	-12.9	-2.7	-0.5	2.3	-12.9
Tmin abs	-1.1	-6.2	-19.8	-24.0	-32.0	-23.1	-34.1	-40.1	-30.8	-19.1	-8.7	-5.9	0.1	-40.1
f max abs	96.0	99.0	93.0	93.0	97.0	96.0	85.0	84.0	100.0	100.0	97.0	100.0	100.0	100.0
f max	92.3	88.1	85.0	83.8	84.0	85.6	81.3	78.5	88.8	90.4	89.0	92.7	90.3	86.6
fi	83.1	79.7	77.1	76.1	75.5	75.0	76.1	75.4	83.0	83.9	83.4	86.1	76.4	79.5
f min	72.0	69.7	67.5	68.0	66.0	62.4	68.8	72.0	76.4	75.6	76.1	78.5	63.0	71.1
f min abs	57.0	56.0	52.0	44.0	37.0	45.0	38.0	52.0	56.0	59.0	63.0	55.0	50.0	37.0
e max abs	7.2	7.6	5.0	4.2	6.0	5.9	2.5	2.8	6.1	6.8	6.6	9.0	9.0	9.0
e max	6.4	5.6	2.5	1.8	2.8	3.3	1.0	0.8	2.2	3.2	5.2	6.3	7.9	3.4
ei	5.9	4.9	2.0	1.5	2.1	2.5	0.7	0.5	1.4	2.5	4.7	5.7	6.7	2.9
e min	5.3	4.3	1.6	1.2	1.5	1.8	0.5	0.3	0.9	1.9	4.2	5.2	5.9	2.4
e min abs	4.3	3.0	0.8	0.5	0.3	0.5	0.2	0.1	0.3	0.7	2.2	3.1	4.9	0.1
Δe max abs	4.4	4.0	2.1	2.7	4.0	3.1	1.5	1.1	1.9	1.4	2.3	4.5	6.1	4.5
Δe max	2.3	2.1	1.0	0.8	1.3	1.5	0.4	0.3	0.6	0.8	1.5	1.7	4.0	1.2
Δei	1.3	1.3	0.6	0.5	0.7	0.8	0.3	0.2	0.4	0.4	0.9	1.0	2.2	0.7
Δe min	0.5	0.7	0.4	0.3	0.3	0.4	0.1	0.1	0.2	0.2	0.6	0.5	0.8	0.4
Δe min abs	0.2	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
Olimp														
Tmax abs	-	6.9	-2.8	-5.2	-	-	-8.3	-7.1	-0.6	1.6	5.0	13.4	12.3	13.4
Tmax	-	0.4	-11.3	-11.2	-	-	-16.9	-21.6	-12.2	-8.2	-1.1	4.0	8.5	-7.0
Ti	-	-2.0	-13.8	-13.0	-	-	-20.5	-25.3	-16.6	-11.1	-2.9	1.7	5.8	-9.8
Tmin	-	-4.4	-16.2	-15.4	-	-	-24.3	-29.0	-21.2	-13.9	-4.5	-0.3	2.9	-12.6
Tmin abs	-	-9.8	-22.8	-22.5	-	-	-30.9	-38.4	-34.8	-22.4	-10.0	-4.8	0.9	-38.4
fi	-	80.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81.6	80.2	80.7
ei	-	4.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.6	7.4	5.8
Δei	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	1.8	1.4

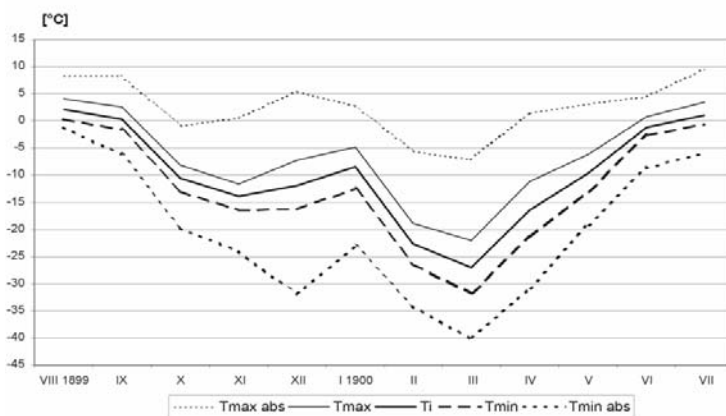
* 1-15/1-10 – odpowiednio dla stacji Treurenberg i Olimp – for the Treurenberg and the Olimp stations, respectively,

** dla stacji Olimp dla wszystkich dni obserwacyjnych (łącznie z sierpniem 1900 r.) wg wykazu z tab. 1 – for the Olimp station for all days of measurements (including August 1900) shown in Table 1,

Tmax/min abs – odpowiednio temperatura maksymalna i minimalna absolutna powietrza – absolute maximum and minimum air temperature, respectively,

fmax/min abs – odpowiednio wilgotność względna maksymalna i minimalna absolutna powietrza, analogicznie dla pozostałych parametrów wilgotności – absolute maximum and minimum relative air humidity, respectively; analogically for the other humidity parameters,

Pozostałe objaśnienia skrótów są w tekście – Other explanations of the abbreviations are given in the text



Ryc. 2. Przebieg roczny T (Tmax abs, Tmax, Ti, Tmin, Tmin abs) w stacji Treurenberg w okresie VIII 1899-VII 1900. Objasnienia skrótoów w tekście i w tabeli 2

Fig. 2. Annual course of T (Tmax abs, Tmax, Ti, Tmin, Tmin abs) in the Treurenberg station from August 1899 to July 1900. Explanations of the abbreviations are given in the text and in Table 2

Analiza przebiegu rocznego wg średnich miesięcznych dobowych amplitud T (ryc. 3) wykazuje, że najwyższe były one w kwietniu (10.3°C) i marcu (9.7°C). Duże amplitudy były także w zimie, natomiast najmniejsze w lecie ($< 4^{\circ}\text{C}$). Taki ich rozkład w ciągu roku został nazwany przez Simpsona (1919) typem „Frama”. Typ ten nie jest już obecny na południu Spitsbergenu w Hornsundzie, gdzie Przybylak (1992a) stwierdził występowanie najwyższych amplitud T w zimie (średnio 6.3°C w miesiącach XII-II). Drugorzędne maksimum miało tutaj miejsce w kwietniu (5.7°C). Z tego porównania widać, iż wielkości amplitud T na północy Spitsbergenu są znacząco wyższe (średnio o ok. 0.7°C).

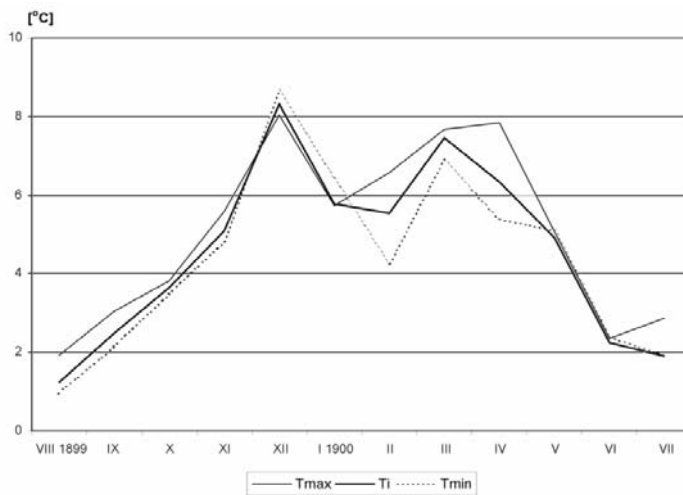


Ryc. 3. Przebieg roczny amplitudy dobowej T w stacji Treurenberg w okresie VIII 1899-VII 1900.

Fig. 3. Annual course of daily T range in the Treurenberg station from August 1899 to July 1900.

Zmienność z dnia na dzień T (Tmax, Ti i Tmin) prezentuje ryc. 4. Widać z niego, że w badanym roku najwyższa zmienność T była w grudniu ($\sigma_{T_{\text{max}}} = 8.0^{\circ}\text{C}$, $\sigma_{T_i} = 8.3^{\circ}\text{C}$, $\sigma_{T_{\text{min}}} = 8.6^{\circ}\text{C}$). Drugorzędne maksimum zmienności wystąpiło w marcu, a dla Tmax także w kwietniu. Wyraźnie najmniejsza zmienność z dnia na dzień występowała w miesiącach letnich z minimum w sierpniu ($\sigma_{T_{\text{max}}} = 1.8^{\circ}\text{C}$, $\sigma_{T_i} = 1.2^{\circ}\text{C}$, $\sigma_{T_{\text{min}}} =$

1.0°C). Spośród analizowanych 3 parametrów termicznych największą zmienność z dnia na dzień charakteryzuje się przeważnie Tmax, a najmniejszą Tmin (ryc. 4). Szczególnie wyraźnie jest to widoczne od lutego do kwietnia i w miesiącach letnich. Największy wzrost zmienności T z dnia na dzień wystąpił od listopada do grudnia, a jej największy spadek od maja do czerwca. W porównaniu z obliczonymi wielkościami zmian T z dnia na dzień w Hornsundzie dla lat 1979–1983 (Przybylak 1992a) stwierdzić należy, iż na północy Spitsbergenu ich średnie roczne wartości są o ok. 0.5–0.8°C niższe. Ponadto w Hornsundzie, odwrotnie niż w Treurenberg, największą zmienność z dnia na dzień wykazuje Tmin, a najmniejszą Tmax (z wyjątkiem lata). Natomiast ich rozkłady roczne są bardzo podobne. Oznacza to, że w obydwu obszarach, stwierdzone wysokie wartości zmienności T z dnia na dzień, są warunkowane tymi samymi czynnikami, które jednak na północy Spitsbergenu działają nieco słabiej. Czynnikiem tymi według Przybylaka (1992a) są częstość występowania cyklonów i ich głębokość, które determinują m. in. południkową wymianę powietrza. Ta działalność cyklonalna jest intensywniejsza na obszarze Spitsbergenu przede wszystkim w chłodnej porze roku, dlatego też w tym czasie zmienność T z dnia na dzień jest największa. Począwszy od maja fluktuacje T z dnia na dzień szybko maleją w związku ze stabilizacyjnym efektem ciepła słonecznego, rozpoczęciem wycofywania się lodów morskich oraz przeważaniem pogody antycyklonalnej (Hisdal 1981).

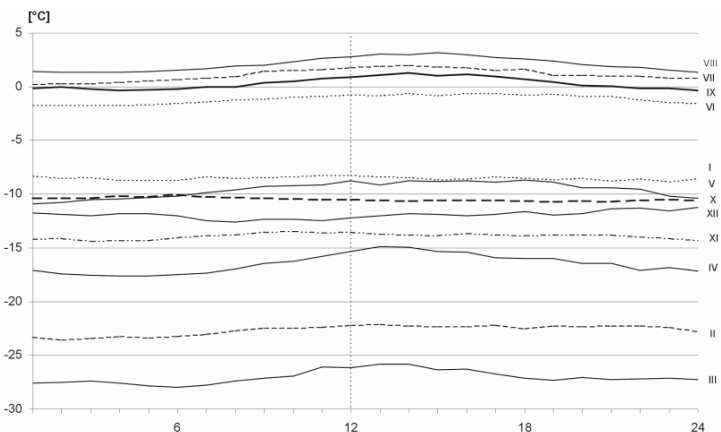


Ryc. 4. Przebieg roczny wartości odchyłek standardowych Tmax, Ti i Tmin w stacji Treurenberg w okresie VIII 1899–VII 1900. Objasnienia skrótoów w tekście

Fig. 4. Annual course of standard deviation of Tmax, Ti and Tmin in the Treurenberg station from August 1899 to July 1900. Explanations of the abbreviations are given in the text

Uśrednione przebiegi dobowe w miesiącach z długim dniem lub dniem polarnym (IV–IX) wykazują w mniejszym lub większym stopniu przebiegi sinusoidalne z maksimum w godzinach popołudniowych, a minimum w godzinach wczesnorannych (ryc. 5). Są to więc przebiegi asymetryczne; druga połowa doby jest cieplejsza. Od października do marca, a szczególnie w okresie nocy polarnej, kiedy nie ma głównego czynnika wywołującego dobową cykliczność, czyli dopływu promieniowania słonecznego, uśrednione przebiegi dobowe są nieregularne i mało zmienne w ciągu doby. Warto tutaj jednak dodać, że gdy

weźmiemy pod uwagę przebiegi dobowe nieuśrednione, to w omawianym okresie są one najwyraźniejsze w sensie różnic T występującej w czasie doby, czyli amplitud dobowych T , o czym pisaliśmy wcześniej. Terminy występowania T_{max} i T_{min} są notowane z niemal jednakową częstością o każdej porze doby, dlatego przy uśrednianiu przebiegi dobowe podlegają znacznemu wygładzeniu.



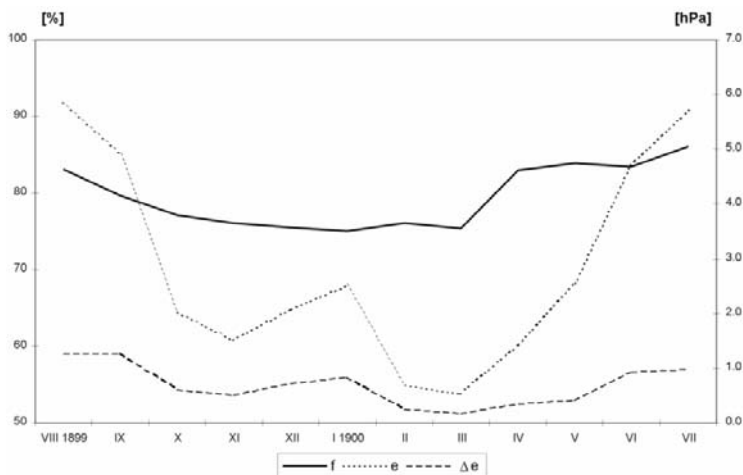
Ryc. 5. Średnie miesięczne przebiegi dobowe T w stacji Treurenberg w okresie VIII 1899-VII 1900

Fig. 5. Mean monthly daily courses of T in the Treurenberg station from August 1899 to July 1900

3.2. Wilgotność powietrza

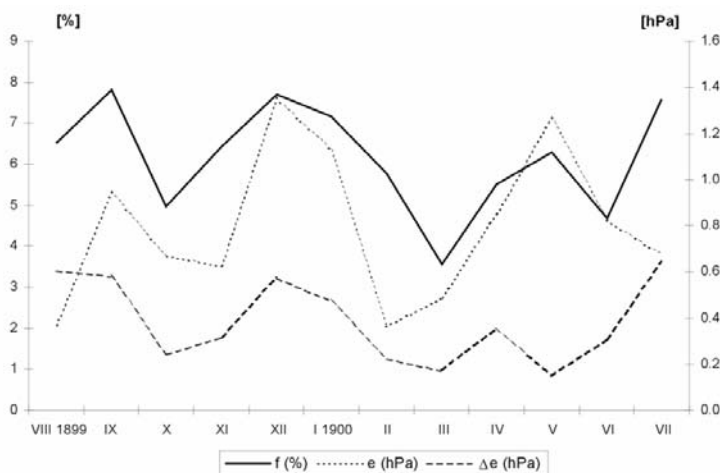
Ciśnienie pary wodnej (e) znacznie zależy od temperatury (jeśli tylko jest dostępna woda), która w dużym stopniu decyduje o wielkości parowania i o maksymalnej zawartości pary wodnej w jednostce objętości. Tę zależność e od T wyraźnie widać także analizując przebiegi roczne obydwu elementów (por. ryc. 6 i ryc. 2). Z powyższych rysunków widać, iż e w Treurenberg najwyższe wartości osiągnęło w najcieplejszych (VIII – 5.9 hPa, VII – 5.7 hPa), a najniższe w najchłodniejszych (III – 0.5 hPa, II – 0.7 hPa) miesiącach (tab. 2). Drugorzędne maksimum wielkości e wystąpiło w grudniu (2.1 hPa), a szczególnie w styczniu (2.5 hPa). Oczywiście, nie jest to regułą w tym regionie, a znaczne anomalie dodatnie e w tym czasie są warunkowane wystąpieniem również anomalnie wysokich T . Wielkości te są niższe niż w Hornsundzie (Przybylak 1992a) we wszystkich miesiącach, z wyjątkiem anomalnie ciepłych grudnia i stycznia. Nie licząc tych miesięcy e w Treurenberg było o 1.1 hPa niższe niż w Hornsundzie w latach 1979–1983. Było ono też niższe niż na pozostałym obszarze zachodniego wybrzeża (Svalbard Lufthavn, Ny Ålesund), ale już o nie tak dużo. Najwyższą wartość e (9.0 hPa) w Treurenberg zmierzono w dniach 14 lipca i 11 sierpnia 1900 r., a najniższą (0.1 hPa) aż w 9 dniach w marcu 1900 r. (tab. 2).

Zmiany średniego dobowego e z dnia na dzień w Treurenberg wykazują wyraźnie dwa maksima przekraczające 1.0 hPa w grudniu i styczniu oraz w maju (tab. 2, ryc. 7). To pierwsze maksimum uważa się za charakterystyczne tylko dla badanego roku, w którym jak wykazano wystąpiły w tym czasie anomalnie wielkości ocieplenia. Najniższa zmienność natomiast wystąpiła w miesiącach najchłodniejszych (II i III) i w miesiącu najcieplejszym (VIII). Zbliżony rozkład roczny zmian średnich dobowych wartości e z dnia na dzień stwierdzono również dla Hornsundu (Przybylak 1992a), z tą różnicą, że większą zmienność zanotowano tu w jesieni niż wiosną.



Ryc. 6. Przebieg roczny wilgotności powietrza (f, e i Δe) w stacji Treurenberg w okresie VIII 1899–VII 1900. Objasnienia skrótów w tekście

Fig. 6. Annual course of air humidity (f, e i Δe) in the Treurenberg station from August 1899 to July 1900. Explanations of the abbreviations are given in the text

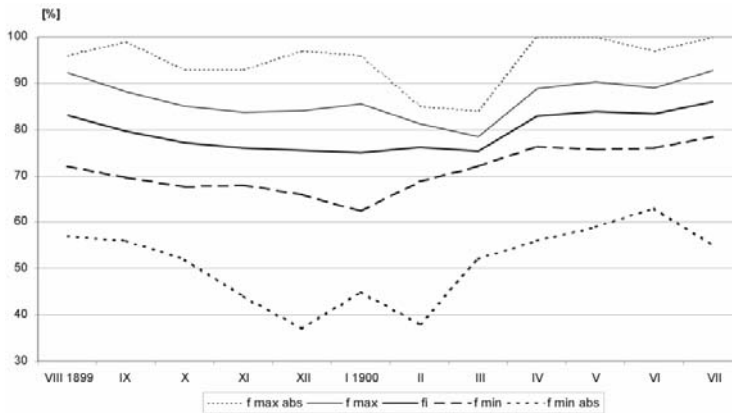


Ryc. 7. Przebieg roczny wartości odchyłeń standardowych f, e i Δe w stacji Treurenberg w okresie VIII 1899–VII 1900. Objasnienia skrótów w tekście

Fig. 7. Annual course of standard deviation of f, e i Δe in the Treurenberg station from August 1899 to July 1900. Explanations of the abbreviations are given in the text

Przebieg roczny wilgotności względnej (f) w Treurenberg jest podobny jak w innych stacjach spitsbergeńskich (Przybylak 1992b, Araźny 2003). Najwyższe średnie miesięczne średnie dobowe wartości f (fi) przekraczające 80% rozpoczynają się w kwietniu i kończą w sierpniu, z wyraźnym maksimum w lipcu (86.1%) (tab. 2, ryc. 6 i 8). Natomiast najniższe stwierdzono dla miesięcy od listopada do marca z minimum w styczniu (75%). Te wielkości fi są nieco wyższe niż zmierzone jej wartości w latach 1979–1983 w Ny Álesund i w Hornsundzie (średnio rocznie odpowiednio o ok. 0.6 i 2.0%) oraz dużo wyższe niż

w Svalbard Lufthavn (o ok. 7%) (Przybylak 1992b). Przebiegi roczne maksymalnych (f_{max}) i minimalnych (f_{min}) dobowych wartości f (ryc. 8) dobrze naśladują przebieg roczny f_i , z wyjątkiem okresu od stycznia do marca. Ponadto charakteryzują się one także większą zmiennością. Absolutnie najwyższą wartość f (100%) zmierzono tylko w kilku dniach w okresie od kwietnia do sierpnia, a najniższą (37%) 31 grudnia 1899 r. (tab. 2).



Ryc. 8. Przebieg roczny f (f_{max} abs, f_{max} , f_i , f_{min} i f_{min} abs) w stacji Treurenberg w okresie VIII 1899–VII 1900. Objasnienia skrótów w tekście

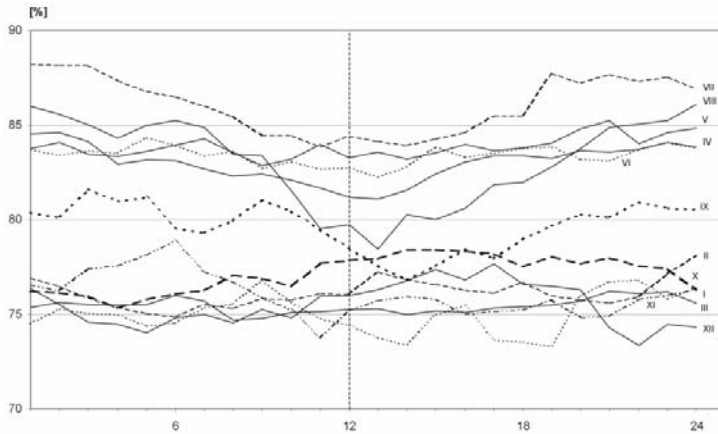
Fig. 8. Annual course of f (f_{max} , f_i i f_{min}) in the Treurenberg station from August 1899 to July 1900. Explanations of the abbreviations are given in the text

Zmiany z dnia na dzień f_i największe były we wrześniu ($\sigma = 7.8\%$), grudniu ($\sigma = 7.7\%$) i lipcu ($\sigma = 7.6\%$), a najmniejsze w marcu ($\sigma = 3.6\%$), czerwcu ($\sigma = 4.7\%$) i październiku ($\sigma = 5.0\%$). Analizując rysunek (ryc. 7) widać też, iż zmiany te są największe jesienią i zimą, a najmniejsze wiosną. W Hornsundzie średnie sezonowe wielkości odchyłeń standardowych wykazują relacje podobne, jednak zmiany z dnia na dzień najmniejsze są w lecie, a nie wiosną (Przybylak 1992a). We wszystkich porach roku, zmiany z dnia na dzień w Hornsundzie są wyraźnie większe oscylując od 9.7% w lecie do 11.4% w zimie (tab. 15 w Przybylak 1992a). Podobny rozkład roczny jest także w Ny Ålesund, jednak zmienność f_i z dnia na dzień jest tu jeszcze większa (o ok. 2.5 hPa dla średnich rocznych odchyłeń standardowych). Natomiast w Svalbard Lufthavn przebieg roczny jest odwrotny z maksimum zmienności w lecie i minimum w zimie. Wielkości odchyłeń standardowych są tu podobne jak w Hornsundzie.

Średnie miesięczne przebiegi dobowe f w Treurenberg przedstawia ryc. 9. Wynika z niego, że w większości miesięcy są one bardzo wyrównane. Typowe przebiegi dobowe, czyli z minimum f w godzinach „dziennych” (najczęściej o 13 i 14) i maksimum w „nocnych” (od północy do 3), wystąpiły w kwietniu oraz od czerwca do września. Największe amplitudy średniego miesięcznego przebiegu dobowego zanotowano w sierpniu (około 7%) i wrześniu (5%). Występowanie najwyższych i najniższych f w przebiegu dobowym w pozostałych miesiącach, w tym szczególnie w okresie od października do marca, było zupełnie przypadkowe, gdyż uzależnione od zmiennego, ale nieperiodycznego, czynnika cyrkulacyjnego.

Przebieg roczny niedosytu wilgotności powietrza (Δe) wskazuje, iż jest on najmniej zmienny spośród trzech rozpatrywanych w niniejszym artykule charakterystyk wilgotności powietrza. Najwyższą średnią miesięczną jego wartość równą 1.3 hPa stwierdzono w sierpniu i wrześniu, a najniższą (0.2 hPa) w mie-

siącu najchłodniejszym, czyli w marcu (tab. 2, ryc. 6). Podobnie jak w przypadku e, również Δe wykazał podwyższone wartości w anomalnie ciepłym grudniu i styczniu. Z tego powodu Δe w Treurenberg był nieznacznie wyższy (o 0.1 hPa) niż w Hornsundzie (por. Przybylak 1992a), ale w pozostałych porach roku, szczególnie wiosną i jesienią, był on już dość dużo niższy (odpowiednio o 0.4 i 0.2 hPa). Najwyższą wartość Δe (6.1 hPa) zmierzono 7 sierpnia 1900 r., a najniższą (0.0 hPa) wielokrotnie, jednak przede wszystkim w miesiącach wiosennych i letnich (tab. 2).



Ryc. 9. Średnie miesięczne przebiegi dobowe f w stacji Treurenberg w okresie VIII 1899-VII 1900

Fig. 9. Mean monthly daily courses of f in the Treurenberg station from August 1899 to July 1900

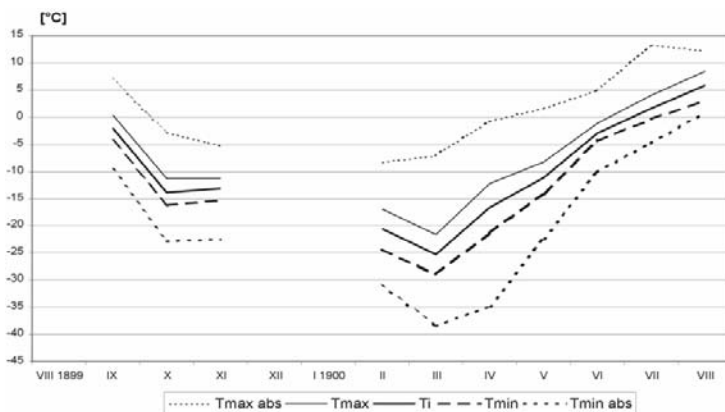
Zmiany z dnia na dzień średnich dobowych wartości Δe są, z wyjątkiem sierpnia, dużo mniejsze niż zmiany e (ryc. 7). Szczególnie duże różnice między nimi są w grudniu i maju. Najwyższe wartości tej zmienności mierzone odchyleniem standardowym (0.6 hPa) są obserwowane w miesiącach letnich (od lipca do września), natomiast najstabilniejsze warunki były w maju ($\sigma = 0.1$ hPa) oraz w innych miesiącach chłodnej pory roku, ponownie z wyjątkiem grudnia i stycznia. W porównaniu z Hornsundem (1979–1983) zmienność z dnia na dzień średnich dobowych Δe w Treurenberg była wyraźnie mniejsza we wszystkich porach roku (z wyjątkiem zimy charakteryzującej się okresami znacznych ociepleń), szczególnie w lecie.

4. Temperatura i wilgotność powietrza w stacji Olimp

4.1. Temperatura powietrza

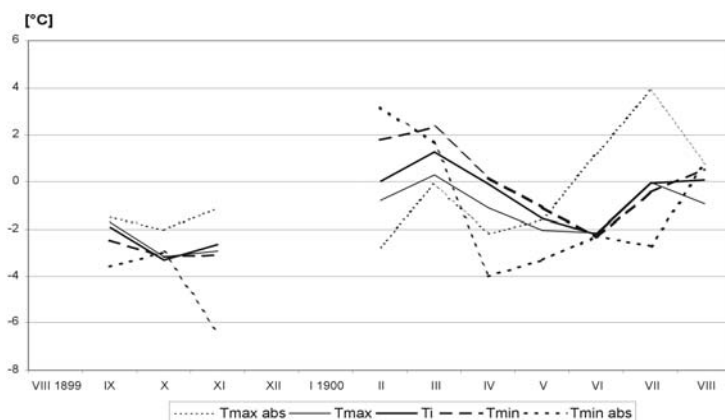
Porównując przebiegi roczne analizowanych parametrów termicznych (ryc. 2 i 10) widać, iż są one podobne. Oczywiście niższe T są w stacji Olimp. Jednak różnica (ok. 1°C dla średnich rocznych) jest tu niższa niż powinna być (2.4°C), gdy weźmiemy pod uwagę średni pionowy gradient T . Warto zauważyć, że w okresie do rozpoczęcia nocy polarnej oraz w czerwcu była ona co najmniej dwukrotnie większa (ryc. 11). Uruchamiając ponownie (po nocy polarnej) punkt pomiarowy Olimp, jak wcześniej wspomniano, obserwatorzy owinęli termograf cienką tkaniną o pojedynczej warstwie idealnie dopasowaną do wielkości przyrządu w celu jego zabezpieczenia przed nawiewem śniegu. W ten sposób termograf pracował do 5 czerwca 1900 r. Oczywiście fakt ten wpłynął na zmierzone wielkości T . Obserwatorzy byli tego świadomi i

dlatego na podstawie pomiarów kontrolnych wprowadzili poprawkę -5°C , ale wydaje się, że jest ona wciąż o ok. $2-3^{\circ}\text{C}$ za mała. Nie można jednak wykluczyć, iż pewne podwyższenie T na Masywie Olimpu, względem stacji w Treurenberg, mogło być też spowodowane powszechnie występującymi w Arktyce inwersjami T (np. od lutego do kwietnia), które w chłodnym okresie roku są szczególnie częste (Przybylak 2003). W wymienionych miesiącach inwersjom sprzyjać też może rosnący udział cyrkulacji antycyklo-nalnej od zimy ku latu.



Ryc. 10. Przebieg roczny T (Tmax abs, Tmax, Ti, Tmin, Tmin abs) w stacji Olimp w okresie VIII 1899–VII 1900. Objaśnienia skrótów w tekście i w tabeli 2

Fig. 10. Annual course of T (Tmax abs, Tmax, Ti, Tmin, Tmin abs) in the Olimp station from August 1899 to July 1900. Explanations of the abbreviations are given in the text and in Table 2



Ryc. 11. Różnice T (Tmax abs, Tmax, Ti, Tmin, Tmin abs) między stacjami Olimp i Treurenberg obliczone dla wspólnych dni obserwacyjnych wybranych z okresu 1.VIII.1899 – 15.VIII.1900. Objaśnienia skrótów w tekście i w tab. 2

Fig. 11. Air temperature (Tmax abs, Tmax, Ti, Tmin, Tmin abs) differences between Olimp and Treurenberg stations calculated for joint days of observations in the period from 1st Aug. 1899 to 15th Aug. 1900. Explanations of the abbreviations are given in the text and in Table 2.

W sierpniu 1989 r. w regionie Kaffiöyry przeprowadzono podobne obserwacje w stacji Kaffiöyra–Heggodden (11.5 m n.p.m.) i na szczycie Gräffjellet (340 m n.p.m.). Wykazały one, iż T na stacji górnej była o ok. 1.6°C niższa niż w stacji bazowej (Wójcik i in. 1993), co jest wartością tylko niewiele mniejszą od tej która wynika z pionowego gradientu T w swobodnej atmosferze. Tutaj jednak są znacznie silniejsze wiatry niż dalej na północy w stacjach: Ny Ålesund (Przybylak i in. 2004) czy Treurenberg (Westman 1904). Wydaje się więc, że częstość inwersji T powinna być w regionie Kaffiöyry także mniejsza. Niestety brak jest tego typu obserwacji dla innych obszarów Spitsbergenu.

4.2. Wilgotność powietrza

Bardzo skromne dane pomiarowe zebrano dla stacji Olimp odnoszące się do wilgotności powietrza. Jak wynika z tab. 1 istnieją one tylko dla 39 dni mieszczących się w 3 miesiącach, tj. we wrześniu 1899 r. oraz lipcu i sierpniu 1900 r. Ich średnie wyniki prezentuje tab. 2. Z wyjątkiem lipca, w pozostałych 2 miesiącach średnia f była o 2-3% wyższa na stacji Olimp (tab. 3).

Tabela 3 – Table 3

Podstawowe charakterystyki średnich i ekstremalnych wartości wybranych parametrów temperatury (°C) i wilgotności (%) powietrza w stacjach Treurenberg i Olimp obliczone dla wspólnych dni obserwacyjnych wybranych z okresu 1.08.1899 -15.08.1900 i ich różnice

Basic characteristics of mean and extreme values of selected air temperature (°C) and humidity (%) parameters in the Treurenberg and Olimp stations, for joint days of observations in the period from 1st Aug. 1899 to 15th Aug. 1900 and their differences

Element	1899					1900								Cały okres
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Treurenberg														
Tmax abs	-	8.4	-0.8	-4.1	-	-	-5.5	-7.0	1.6	3.2	3.8	9.5	11.5	11.5
Tmax	-	2.1	-8.1	-8.3	-	-	-16.1	-21.9	-11.1	-6.2	1.0	4.0	9.5	-6.2
Ti	-	-0.1	-10.5	-10.4	-	-	-20.5	-26.6	-16.5	-9.6	-0.7	1.7	5.7	-9.5
Tmin	-	-2.0	-13.0	-12.3	-	-	-26.1	-31.3	-21.4	-12.9	-2.2	0.1	2.4	-12.6
Tmin abs	-	-6.2	-19.8	-16.0	-	-	-34.1	-40.1	-30.8	-19.1	-7.7	-2.1	0.1	-40.1
f	-	78.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82.2	78.6	79.7
Olimp														
Tmax abs	-	6.9	-2.8	-5.2	-	-	-8.3	-7.1	-0.6	1.6	5.0	13.4	12.3	13.4
Tmax	-	0.4	-11.3	-11.2	-	-	-16.9	-21.6	-12.2	-8.2	-1.1	4.0	8.5	-7.7
Ti	-	-2.0	-13.8	-13.0	-	-	-20.5	-25.3	-16.6	-11.1	-2.9	1.7	5.8	-10.6
Tmin	-	-4.4	-16.2	-15.4	-	-	-24.3	-29.0	-21.2	-13.9	-4.5	-0.3	2.9	-13.5
Tmin abs	-	-9.8	-22.8	-22.5	-	-	-30.9	-38.4	-34.8	-22.4	-10.0	-4.8	0.9	-38.4
f	-	81.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81.6	81.3	81.6
Olimp – Treurenberg														
Tmax abs	-	-1.5	-2.0	-1.1	-	-	-2.8	-0.1	-2.2	-1.6	1.2	3.9	0.8	1.9
Tmax	-	-1.7	-3.2	-2.9	-	-	-0.8	0.3	-1.1	-2.1	-2.2	0.0	-0.9	-1.5
Ti	-	-1.9	-3.3	-2.6	-	-	0.0	1.3	-0.1	-1.6	-2.2	-0.1	0.1	-1.1
Tmin	-	-2.5	-3.2	-3.1	-	-	1.8	2.3	0.2	-1.1	-2.3	-0.4	0.6	-0.9
Tmin abs	-	-3.6	-3.0	-6.5	-	-	3.2	1.7	-4.0	-3.3	-2.3	-2.7	0.8	1.7
f	-	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.6	2.7	1.9

Objaśnienia skrótów w tekście i w tab. 2

Explanations of the abbreviations are given in the text and in the Table 2

5. Wnioski i uwagi końcowe

1. Przeprowadzona analiza sposobu wykonywania obserwacji meteorologicznych w stacjach Treurenberg i Olimp oraz opracowania termogramów i higrogramów wskazuje, iż jakość opublikowanych danych codziennych i dobowych jest wysoka i może być wykorzystana do poznania warunków pogodowych i klimatycznych NE Spitsbergenu. Z większą ostrożnością należy podchodzić jedynie do danych codziennych T ze stacji Olimp zmierzonych w okresie 14.II–5.VI 1900 r.

2. Przedstawione wyniki dotyczące warunków pogodowych na tym obszarze w cyklu rocznym dowodzą, iż region ten posiada swoją odrębność klimatyczną. Obydwa zbadane elementy meteorologiczne (temperatura i wilgotność powietrza) mają tu wartości niższe niż na całym obszarze zachodniego wybrzeża Spitsbergenu. Największe różnice w przypadku T wystąpiły w okresie od lutego do maja z maksimum w marcu ($> 10^{\circ}\text{C}$).

3. Dane meteorologiczne zebrane przez wyprawę szwedzko-rosyjską dla NE Spitsbergenu dla lat 1899/1900 są wciąż niezwykle cenne, ponieważ do tej pory na tym obszarze nie założono ani stacji meteorologicznej, ani też nie było nawet innych wypraw naukowych, które przeprowadziłyby pomiary meteorologiczne. Dlatego też niezwykle ważnym przedsięwzięciem badawczym na najbliższe lata powinno być powtórzenie całorocznych obserwacji meteorologicznych na tym obszarze, np. w czasie kolejnego IV Międzynarodowego Roku Polarnego 2007/2008.

Literatura

- Arażny A. 2003, Przebieg roczny wilgotności względnej w Arktyce Norweskiej w okresie 1971-2000, *Problemy Klimatologii Polarnej*, 13: 107-115.
- Catchpole A.J.W., Ball T.F., 1981, Analysis of historical evidence of climate change in western and northern Canada, in: *Climatic Change in Canada – 2*, National Museum of Natural Sciences, Project on Climate Change in Canada during the past 20,000 years, Ed. by C.R. Harington, *Syllogeus*, 33: 48-96.
- Catchpole A.J.W., Faurer M.A., 1983, Summer sea ice severity in Hudson Strait, 1751-1870, *Clim. Change*, 5: 115-139.
- Catchpole A.J.W., Faurer M.A., 1985, Ships' log-books, sea ice and the cold summer of 1816 in Hudson Bay and its approaches, *Arctic*, 38: 121-128.
- Catchpole A.J.W., Hanuta I., 1989, Severe summer ice in Hudson Strait and Hudson Bay following major volcanic eruptions, 1751 to 1889 A.D., *Clim. Change*, 14: 61-79.
- Hisdal V., 1981, The weather in Svalbard in 1980, *Norsk Polarintittutt Årbok 1980*, Oslo.
- Hopper J.F., 1985, Early meteorological observations at Fort Enterprise, Northwest Territories, Canada, *Polar Record*, 22: 684-688.
- Kay P. A., 1995, An early nineteenth century meteorological register from the eastern Canadian Arctic, *Polar Record*, 31: 335-342.
- Przybylak R., 1992a, Stosunki termiczno-wilgotnościowe na tle warunków cyrkulacyjnych w Hornsundzie (Spitsbergen) w okresie 1978-1983, *Dokumentacja Geogr.*, nr 2: 1-105.
- Przybylak R., 1992b, Spatial differentiation of air temperature and relative humidity on western coast of Spitsbergen in 1979-1983, *Pol. Polar Res.*, 13: 113-130.
- Przybylak R., 2000, Air temperature in the Canadian Arctic in the mid-nineteenth century based on data from expeditions, *Prace Geogr.*, 107: 251-258.
- Przybylak R. 2003, *The Climate of the Arctic*, Atmospheric and Oceanographic Sciences Library, 26, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, ss. 288.

- Przybylak R., Arażny A., Szczebłewska E., 2004, Klimat tundry w północnej części Ziemi Oskara II (NW Spitsbergen) w okresie 1975-2000, w: Pulina M., Zwoliński Z., Kostrzewski A. (red.), Przewodnik Warsztatów Glaciologicznych „Spitsbergen 2004”, wyd. Komitet Badań Polarnych PAN, Klub Polarny PTG i Uniwersytet Śląski, w druku.
- Przybylak R., Vizi Z., 2004, Sources Of Meteorological Data For The Canadian Arctic And Alaska From 1819 To 1859 And Their Usefulness For Climate Studies, Proceedings of the Four Seminar for Homogenization and Quality Control in Climatological Databases, Budapest, Hungary 6-10 October 2003, w druku.
- Simpson G.C., 1919, British Antarctic Expedition 1910-1913, Meteorology, 1, Discussion, Calcutta.
- Westman J., 1904, Physique terrestre. Meteorologie. Histoire naturelle. 8ieme section. Meterologie. A. Observations regulieres a la station d'hivernage. Observations meteorologiques faites en 1899 et en 1900 a la Baie de Treurenberg, Spitzberg, w: Jaderin, Edvard, leader. Missions scientifiques pour la mesure d'un arc de meridien au Spitzberg entreprises en 1899-1901 sous les auspices des gouvernements russe et suedois: Mission suedoise. T.2. Physique terrestre, meteorologie, historie naturelle. Sect.7-8. Stockholm: Aktiebolaget Centraltryckeriet, 2 (8 A): 1-218.
- Wilson C., 1982, The summer season along the east coast of Hudson Bay during the nineteenth century. Part I. General introduction; climatic controls, calibration of the instrumental temperature data, 1814 to 1821. Canadian Climate Centre Report No. 82-4: 1-223.
- Wilson C., 1983a, Some aspects of the calibration of early Canadian temperature records in the Hudson's Bay Company Archives: a case study for the summer season, eastern Hudson/James Bay, 1814 to 1821, in: Climatic Change in Canada 3, Ed. C. R. Harington, Syllogeus, 49: 144-202.
- Wilson C., 1983b, The summer season along the east coast of Hudson Bay during the nineteenth century. Part II. The Little Ice Age on eastern Hudson Bay; summers at Great Whale, Fort George, Eastmain, 1814-1821. Canadian Climate Centre Report No. 83-9: 1-145.
- Wilson C., 1985, The Little Ice Age on eastern Hudson/James Bay: the summer weather and climate at Great Whale, Fort George and Eastmain, 1814-1821, as derived from the Hudson's Bay Company Records, in: Climatic Change in Canada 5, Ed. C. R. Harington, Syllogeus, 55: 147-190.
- Wilson C., 1988, The summer season along the east coast of Hudson Bay during the nineteenth century. Part III. Summer thermal and wetness indices. B. The indices 1800 to 1900, Canadian Climate Centre Report No. 88-3: 1-42.
- Wilson C., 1992, Climate in Canada, 1809-20: Three approaches to the Hudson's Bay Company Archives as an historical database, in: The year without a summer? World climate in 1816, Ed. C.R. Harington, Canadian Museum of Nature, Ottawa, 162-184.
- Wood K. and Overland J.E., 2003, Accounts from 19th-century Canadian Arctic Explorers' Logs reflect present climate conditions, EOS, 84, ss. 410 i 412.
- Wójcik G., Marciniak K., Przybylak R., Kejna M., 1993, Mezo- i topoklimaty regionu Kaffiöyry (NW Spitsbergen), Wyniki badań VIII Toruńskiej Wyprawy Polarnej Spitsbergen '89, UMK Toruń, 83-112.

THERMAL AND HUMIDITY RELATIONS IN TREURENBERG BAY AND MASSIF OLIMP (NE SPITSBERGEN) FROM 1ST AUGUST 1899 TO 15TH AUGUST 1900

Summary

The paper describes weather conditions (based on air temperature and humidity) in Treurenberg Bay and Massif Olimp (NE Spitsbergen) for the period from 1st August 1899 to 15th August 1900. The hourly data of the meteorological elements under analysis were collected by the Swedish-Russian scientific expedition, which was sent to Spitsbergen in 1899 to measure an arc of the Earth's meridian. During the

expedition two meteorological stations were established (Fig. 1): the main one (21.9 m a.s.l.) located by the sea in Treurenberg Bay (hereafter “Treurenberg”) and a secondary station (408 m a.s.l.) situated on Massif Olimp (hereafter “Olimp”). The quality of data were checked and assessed as being very good, especially for the Treurenberg station.

The air temperature (T) in Treurenberg in the annual march was highest in August (mean monthly T = 2.1°C) and lowest in March (-27.0°C) (Tab. 2, Fig. 2). Mean yearly T was equal to -9.8°C. The values of T in this part of Spitsbergen are significantly lower than in the western coastal part of the island where, for example, the average annual T for the period 1975-2000 was about twice as high (see Przybylak et al. 2004). On the other hand, mean monthly daily T ranges in Treurenberg are greater (Fig. 3). Day-to-day T changes in the annual cycle were greatest in the cold half-year, and lowest in summer (Fig. 4). These changes are lower here than in the western coastal part of Spitsbergen. Mean monthly daily courses of T are clearest from April to September, showing maximum T in the afternoon, and minimum in the early morning hours (Fig. 5). From October to March (but especially during the polar night) the average daily courses were smooth.

Air humidity in Treurenberg was characterized using three commonly used variables: water vapor pressure, relative humidity, and saturation deficit. Due to very low T and quite a large thermic continentality of the climate in NE Spitsbergen, water vapor pressure in Treurenberg is lower than in the western coastal part of Spitsbergen. The highest values in Treurenberg occurred in summer (on average about 6 hPa) and the lowest in late winter (below 1 hPa) (Tab. 2, Fig. 6). Generally, similar relations in the annual march are also seen for two other air humidity variables (see Tab. 2, Fig. 6). The annual cycles of day-to-day changes of all humidity variables in Treurenberg are not clear, as they consist of many maximums and minimums (Fig. 7). These changes are lower here than in other parts of Spitsbergen (see Table 15 in Przybylak 1992a). Mean daily courses of relative humidity are smooth for most months. Only in April and in the period from June to September do we see normal daily cycles with lowest values in “day” hours and highest values in “night” hours (Fig. 9).

The annual course of T in the Olimp station is similar to that occurring in Treurenberg (Figs. 2 and 10). Of course, the upper station was colder, but only by 1°C for mean annual values (Fig. 11). The drop of T in the Treurenberg region – a drop that is lower than is normally observed in the atmosphere (0.6°C/100 m) – was probably caused by measurement errors (the thermograph at the Olimp station was wrapped in thin material in order to stop the snow accumulating around the metallic sensor). Only limited air humidity data were gathered for the Olimp station due to measurement problems of this element in cold half-year. Therefore, most observations were made only in summer, and they show that the relative humidity was in most cases greater here than at the Treurenberg station.

The investigation shows that weather conditions in the NE part of Spitsbergen differ significantly from those observed in the western coastal part of the island. Both T and air humidity are significantly lower in the study area, and these differences in the case of T are especially large in winter.