

PORÓWNANIE WYBRANYCH ELEMENTÓW METEOROLOGICZNYCH W SEZONIE LETNIM 2011 ROKU MI DZY STACJAMI CALYPSOBYEN I AKSELOYA (W SPITSBERGEN)

COMPARISON OF SOME SELECTED METEOROLOGICAL ELEMENTS OF THE SUMMER
SEASON 2011 BETWEEN CALYPSOBYEN AND AKSELOYA STATIONS (W SPITSBERGEN)

Anna Styszyńska¹, Krzysztof Siwek², Andrzej Gluza²

¹ – Akademia Morska, Katedra Meteorologii i Oceanografii Nautycznej
Sędzickiego 19, 82-374 Gdynia
stysa@am.gdynia.pl

² – Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej
Pracownia Monitoringu Meteorologicznego Zakładu Meteorologii i Klimatologii
Al. Kraśnicka 2 CD, 20-718 Lublin
krzysztof.siwek@umcs.lublin.pl, andrzej.gluza@umcs.lublin.pl

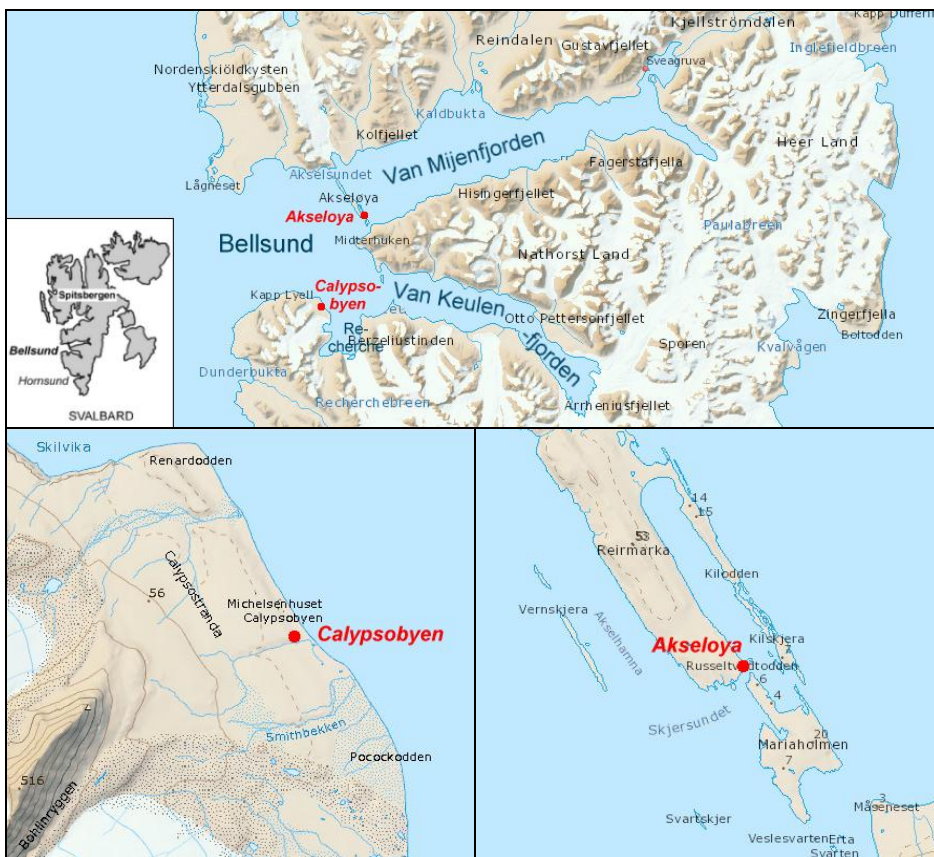
Zarys treści. W pracy przedstawiono zróżnicowanie warunków meteorologicznych jakie występuje latem w rejonie Bellsundu. Analizą objęto okres od 23 czerwca do 1 września 2011 roku. Długość serii pomiarowej wynika z terminu rozpoczęcia i zakończenia Wyprawy UMCS na Spitsbergen. W pracy przeanalizowano zmienność temperatury powietrza oraz kierunku i prędkości wiatru na stacjach Calypsobyen i Akseloya. W badanym czasie na stacji Akseloya dominuje wiatr NE, a subdominuje wiatr z SW, natomiast na stacji Calypsobyen odpowiednio wiatry z ENE i NW. Na obu stacjach średnie prędkości wiatru są zbliżone. Przy wszystkich kierunkach wiatru, poza sektorem SW, temperatura powietrza na stacji Akseloya jest wyższa niż na Calypsobyen. Największe różnice temperatury występują przy wiatrach z ESE (4,3 deg). Występowanie wyraźnego ocieplenia na stacji Akseloya przy wiatrach z sektora E – SSE wiązać należy ze zjawiskami fenowymi.

Słowa kluczowe: temperatura powietrza, wiatr, Akseloya, Calypsobyen, Spitsbergen.

1. Wstęp

Cechy klimatyczne Spitsbergenu kształtowane są w znacznej mierze przez regionalną cyrkulację atmosferyczną. Najsilniejszy wpływ cyrkulacja atmosferyczna wywiera na temperaturę powietrza. Choć zdaniem Niedźwiedzia (1997, 2007, 2013) na Spitsbergenie wpływ poszczególnych typów cyrkulacji na temperaturę najsilniej zaznacza się w okresie zimowym, to jest on, choć słabiej, widoczny również latem. Zdaniem tego autora, w lipcu, na zachodnim wybrzeżu Spitsbergenu, zwłaszcza w Homsundzie, najcieplej jest przy adwekcjach powietrza z E związanych z antycyklonalnymi typami cyrkulacji i SE przy typach SEa oraz SEc. Podobne wyniki uzyskali Gluza i Siwek (2012), którzy analizowali wpływ regionalnej cyrkulacji atmosferycznej na warunki termiczne występujące latem w rejonie Bellsundu – w Calypsobyen.

Latem, poza regionalną cyrkulacją atmosferyczną istotny wpływ na warunki meteorologiczne wywierają również czynniki astronomiczne regulujące dopływ promieniowania słonecznego oraz czynniki wynikające z lokalizacji stacji. Należy do nich charakter rozczłonkowania linii brzegowej w rejonie oraz położenie stacji względem głównych elementów rzeźby terenu. Stąd też w ustroju wiatru występującym na danej stacji, oprócz cech typowych dla większego obszaru, mogą bardzo wyraźnie zaznaczać się wpływy lokalne. Cyrkulacja atmosfery w rejonie Spitsbergenu zdominowana jest przez niżę powstające w pobliżu Islandii i przemieszczające się wzdłuż bruzdy islandzko-karskiej na Morze Barentsa lub przez Cieśninę Frama w głąb Arktyki (Niedźwiedz 2013), co powoduje, że nad Spitsbergenem przeważają wiatry z sektora NE-SE. Takie też kierunki wiatrów winny dominować na poszczególnych stacjach. Ze względu jednak na urozmaiconą orografię zachodniego wybrzeża Spitsbergenu, na zlokalizowanych tam stacjach kierunki wiatru nawiązywać będą do przebiegu fiordów, nad którymi stacje te leżą i przyległych dolin górskich (Przybylak i Maszewski 2012, Styszyńska 2013). W rejonie Stacji Polamej UMCS w Calypsobyen dominować zatem winny wiatry zgodne z przebiegiem Bellsundu i jego fiordów pobocznych Van Mijen, Van Keulen i Recherche (ryc. 1).



Ryc. 1. Położenie stacji meteorologicznych Akseløya i Calypsobyen (według: <http://stadnamn.npolar.no/stadnamn/>)

Fig. 1. Location of the meteorological stations Akseløya and Calypsobyen (after: <http://stadnamn.npolar.no/stadnamn/>).

Bellsund jest fiordem szeroko otwartym na wody Morza Grenlandzkiego (ryc. 1). Szerokość wejścia do fiordu sięga 20 km. Wschodnia część Bellsundu jest szersza i mierząc od Varsolbukty na północy po Malbukę na południu wynosi 27,4 km. Głębokość wcięcia w ląd, poczynając od linii otwartego wybrzeża do Wyspy Aksela (Akseloya), oddzielającej wody Bellsundu od Fiordu Van Mijen wynosi około 23 km, a do wyspy Eholmen oddzielającej wody Bellsundu od fiordu Van Keulen – 26 km.

Fiord Van Mijen ma ponad 52 km długości licząc od Wyspy Aksela na zachodzie po Sveabukę na wschodzie (bez Rindersbukty). Szerokość fiordu w zachodniej części sięga 11 km i w miarę przesuwania się na wschód maleje do około 6 km (ryc. 1). Oś podłużna fiordu ustawiona jest wzdłuż linii 255° – 075° i zbieżna z osią podłużną Bellsundu.

Fiord Van Keulen stanowi drugi pod względem wielkości fiord poboczny Bellsundu. Licząc od wyspy Eholmen po barierę Lodowca Nathorsta jego długość wynosi 37 km. Fiord Van Keulen jest również stosunkowo wąski. Jego szerokość w części zachodniej przekracza nieco 7 km, a w części wschodniej maleje do 3,5 km. Podłużna oś fiordu w jego zachodniej części rozciągnięta jest wzdłuż linii 285° – 105° , a w części wschodniej – 310° – 130° .

Oba fiordy, Van Mijen i Van Keulen, otoczone są wysokimi (700-1000 m n.p.m.), w części zlodowaconymi, pasmami górskimi. Występujące na zapleczu lądowym wysoko wyniesione lodowe plateau wraz ze spływającymi z nich lodowcami sprzyjać będą występowaniu w określonych warunkach synoptycznych wiatrów spadowych, kanalizowanych następnie wzdłuż dłuższych osi fiordów.

Stacja Polarna UMCS w Calypsobyen zlokalizowana jest na południowym wybrzeżu Bellsundu, na płaskiej terasie morskiej, na wysokości 23 m n.p.m. i jest oddalona od brzegu fiordu o około 200 m (ryc. 1). Współrzędne „ogródka meteorologicznego” to: $\varphi=77^{\circ}33'29,5''N$ i $\lambda=14^{\circ}30'46,6''E$. Stacja leży w odległości około 13 km na wschód od wejścia do fiordu (ryc. 1). Ponieważ szerokość wejścia do Bellsundu jest duża, zatem napływ powietrza nad rejon stacji z sektora NW może odbywać się bez przeszkód. Napływ powietrza z innych kierunków, ze względu na konfigurację fiordów i otaczających je grzbietów górskich, ulega zakłóceniu. Stacja pracuje w czasie trwania letnich Wypraw Geograficznych UMCS na Spitsbergen.

Norweska stacja meteorologiczna Akseloya leży na wyspie o tej samej nazwie. Wyspa Aksela jest długa na 8,5 km, szeroka na 1 km i stosunkowo płaska. Największe wysokości na wyspie tylko nieco przekraczają 50 m n.p.m. (ryc. 1). Akseloya oddziela wody Bellsundu od wód Fiordu Van Mijen. Stacja zlokalizowana jest na południowo-wschodnim niskim (6 m n.p.m.) krańcu wyspy. Współrzędne „ogródka meteorologicznego” to: $\varphi=77^{\circ}40'58,8''N$ i $\lambda=14^{\circ}46'58,8''E$. Ze względu na położenie stacji napływ powietrza z sektora od W do SW może odbywać się bez przeszkód. Ze względu na długość Fiordu Van Mijen napływ powietrza z ENE również powinien odbywać się bez większych zakłóceń.

Stacje Akseloya i Calypsobyen dzieli w linii prostej odległość 15,7 km. Powstaje pytanie na ile różnice położenia tych stacji względem obu fiordów kanalizujących przepływy powietrza (Van Mijen i Van Keulen) różnicują strukturę kierunkową wiatru oraz czy temperatura powietrza mierzona na tych stacjach wykazuje związki z frekwencją danego kierunku wiatru.

2. Materiały źródłowe

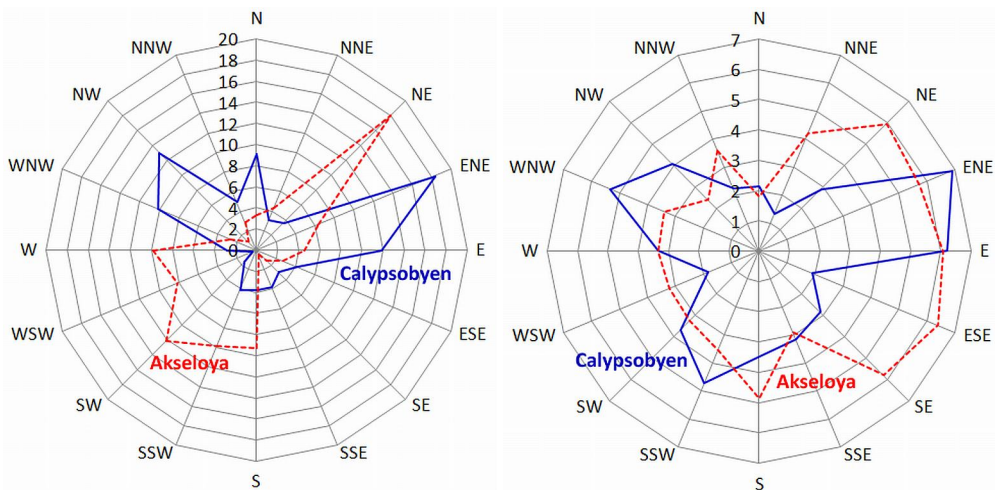
W opracowaniu wykorzystano wyniki obserwacji prowadzonych podczas trwania letniej Wyprawy Geograficznej UMCS na Spitsbergen w czasie od 23 czerwca do 1 września 2011 roku. W analizowanym okresie na stacji Calypsobyen pomiarów temperatury powietrza i parametrów wiatru (kierunku

i prędkości) dokonywano za pomocą automatycznej stacji meteorologicznej firmy A-Ster (R-STER v6) z krokiem czasowym 1 godzina. Prowadzono również obserwacje zachmurzenia, zarówno wielkości jak i charakterystyki rodzajowej chmur.

Dane ze stacji Akseloya (WMO nr 01017) pochodzą z codziennych depech SYNOP dostępnych na stronie www.ogimet.com. Porównania warunków pogodowych obu stacji dokonano na podstawie średnich dobowych obliczonych z 24 pomiarów tj. od godziny 00 do 23 UTC. W przypadkach występowania dużych różnic temperatury do analizy posłużyły dane godzinne.

3. Wyniki

Przeprowadzona analiza wykazała istotne zróżnicowanie kierunków wiatru na obu stacjach (ryc. 2) wyraźnie wskazujące na duży wpływ warunków lokalnych. W badanym okresie na stacji Calypsobyen najczęściej występowały wiatry z ENE – zgodne z osią podłużną Fiordu Van Mijen i E – zgodne z osią podłużną zachodniej części Fiordu Van Keulen oraz wiatry z NW i WNW – znad Morza Grenlandzkiego. W strukturze kierunkowej wiatru na stacji Calypsobyen zaznacza się też pewien wzrost częstości wiatru z N – więcej go wzdłuż szerszej partii Bellsundu oraz z S – wzdłuż osi podłużnej Fiordu Recherche.



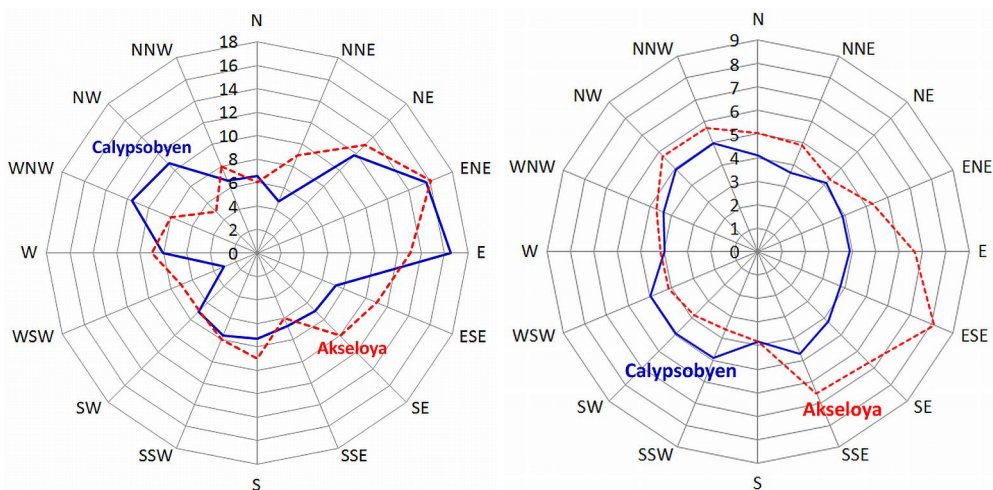
Ryc. 2. Częstość [%] kierunków wiatru (lewy) i średnia prędkość [$m \cdot s^{-1}$] według kierunków wiatru (prawy) na stacjach Calypsobyen i Akseloya w okresie od 23 czerwca do 1 września 2011 roku

Fig. 2. Frequency [%] of wind directions (left) and mean wind velocity [$m \cdot s^{-1}$] according to wind directions (right) at the Calypsobyen and Akseloya stations in period 23 June – 1 September 2011.

Na stacji Akseloya dominowały wiatry z NE – zgodne z osią podłużną Reindalen – długiej na 38 km doliny górskiej będącej przedłużeniem lądowym Kaldbukty w systemie Fiordu Van Mijen (ryc. 2). Subdominującymi wiatrami na stacji Akseloya były wiatry z sektora SW (od W do S), przy których następował swobodny przepływ powietrza znad Morza Grenlandzkiego. W tym samym czasie stacja Calypsobyen znajdowała się w cieniu wiatrowym masywów górskich zajmujących północno-zachodnią część Ziemi Wedel-Jarlsberga (zwłaszcza przy wiatrach z WSW i SW). Na stacji Akseloya latem 2011 roku najrzadziej występowały wiatry z SSE, SE i NW.

W analizowanym okresie średnie prędkości wiatru są na obu stacjach prawie takie same ($4,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ na Calypsobyen i $4,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ na Akseloi). Na obu stacjach najwyższe średnie prędkości wiatru występują przy wiatrach z sektora wschodniego (ryc. 2). Na stacji w Calypsobyen są to wiatry z ENE ($6,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) i E ($6,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), a na stacji Akseloya wiatry z sektora od NE do SE z maksimum przy wiatrach z ESE ($6,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) i E ($6,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Podwyższone prędkości wiatru występujące na obu stacjach przy tych kierunkach wskazują, że przepływ powietrza wzdłuż fiordów Van Mijen i Van Keulen oraz śródgórskiej Reindalen sprzyja tworzeniu efektu tunelowego. Znaczną prędkość wiatru występującą na stacji Akseloya przy wiatrach z ESE i SE wiązać należy z występowaniem efektu fenowego rozwijającego się na nieodległych zboczach Midterhukfjellet i Svedenborgfjellet.

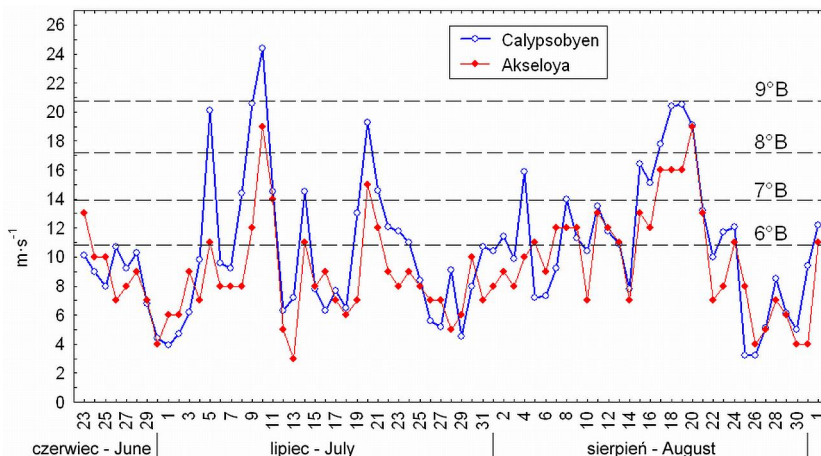
Wpływ efektów tunelowego i fenowego na wielkość prędkości wiatru wzrasta gdy rozpatruje się średnie maksymalne prędkości wiatru na danym kierunku (ryc. 3). Na obu stacjach wartości przekraczające $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ latem 2011 roku obserwowano tylko przy występowaniu wiatru z kierunków NE, ENE i E. Na stacji Calypsobyen najsilniejsze były wiatry z E, wiejące wzdłuż osi Fiordu Van Keulen ($16,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) i ENE ($15,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), a na stacji Akseloya – wiatry z ENE, zgodne z osią podłużną Fiordu Van Mijen ($16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) oraz z NE wiejące wzdłuż osi Reindalen i E ($13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Wyraźne różnice średniej maksymalnej prędkości wiatru na obu stacjach zaznaczały się przy wiatrach z ESE i SE (ryc. 3). Różnice te wiązać należy ze wzrostem prędkości przepływu powietrza spływającego po stokach Midterhukfjellet i Svedenborgfjellet znajdujących się na zapleczu stacji Akseloya. Największe różnice między średnimi maksymalnymi prędkościami wiatru notowanymi na obu stacjach występowały przy wiatrach z NW (różnica $5,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) i NNE (różnica $4,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Wyraźnie silniejszy wiatr z NNE obserwowany na stacji Akseloya niż na Calypsobyen wiązać należy ze znacznie mniejszą odległością Akseloi od wysokich na ponad 560 m n.p.m zboczy Kolffelett (ryc. 1). Trudniejsza do wyjaśnienia jest natomiast duża różnica prędkości wiatru występująca między oboma stacjami przy wiatrach z NW. Przy tym kierunku do obu stacji wiatr winien docierać bez żadnych przeszkód orograficznych.



Ryc. 3. Średnia maksymalna prędkość [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$] (lewy) i średnia temperatura powietrza [$^{\circ}\text{C}$] według kierunków wiatru (prawy) na stacjach Calypsobyen i Akseloya w okresie od 23 czerwca do 1 września 2011 roku

Fig. 3. Mean maximum wind velocity [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$] (left) and mean air temperature [$^{\circ}\text{C}$] according to wind directions (right) at the Calypsobyen and Akseloya stations in period 23 June – 1 September 2011.

Zmiany maksymalnej prędkości wiatru obserwowane latem 2011 roku na obu stacjach zachodziły w tym samym rytmie. Na ogół maksymalna dobowa prędkość wiatru była wyższa na Calypsobyen niż na stacji Akseloya (ryc. 4). Tylko w kilkunastu dniach (na 71) była ona nieco wyższa na stacji Akseloya. Największe różnice wystąpiły 25 sierpnia (o 4,8 m·s⁻¹), 5 sierpnia (o 3,8 m·s⁻¹), 23 czerwca (o 2,9 m·s⁻¹) oraz 3 lipca i 7 sierpnia (o 2,8 m·s⁻¹). Większość takich przypadków miała miejsce przy wiatrach słabych lub umiarkowanych (2-4°B). W każdym z takich dni obserwowano w ciągu doby dużą zmienność kierunku wiatru mocno zróżnicowaną na obu stacjach. Jedynie w 4 przypadkach wyższe prędkości wiatru notowano na stacji Akseloya przy dość silnym (5°B) lub silnym wietrze (6°B).



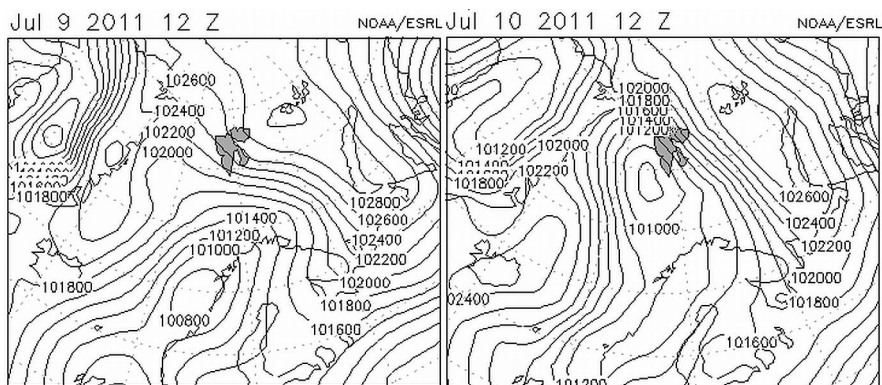
Ryc. 4. Maksymalna prędkość [m·s⁻¹] na stacjach Calypsobyen i Akseloya w okresie od 23 czerwca do 1 września 2011 roku

Fig. 4. Maximum wind velocity [m·s⁻¹] at the Calypsobyen and Akseloya stations in period 23 June – 1 September 2011.

Na stacji Calypsobyen w ciągu 71 dni lata 2011 roku tylko raz wystąpił silny sztorm (9°B). Było to 9 i 10 lipca. W tym czasie wiał wiatr z ENE-E z nasilającą się z godziny na godzinę prędkością wiatru. W dniu 10 lipca przez 10 godzin prędkość wiatru przekraczała 20,8 m·s⁻¹, osiągając maksimum – 24,4 m·s⁻¹ o godzinie 9 rano. W tym samym czasie podobne zmiany wystąpiły również na stacji Akseloya, choć tam natężenie wiatru było nieco mniejsze (ryc. 4). W tym czasie Spitsbergen znajdował się pod wpływem bardzo szybko przemieszczającego się na północ niżu z rejonu Lofotów, z którym związane były wiatry początkowo wiejące z E, później przechodzące na SE (ryc. 5). Sztorm ten bardzo wyraźnie zaznaczył się też na leżącej nieco bardziej na południe stacji w Hornsundzie, na której 9 lipca średnia dobowa prędkość wiatru wyniosła 13,9 m·s⁻¹, a maksymalny poryw 28 m·s⁻¹, natomiast 10 lipca – odpowiednio 15,9 i 35 m·s⁻¹ (Bania i Wawrzyniak 2011).

Na stacji Calypsobyen wiatry o sile 8°B i więcej wystąpiły w ciągu ośmiu dni. Przez taką samą liczbę dni wystąpiły również wiatry o sile 7°B. Na stacji Akseloya takich dni było znacznie mniej, odpowiednio 2 i 5 (ryc. 4). W czasie najsilniejszych wiatrów (8°B) kierunki wiatrów obserwowane na obu stacjach były zbliżone. Tylko jeden z tych sztormów wystąpił przy napływie powietrza z WNW (5 lipca). W pozostałych przypadkach na stacji Calypsobyen notowano wiatr z E i ENE, a na stacji Akseloya ESE, E lub NE. Tylko kilka razy maksymalna prędkość wiatru na Calypsobyen była znacząco różna

od tej jaką w tym samym czasie notowano na stacji Akseloya (5 lipca o $9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 9 lipca o $8,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i 8 lipca o $6,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. W każdym z tych dni kierunek wiatru był na obu stacjach taki sam lub zbliżony, a prędkość wiatru była wyższa na Calypsobyen niż na stacji Akseloya.



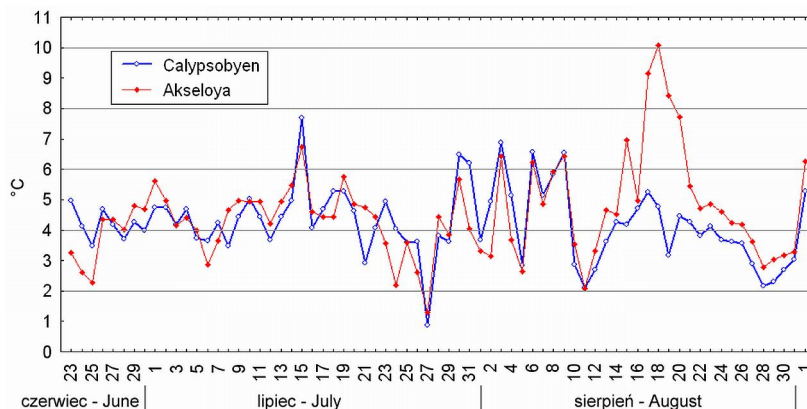
Ryc. 5. Pole ciśnienia [Pa] na poziomie morza w rejonie Spitsbergenu 9 i 10 lipca 2011 o godz. 12 GMT według NOAA/ESRL Physical Science Division (<http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.html>)

Fig. 5. Pressure field [Pa] at sea level in the Spitsbergen region on 9th and 10th July 2011 at 12 GMT after NOAA/ESRL Physical Science Division (<http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.html>)

W czasie 1704 codziennych obserwacji przeprowadzonych latem 2011 roku cisze odnotowano w 37 przypadkach na Calypsobyen i 51 na stacji Akseloya. Warunki bezwietrze na obu stacjach trwały bardzo krótko, na ogół nie dłużej niż 1 godzinę. Tylko 3 razy (13 lipca, 26 i 27 sierpnia) wystąpiły one jednocześnie na obu stacjach. Najdłuższe cisze jakie odnotowano w analizowanym okresie trwały 3 godziny i tylko 2 razy takie przypadki wystąpiły na Calypsobyen oraz 3 razy na stacji Akseloya. Występowanie warunków bezwietrznych związane jest głównie z układami wysokiego ciśnienia, kiedy bądź ich centra, bądź osie związanych z nimi klinów zalegają nad południowym Spitsbergenem. Takie rozmyte pola baryczne latem 2011 roku występowały bardzo rzadko.

Przeprowadzona analiza wykazała duże zróżnicowanie temperatury powietrza występującej przy danym kierunku wiatru. Latem 2011 roku przy wszystkich kierunkach wiatru, poza sektorem SW, temperatura powietrza na stacji Akseloya była wyższa niż na Calypsobyen (ryc. 3). Największe różnice temperatury na obu stacjach miały miejsce przy wiatrach z ESE (4,3 deg), E (2,8 deg) i SE (2,5 deg). Występowanie wyraźnego ocieplenia na stacji Akseloya przy wiatrach z sektora E – SSE wiązać należy ze zjawiskami fenowymi i adyabatycznym ogrzewaniem się powietrza w czasie jego przemieszczania wzdłuż zboczy Midterhukfjellet i Svedenborgfjellet, które w takich przypadkach może sięgać 4-6 deg. Choć przy wiatrach SSW, SW i WSW na zapleczu stacji Calypsobyen również leżą gniazda górskie, to z racji ich nieco mniejszej wysokości i znacznie większego stopnia zlodowacenia (lodowce Renarda i Scotta) występujące ocieplenia osiągają mniejsze rozmiary.

Zmiany średniej dobowej temperatury powietrza obserwowane latem 2011 roku na obu stacjach, poza jednym epizodem, zachodziły w tym samym rytmie (ryc. 6). W analizowanym okresie średnia dobowa temperatura powietrza na stacji Akseloya wynosiła $4,6^{\circ}\text{C}$ i wahała się w zakresie od $1,3^{\circ}\text{C}$ (27 lipca) do $10,1^{\circ}\text{C}$ (18 sierpnia). Na stacji Calypsobyen średnia dobowa była w tym czasie nieco niższa – $4,2^{\circ}\text{C}$ i wahała się od $0,9^{\circ}\text{C}$ (27 lipca) do $7,7^{\circ}\text{C}$ (15 lipca).



Ryc. 6. Średnia dobowa temperatura powietrza [°C] na stacjach Calypsobyen i Akseloya w okresie od 23 czerwca do 1 września 2011 roku

Fig. 6. Mean daily air temperature [°C] at the Calypsobyen and Akseloya stations in period 23 June – 1 September 2011.

Wyraźne różnice w przebiegu temperatury miały miejsce tylko pod koniec 2 dekady sierpnia 2011 roku. Między 17 a 20 sierpnia zarówno średnia jak i maksymalna dobowa temperatura powietrza na stacji Akseloya była znacząco wyższa od tej, jaką notowano na Calypsobyen (ryc. 6, tab. 1). W tym czasie Spitsbergen znajdował się pod wpływem wyżu z centrum między Spitsbergenem a Nową Ziemią i nad wyspę napływało powietrze z SE. W omawianych dniach na Calypsobyen występował silny wiatr z ENE i E, zaś na Akseloi – z ESE i E.

Tabela 1. Przebieg wybranych elementów meteorologicznych na stacjach Calypsobyen i Akseloya w dniach 16-20 sierpnia 2011 roku

Table 1. Course of some selected meteorological elements at the Calypsobyen and Akseloya stations in period 16-20 August 2011.

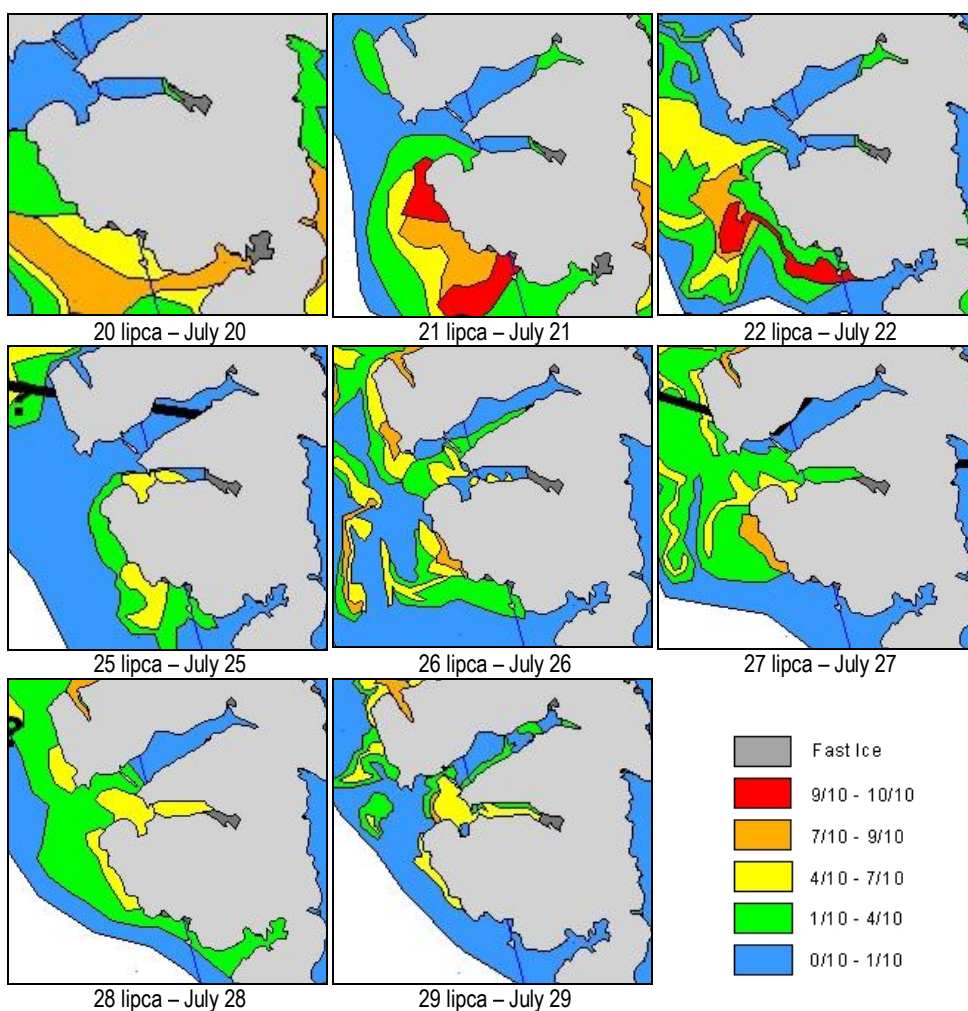
Dzień Day	Calypsobyen					Akseloya					
	N [0-10]	Tmean [°C]	Tmin [°C]	Tmax [°C]	Vmean [m·s ⁻¹]	Vmax [m·s ⁻¹]	Tmean [°C]	Tmin [°C]	Tmax [°C]	Vmean [m·s ⁻¹]	Vmax [m·s ⁻¹]
16	6,0	4,7	2,6	7,9	4,0	15,1	5,0	4,4	5,5	6,6	12,0
17	2,0	5,3	3,9	6,3	10,1	17,8	9,2	4,3	12,8	6,8	16,0
18	2,8	4,8	2,7	7,7	11,5	20,4	10,1	6,9	13,5	8,2	16,0
19	5,8	3,2	2,5	4,8	12,9	20,5	8,4	6,1	12,1	7,5	16,0
20	3,3	4,5	2,7	6,3	11,1	19,1	7,7	4,2	10,1	7,7	19,0

N – zachmurzenie ogólne nieba – cloudiness, Tmean – średnia dobowa temperatura powietrza – mean daily air temperature, Tmin – minimalna dobowa temperatura powietrza – minimum daily air temperature, Tmax – maksymalna dobowa temperatura powietrza, Vmean – średnia dobowa prędkość wiatru – mean daily wind velocity, Vmax – maksymalna dobowa prędkość wiatru – maximum daily wind velocity

Przy dużych prędkościach wiatru z sektora wschodniego na stacji Akseloya obserwuje się wzrost temperatury powietrza związany z efektem fenowym. W czasie omawianego epizodu maksymalna temperatura powietrza mierzona na Akseloi przekraczała 13°C (tab. 1). Ten sam efekt fenowy przyczyniał się do występowania na Calypsobyen nieba bezchmurnego lub pokrytego chmurami piętra wysokiego (Cirrus). Taki stan zachmurzenia sprzyja radiacyjnemu spadkowi temperatury (wychłodzeniu).

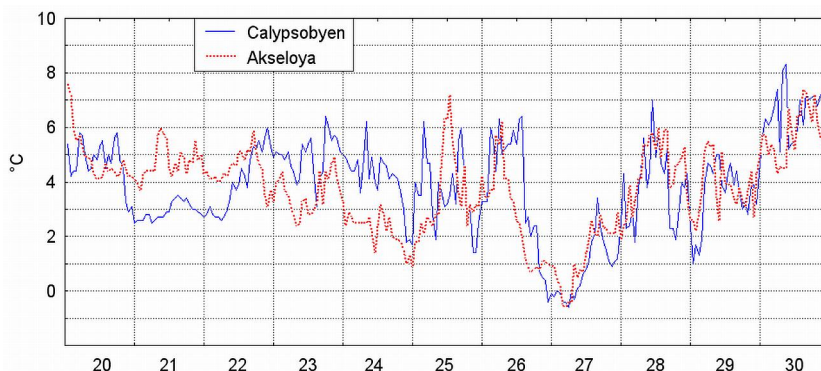
Zmiana kierunku wiatru oraz intensywny opad 21 sierpnia spowodował zanik efektu fenowego, co wpłynęło na wyrównanie się temperatury powietrza mierzonej na obu stacjach.

Dodatkowym czynnikiem różnicującym przebieg temperatury powietrza na obu stacjach może być napływanie latem wraz z wodami Prądu Zachodniospitsbergeńskiego ławic lodu morskiego o dużej zwartości. Lód ten następnie wraz z prądami pływowymi może dryfować po wodach Bellsundu pokrywając je w różnym stopniu. Może się on gromadzić pod jednym z brzegów lub pokryć wody Bellsundu w całości, a nawet zdryfować do fiordów pobocznych. Latem 2011 roku taka sytuacja miała miejsce od 21 do 30 lipca (ryc. 7). Początkowo (21-22 lipca) lód dryfował z prądem pływowym wzdłuż południowych wybrzeży Bellsundu. W tym czasie (20-22 lipca) występował wiatr najpierw umiarkowany, później słaby, na stacji Calypsobyen z ENE, a na stacji Akseloya z NE. Można przypuszczać, że zaobserwowany wtedy na Calypsobyen spadek temperatury o około 2 deg (ryc. 8) spowodowany był



Ryc. 7. Rozmieszczenie lodu morskiego w rejonie Bellsundu w dniach 20-29 lipca 2011 r. (<http://polarview.met.no/>)

Fig. 7. Distribution of sea-ice in Bellsund area on 20-29 July 2011 (<http://polarview.met.no/>).



Ryc. 8. Przebieg średniej godzinnej temperatury powietrza [°C] na stacjach Calypsobyen i Akseloya w dniach 20-30 lipca 2011 roku

Fig. 6. Course of mean hourly air temperature [°C] at the Calypsobyen and Akseloya stations in period 20-30 July 2011.

ochładzającym działaniem lodów morskich. W ciągu dnia (22 lipca), przy niewielkim zachmurzeniu na Calypsobyen doszło do radiacyjnego wzrostu temperatury. Gdy w tym dniu, po południu, na stacji Akseloya, zmienił się kierunek wiatru na SW i zaczęło napływać powietrze transformujące się nad bardziej zwartymi lodami występującymi na przedpolu Bellsundu, to wraz ze zmianą kierunku wiatru, temperatura powietrza na Akseloi zaczęła systematycznie spadać (ryc. 8). Kolejny duży spadek temperatury, z ponad 6°C do poniżej 0°C (−0,6°C) miał miejsce 26 i 27 lipca kiedy to w okolicach obu stacji powierzchnia wody pokryta była lodem (ryc. 7). W tym czasie Spitsbergen znajdował się pod wpływem wyżu znad Morza Barentsa i nad wyspę napływało chłodne powietrze początkowo z SE i S, a później (28-29 lipca) z SW. Niewielkie prędkości wiatru i małe zachmurzenie sprzyjały radiacyjnemu nagrzewaniu powietrza nad lądem, które rekompensowało ochładzające oddziaływanie lodu. Drugim czynnikiem przyczyniającym się do wzrostu temperatury w ostatnich trzech analizowanych dniach była transformacja masy powietrza przy przechodzeniu przez bariery orograficzne.

Wnioski

Przeprowadzona w pracy analiza kierunków wiatru występujących na stacjach Akseloya i Calypsobyen wskazuje na dużą ich zgodność z przebiegiem fiordów kanalizujących przepływy powietrza w rejonie Bellsundu oraz ukształtowania powierzchni terenu. W badanym czasie na stacji Akseloya dominował (18%) wiatr NE zgodny z układem dolin i pasm górskich w rejonie Fiordu Van Mijen, a subdominował (12%) wiatr z SW nawiązujący do osi podłużnej Bellsundu. Na stacji Calypsobyen wiatry najczęściej wiały z ENE (18,4%) – zgodnie z osią podłużną Fiordu Van Mijen i E (11,8%) – zgodnie z osią podłużną zachodniej części Fiordu Van Keulen oraz wiatry z NW (13%) i WNW (10,2%) nawiązujące do przebiegu otwartego na wody Morza Grenlandzkiego Bellsundu.

Struktura kierunkowa wiatru na stacji Calypsobyen latem 2011 roku była podobna do tej, jaka wystąpiła latem 1986 (Gluzka 1987) i 1988 roku (Gluzka 1989) kiedy to również przeważały wiatry z E (23-25%) i NW (22-16%) oraz 1999 roku (Kejna, Araźny, Siwek 2000) kiedy dominowały wiatry z NW (29%) i E (25%), a wyraźnie odbiegała od tej jaką obserwowano latem 1989 (Czaban 1990) kiedy to przeważały wiatry z S (18,5%) i NW (16,5%) oraz 2006 roku (Przybylak i in. 2007) kiedy to dominowały

wiatry z SSW (16,5%) i NNW (10,3%). Wskazuje to, że urozmaicona rzeźba zachodniego wybrzeża Spitsbergenu może w istotny sposób sterować lokalnym reżimem wiatru, jednakże nie determinując go całkowicie. Nawet latem w strukturze kierunkowej wiatru mogą wyraźnie zaznaczać się cechy typowe dla większego obszaru.

Przy wszystkich kierunkach wiatru, poza sektorem SW, temperatura powietrza na stacji Akseloya była latem 2011 roku wyższa niż na Calypsobyen. Największe różnice temperatury występowały przy wiatrach z ESE (4,3 deg). Na stacji Calypsobyen temperatura powietrza nie wykazywała istotnego związku z frekwencją wiatru z danego kierunku, natomiast na stacji Akseloya frekwencja wiatru z danego kierunku objaśniała 39% zmienności temperatury powietrza ($R=0,66$, $p<0,004$) mierzonej na tej stacji. Na obu stacjach najwyższe dobowe wartości temperatury powietrza związane były z efektami fenowymi.

Literatura

- Bania M., Wawrzyniak T., 2011. Biuletyn meteorologiczny Spitsbergen – Hornsund, lipiec 2011. Polska Stacja Polarna, Instytut Geofizyki PAN: 6 s.
- Czaban P., 1990. Weather conditions in Calypsobyen in the summer 1989. Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, Lublin: 137-144.
- Gluz A., 1987. Prędkość i kierunek wiatru w lipcu i sierpniu 1986 r. w Calypsobyen (Zachodni Spitsbergen). Materiały XIV Sympozjum Polarnego, Lublin: 181-186.
- Gluz A., 1989. Warunki pogodowe w lipcu, sierpniu i wrześniu 1988 roku w Calypsobyen (Zachodni Spitsbergen). Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, Lublin: 43-50.
- Gluz A., Siwek K., 2012. Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na warunki termiczne sezonów letnich (VII-VIII) w Calypsobyen (zachodni Spitsbergen). Problemy Klimatologii Polarnej, 22: 27-34.
- 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.
- Niedźwiedz T., 1997. Wieloletnia zmienność wskaźników cyrkulacji atmosfery nad Spitsbergenem i ich rola w kształtowaniu temperatury powietrza. Problemy Klimatologii Polarnej, 7: 19-39.
- Niedźwiedz T., 2007. Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na temperaturę powietrza w Hornsundzie. [w:] Marsz A.A., Styszyńska A. (red.), Klimat rejonu Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie – stan, zmiany i ich przyczyny. Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni: 151-158.
- Niedźwiedz T., 2013. Influence of atmospheric circulation on the air temperature at Hornsund. [w:] Marsz A.A., Styszyńska A. (red.), Climate and Climate Change at Hornsund. The publishing house of Gdynia Maritime University, Gdynia: 165-172.
- Przybylak R., Kejna M., Arażny A., Maszewski R., Gluz A., Hojan M., Migala K., Sikora S., Siwek K., Zwoliński Z., 2007. Zróżnicowanie warunków meteorologicznych na zachodnim wybrzeżu Spitsbergenu w sezonie letnim 2006 r. [w:] Przybylak R., Kejna M., Arażny A., Głowacki P. (red.), Abiotyczne środowisko Spitsbergenu w latach 2005-2006 w warunkach globalnego ocieplenia. UMK w Toruniu: 179-194.
- Przybylak R., Maszewski R., 2012. Atmospheric circulation and dynamic conditions. [w:] Przybylak R., Arażny A., Kejna M. (red.), Topoclimatic diversity in Forlandsundet region (NW Spitsbergen) in global warming conditions. Nicolaus Copernicus University in Toruń: 27-52.
- Styszyńska A., 2013. The winds. [w:] A.A. Marsz, A. Styszyńska (eds.), Climate and Climate Change at Hornsund, Svalbard. Gdynia Maritime University: 81-100.

Wpłynęło: 20 listopada 2013 r., poprawiono: 2 grudnia 2013 r., zaakceptowano: 6 grudnia 2013 r.

Summary

The paper presents a variation of meteorological conditions that are observed during summer in the region of Bellsund. The analysis covered the period from 21 June to 1 September 2011. The length of the measurement series results from the date of commencement and completion of UMCS Expedition to Spitsbergen. The paper examines the variability of air temperature and wind direction and speed at the Calypsobyen and Akseloya stations. In the analyzed period, NE wind dominates at the Akseloya station and SW wind sub-dominates there whereas at the Calypsobyen station winds from ENE and NW respectively. The average wind speeds at both stations are similar. For all wind directions, outside the SW sector, the air temperature at the Akseloya station is higher than at the Calypsobyen station. The largest temperature differences occur when winds from ESE (4.3 deg) are observed. The presence of visible warming at the Akseloya station during winds from the E-SSE sector should be associated with the phenomenon of foehn winds.

Key words: air temperature, wind, Akseloya, Calypsobyen, Spitsbergen.