

**PORÓWNANIE WARUNKÓW KLIMATYCZNYCH I BIOKLIMATYCZNYCH
PÓŁNOCNEJ CZĘŚCI ZIEMI OSKARA II Z INNYMI OBSZARAMI
ZACHODNIEGO WYBRZEŻA SPITSBERGENU W OKRESIE 1975–2000¹**

COMPARISON OF CLIMATIC AND BIOCLIMATIC CONDITIONS
IN THE NORTHERN PART OF OSCAR II LAND WITH OTHER AREAS
OF THE WEST COAST OF SPITSBERGEN FROM 1975 TO 2000

Rajmund Przybylak, Andrzej Araźny

Zakład Klimatologii, Instytut Geografii UMK, Toruń
ul. Danielewskiego 6, 87–100 Toruń
rp11@geo.uni.torun.pl, andy@geo.uni.torun.pl

Zarys treści. W artykule porównano warunki klimatyczne i bioklimatyczne N części Ziemi Oskara II z innymi obszarami zachodniego wybrzeża Spitsbergenu w okresie 1975–2000. Klimat Ziemi Oskara II przedstawiono na podstawie danych meteorologicznych ze stacji Ny Ålesund. Klimat centralnej i południowej części zachodniego wybrzeża Spitsbergenu reprezentują odpowiednio stacje: Svalbard-Lufthavn i Hornsund. Dla wymienionych obszarów obliczono i przeanalizowano różnice pomiędzy średnimi miesięcznymi i rocznymi wartościami wybranych elementów meteorologicznych (wiatr, zachmurzenie, temperatura i wilgotność powietrza oraz opady atmosferyczne) i wskaźników biometeorologicznych (niedosyt fizjologiczny, wielkość ochładzająca powietrza, wskaźnik ochładzania wiatrem, temperatura ochładzania wiatrem, przewidywana izolacyjność odzieży).

Słowa kluczowe: Spitsbergen, klimat, bioklimat, odczucia ciepłe.

1. Wstęp

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie klimatu i bioklimatu tundry w północnej części Ziemi Oskara II (obszar od Jonsfjorden do Kongsfjorden) w ostatnich 26 latach XX wieku i jego porównanie z klimatem pozostałej części zachodniego wybrzeża Spitsbergenu. Do charakterystyki klimatu Ziemi Oskara II użyto danych meteorologicznych ze stacji Ny Ålesund. Natomiast, klimat centralnej i południowej części zachodniego wybrzeża Spitsbergenu w niniejszej pracy reprezentują odpowiednio stacje: Svalbard-Lufthavn i Hornsund (ryc. 1).

Dane meteorologiczne ze stacji norweskich pochodzą z Norweskiego Instytutu Meteorologicznego w Oslo, natomiast dane dla Hornsundu wzięto z Roczników Meteorologicznych „Hornsund” wykonanych w Oddziale Morskim IMGW w Gdyni. Porównanie warunków klimatycznych zachodniego wybrzeża Spitsbergenu dla krótszych okresów przedstawiono w wielu publikacjach (m.in.: Markin 1975, Pereyma 1983, Kamiński 1989, Marciniak i Przybylak 1987, Przybylak 1989, 1992a, Przybylak i Marciniak 1992, Forland

¹ Opracowanie wykonane w ramach grantu KBN nr 3 P04E 045 25

i in. 1997, Kejna i in. 2000, Araźny 2004, Gluza i in. 2004, Przybylak i in. 2004), natomiast warunków bioklimatycznych w zaledwie kilku (m.in.: Zawiślak 1986, Nordli i in. 2000, Araźny 2004).

2. Klimat północnej części Ziemi Oskara II

W ciągu całego roku w Ny Ålesund dominują wiatry SE i E. Ich udział jest szczególnie duży w zimie i jesieni – odpowiednio 30 i 15% oraz 31 i 13% (Hanssen-Bauer i in. 1990). W lecie natomiast, oprócz wyżej wymienionych kierunków wiatru (częstość 17% w obydwu przypadkach), częste są także wiatry z kierunku NW (14%). Te przeważające kierunki wiatru są zgodne z przebiegiem Kongsfiorden i dolin, które wypełniają lodowce Kongsvegen i Kronebreen. Najsilniejsze wiatry występujące jesienią, a szczególnie zimą, są wynikiem intensywnej w tych porach roku cyrkulacji cyklonalnej. Najbardziej wietrznym miesiącem jest styczeń (5.1 m/s), w tym szczególnie jego pierwsze dwie dekady (ryc. 2), a najbardziej spokojnym – czerwiec i lipiec (po 2.7 m/s). W okresie 1981–2000 średnia roczna prędkość wiatru wyniosła 3.8 m/s (tab. 1). We wrześniu notowany jest największy wzrost prędkości wiatru, a w marcu – spadek (ryc. 2).



Ryc. 1. Położenie stacji meteorologicznych wykorzystanych w opracowaniu

Fig. 1. Location of meteorological stations used in the present work

W grudniu i styczniu stopień zachmurzenia (C) jest najniższy (tylko 52%); nieco wyższy, jednak średnio nie przekraczając 60%, jest od lutego do kwietnia (tab. 1 i ryc. 2). W maju zachmurzenie szybko wzrasta i począwszy od czerwca waha się pomiędzy 77 a 80%. Tego rzędu wielkość zachmurzenia utrzymuje się aż do końca września osiągając maksimum w sierpniu (80%). Znaczny spadek stopnia zachmurzenia jest obserwowany w październiku i listopadzie.

Średnia roczna temperatura powietrza w Ny Ålesund w latach 1975–2000 wyniosła -5.8°C (tab. 1). Najcieplejszym miesiącem był lipiec (4.9°C), a najchłodniejszym luty (-14.2°C). Z wyjątkiem absolutnych temperatur maksymalnych ($T_{\text{max abs}}$) w lecie i absolutnych temperatur minimalnych ($T_{\text{min abs}}$) w zimie, taki układ był także charakterystyczny dla pozostałych analizowanych parametrów termicznych.

W badanym 26-leciu okres z ujemnymi średnimi wieloletnimi dobowymi temperaturami powietrza (T_i) w Ny Ålesund rozpoczyna się pod koniec drugiej dekady września i kończy w połowie pierwszej dekady czerwca, czyli trwa około 9 miesięcy (ryc. 3). Najniższa temperatura obserwowana jest na przełomie lutego

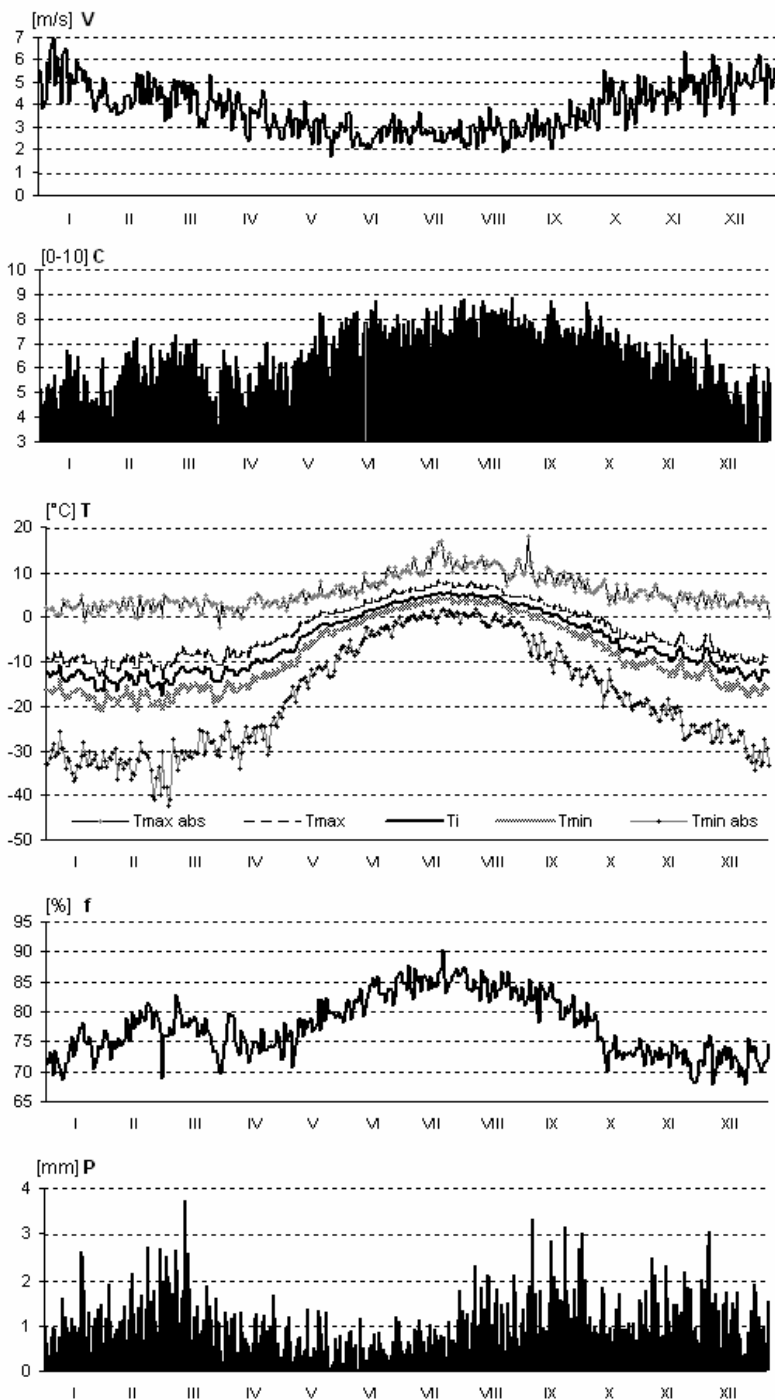
i marca. Okres ten jest wyraźnie dobrze widoczny na wykresie T_{min} abs. W latach 1975–2000 najniższa temperatura powietrza (–42.2°C) wystąpiła 3 marca 1986 r. Od początku grudnia do końca drugiej dekady kwietnia średnie wieloletnie temperatury dobowe są w miarę wyrównane i zawsze niższe od –10°C. T_{min} abs są z reguły niższe od –30°C, a T_{max} abs wyższe od 0°C. W tym czasie największa jest także zmienność z dnia na dzień wszystkich analizowanych parametrów temperatury powietrza (ryc. 2). Wraz ze znaczącym wzrostem wysokości Słońca nad horyzontem i nastaniem dnia polarnego (od 18.04) temperatura powietrza szybko rośnie, a jej zmienność stopniowo maleje. Najwyższe średnie wieloletnie T_i w cyklu rocznym występują w drugiej połowie lipca. W tym czasie najczęściej obserwowane są również najwyższe T_{max} abs, jednak najwyższą temperaturę powietrza (18.3°C) w Ny Ålesund w badanym 26-leciu zaobserwowano 31.08.1997 r.

Tabela 1 – Table 1

Warunki klimatyczne w Ny Ålesund (NA) i ich porównanie ze Svalbard-Lufthavn (NA-SL*)
i Hornsundem (NA-H**), 1975–2000
Climatic conditions at Ny Ålesund (NA) in comparison with those at Svalbard-Lufthavn (NA-SL*)
and Hornsund (NA-H**), 1975–2000

| Element | Stacja Station | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I–XII |
|------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| V [m/s] | NA*** | 5.1 | 4.3 | 4.2 | 3.5 | 2.9 | 2.7 | 2.7 | 2.8 | 3.2 | 4.2 | 4.7 | 4.9 | 3.8 |
| | NA-SL | -0.7 | -1.0 | -0.6 | -0.6 | -1.1 | -1.6 | -2.2 | -1.4 | -1.0 | -1.1 | -1.2 | -1.1 | -1.2 |
| | NA-H | -1.8 | -2.7 | -2.7 | -2.5 | -1.7 | -1.0 | -1.3 | -1.3 | -1.2 | -1.2 | -1.3 | -1.5 | -1.7 |
| C [0–10] | NA | 5.2 | 5.7 | 6.0 | 5.7 | 6.5 | 7.7 | 7.8 | 8.0 | 7.6 | 7.1 | 6.2 | 5.2 | 6.6 |
| | NA-SL | -0.4 | -0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | -0.1 | -0.1 | -0.2 | -0.5 | 0.0 |
| | NA-H | -1.1 | -0.9 | -0.6 | -0.8 | -0.8 | -0.3 | -0.2 | 0.0 | -0.5 | -0.2 | -0.7 | -0.8 | -0.6 |
| T _{max} abs [°C] | NA | 5.1 | 4.7 | 5.0 | 5.5 | 8.0 | 11.2 | 17.3 | 18.3 | 12.3 | 8.6 | 7.4 | 5.8 | 18.3 |
| | NA-SL | -1.6 | -1.2 | -1.3 | 0.0 | -2.6 | -3.1 | -4.0 | 0.2 | -2.9 | -0.3 | 0.8 | -1.4 | -3.0 |
| | NA-H | 0.6 | 1.3 | 1.8 | 1.4 | 2.4 | -0.1 | 3.9 | 6.3 | 1.9 | 1.0 | 2.7 | 1.4 | 4.9 |
| T _{max} [°C] | NA | -10.0 | -10.1 | -9.0 | -6.7 | -0.6 | 3.8 | 7.0 | 6.1 | 2.2 | -2.9 | -5.5 | -8.8 | -2.9 |
| | NA-SL | 0.8 | 1.1 | 0.7 | 0.8 | 0.5 | -0.8 | -1.9 | -1.2 | -0.6 | -0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.0 |
| | NA-H | -1.3 | -1.6 | -1.7 | -0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.2 | -0.8 | -1.4 | -1.0 | -0.9 | -0.7 |
| T _i [°C] | NA | -13.5 | -14.2 | -12.8 | -10.4 | -3.5 | 1.7 | 4.9 | 4.0 | 0.0 | -5.6 | -8.5 | -12.1 | -5.8 |
| | NA-SL | 1.2 | 1.2 | 0.8 | 0.9 | 0.2 | -0.6 | -1.3 | -1.0 | -0.6 | -0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.1 |
| | NA-H | -1.7 | -2.5 | -2.4 | -1.3 | -0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.1 | -1.2 | -2.0 | -1.5 | -1.2 | -1.1 |
| T _{min} [°C] | NA | -17.6 | -18.3 | -16.8 | -14.2 | -6.0 | 0.3 | 3.4 | 2.6 | -2.0 | -8.4 | -11.9 | -15.7 | -8.7 |
| | NA-SL | 1.0 | 1.1 | 0.7 | 0.8 | -0.4 | -0.5 | -1.1 | -0.9 | -0.9 | -0.7 | 0.0 | 0.1 | -0.1 |
| | NA-H | -2.4 | -3.3 | -3.3 | -1.9 | -0.5 | 0.3 | 1.0 | 0.4 | -1.5 | -2.6 | -2.1 | -1.8 | -1.5 |
| T _{min} abs [°C] | NA | -36.6 | -41.1 | -42.2 | -34.0 | -19.1 | -8.5 | -1.4 | -5.5 | -15.0 | -20.6 | -27.2 | -34.3 | -42.2 |
| | NA-SL | 2.2 | 2.6 | 4.1 | 5.1 | 2.6 | -0.1 | -0.7 | -1.6 | -2.4 | 0.2 | 6.0 | 1.3 | 4.1 |
| | NA-H | -0.7 | -7.5 | -8.0 | -3.3 | 0.4 | -1.1 | -0.4 | -0.6 | -3.8 | 0.2 | 1.7 | -2.2 | -6.3 |
| f [%] | NA | 73.3 | 77.3 | 76.6 | 75.0 | 78.1 | 83.1 | 85.6 | 83.8 | 81.2 | 74.4 | 72.2 | 72.1 | 77.7 |
| | NA-SL | 0.1 | 3.3 | 3.0 | 3.0 | 5.3 | 10.7 | 11.2 | 8.6 | 6.4 | 2.1 | 0.0 | 0.2 | 4.5 |
| | NA-H | -3.4 | -1.2 | -1.3 | -1.8 | -0.8 | 0.4 | -0.5 | -1.4 | -1.7 | -1.6 | -3.8 | -2.8 | -1.6 |
| P [mm] | NA | 31.9 | 37.3 | 45.9 | 26.0 | 18.3 | 17.3 | 24.7 | 39.4 | 49.3 | 32.3 | 40.2 | 37.4 | 400.0 |
| | NA-SL | 17.7 | 18.2 | 25.2 | 14.7 | 11.4 | 7.4 | 9.8 | 13.6 | 26.8 | 19.5 | 23.0 | 19.8 | 207.1 |
| | NA-H | 2.2 | 9.1 | 15.3 | 3.3 | -1.4 | -16.2 | -15.6 | -12.4 | -15.0 | -12.3 | 5.0 | 5.9 | -32.1 |

Objaśnienia – Explanations: SL* – 1976–2000; H** – 1979–2000; NA*** – 1981–2000; V – prędkość wiatru – wind velocity; C – zachmurzenie – cloudiness; T_{max} abs – absolutna temperatura maksymalna – absolute maximum temperature; T_{max} – temperatura maksymalna – maximum temperature; T_i – średnia dobowa temperatura powietrza – mean daily air temperature; T_{min} – temperatura minimalna – minimum temperature; T_{min} abs – absolutna temperatura minimalna – absolute minimum temperature; f – wilgotność względna – relative humidity; P – suma opadu atmosferycznego – sums of atmospheric precipitation



Ryc. 2. Średnie przebiegi roczne wybranych elementów meteorologicznych w Ny Ålesund w okresie 1975–2000 wg wartości dobowych. Objasnienia użytych skrótów jak w tabeli 1

Fig. 2. Mean annual courses of chosen meteorological elements at Ny Ålesund based on daily values, 1975–2000. Explanations of the acronyms used are the same as in Table 1

Niskie temperatury powietrza występujące w północnej części Ziemi Oskara II powodują, że wilgotność względna (f) jest tu wysoka. Średnio najwyższa jest ona w lipcu (85.6%), a najniższa w grudniu (72.1%) przy średniej rocznej równej 77.7% (tab. 1). Oprócz wyraźnego maksimum letniego (znacznie powyżej 80%) daje się zauważyć także drugorzędne maksimum (75–80%) występujące w lutym i marcu (ryc. 2). Dobrze widoczne jest również, oprócz minimum głównego w listopadzie i grudniu, drugorzędne minimum w kwietniu (Araźny 2003).

Duży udział sytuacji cyklonalnych występujących w Arktyce Norweskiej, szczególnie w półroczu zimowym powoduje, iż w tej części Arktyki, w odróżnieniu od jej bardziej kontynentalnych fragmentów, maksimum opadów występuje jesienią i zimą. Ponadto przyczyniają się one także do znacznego wzrostu sum rocznych opadów, które w Ny Ålesund w okresie 1975–2000 wyniosły 400 mm. Analizując tabelę 1 i rycinę 2 widać wyraźnie występowanie 3 maksimów w marcu, wrześniu i listopadzie. Średnie sumy miesięczne opadów w tych miesiącach wyniosły odpowiednio: 45.9, 49.3 i 40.2 mm. Około 2-krotnie niższe opady zanotowano w okresie od kwietnia do lipca, kiedy znacząco rośnie udział sytuacji antycyklonalnych, częstość których w maju jest nawet większa niż sytuacji cyklonalnych (zobacz ryc. 3 w Przybylak 1992b). Średnie sumy opadów dobowych najczęściej nie przekraczają 1 mm. W chłodnym okresie roku (za wyjątkiem wiosny) sumy te są wyższe i często wahają się między 1 a 2 mm. Średnio najwyższa suma opadów (3.7 mm) wystąpiła 12 marca. Absolutnie najwyższa dobową sumą opadów wystąpiła 1.12.1993 r. i wyniosła 57.0 mm.

3. Porównanie klimatu północnej części Ziemi Oskara II z innymi obszarami zachodniego wybrzeża Spitsbergenu

Kierunki wiatru na zachodnim wybrzeżu Spitsbergenu są w znacznym stopniu modyfikowane przez lokalną topografię terenu, dlatego w analizowanych tutaj stacjach różnią się dość znacznie od siebie. Szczególnie wyraźnie widoczne jest to latem. W latach 1975–1989, w chłodnym okresie roku, stwierdzono podobną częstość kierunków wiatru w Ny Ålesund i Svalbard-Lufthavn, gdzie dominują wiatry z kierunku SE, a potem E (Hanssen-Bauer i in. 1990). W Hornsundzie układ jest odwrotny. Na stacji tej w latach 1978–1995 najczęstsze były wiatry wschodnie (ok. 30–35%), a potem południowo-wschodnie (ok. 15%) – zobacz ryc. 2 w pracy Kierzkowskiego (1996). Średnia prędkość wiatru w Ny Ålesund (3.8 m/s) jest wyraźnie mniejsza niż w Svalbard-Lufthavn (4.9 m/s) i w Hornsundzie (5.4 m/s) – patrz tab. 1. Jak wykazali Przybylak i współautorzy (2004) na podstawie danych z Kaffiöyry, w przypadku charakterystyki wiatru stacja Ny-Ålesund nie jest reprezentatywna dla Ziemi Oskara II. Największe różnice między stacjami wystąpiły w lecie (Svalbard-Lufthavn) i wiosną (Hornsund).

Pod względem wielkości zachmurzenia nie stwierdzono większych różnic między stacjami Ny Ålesund i Svalbard-Lufthavn. Zachmurzenie w północnej części Ziemi Oskara II jest nieco większe w lecie, a mniejsze w zimie, natomiast średnie roczne wartości są takie same. Południowa część Spitsbergenu we wszystkich porach roku i miesiącach (z wyjątkiem sierpnia) posiadała w okresie 1975–2000 wyższe zachmurzenie (średnio rocznie o 0.6) – tab. 1. Największe różnice wystąpiły w zimie, a najmniejsze w lecie.

Temperatura powietrza w Ny Ålesund jest nieznacznie wyższa (o 0.1°C) niż w Svalbard-Lufthavn i dużo niższa (o 1.1°C) niż w Hornsundzie (tab. 1). W przebiegu rocznym zaznaczają się jednak duże różnice. W porównaniu z centralną częścią zachodniego wybrzeża, północna część Ziemi Oskara II jest wyraźnie cieplejsza w zimie (średnio o 1.0°C), a chłodniejsza w lecie (też o 1.0°C). Odwrotny układ zaznacza się w odniesieniu do południowej części Spitsbergenu. W Ny Ålesund jest cieplej w lecie (średnio o 0.6°C), a chłodniej w pozostałych porach roku, szczególnie w zimie (o 1.9°C). Bezwzględne wartości temperatur

ekstremalnych (Tmax abs i Tmin abs) były odpowiednio największe/najmniejsze w centralnej/południowej (najwyższy/najniższy stopień kontynentalizmu klimatu) części Spitsbergenu (tab. 1).

Jak wynika z tabeli 1, zmiany wilgotności względnej na zachodnim wybrzeżu Spitsbergenu są niewielkie. Najwyższe jej wartości występują na południu i na północy (różnice w średnich miesięcznych nie przekraczają jednak 4%, a od maja do lipca nawet 1%). Zgodnie z oczekiwaniem, najmniejsza wilgotność względna notowana jest w centralnej części zachodniego wybrzeża Spitsbergenu. Szczególnie dobrze widoczne jest to w lecie, kiedy średnio wilgotność względna jest tam o 10% mniejsza niż w Ny Ålesund.

Północna część Ziemi Oskara II i południowy fragment zachodniego wybrzeża Spitsbergenu są uprzywilejowane pod względem wysokości opadów. Większe sumy roczne obserwowane na południu wiążą się z znacznie obfitszymi opadami występującymi tam w okresie od czerwca do października. W pozostałym okresie roku (z wykluczeniem jeszcze maja) są one wyższe w Ny Ålesund. Na obydwu wymienionych obszarach opady są około 2-krotnie wyższe niż w centralnej części Spitsbergenu (tab. 1), gdzie w chłodnym okresie roku ograniczony jest napływ wilgotnych mas powietrza z sektora południowego w ramach intensywnej o tej porze roku działalności cyklonalnej.

4. Bioklimat północnej części Ziemi Oskara II

Charakterystyki warunków bioklimatycznych północnej części Ziemi Oskara II z innymi obszarami zachodniego wybrzeża Spitsbergenu dokonano na podstawie średnich dobowych danych meteorologicznych za okres 1975–2000. W niniejszym opracowaniu przeanalizowano wybrane wskaźniki biometeorologiczne (tab. 2): niedosyt fizjologiczny (D), wielkość ochładzającą powietrza (H), wskaźnik ochładzania wiatrem (WCI), temperaturę ochładzania wiatrem (WCT) oraz przewidywaną izolacyjność odzieży (Iclp).

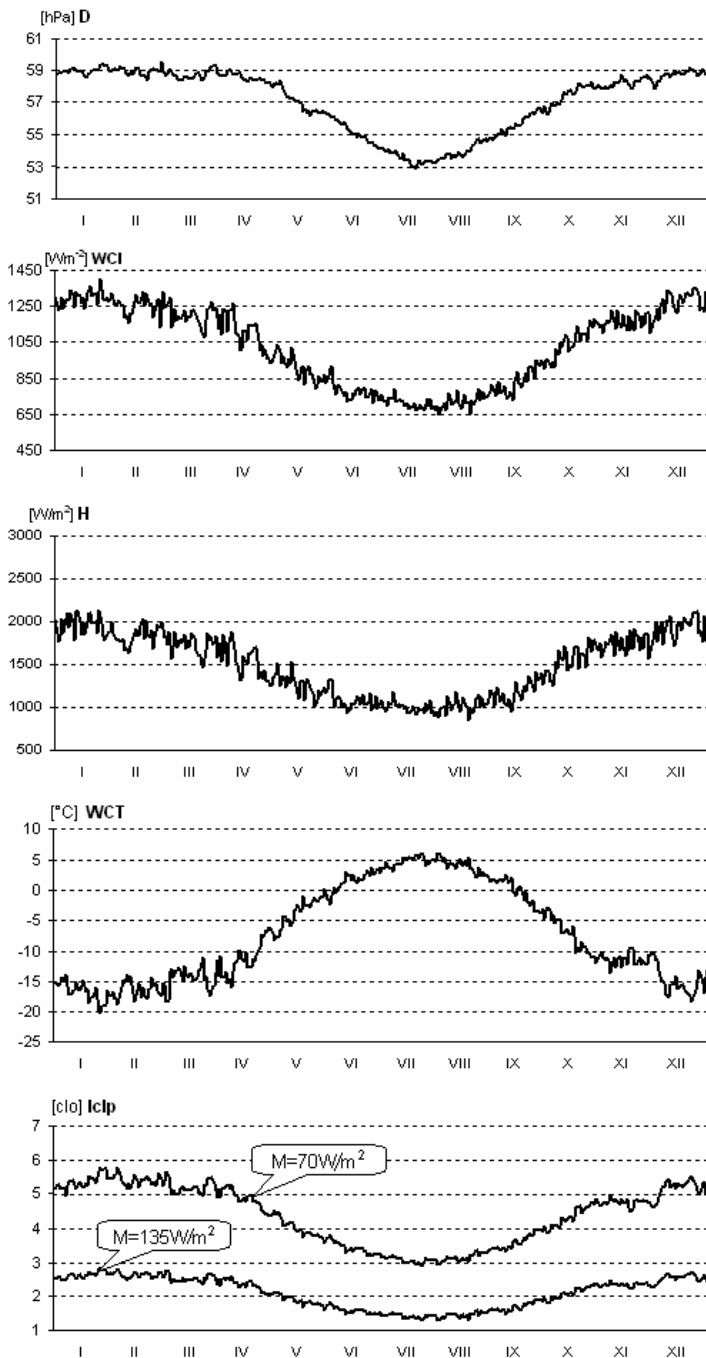
Tabela 2 – Table 2

Warunki bioklimatyczne w Ny Ålesund (NA) i ich porównanie ze Svalbard Lufthavn (NA–SL*) i Hornsundem (NA–H**). 1975–2000

Bioclimatological conditions at Ny Ålesund (NA) and in comparison with those at Svalbard Lufthavn (NA–SL*) and Hornsund (NA–H**). 1975–2000

| Element | Stacja Station | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I–XII |
|----------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| D [hPa] | NA | 59.0 | 58.9 | 58.8 | 58.6 | 57.0 | 55.1 | 53.5 | 54.0 | 55.8 | 57.6 | 58.2 | 58.8 | 57.1 |
| | NA–SL | -0.1 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.3 | -0.5 | -0.4 | -0.2 | -0.2 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.2 |
| | NA–H | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | -0.1 | -0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.3 |
| H [W/m ²] | NA*** | 1964.4 | 1829.2 | 1751.8 | 1556.6 | 1257.5 | 1080.3 | 995.0 | 1032.1 | 1202.6 | 1581.9 | 1764.8 | 1937.5 | 1496.1 |
| | NA–SL | -243.8 | -254.7 | -182.2 | -187.4 | -232.5 | -258.1 | -258.0 | -191.7 | -170.8 | -210.2 | -264.8 | -246.8 | -225.1 |
| | NA–H | -308.2 | -457.8 | -483.0 | -469.0 | -323.1 | -176.8 | -192.8 | -184.3 | -147.5 | -106.3 | -180.3 | -223.0 | -271.0 |
| WCI [W/m ²] | NA*** | 1297.9 | 1257.4 | 1205.6 | 1102.9 | 906.1 | 777.6 | 708.5 | 730.7 | 844.2 | 1065.2 | 1169.8 | 1275.8 | 1028.5 |
| | NA–SL | -114.9 | -115.3 | -88.0 | -93.4 | -101.9 | -94.9 | -77.0 | -61.2 | -61.8 | -75.8 | -104.7 | -103.8 | -91.1 |
| | NA–H | -90.0 | -132.7 | -149.1 | -164.9 | -125.1 | -71.3 | -75.8 | -70.4 | -40.0 | -8.3 | -45.3 | -64.0 | -86.4 |
| WCT [°C] | NA*** | -16.6 | -16.4 | -14.6 | -11.4 | -3.7 | 1.7 | 4.8 | 3.9 | -0.5 | -7.9 | -11.4 | -15.4 | -7.3 |
| | NA–SL | 2.8 | 2.9 | 2.3 | 2.6 | 2.0 | 0.9 | -0.1 | 0.0 | 0.5 | 0.8 | 1.7 | 2.0 | 1.5 |
| | NA–H | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 1.8 | 1.9 | 1.2 | 1.4 | 1.1 | -0.3 | -1.4 | -0.5 | 0.1 | 0.5 |
| Iclp [clo] | NA*** | 5.35 | 5.40 | 5.22 | 4.89 | 4.04 | 3.43 | 3.08 | 3.18 | 3.66 | 4.42 | 4.78 | 5.21 | 4.39 |
| | NA–SL | -0.23 | -0.23 | -0.18 | -0.21 | -0.15 | -0.05 | 0.05 | 0.03 | -0.01 | -0.02 | -0.11 | -0.13 | -0.10 |
| | NA–H | 0.10 | 0.17 | 0.14 | -0.01 | -0.11 | -0.09 | -0.13 | -0.09 | 0.08 | 0.20 | 0.12 | 0.08 | 0.04 |

Objaśnienia – Explanations: SL* (1976–2000). H** (1979–2000). NA*** (1981–2000). D – niedosyt fizjologiczny – physiological deficit; H – wielkość ochładzająca powietrza – cooling power; WCI – wskaźnik ochładzania wiatrem – wind chill index; WCT – temperatura ochładzania wiatrem – wind chill temperature; Iclp – przewidywana izolacyjność odzieży – predicted insulation of clothing (Metabolizm – Metabolism = 70 W/m²)



Rys. 3. Średnie przebiegi roczne wybranych wskaźników biometeorologicznych w Ny Ålesund w okresie 1975–2000 wg wartości dobowych. Objaśnienia użytych skrótów jak w tabeli 2

Fig. 3. Mean annual courses of chosen biometeorological indices at Ny Ålesund based on daily values, 1975–2000. Explanations of the acronyms used are the same as in Table 2

Niedosyt fizjologiczny (D) jest wskaźnikiem wielkości parowania z płuc i górnych dróg oddechowych. D obliczany jest jako różnica między ciśnieniem pary wodnej nasyconej w temperaturze 36.5°C i aktualnym ciśnieniem pary wodnej (Kozłowska-Szczęśna i in. 1997). Wartościom D przypisuje się następujące stopnie odczucia wilgotności: parno (< 45 hPa), przyjemnie, komfort (45–53 hPa), sucho (> 53 hPa).

W rocznym przebiegu średnich dobowych D w Ny Ålesund (ryc. 3), notowane są wysokie wartości parowania wody z górnych dróg oddechowych człowieka. W ciągu całego roku praktycznie występują jedynie odczucia wilgotności „sucho”. Tylko w lipcu sporadycznie notowano dni z „komfortem”.

Wielkość ochładzająca powietrza (H) określa wielkość utraty ciepła z powierzchni ciała w jednostce czasu. W niniejszym opracowaniu analizowano ochładzanie suche, które jest wskaźnikiem przydatnym do oceny odczuć ciepłych ludzi w ruchu, ubranych stosownie do pory roku. Wielkość ochładzająca powietrza została obliczona z równania empirycznego Hilla (Kozłowska-Szczęśna i in. 1997):

$$H = (36.5 - t) \cdot (0.20 + 0.4 \cdot v^{0.5}) \cdot 41.868, \text{ gdy } v \leq 1 \text{ m/s}$$

$$H = (36.5 - t) \cdot (0.13 + 0.47 \cdot v^{0.5}) \cdot 41.868, \text{ gdy } v > 1 \text{ m/s}$$

gdzie: t – temperatura powietrza (°C), v – prędkość wiatru (m/s).

Obliczone wartości H przedstawiono w postaci rozkładu ich częstości w skali odczucia ciepłego Petroviča i Kacvinsky'ego (Kozłowska-Szczęśna i in. 1997). Skala ta przedstawia się następująco: nieznośnie zimno i wietrznie (>2100.1 W/m²), bardzo zimno (1680.1–2100.0 W/m²), zimno (1260.1–1680.0 W/m²), chłodno (840.1–1260.0 W/m²), przyjemnie chłodno (630.1–840.0 W/m²), łagodnie (420.1–630.0 W/m²), gorąco (210.1–420.0 W/m²), upalnie (≤ 210.0 W/m²).

W Ny Ålesund wieloletnie średnie miesięczne wartości H są najwyższe w okresie od listopada do marca, co jest wynikiem jednoczesnego działania silnego wiatru i niskiej temperatury powietrza. W okresie tym notuje się odczucia ciepłe określane jako „bardzo zimno”. Na Ziemi Oskara II najlepsze odczucia ciepłe w skali Petroviča i Kacvinsky'ego stwierdzono w okresie od maja do września, kiedy to dominowały odczucia „chłodno”.

Warunki biotermiczne na Ziemi Oskara II oraz na zachodnim wybrzeżu Spitsbergenu oceniono między innymi za pomocą wskaźnika ochładzania wiatrem (WCI), przy założeniu, że człowiek jest ubrany w ciężką arktyczną odzież zimową o termoizolacyjności 4.0 clo (Siple, Passel 1945):

$$WCI = (10 \cdot v^{0.5} + 10.45 - v) \cdot (33.0 - t) \cdot 1.163,$$

gdzie: t – temperatura powietrza (°C), v – prędkość wiatru (m/s).

Poszczególnym wartościom WCI odpowiadają następujące odczucia ciepłe jakich doświadcza człowiek w określonym środowisku atmosferycznym (Kozłowska-Szczęśna i in. 1997): skrajnie gorąco (≤ 58.2 W/m²), gorąco (58.3–116.3 W/m²), zbyt ciepło (116.4–232.6 W/m²), komfortowo (232.7–581.5 W/m²), chłodno (581.6–930.4 W/m²), zimno (930.5–1628.2 W/m²), mroźno (1628.3–2326.0 W/m²), skrajnie mroźno (>2326.0 W/m²).

W Ny Ålesund, wg średnich miesięcznych wartości, najlepsze odczucia ciepłe określane jako „chłodno” występowały w okresie od maja do września. Natomiast w pozostałej części roku występowały odczucia „zimno”. Średnio w roku notuje się około 10 dni z możliwością odmrożeń (WCI powyżej 1628.3 W/m²). Okres od maja do października jest wolny od tego typu zagrożeń.

Do zbadania odczuć zimna i oceny stopnia zagrożenia organizmu człowieka odmrożeniem na Spitsbergenie wykorzystano również temperaturę ochładzania wiatrem. Wskaźnik WCT wyliczono według wzoru (Nelson i in. 2002, Environment Canada – www.msc.ec.gc.ca):

$$WCT = 13.12 + 0.6215 \cdot t - 11.37 \cdot (1.5 \cdot v)^{0.16} + 0.3965 \cdot t \cdot (1.5 \cdot v)^{0.16}$$

gdzie: t - temperatura powietrza (°C), v - prędkość wiatru (m/s). Na podstawie wartości WCT stosowana jest skala zagrożenia warunkami meteorologicznymi przedstawiona w tabeli 3.

Tabela 3 – Table 3

Skala zagrożenia warunkami meteorologicznymi według WCT
Degree of hazard posed by meteorological conditions according to WCT

| WCT (°C) | Opis Description | Zagrożenia Hazards | Sposób przeciwdziałania What to do |
|---|---------------------------|--|---|
| od 0 do -10 from 0 to -10 | niewielka small | Nieznaczny wzrost dyskomfortu Slight increase in discomfort | Ciepłe ubranie Dress warmly |
| od mniej niż -10 do -25 less than -10 to -25 | Umiarkowana moderate | Dyskomfort w przypadku długotrwałego pobytu w terenie otwartym bez odpowiedniej odzieży możliwe wychłodzenia Uncomfortable; risk of hypothermia if outside for long periods without adequate protection | Ciepłe, wielowarstwowe ubranie oraz nakrycie głowy. Konieczny ruch Dress in layers of warm clothing and wear a hat. Keep active |
| od mniej niż -25 do -45 less than -25 to -45 | Znaczna significant | Możliwość odmrożenia odsłoniętych części ciała. Wychłodzenie możliwe podczas długotrwałego pobytu w terenie otwartym bez odpowiednich zabezpieczeń Risk of skin freezing (frostbite). Risk of hypothermia if outside for long periods without adequate protection | Ciepłe, wielowarstwowe ubranie i nakrycie głowy oraz osłonięcie twarzy od wiatru. Konieczny ruch Dress in layers of warm clothing. Cover exposed skin: wear a hat and face mask. Keep active |
| od mniej niż -45 do -60 less than -45 to -60 | Duża great | Nieosłonięta skóra ulega odmrożeniu już po kilku minutach. Znaczne niebezpieczeństwo wychłodzenia organizmu Exposed skin may freeze in minutes. Risk of hypothermia if outside for long periods without adequate protection | Bardzo ciepłe, wielowarstwowe ubranie i nakrycie głowy oraz osłonięcie twarzy. Ograniczenie pobytu w terenie otwartym Dress very warmly in layers of clothing. Cover all exposed skin: wear a hat and neck tube or face mask. Be ready to cut short or cancel outdoor activities |
| od mniej niż -60 less than -60 and colder | bardzo duża very great | Niebezpieczeństwo dla zdrowia i życia. Nieosłonięta skóra ulega odmrożeniu już po 2 minutach Danger! Outdoor conditions are hazardous. High risk: exposed skin can freeze in less than 2 minutes | Należy pozostać w domu Stay indoors |

(www.msc.ec.gc.ca, Błażejczyk 2004)

W przebiegu rocznym na stacji Ny Ålesund, najgorsze odczucia dla organizmu, według średnich miesięcznych wartości WCT, występowały w okresie od listopada do kwietnia. W okresie tym notowano wartości poniżej -10°C WCT, czyli z umiarkowanym odczuciem zimna. W maju, wrześniu i październiku pojawiały się niewielkie odczucia zimna. Natomiast w miesiącach letnich, w lipcu i sierpniu, nie występowało odczucie zimna (powyżej 0°C WCT).

Disponując temperaturą powietrza i prędkością wiatru obliczono również przewidywaną izolacyjność odzieży (Iclp) wg Burtona i Edholma (1955):

$$Iclp = 0.082 \cdot [91.4 - (1.8 \cdot t + 32)] / 0.01724 \cdot M - 1 / (0.61 + 1.9 \cdot v^{0.5}),$$

gdzie: t – temperatura powietrza w °C, v – prędkość wiatru w m/s, M – metabolizm w W/m². Do obliczenia wartości Iclp przyjęto 70 W/m² dla człowieka stojącego oraz 135 W/m² dla człowieka poruszającego się

z prędkością 4 km/godz. Następnie określono (w danych warunkach meteorologicznych) przewidywaną izolacyjność odzieży w clo, gdzie 1clo odpowiada oporowi cieplnemu równemu $0.155 \text{ K} \cdot \text{m}^2/\text{W}^2$ (ISO/DIS 9920).

Wartościom Iclp można przypisać następującą ocenę warunków termicznych: bardzo ciepłe (< 0.30 clo), ciepłe (0.31 – 0.80 clo), neutralne (0.81 – 1.20 clo), chłodne (1.21 – 2.00 clo), zimne (2.01 – 3.00 clo), bardzo zimne (3.01 – 4.00 clo), arktyczne (> 4.00 clo).

W Ny Ålesund z punktu widzenia zapotrzebowania na odzież o optymalnych właściwościach termoz izolacyjnych dla człowieka stojącego, niezbędna jest odzież o wysokich właściwościach ciepłochronnych w okresie od października do maja. Dla człowieka stojącego niezbędna jest wówczas odzież ciężka (arktyczna) powyżej 4 clo. W pozostałej części roku dla człowieka (przy małym wysiłku fizycznym) nieodzowna jest zwykła odzież zimowa, gdy panują warunki środowiska termicznego określane jako „bardzo zimne”.

Natomiast dla człowieka poruszającego się z prędkością 4 km/godz., niezbędna jest odzież sezonów przejściowych z podwyższoną termoz izolacyjnością (2.5–3.0 clo) w okresie od grudnia do marca. W pozostałej części roku w Ny Ålesund, występują warunki środowiska atmosferycznego „chłodnego” i „zimnego”. Wystarczy wówczas zwykła odzież sezonów przejściowych, a w lipcu i sierpniu potrzeba jedynie zwykłej odzieży letniej z dodatkami podwyższającymi jej ciepłochronność.

5. Porównanie bioklimatu północnej części Ziemi Oskara II z innymi obszarami zachodniego wybrzeża Spitsbergenu

Rozkład przestrzenny wartości niedosytu fizjologicznego na całym zachodnim wybrzeżu Spitsbergenu wskazuje na wysokie wielkości parowania wody z górnych dróg oddechowych człowieka. Najwyższe wartości D obserwowano we wszystkich stacjach w miesiącach od grudnia do kwietnia (>58 hPa). Wyraźnie najczęściej odczucia „sucho” notowano na stacji Svalbard Lufthavn, położonej w głębi Spitsbergenu, która charakteryzuje się największym stopniem kontynentalizmu klimatu. W okresie letnim również zaznacza się uczucie „sucho”, które w lipcu i sierpniu osiąga prawie stan „komfortu” w 3 analizowanych stacjach.

Analizując wielkość ochładzającą powietrza H, która jest wskaźnikiem przydatnym w ocenie odczuć ciepłych ludzi uprawiających zajęcia ruchowe na wolnym powietrzu, stwierdzono znaczne różnice między poszczególnymi rejonami zachodniego Spitsbergenu. Średnia liczba dni w roku z komfortem termicznym dla człowieka (określonym wartościami H od 420.1 do 840.0 W/m²) wahała się od 11 w Svalbard Lufthavn i 18 w Hornsundzie do 42 w Ny Ålesund. Natomiast dni z dyskomfortem zimnym (H > 1260.1 W/m²) były najczęstsze w centralnej (277) oraz południowej części Spitsbergenu (271), a najmniej notowano ich na północy Spitsbergenu (217). Dni z dyskomfortem zimnym występowały w ciągu całego roku, a w okresie od listopada do marca stanowiły one ponad 90% wszystkich dni.

Do oceny odczuć ciepłych w klimacie polarnym często stosowany jest wskaźnik ochładzania wiatrem. W przebiegu rocznym WCI (wg średnich wartości miesięcznych) najlepsze odczucia, określane jako „chłodno” występowały w okresie od czerwca do września, a tylko w Ny Ålesund okres ten jest dłuższy o maj. W pozostałych miesiącach na całym obszarze odczuwano „zimno”. Dla porównania w centrum Grenlandii czy na Antarktydzie straty ciepła mogą być 1.5–2 razy większe (Cena i in. 1971, Gregorcuk 1978). W dniach z wartościami WCI powyżej 1628.3 W/m² istnieje niebezpieczeństwo odmrożeń nieosłoniętych części ciała wystawionych na działanie zimnego powietrza. Dni z możliwością odmrożeń notowano średnio w roku od około 10 w Ny Ålesund do około 25 dni w Svalbard Lufthavn i Hornsundzie. Okres od maja do października jest praktycznie wolny od tego typu zagrożeń dla człowieka.

W przebiegu rocznym WCT (wg średnich miesięcznych), na całym zachodnim wybrzeżu Spitsbergenu, w okresie od listopada do kwietnia notowano wartości poniżej -10°C WCT, czyli z umiarkowanym odczuciem zimna. Na analizowanym obszarze w miesiącach letnich – lipcu i sierpniu – nie występuje odczucie zimna (powyżej 0°C WCT). Dni ze znacznym odczuciem zimna (od mniej niż -25 do -45°C WCT) stwarzają zagrożenie wystąpienia odmrożeń odsłoniętych części ciała (po upływie około 10–30 minut). W ciągu roku liczba takich dni wynosiła od 4–6% dni w części północnej i południowej Spitsbergenu do 9% dni w centralnej części wyspy.

Do oceny bioklimatu Spitsbergenu z punktu widzenia zapotrzebowania na odzież gwarantującą komfort cieplny posłużono się wskaźnikiem przewidywanej izolacyjności odzieży dla człowieka stojącego i poruszającego się z prędkością 4 km/godz. Średnie roczne wartości wskaźnika Iclp (dla człowieka stojącego) wahały się na badanym obszarze od 4.35 clo w Hornsundzie do około 4.49 clo na stacji Svalbard Lufthavn. Natomiast dla człowieka poruszającego się w tym terenie z prędkością 4 km/godz., do utrzymania komfortu termicznego wystarczy odzież o dwukrotnie mniejszej termoizolacyjności (ryc. 3). Wynika to z faktu, iż metabolicznie wytwarzane ciepło przy tej aktywności ruchowej wzrasta do 135 W/m^2 , czyli o około 100% w porównaniu z ilością ciepła produkowaną przez człowieka w pozycji stojącej.

6. Wnioski końcowe

1. Klimat i bioklimat tundry północnej części Ziemi Oskara II różni się znacząco od klimatu i bioklimatu pozostałych części (centralnej i południowej) zachodniego wybrzeża Spitsbergenu w przypadku niektórych elementów meteorologicznych (np. prędkości wiatru) i wskaźników biometeorologicznych (np. wielkości ochładzającej powietrza).

2. Przeprowadzona analiza wykazała, iż położenie topograficzne stacji Ny Ålesund, przyczynia się do znacznego zmniejszenia prędkości wiatru w porównaniu z innymi obszarami zachodniego wybrzeża Spitsbergenu (w tym także do znacznie częstszego występowania ciszy). W efekcie warunki bioklimatyczne są tu wyraźnie łagodniejsze dla ludzi pracujących i uprawiających turystykę.

3. Stwierdzone różnice pomiędzy średnimi wartościami miesięcznymi i rocznymi analizowanych elementów meteorologicznych i wskaźników biometeorologicznych na zachodnim wybrzeżu Spitsbergenu znacznie zmieniają się (łącznie ze zmianą znaku) w cyklu rocznym, a szczególnie duże są one w miesiącach letnich i zimowych. Dlatego też porównywanie tylko średnich rocznych charakterystyk często może dawać niewystarczająco dokładne wyniki. Podobnie nie można generalizować wyników uzyskanych na podstawie danych z jakiegoś sezonu (szczególnie lata lub zimy) dla pozostałych okresów roku, a także całego roku.

Literatura

- Arażny A., 2003, Przebieg roczny wilgotności względnej w Arktyce Norweskiej. *Problemy Klimatologii Polarnej* 13, Gdynia: 107–115.
- Arażny A., 2004, Bioklimat Arktyki Norweskiej i jego zmienność w okresie 1971–2000. Maszynopis rozprawy doktorskiej wykonanej w Zakładzie Klimatologii UMK, Toruń.
- Błażejczyk K., 2004, Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce. *Prace Geograficzne* 192, Wyd. IGI PAN: 291 s.
- Burton A.C., Edholm O.G., 1955, *Man in a cold environment*. E. Arnold Publ., London.
- Cena M., Gregorczyk M., Cena K., 1971, *Zarys bioklimatów kuli ziemskiej*. Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, Seria B, nr 165, Wrocław.
- Forland E. J., Hanssen-Bauer I., Nordli P. O., 1997, Climate statistic and longterm series of temperature and precipitation at Svalbard and Jan Mayen. *DNMI Report*, 21/97, Klima, Oslo: 72 s.

- Gluza A., Siłuch M., Siwek K., 2004, Porównanie wybranych elementów meteorologicznych w sezonie letnim między stacjami Hornsund i Calypsoyben (Spitsbergen). *Problemy Klimatologii Polarnej* 13, Gdynia: 183–188.
- Gregorczyk M., 1978, Rozkład ochładzania na obszarze Antarktyki. *Przepl. Geofiz.*, XXIII(XXXI), 1: 45–57.
- Hanssen-Bauer I., Solas M.K., Steffensen E.L., 1990, The climate of Spitsbergen. DNMI Rapport 39/90, Klima: 40 s.
- ISO/DIS 9920, Ergonomics of the thermal environment – Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of clothing ensemble. International Organization of Standardization, Geneva.
- Kamiński A., 1989, Temperatura powietrza na Spitsbergenie Zachodnim i wyspach przyległych w atlantycko-europejskim obszarze Arktyki. *Prace Naukowe UŚ w Katowicach*, nr 1100: 95 s.
- Kejna M., Arażny A., Siwek K., 2000, Spatial differentiation of weather conditions on Spitsbergen in summer season 1999. *Polish Polar Studies, The 27th International Polar Symposium*, Toruń: 191–201.
- Kierzkowski T., 1996, Cechy klimatu lokalnego stacji w Hornsundzie w oparciu o materiał z lat 1978–1995. *Problemy Klimatologii Polarnej* 6, Gdynia: 67–81.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997, Bioklimatologia człowieka. Metody i ich zastosowanie w badaniach bioklimatu Polski. IGI PAN, Monografie 1, Warszawa: 200 s.
- Marciniak K., Przybylak R., 1987, Zróżnicowanie przestrzenne temperatury powietrza w sezonie letnim na zachodnim wybrzeżu Spitsbergenu. *XIV Sympozjum Polarne*, Lublin: 168–173.
- Markin V.A., 1975, Klimat oblasti sovremennogo oledenia, Oledenie Spitsbergena (Svalbarda). Izdatel'stvo Nauka, Moskva: 42–105.
- Nelson C.A., Tew M., Phetteplace G., Schwerdt R., Maarouf A., Osczevski R., Bluestein M., Shaykewich J., Smarsh D., Derby J.C., Petty R.C., Berger M., Quayle R.G., Santee W.R., O'Lenic E., Lupo A.R., Browne K., 2002, Joint development and implementation by the United States and Canada of a new Wind Chill Temperature (WCT) index. *Proceedings of the 16th International Congress on Biometeorology*, Kansas City, USA: 172–176.
- Nordli P.Ø., Førland E.J., Niedźwiedz T., 2000, Wind-chill temperature at Svalbard and Jan Mayen. *Klima*, Report No. 07/00, Det Norske Meteorologiske Institutt, Oslo.
- Pereyma J., 1983, Climatological problems of the Hornsund area, Spitsbergen. *Acta Universitatis Wratislaviensis*, 714: 131 s.
- Przybylak R., 1989, Zróżnicowanie przestrzenne temperatury i wilgotności powietrza w przebiegu rocznym na zachodnim wybrzeżu Spitsbergenu. *XVI Sympozjum Polarne*, Toruń: 161–163.
- Przybylak R., 1992a, Spatial differentiation of air temperature and relative humidity on western coast of Spitsbergen in 1979 – 1983. *Polish Polar Research*, 13, 2: 113–130.
- Przybylak R., 1992b, Stosunki termiczno-wilgotnościowe na tle warunków cyrkulacyjnych w Hornsundzie (Spitsbergen) w okresie 1978–1983. *Dokumentacja Geograficzna*, 2: 105.
- Przybylak R., Marciniak K., 1992, Opady a cyrkulacja atmosferyczna na zachodnim wybrzeżu Spitsbergenu w okresie 1979–1985. *Problemy Klimatologii Polarnej* 2, Gdynia: 85–95.
- Przybylak R., Arażny A., Szczęblewska E., 2004, Klimat tundry w północnej części Ziemi Oskara II (NW Spitsbergen) w okresie 1975–2000. [w:] *Warsztaty Glacjologiczne Spitsbergen 2004; Glacjologia, geomorfologia i sedimentologia środowiska polarnego Spitsbergenu*, A. Kostrzewski, M. Pulina, Z. Zwolinski (red.), CD-ROM - pdf, 1,1 MB
- Siple P. A., Passel C. F., 1945, Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *American Philosophical Society. Proceedings*, 89, 1,;177–199.
- Zawiślak T., 1986, Preliminary characteristic of the bioclimatic conditions of the Spitsbergen west coast. *Acta Universitatis Wratislaviensis, Results of Investigations of the Polish Scientific Spitsbergen Expeditions vol. VI*, 966, Wrocław: 75–85.

Summary

The paper describes the climate and bioclimate of the tundra zone in the northern part of Oscar II Land (the area from Jonsfiorden to Kongsfiorden) from 1975 to 2000. A comparison with the climate and bioclimate of other parts of the west coast of Spitsbergen is also presented. For the analysis, meteorological data from three stations (Ny Ålesund, Svalbard Lufthavn and Hornsund) were used (Fig. 1).

Significant differentiation of climatic conditions on the west coast of Spitsbergen was found (Table 1 and Fig. 2). Wind direction and speed was strongly modified by the local topographic conditions. For this reason, the lowest mean annual wind speed (by 1.2 to 1.7 m/s) of the three analysed stations, was in Ny Ålesund. The degree of cloudiness was similar at Ny Ålesund and Svalbard Lufthavn, while at Hornsund it was greater by about 6%. Mean annual air temperature at Ny Ålesund is slightly higher (by 0.1°C) than at Svalbard Lufthavn and significantly lower (by 1.1°C) than at Hornsund. In the annual course, in comparison with the central part of the west coast, the northern part of Oscar II Land is markedly warmer in winter (on average by 1.0°C) and significantly colder in summer (by 1.0°C). An opposite relationship may be noted when comparison is made with the southern part of Spitsbergen. The greatest values of relative humidity occur in the southern and northern parts of Spitsbergen, while in the central part of the western coast their values are smaller (in particular in summer). Atmospheric precipitation was twice as low in the central part of the western coast of Spitsbergen as it was in its northern and southern parts.

Differences in bioclimatic conditions were found on the west coast of Spitsbergen (Table 2, Fig. 3). To establish their characteristics, a number of biometeorological and thermophysiological indices were used. These enabled the estimation of the sensations of heat in humans standing outdoors in this part of Spitsbergen. Analysis of the physiological deficit (D) values on the west coast of Spitsbergen indicate that water evaporation from the human upper respiratory tract during the whole year is high. The cooling power (H) shows significant differences between different parts of western Spitsbergen. The mean number of days per year with thermal comfort for humans oscillated between 11 at Svalbard Lufthavn and 18 at Hornsund to 42 at Ny Ålesund. On the other hand, days with cold discomfort were most frequent in central (277) and southern (271) parts of Spitsbergen, while in the northern part they rarely occurred (only 217). The best thermal sensations (described as 'cool') according to the wind chill index (WCI) occur from June to September at all stations, and also in May at Ny Ålesund. In the other months conditions described as 'cold' were noted over the entire area. Days with a possibility of frostbite were noted with an annual average frequency of about 10 at Ny Ålesund and 25 at Svalbard Lufthavn and Hornsund. The wind chill temperature (WCT) throughout the west coast of Spitsbergen shows the dominance of moderate sensations of cold from November to April. During the summer months (July and August) sensations of 'cold' did not occur. The insulation predicted index (Iclp) was used to estimate the bioclimate of Spitsbergen from the point of view of an individual's need for clothes to obtain thermal comfort. The index was calculated for a standing man and a man who is walking at a speed of 4km/h. Its values for the standing individual oscillated from 4.35 clo at Hornsund to about 4.49 clo at Svalbard Lufthavn. On the other hand, for the walker, clothes would need half the thermal insulation level to obtain thermal comfort.