

TEMPERATURA POWIETRZA A KIERUNEK WIATRU W HORNSUNDZIE (1978-2009)

AIR TEMPERATURE AND WIND DIRECTION AT THE HORNSUND STATION (1978-2009)

Jacek Ferdynus, Anna Styszyńska

Katedra Meteorologii i Oceanografii Nautycznej, Akademia Morska w Gdyni
ul. Sędzickiego 19, 81-374 Gdynia
jacek.ferdynus@hotmail.com, stysa@am.gdynia.pl

Zarys treści. Praca charakteryzuje związki temperatury powietrza z kierunkami wiatru obserwowanymi na stacji w Hornsundzie w wieloleciu 1978-2009. Na stacji najczęściej wieje wiatr ze wschodu, od 38.3% w czerwcu do 59.4% wszystkich obserwacji w marcu. Subdominuje wiatr z NE (od 5.3% w lipcu do 30.9% w październiku). Przy wiatrach z N, NE i E średnia temperatura powietrza w okresie grudzień-marzec jest niższa od -10°C . Najcieplejsze są wiatry południowe (od -2.4°C w grudniu do 4.5°C w sierpniu). W okresie dnia polarnego (czerwiec-wrzesień) wieloletnie średnie miesięczne temperatury powietrza są dodatnie niezależnie od kierunku wiatru. Występujące na stacji w Hornsundzie wiatry cechują się dużą stałością struktury termicznej. W okresie chłodnym (listopad-maj) „trwale” ciepłe są wiatry z sektora od W przez SW, S do SE, a „trwale” zimne są wiatry z N, NE i E. Od listopada do stycznia największy wpływ na temperaturę powietrza w danym miesiącu wywierają wiatry z NE, a od lutego do maja – wiatry wschodnie.

Słowa kluczowe: temperatura powietrza, kierunek wiatru, Hornsund, Spitsbergen.

1. Wprowadzenie

Pierwsze badania nad związkami temperatury powietrza z kierunkami wiatru w Hornsundzie, prowadzone przez Wielbińską i Skrzypczak (1988), opierały się na analizie 7-letniej serii obserwacyjnej. Badania te były, wobec szczupłości materiałów, integrowane do okresów 2-miesięcznych i przedstawione dla wyznaczonych przez te autorki „sezonów” termicznych – 6-miesięcznej zimy i pozostałych 3 „sezonów” o dwumiesięcznym okresie trwania każdego z nich. Od czasów tych badań minęło już ponad 20 lat, wydłużyły się znacznie szeregi obserwacyjne, zmienił się również zakres zmienności temperatury miesięcznej. Skłania to do ponownego podjęcia problematyki związków między temperaturą powietrza a kierunkami wiatru na Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie.

Temperatura powietrza na Spitsbergenie jest w znacznej mierze kształtowana przez regionalną cyrkulację powietrza. Najlepiej jest ona opisana przez klasyfikację Niedźwiedzia (1987, 1997, 2007), który biorąc pod uwagę rodzaj układu barycznego i kierunek adwekcji powietrza wydzielił 20 typów cyrkulacji. Wpływ poszczególnych typów cyrkulacji na temperaturę powietrza najsilniej zaznacza się

w okresie zimowym. Według badań Niedźwiedzia (2007), w Hornsundzie największe ocieplenia zimowe (anomalie około +8 deg) występują przy adwekcjach powietrza z SW, S i W, związanych z typami cyrkulacji SWa, SWc, Sc, Sa, Wc i Wa. Z kolei największe anomalie ujemne (rzędu około -8 deg) występują przy adwekcjach z N i NE w czasie sytuacji antycyklonalnych Na i NEa. Według tego autora najmniejszy zakres zmian średniej dobowej temperatury powietrza zachodzących pod wpływem cyrkulacji atmosfery występuje latem (2.0-2.4 deg), zwłaszcza w lipcu, kiedy to najcieplej jest przy adwekcjach powietrza z E związanych z antycyklonalnymi typami cyrkulacji i SE przy typach SEa i SEc.

Poza regionalną cyrkulacją atmosfery wpływ na temperaturę powietrza wywierają również inne czynniki wynikające z lokalizacji stacji. Jednym z nich jest orografia otoczenia Hornsundu, która przy wschodnich kierunkach adwekcji przyczynia się do występowania ocieplenia związanego ze zjawiskami fenowymi (Niedźwiedź 2007). Innymi regulatorami zmienności temperatury powietrza w Hornsundzie są zmiany w czasie i przestrzeni powierzchni lodów morskich i temperatury wód otaczających Spitsbergen (Marsz 2007a). Pokrywa lodów morskich występująca na danym kierunku adwekcji powietrza odcina strumienie ciepła z powierzchni morza do atmosfery i tym samym wywiera wpływ na temperaturę powietrza napływającego nad Spitsbergen. Proces ten ma szczególnie duże znaczenie w okresie nocy polarnej kiedy strumienie ciepła z morza do atmosfery stanowią, oprócz adwekcji ciepłych mas powietrza z niższych szerokości, główne „lokalne” źródło ciepła. Według badań Miętusa i Filipiaka (2005) strumień ciepła jawnego i utajonego z niezamarzniętych wód przyległych do zachodnich wybrzeży Spitsbergenu do atmosfery sięga zimą około 200 W·m². Podobne wartości strumienia ciepła z powierzchni Morza Barentsa w okresie zimowym szacuje Semenov (2008). Według oceny Smedsruuda i in. (2010) upływ ciepła z powierzchni Morza Barentsa w środku zimy podnosi temperaturę powietrza w regionie z -12°C do -8°C.

Stan powierzchni wód otaczających Spitsbergen stymulując typ i intensywność regionalnej cyrkulacji atmosferycznej wpływa na częstość wiatrów obserwowanych na stacji w Hornsundzie z określonych kierunków. Występowanie na powierzchni wschodniej części Morza Grenlandzkiego wód o dużych zasobach ciepła (Prąd Zachodniospitsbergeński) przyczynia się do zwiększenia częstości pojawiania się układów niżowych po zachodniej stronie Spitsbergenu oraz na południe od niego (Rogers i in. 2004, 2005; Tsukernik i in. 2007), a tym samym do wzrostu w rejonie Hornsundu frekwencji wiatrów wschodnich. Struktura procesów synoptycznych reguluje przy tym nie tylko kierunek i intensywność adwekcji, ale również zmienność zachmurzenia, a ta z kolei wywiera wpływ na zmienność temperatury powietrza.

Choć na stacji w Hornsundzie częstość wiatrów z określonych kierunków uzależniona jest od typu i intensywności regionalnej cyrkulacji atmosferycznej (Styszyńska 2007) to reżim wiatru, zwłaszcza jego struktura kierunkowa, znajduje się pod dużym wpływem warunków lokalnych, zwłaszcza położenia stacji względem głównych elementów rzeźby. To powoduje, że kierunek wiatru notowany na stacji często nie wskazuje na rzeczywisty kierunek napływu mas powietrza (tego czynnika zupełnie nie uwzględniono w badaniach Wielbińskiej i Skrzypczak (1988)), w rezultacie czego związki temperatury powietrza ze wskaźnikami cyrkulacji są o wiele silniejsze od podobnych związków z kierunkami wiatrów (Niedźwiedź 2007).

Polska Stacja Polarna leży na północnym brzegu fiordu Hornsund, w odległości około 4 km na wschód od wejścia do fiordu. Szerokość wejścia do fiordu jest duża (14.5 km), zatem napływ powietrza nad rejon stacji z sektora od W do SW może odbywać się bez przeszkód. Napływ w okolice stacji

powietrza z innych kierunków ulega zakłóceniom. Ze względu na równoleżnikowe ułożenie osi fiordu i jego długość (około 40 km) zakłócenia te są stosunkowo małe przy napływie powietrza ze wschodu i wyraźnie wzrastają przy adwekcjach powietrza z sektora północnego. Na tym kierunku w pobliżu stacji znajduje się wysoki masyw Ariekammen skutecznie blokujący przepływ powietrza. Występujące po jego zachodniej i wschodniej stronie doliny (Rev i Lodowca Hansa) kanalizują napływ powietrza z północy, dzięki czemu na stacji obserwuje się wzrost częstości wiatrów z NW i NE kosztem zmniejszenia częstości wiatrów z N (Styszyńska 2007). Do modyfikacji struktury kierunkowej wiatru na stacji w Hornsundzie przyczyniają się również występujące na zapleczu lądowym fiordu wysoko wyniesione plateau lodowe ze spływającymi z nich lodowcami. W sprzyjających warunkach synoptycznych zalegające nad nimi powietrze może ulegać silnemu wychłodzeniu radiacyjnemu co sprzyja rozwojowi wiatrów spadowych, które następnie kanalizowane są w dłuższej osi fiordu i na stacji obserwowane jako wiatry ze wschodu.

Zdaniem Marsza (2007b), który analizował związki rocznej temperatury powietrza z frekwencją wiatru z określonych kierunków w latach 1978-2006 temperatura powietrza na stacji w Hornsundzie nie wykazuje istotnych statystycznie związków ani z roczną frekwencją danego kierunku wiatru, ani z frekwencją cisz lub wiatrów zmiennych. Nasuwa się zatem pytanie czy takie związki występują w przebiegach miesięcznych. Na stacji w Hornsundzie przy danym kierunku wiatru napływ powietrza może być związany z radykalnie różną sytuacją synoptyczną (układ cyklonalny bądź antycyklonalny). W takich przypadkach temperatura powietrza występująca przy tym samym kierunku wiatru może się istotnie różnić. Celem pracy jest stwierdzenie jak w ujęciu średnich wieloletnich (1978-2009) kształtuje się struktura termiczna wiatru i odpowiedzenie na pytanie czy „cieple” i „zimne” kierunki wiatru są stałe w czasie.

2. Materiały źródłowe, metody badań

W opracowaniu wykorzystano wyniki obserwacji prowadzonych na Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie w okresie 1978–2009 (bez danych od czerwca 1981 do sierpnia 1982). Są one opublikowane w rocznikach meteorologicznych stacji wydanych przez IMGW w Gdyni (1978-2000) oraz Instytut Geofizyki PAN (2000-2009). Ze względu na fakt, że w czasie pracy stacji zmianom ulegał zarówno sprzęt pomiarowy jak i liczba wykonywanych obserwacji w ciągu doby, serie pomiarowe temperatury powietrza i kierunku wiatru nie są jednorodne. W niektórych latach liczba obserwacji w ciągu doby była ograniczona do czterech (00, 06, 12 i 18 GMT), zamiast standardowych ośmiu. Taka sytuacja miała miejsce w okresie od lipca do października 1978 roku, od lipca 1979 do lipca 1980 roku oraz we wrześniu 1982 roku.

Wykorzystując wszystkie pomiary terminowe, w pierwszej kolejności obliczono frekwencję kierunków wiatru w kolejnych miesiącach roku oraz średnie miesięczne wartości temperatury powietrza dla każdego z ośmiu kierunków róży wiatrów. Następnie dla każdego z tych kierunków obliczono w poszczególnych miesiącach badanego wielolecia (1978-2009) średnie ważone wartości temperatury powietrza oraz ich odchylenia od wieloletniej średniej miesięcznej wartości temperatury powietrza.

3. Średnie miesięczne temperatury powietrza a struktura kierunków wiatru

Przeprowadzona analiza wykazała duże zróżnicowanie temperatury powietrza występującej przy danych kierunkach wiatru. Wyniki tej analizy przedstawia ryc. 1, na której pokazano miesięczne róże

wiatrów z naniesionymi rozkładami temperatury powietrza występującej przy danych kierunkach wiatru. „Kierunkowe” zróżnicowanie temperatury powietrza obserwowane na stacji w Hornsundzie w wieloletniu 1978-2009 wykazuje wyraźny cykl roczny (tab. 1). Poniżej przedstawiono charakterystyczne cechy tego zróżnicowania w poszczególnych miesiącach.

Styczeń

W styczniu, w analizowanym wieloletniu 1978-2009 najczęściej obserwowano wiatr z E (50.6% wszystkich obserwacji wiatru) oraz NE, który osiągnął frekwencję o ponad połowę mniejszą (20.5%). Najrzadziej notowano wiatry: SE (2.0%), SW (2.2%) i S (2.9%). Średnia miesięczna temperatura powietrza była w styczniu taka sama jak ta, jaka występowała przy najczęściej występującym w tym miesiącu kierunku wiatru (-10.9°C). Najzimniejsze były wiatry z sektora północnego: z NE (-13.3°C), N (-12.3°C) i NW (-9.0°C). Najwyższe wartości temperatury zanotowano przy wiatrach z sektora południowego: S (-0.2°C), SW (-1.7°C) oraz SE (-2.9°C).

Luty

W lutym rozkład częstości kierunków wiatru jest w zasadzie kopią tego, jaki występował w styczniu (ryc. 1) – najczęściej notowano wiatr z E (50.1%) oraz NE (20.4%), a najrzadziej SE (1.4%), SW (2.3%) i S (2.7%). Prawie taka sama jest również średnia miesięczna temperatura powietrza (-10.8°C). Choć w lutym sektor zimnych wiatrów jest taki sam jak w styczniu, to temperatura powietrza przy najczęściej występującym wietrze wschodnim jest niższa od średniej miesięcznej (-12.3°C). Pozostałe kierunki wiatru z sektora zimnego charakteryzują się temperaturą: N: -11.8°C, NE: -11.5°C i NW: -9.9°C. Zwraca uwagę znaczny, w porównaniu do stycznia (o 4.8 deg), spadek temperatury notowany przy wiatrach wiejących z SE (-7.7°C). Napływ w rejon stacji w Hornsundzie powietrza z SE możliwy jest przy dwóch typach cyrkulacji SEa i SEc. Przy rozwoju cyrkulacji SEa należy się liczyć z rozwojem wężu w rejonie Morza Barentsa i napływem bardzo mroźnego powietrza arktycznego z okolic bieguna. Jednakże zdaniem Niedźwiedzia (2007) w lutym przypadki rozwoju tego typu cyrkulacji są ponad dwukrotnie rzadsze niż typu SEc. Zatem duży spadek temperatury powietrza przy kierunku adwekcji z SE wiązać należy przede wszystkim z rozwojem pokrywy lodowej na wodach NW części Morza Barentsa, która w przypadkach występowania typu cyrkulacji SEc przyczynia się do szybkiego ochłodzenia przemieszczającego się nad tym obszarem powietrza. Najcieplejsze są wiatry z S (-1.8°C), SW (-2.0°C) i W (-4.3°C).

Marzec

W marcu częstość wiatrów ze wschodu jest najwyższa ze wszystkich miesięcy (59.4%) i o około 10% wyższa niż w styczniu i lutym. Ten wzrost częstości odbywa się kosztem spadku frekwencji wiatru z NE (z 20.4 do 17.4%) i NW (z 5.9 do 3.2%). W dalszym ciągu najrzadziej notowane są wiatry z SE (1.2%), S (2.3%) oraz SW (2.5%). W porównaniu do lutego, w marcu maleje częstość wiatru z N (z 3.1 do 2.0%). Obraz rozkładu średnich wartości temperatury przy poszczególnych kierunkach wiatru jest zbliżony do tego, jaki wystąpił w lutym (ryc. 1). Podobnie jak w lutym, także w marcu przy wschodnim kierunku wiatru napływa bardzo mroźne powietrze. Średnia temperatura przy tym kierunku (-12.5°C) osiąga wartość niższą od wieloletniej średniej miesięcznej marca o 1.9 deg (tab. 1). Przy wiatrach z sektora północnego temperatura powietrza jest już nieco wyższa niż w lutym i osiąga przy wiatrach z N: -10.8°C, NE: -11.4°C i NW: -8.2°C. Podobnie jak w lutym, najcieplejsze jest powietrze przy wiatrach z S (-1.1°C), SW (-1.8°C) i W (-4.0°C).



Ryc. 1. Miesięczna częstość [%] kierunków wiatru (Dw) oraz temperatura powietrza [°C] przy danym kierunku wiatru (Ta) na stacji w Hornsundzie (1978-2009)

Fig. 1. Monthly frequency [%] of wind direction (Dw) and air temperature [°C] at the given direction of wind (Ta) at Hornsund station (1978-2009)

Kwiecień

W kwietniu rozkład kierunków wiatru jest zbliżony do tego, jaki obserwowano w marcu (ryc. 1); najczęściej (56.2%) notowano wiatr z E oraz z frekwencją ponad czterokrotnie mniejszą z NE (14.5%). Najrzadziej wiały wiatry z S (1.9%), SE (2.0%) i N (2.1%). Mały jest również odsetek wiatrów z SW (2.5%). Średnia miesięczna temperatura kwietnia wyniosła -8.5°C . Inaczej niż w lutym i marcu, w kwietniu najniższa średnia temperatura powietrza wystąpiła nie przy wietrze z E, a z NE (-10.0°C). W przypadkach pozostałych kierunków wiatru wartości temperatury powietrza są bardzo podobne do tych, jakie wystąpiły miesiąc wcześniej (ryc. 1).

Maj

W maju w dalszym ciągu dominował wiatr z E (48.8%) i spadał udział wiatrów z NE (do 11.7%). Wyraźnie natomiast wzrosła frekwencja wiatrów z W (do 15%). Maj jest miesiącem, od którego zaczyna się subdominacja wiatru z W – taka sytuacja będzie się utrzymywała przez kolejne cztery miesiące. Najrzadziej wiały wiatry z N (2.0%), S (2.5%) oraz SE (2.9%). W maju, w rozkładzie średnich wartości temperatury przy danych kierunkach wiatru zachodzą, w porównaniu do poprzednich miesięcy, istotne zmiany – wykres staje się bardziej symetryczny (ryc. 1). Najzimniejsze jest powietrze napływające z wiatrami z NE (-4.2°C) i E (-3.5°C), a najcieplejsze z S (0.0°C) oraz SW i W (-0.7°C). Wyraźny wzrost frekwencji ciepłych wiatrów z W, wraz ze zwiększonym dopływem energii promienistej Słońca, powoduje, że mimo dominacji zimnych wiatrów z E, wieloletnia średnia miesięczna temperatura kwietnia gwałtownie rośnie (o 5.7 deg) i wynosi -2.8°C (tab. 1).

Czerwiec

Choć w czerwcu w dalszym ciągu dominuje wiatr z E (38.3%), to jego frekwencja jest najniższa w roku. W strukturze kierunkowej wiatru zaznacza się dalszy wzrost udziału wiatrów z W (do 20.9%), wzrasta też, w porównaniu do maja blisko trzykrotnie, udział wiatru z SW (z 3.8 do 10.8%), a maleje frekwencja wiatrów z NE (do 6.1%). Tak jak i w miesiącu poprzednim, najrzadziej notowano wiatr z N (1.6%), S (3.3%) i SE (4.1%). Tylko przy jednym kierunku wiatru (SE) temperatura powietrza pozostaje ujemna (-0.1°C). Najwyższa temperatura wystąpiła przy wietrze z S (4.0°C). Wyższe od wieloletniej średniej miesięcznej temperatury powietrza w czerwcu (1.9°C) są również temperatury występujące przy wiatrach z NE (2.7°C) i N (2.6°C). Temperatura powietrza notowana przy dominujących wiatrach wschodnich jest równa średniej wieloletniej (tab. 1).

Lipiec

W lipcu dominował wiatr z E (39.0%), a subdominował z W (19.2%) oraz SW (15.5%). Najrzadziej notowano wiatr z N (0.7%), NW (2.9%) i S (4.4%). Średnia miesięczna temperatura powietrza wyniosła 4.4°C . Jest to najwyższa wieloletnia średnia miesięczna w ciągu roku (tab. 1). Temperatury powietrza występujące przy poszczególnych kierunkach wiatru są w lipcu wyrównane i mieszczą się w przedziale od 4.0°C przy wietrze z SW do 5.1°C przy wietrze z NE. Amplituda temperatury między opozycyjnymi kierunkami wiatru W i E wyniosła jedynie 0.6°C , a przy N i S tylko 0.4°C .

Lipiec jest jedynym miesiącem w roku, w którym najwyższa temperatura w miesiącu na danym kierunku wiatru występuje przy wiatrach wiejących z sektora NE. W lipcu wiatry te najczęściej związane są z północno-zachodnią lub zachodnią częścią układów niskiego ciśnienia rozwijających się nad Morzem Barentsa (Styszyńska 2007). Są to niżej rozwijające się w rejonie Islandii i dalej przemierzające się bruzdą islandzko-karską, stąd, choć frekwencja tych wiatrów jest mała (5.3%), ich

występowaniu towarzyszyć może napływ w rejon Hornsundu bardzo ciepłego powietrza. Jednak nie zawsze można na stacji w Hornsundzie utożsamiać kierunek adwekcji z kierunkiem wiatru.

Nie można również wykluczyć, że przy notowanym na stacji w Hornsundzie kierunku wiatru z NE, temperatura powietrza może rejestrować jej suchoadiabatyyczny wzrost, związany ze splywem powietrza z już stosunkowo „ciepłych” w tym miesiącu, zlodowaconych płaskowyżów położonych na N i NE od stacji. Takie objaśnienie przyczyny skojarzenia najwyższej obserwowanej temperatury powietrza w lipcu z występowaniem wiatru z NE wymaga potwierdzenia przez szczegółową analizę danych terminowych poszczególnych przypadków wystąpienia wiatrów z NE w lipcu. Rozstrzygnięcie kwestii przyczyny takiego niezwyklego związku najwyższych wartości temperatury powietrza obserwowanych na stacji w Hornsundzie w lipcu z „najchłodniejszym” kierunkiem adwekcji wymaga dalszych badań.

Tabela 1 – Table 1

Temperatura powietrza [°C] przy danym kierunku wiatru i na stacji w Hornsundzie (Hor) w okresie 1978-2009
Air temperature [°C] at the given direction of wind and at Hornsund (Hor) station (1978-2009)

Miesiąc Month	Kierunek wiatru – Wind direction								Hor
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
I	-12.3	-13.3	-10.9	-2.9	-0.2	-1.7	-5.5	-9.0	-10.9
II	-11.8	-11.5	-12.3	-7.7	-1.8	-2.0	-4.3	-9.9	-10.8
III	-10.8	-11.4	-12.5	-6.3	-1.1	-1.8	-4.0	-8.2	-10.6
IV	-9.4	-10.0	-9.6	-6.4	-1.2	-1.8	-3.7	-7.5	-8.5
V	-2.5	-4.2	-3.5	-2.7	0.0	-0.7	-0.7	-2.4	-2.8
VI	2.6	2.7	1.9	-0.1	4.0	1.4	1.6	0.6	1.9
VII	4.7	5.1	4.8	4.5	4.3	4.0	4.2	4.7	4.4
VIII	3.5	4.4	4.2	3.9	4.5	4.0	4.0	3.8	4.1
IX	0.1	1.3	1.6	2.4	3.7	3.1	2.4	0.6	1.3
X	-6.2	-4.2	-2.7	-1.0	1.0	0.3	-1.4	-4.6	-3.4
XI	-8.9	-8.4	-6.6	-2.2	0.5	-0.6	-2.6	-7.0	-6.4
XII	-11.7	-11.3	-10.0	-5.5	-2.4	-1.7	-3.3	-8.7	-9.5

Sierpień

W sierpniu rozkład kierunków wiatru jest bardzo podobny do tego, jaki występował w lipcu; dominował wiatr z E (43.9%), a subdominował z frekwencją równą 15.1%, wiatr z W. W stosunku do poprzedniego miesiąca wzrosła frekwencja wiatru z NE (z 5.3 do 10.0%), a zmalała z SW (z 15.8 do 9.9%). Podobnie jak w lipcu najmniejszą frekwencję wykazywały wiatry z N (1.2%) i S (3.9%). Wieloletnia średnia miesięczna temperatura powietrza była o 0.3 deg niższa niż w lipcu (tab. 1). Wykres średnich wartości temperatury powietrza występujących przy poszczególnych kierunkach wiatru w sierpniu wydaje się być odbiciem tego jaki wykreślono dla lipca (ryc. 1). Najwyższą średnią temperaturę zanotowano przy wietrze z S (4.5°C), a najniższą przy wietrze z N (3.5°C). Bardzo małe, rzędu 0.2 deg, różnice temperatury powietrza występują również przy wiatrach W i E.

Wrzesień

We wrześniu, przy dalszej dominacji wiatru z E (39.1%), obraz struktury wiatru, w porównaniu z poprzednio analizowanymi miesiącami, wyraźnie się zmienia. Ponownie zaczyna subdominować wiatr z NE (18.3%), wyraźnie maleje frekwencja wiatru z SW (z 9.9 w sierpniu do 4.9% we wrześniu) na rzecz tego z NE (wzrost z 10.0 na 18.3%). Stosunkowo rzadko notowane są wiatry z SE (2.2%), N

(3.2%) i S (3.7%). Większe zmiany zaznaczają się również w rozkładzie temperatury powietrza. Najwyższa temperatura notowana jest przy wiatrach południowych (3.7°C) a najniższa – przy północnych (0.1°C). Choć dodatnia temperatura powietrza występuje jeszcze przy wszystkich analizowanych kierunkach wiatru, to we wrześniu gwałtownie spada temperatura notowana przy wiatrach z NW (z 3.8°C w sierpniu do 0.6°C we wrześniu), NE (z 4.4 do 1.3°C) i E (z 4.2 do 1.6°C). Tak duże spadki temperatury występujące przy dominujących kierunkach wiatru powodują, że i wieloletnia średnia temperatura powietrza maleje z 4.1°C w sierpniu do 1.3°C we wrześniu (tab. 1). Najmniejsze różnice temperatury między sierpniem i wrześniem mają miejsce przy wiatrach z S (0.8 deg) i SW (0.9 deg).

Październik

Październik jest jedynym miesiącem, w którym frekwencje dominującego (E) i subdominującego (NE) kierunku wiatru są do siebie zbliżone i wynoszą odpowiednio: 35.8 oraz 30.9%. W omawianym miesiącu zdecydowanie zmalała, w stosunku do czerwca, lipca i sierpnia, frekwencja wiatrów z sektora południowego i zachodniego; najrzadziej notowane wiatry wiały z SE (2.1%), SW (2.0%) i S (2.4%). W październiku rozkład wieloletnich średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza przy danych kierunkach wiatru staje się coraz bardziej asymetryczny. Dodatkowo temperatury występują tylko przy wiatrach z S (1.0°C) i SW (0.3°C). Największy spadek temperatury powietrza obserwuje się przy wiatrach z sektora północnego: N (z 0.1°C we wrześniu do -6.2°C w październiku), NE (z 1.3 do -4.2°C) i NW (z 0.6 do -4.6°C). Duży jest również spadek temperatury notowanej przy wiatrach z E (z 1.6 do -2.7°C). Tak znaczące spadki temperatury na najczęściej występujących kierunkach wiatru odbijają się w wartości średniej wieloletniej, która w październiku jest już ujemna i wynosi -3.4°C (tab. 1).

Listopad

W listopadzie zwiększała się różnica frekwencji między dominującym a subdominującym kierunkiem wiatru; wiatr z E osiągnął częstość równą 40.2, a NE 27.2%. Częstość wiatrów z sektora południowego była zbliżona do tej jaka jest charakterystyczna dla sezonu zimowego, najrzadziej obserwowano wiatry z SE (1.5%), SW (2.6%) i S (3.2%). Podobne zmiany dotyczyły wiatrów z NW i N, których udział zmniejszył się z 7.1 do 5.4% wszystkich obserwacji. W listopadzie dodatnia temperatura powietrza występuje już tylko przy wiatrach z S (0.5°C), choć wiatr z SW jest też relatywnie ciepły (-0.6°C). Największe spadki temperatury w porównaniu do poprzedniego miesiąca zachodzą przy wiatrach z NE (o 4.2 deg) i E (o 3.9 deg). Te dwa kierunki wiatru stanowią w listopadzie 67.5% wszystkich przypadków wiatru obserwowanych na stacji w Hornsundzie, nic zatem dziwnego, że podobnej wielkości obniżka temperatury powietrza występuje i w przypadku wieloletniej średniej miesięcznej (o -3 deg w stosunku do października). Ponieważ w listopadzie ma miejsce już noc polarna, to zachodzące zmiany w temperaturze powietrza wiązać należy przede wszystkim z adwekcjami mroźnych mas powietrza z sektora NE-E. Jak wynika z analiz Niedźwiedzia (2007) mają one miejsce głównie w antycyklonalnych typach cyrkulacji.

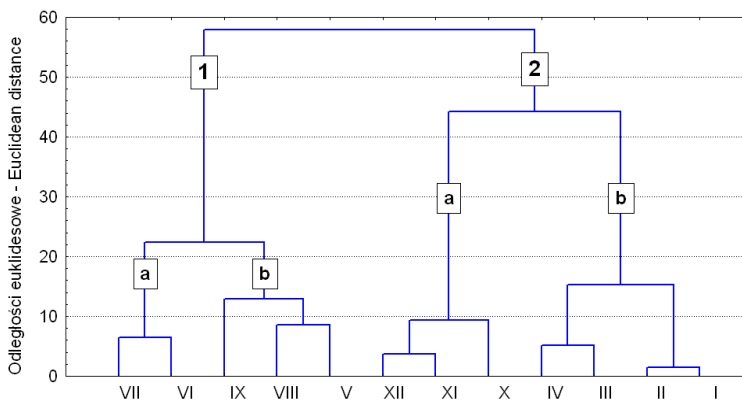
Grudzień

W grudniu struktura kierunków wiatru jest zbliżona do tej jaką obserwowano w poprzednim miesiącu – najczęściej notowano wiatr z E oraz NE, przy czym frekwencja tego drugiego kierunku jest o blisko połowę niższa niż E; wynosiła ona odpowiednio: 43.5 i 26.0%. Z pozostałych kierunków, podobnie jak w listopadzie, najrzadziej notowano wiatry z SE (1.5%), SW (2.3%) i S (2.8%). Choć

występowały one przede wszystkim w cyklonalnych układach cyrkulacyjnych (Niedźwiedz 2007), z którymi związane były adwekcje powietrza z niższych szerokości geograficznych, to nie przynosiły one na tyle ciepłego powietrza aby na stacji w Homsundzie obserwowano temperaturę dodatnią (tab. 1). Najwyższe wartości temperatury powietrza występują przy wiatrach z SW (-1.7°C), S (-2.4°C) i W (-3.3°C), a najniższe – przy wiatrach z N (-11.7°C), NE (-11.3°C) i E (-10.0°C). Podobnej wielkości spadek temperatury jaki notowany jest przy najczęściej występujących wiatrach E i NE obserwuje się i w odniesieniu do wieloletniej średniej miesięcznej, która w grudniu wynosi -9.5°C (tab. 1).

Z przedstawionego powyżej materiału wynika, że w Homsundzie, w każdym miesiącu dominował wiatr z E, przy czym w marcu ta dominacja była zdecydowana, blisko sześćdziesięcioprocentowa, a w pozostałych miesiącach zmieniała się od 35.8% (październik) do 56.2% (kwiecień). Analizując subdominujące kierunki wiatru, nietrudno zauważyć (ryc. 1), że w ośmiu kolejnych miesiącach (od września do kwietnia) był nim wiatr z NE, a w czterech – z W (od maja do sierpnia). Frekwencja tych subdominujących kierunków wiatru zmieniała się od ponad 30% w październiku do 14.5% w kwietniu. Z kolei najrzadziej zaobserwowane wiatry to te wiejące z SE (od 1.2% w marcu i październiku do 5.4% w lipcu) lub z N (od 0.7% w lipcu do 7.2% w październiku). Wiatry SE osiągały najniższą częstość, gdy subdominowały wiatry z W, a wiatry z N wtedy gdy subdominowały wiatry z NE.

Analiza ryc. 1 pozwala zauważyć, że struktura kierunków wiatru w niektórych miesiącach jest bardzo podobna oraz, że istnieją miesiące, w których struktura ta jest wyraźnie różna. Subiektywnie można stwierdzić, że podobne do siebie są styczeń i luty czy też czerwiec, lipiec i sierpień oraz, że maj i październik oraz czerwiec i grudzień są zdecydowanie odmienne. W celu obiektywnego wyróżnienia miesięcy podobnych do siebie pod względem struktury kierunkowej wiatru przeprowadzono analizę ich grupowania metodą Warda. Wyniki grupowania przedstawia ryc. 2.



Ryc. 2. Grupowanie miesięcznej frekwencji kierunków wiatru na stacji w Homsundzie. Metoda Warda – odległości euklidesowe

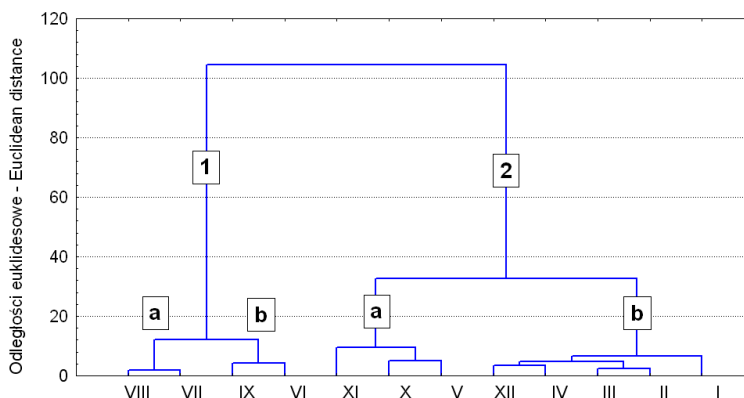
Fig. 2. Ward's method cluster analysis of monthly frequency of wind direction at Hornsund station based on Euclidean distance

Rezultaty zastosowanej procedury grupowania wskazują, że rozkłady frekwencji kierunków wiatru w kolejnych miesiącach roku tworzą dwie gałęzie (1 i 2) składające się z dwóch podgrup (a i b). W pierwszej z nich zgrupowane jest 5 miesięcy od maja do września. Drugą grupę tworzy pozostałe

7 miesięcy roku. W pierwszej grupie znalazły się miesiące, w których obserwuje się spadek frekwencji wiatrów z E i wzrost powyżej 13% frekwencji wiatrów zachodnich. W grupie tej wyróżnić można dwie podgrupy. Do pierwszej (1a) należy czerwiec i lipiec – miesiące, w których wiatry z W wykazują frekwencję około 20%, a wiatry z SW występują z częstością przekraczającą 10%. W drugiej podgrupie (1b) znalazły się te miesiące, w których spadkowi częstości wiatrów wschodnich towarzyszy tylko wyraźny wzrost częstości wiatrów z zachodu. W miesiącach należących do grupy drugiej także można wydzielić dwie podgrupy. Do pierwszej (2a) należy październik, listopad i grudzień, które cechują się dużym udziałem (powyżej 25%) wiatrów z NE i podobną jak w grupie 1 frekwencją wiatrów wschodnich. Drugą podgrupę (2b) stanowią miesiące z okresu styczeń-kwiecień charakteryzujące się ponad 50% frekwencją wiatrów wschodnich i tylko podwyższoną (14-20%) frekwencją wiatrów z NE.

Na stacji w Hornsundzie najwyższe miesięczne wartości temperatury powietrza przy danym kierunku wiatru z reguły obserwowano przy wietrze z S, wyjątek stanowi lipiec kiedy to najcieplejszy był wiatr z NE i grudzień, w którym najcieplejszy był wiatr z SW (tab. 1). Najniższe temperatury przy danym kierunku wiatru najczęściej związane były z wiatrami z N, NE i E. Najzimniejsze wiatry z północy występowały w drugiej połowie roku, w okresie od sierpnia do grudnia włącznie. Najzimniejsze wiatry z NE obserwowano w styczniu, kwietniu i maju, zaś w lutym i marcu były to wiatry z E. Najzimniejsze w danym miesiącu wiatry mogły wystąpić również z sektora południowego: w czerwcu z SE i w lipcu z SW (tab. 1).

Analiza rozkładów temperatury powietrza występującej przy danych kierunkach wiatru (ryc. 1) pozwala, podobnie jak w przypadku struktury kierunkowej wiatru, wyróżnić miesiące mniej i bardziej podobne do siebie. W celu obiektywnego wyróżnienia miesięcy podobnych do siebie pod względem termicznej struktury wiatru wykorzystano dane zawarte w tab. 1 i przeprowadzono, tak jak w przypadku frekwencji kierunków wiatru, procedurę grupowania kolejnych miesięcy roku (ryc. 3).



Ryc. 3. Grupowanie miesięcznej temperatury powietrza występującej przy danym kierunku wiatru na stacji w Hornsundzie. Metoda Warda – odległości euklidesowe

Fig. 3. Ward's method cluster analysis of monthly air temperature at the given direction of wind at Hornsund station based on Euclidean distance

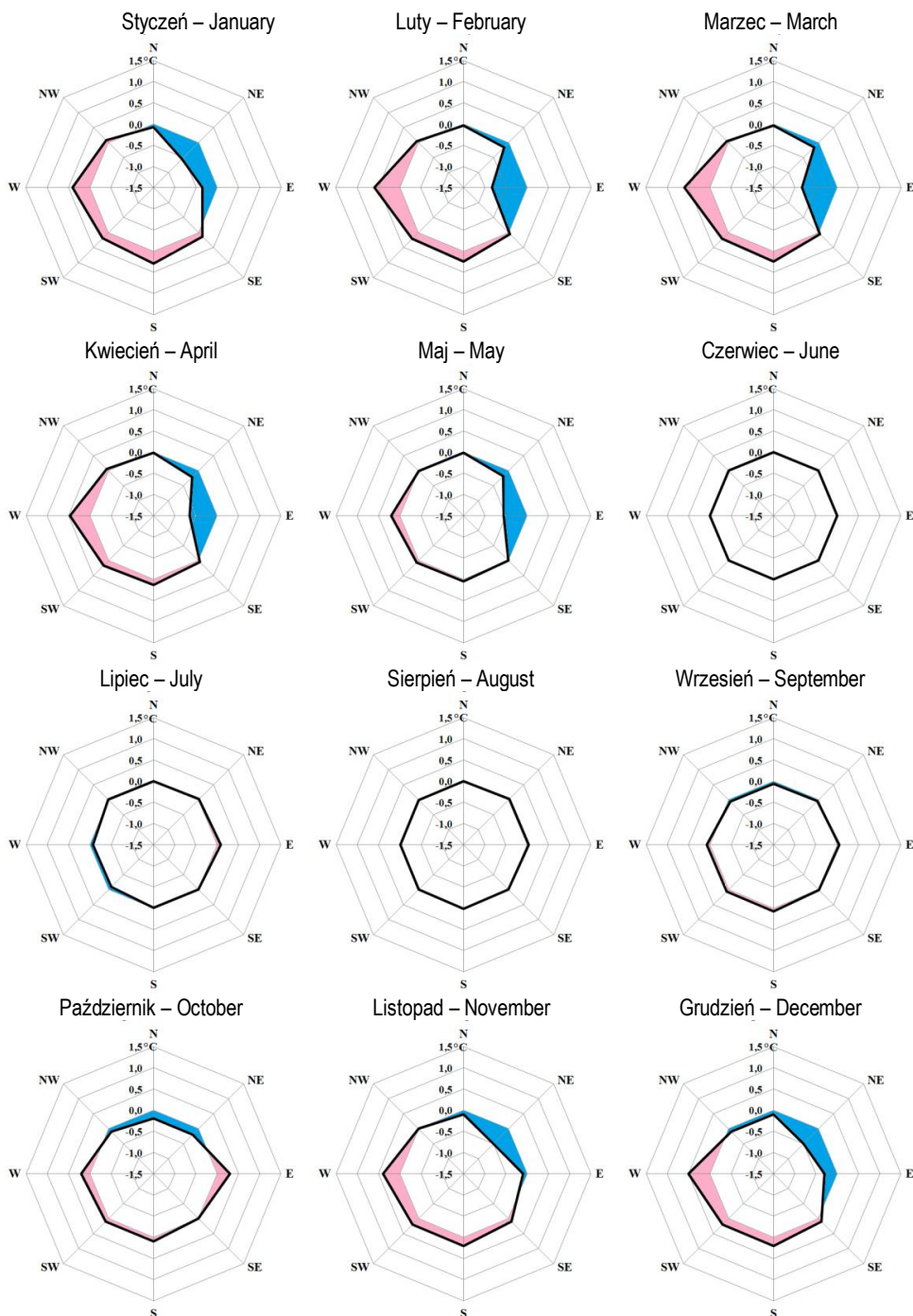
Procedura grupowania miesięcy według wartości temperatury powietrza występującej przy danych kierunkach wiatru (ryc. 3) wykazuje podobieństwa z grupowaniem miesięcy o podobnej strukturze kierunkowej wiatru (ryc. 2), choć występują też pewne różnice. Rozkłady termicznej struktury wiatru w kolejnych miesiącach roku również tworzą dwie grupy (1 i 2) składające się z dwóch podgrup (a i b). Do grupy 1 należą miesiące cieplej pory roku. Podgrupa 1a obejmuje lipiec i sierpień, czyli okres termicznego lata (Marsz 2007a), w którym występują znikome różnice temperatury powietrza na poszczególnych kierunkach wiatru. Podgrupa 1b obejmuje przyległe do lata czerwiec i wrzesień, miesiące w których temperatura powietrza na wszystkich ośmiu kierunkach wiatru również ma wartości dodatnie. Do grupy 2 należy 8 miesięcy. Podgrupa 2b tworzona jest przez miesiące obejmujące okres od grudnia do kwietnia, czyli okres termicznej zimy (Marsz 2007a). W tym czasie wiatrom z N, NE i E towarzyszy napływ bardzo mroźnego powietrza, co powoduje, że średnie miesięczne wartości temperatury przy tych kierunkach wiatru są niższe od -10°C , przy czym w lutym i marcu najzimniejszy jest wiatr z E (poniżej -12°C). Podgrupę 2a tworzą miesiące przejściowych pór roku: relatywnie ciepły październik i listopad zaliczane przez Marsza (2007a) do jesieni i nieco chłodniejszy maj (początek wiosny).

4. Miesięczne anomalie temperatury powietrza a struktura kierunków wiatru

W badanym wieloleciu 1978-2009 zarówno najniższa jak i najwyższa wieloletnia średnia miesięczna temperatura powietrza na danym kierunku wiatru wystąpiła przy wietrze z NE. W styczniu było to -13.3°C , a w lipcu 5.1°C . Wskazuje to, na dużą zmienność termicznej struktury wiatru w funkcji czasu. Jak podaje Niedźwiedź (1987, 2007), w Hornsundzie, napływ powietrza przy danym kierunku wiatru może być związany z radykalnie różną sytuacją synoptyczną, z układem cyklonalnym bądź antycyklonalnym z centrum położonym nad Spitsbergenem lub w różnej odległości od niego. Pociągając to będzie za sobą zróżnicowanie temperatury powietrza napływającego do rejonu fiordu i stacji w Hornsundzie. Aby wyjaśnić na ile trwale są „ciepłe” i „zimne” kierunki wiatru w funkcji czasu, dla każdego z ośmiu badanych w pracy kierunków obliczono w poszczególnych miesiącach rozpatrywanego wielolecia (1978-2009) średnie ważone wartości temperatury powietrza oraz ich odchylenia od wieloletniej średniej miesięcznej wartości temperatury obliczonej z wszystkich obserwacji terminowych. Wyniki tych analiz przedstawia ryc. 4, na której w ujęciu miesięcznym kolorem różowym zaznaczono wielkość dodatniej anomalii powietrza, a kolorem niebieskim – wielkość anomalii ujemnej.

Analiza ryc. 4 wskazuje, że w termicznej strukturze wiatru można wyróżnić dwa okresy dużej trwałości termicznej wiatru. Pierwszy z tych okresów obejmuje miesiące chłodnej pory roku – od listopada do kwietnia, drugi – miesiące dnia polarnego – od czerwca do września.

Przeprowadzona analiza wykazała, że zakres odchyłeń temperatury powietrza występującej przy danym kierunku wiatru od średniej, obliczonej ze wszystkich obserwacji terminowych w danym miesiącu, nie jest duży. W styczniu przy wietrze z N, NE i E obserwuje się ujemne amplitudy powietrza, a dodatnie przy pozostałych kierunkach, przy czym zmieniają się one od -0.55 deg (NE) do $+0.41$ deg (W). W trzech kolejnych miesiącach – lutym, marcu i kwietniu – rozkład jest niemal identyczny; minimalne temperatury zanotowano przy wiatrach z E, a maksymalne przy wiatrach z W. Zakres zmian w poszczególnych miesiącach jest następujący: w lutym od -0.83 do $+0.59$ deg, w marcu od -1.05 do $+0.52$ deg, a w kwietniu od -0.65 do $+0.46$ deg. W maju sytuacja jest podobna do tej opisanej w lutym, marcu i kwietniu, z tym, że zakres zmian staje się zdecydowanie mniejszy, przynajmniej jeśli chodzi o anomalie



Ryc. 4. Miesięczna odchylenia temperatury powietrza na danym kierunku wiatru od wartości średniej miesięcznej na stacji w Hornsundzie (1978-2009). Kolor czerwony – dodatnie, kolor niebieski – ujemne

Fig. 4. Monthly deviation of air temperature on the given wind direction from the monthly values on the Hornsund station (1978-2009). The red – positive, the blue colour – negative deviation

dotądnie, tak więc anomalie zmieniają się od -0.55 do $+0.21$ deg. Maj można więc uznać za taki, który nie przystaje do wyżej opisanych miesięcy zimowych; nie przystaje on również do następnych czterech miesięcy. W czerwcu anomalie termiczne wynoszą 0 deg, w lipcu zmieniają się od -0.09 do $+0.09$ deg, w sierpniu od -0.02 do $+0.03$ deg, a we wrześniu od -0.06 do $+0.08$ deg. Wymienione anomalnie w zasadzie uważa się za bliskie zeru. Te dodatnie występują przy wiatrach z sektora wschodniego – znad lądu, a ujemne z zachodniego – znad morza, z reguły w tym czasie wolnego od lodu. Październik, podobnie jak maj, nie wykazuje podobieństw do miesięcy go poprzedzających (od czerwca do września) ani też następujących po nim. W czasie jego trwania anomalnie wystąpiły przy wiatrach z sektora północnego (N i NE -0.20 deg), a dodatnie przy wietrze E ($+0.30$ deg) i W ($+0.20$). Wystąpienie dodatniej anomalii temperatury powietrza przy wiatrach z zachodu jest w październiku zrozumiałe, pozornie dziwne może się natomiast wydawać wystąpienie anomalii dodatniej przy wietrze ze wschodu. Zarówno listopad jak i grudzień upodabniają się do stycznia. W zasadzie są takie same jak wymieniony grudzień; anomalie ujemne wystąpiły przy wietrze NE (-0.50 deg w obu miesiącach), a dodatnie odpowiednio $+0.40$ i $+0.50$ deg.

4. Podsumowanie

Przeprowadzona w pracy analiza zmian temperatury powietrza występującej przy danych kierunkach wiatru w poszczególnych miesiącach roku potwierdza pogląd Marsza (2007b) o braku związków temperatury powietrza z frekwencją wiatru z określonych kierunków w dłuższym horyzoncie czasowym. Nawet zimą chwilowe adwekcje bardzo ciepłego powietrza, ze względu na ich sporadyczność (bardzo małą frekwencję), nie są w stanie w istotny sposób wpłynąć na wartość średniej miesięcznej temperatury powietrza.

Największy wpływ na kształtowanie się średniej miesięcznej temperatury powietrza mają te kierunki wiatru, których frekwencja jest największa – E i NE. Przy czym w listopadzie, grudniu i styczniu są to wiatry z NE, a w lutym, marcu, kwietniu i maju – wiatry z E.

W termicznej strukturze wiatru można wyróżnić dwa okresy jej dużej trwałości. Pierwszy z tych okresów obejmuje miesiące chłodnej pory roku – od października do maja, drugi – miesiące dnia polarnego – od czerwca do września.

W chłodnej porze roku za stałe „ciepłe” kierunki wiatru należy uznać wiatry z sektora od W przez SW, S do SE. W tym okresie za trwale „zimne” należy uznać wiatry z NE i N. Wiatr wschodni, przy którym występują największe ujemne anomalie temperatury za trwale „zimny” może być uważany tylko w okresie od listopada do maja. W październiku występowaniu tego wiatru na stacji w Hornsundzie często towarzyszy napływ ciepłego powietrza. Powtarzalność tego typu sytuacji jest na tyle duża, że doprowadza do wzrostu temperatury tego miesiąca. Ta „wyjątkowość” października, w którym występuje dodatnia anomalna temperatura powietrza przy wiatrach ze wschodu może być w prosty sposób objaśniona przez fakt, że w październiku rozległe akweny Morza Barentsa leżące na wschód od Spitsbergenu, w tym Storfjord, są jeszcze wolne od pokrywy lodów morskich. Wody tych akwenów oddają w październiku do atmosfery zakumulowane w okresie dnia polarnego ciepło, przyczyniając się do wzrostu temperatury i wilgotności przepływającego nad nimi powietrza. W rezultacie napływające nad Spitsbergen od wschodu powietrze jest jeszcze relatywnie ciepłe, a dodatkowo, przy przepływie nad wyższymi partiami wyspy w rejonie wschodnich wybrzeży, część utajonego ciepła parowania zostaje zamieniona na ciepło jawne w trakcie procesów kondensacji. Odległość stacji w Hornsundzie

od wschodniego wybrzeża Spitsbergenu jest na tyle mała, że poruszające się z przeciętną prędkością powietrze napływające ze wschodu nie zdąży stracić zwiększonych zasobów ciepła w wyniku wypromieniowania. W rezultacie, w październiku powietrze dochodzące do rejonu stacji ze wschodu konsekwentnie przynosi ocieplenie.

W okresie ciepłym, od czerwca do września, praktycznie ustala się sytuacja, w której niemal całkowicie zanikają związki między kierunkiem wiatru a anomaliami temperatury miesięcznej (patrz ryc. 4). Istnienie takiego stanu, w odniesieniu do średniej z lipca i sierpnia wykryły wcześniej Wielbińska i Skrzypczak (1988), mimo, że średnia temperatura lata w okresie badanym przez te autorki była istotnie niższa od średniej temperatury lipca i sierpnia w okresie rozpatrywanym w tej pracy. Z dużej stałości termicznej struktury wiatrów w okresie letnim wyłamuje się kierunek NE w lipcu, któremu towarzyszą najwyższe dodatnie temperatury. Tu przyczyna takiego stanu rzeczy nie do końca jest jasna. Czy główną rolę w kształtowaniu tego paradoksalnego zjawiska odgrywa czynnik synoptyczny, czy specyficzne dla położenia stacji w Hornsundzie warunki lokalne, wyjaśnić powinny dalsze badania.

Literatura

- Marsz A.A., 2007a. Temperatura powietrza. [w:] Marsz A.A., Styszyńska A. (red.), Klimat rejonu Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie – stan, zmiany i ich przyczyny. Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni: 131–174.
- Marsz A.A., 2007b. Związki między elementami klimatycznymi i model zmian warunków klimatycznych rejonu Polskiej Stacji Polarnej 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: 249–258.
- Miętus M., Filipiak J., 2005. Strumienie energii i masy pomiędzy morzem i atmosferą w rejonie Arktyki Norweskiej. *Problemy Klimatologii Polarnej*, 15: 65–81.
- Niedźwiedz T., 1987. Wpływ cyrkulacji atmosfery na temperaturę powietrza w Hornsundzie, Spitsbergen. [w:] XIV Sympozjum Polarne, Lublin 7-8 maja 1987: 174–180.
- 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.
- Rogers J.C., Wang S.-H., Bromwich D.H., 2004. On the role of the NAO in the recent northeastern Atlantic Arctic warming. *Geophysical Research Letters*, 31, L02201, DOI: 10.1029/2003GL018728.
- Rogers J.C., Yang L., Li L., 2005. The role of Fram Strait winter cyclones on sea ice flux and on Spitsbergen air temperatures. *Geophysical Research Letters*, 32, L06709, DOI: 10.1029/2004GL022262.
- Semenov V.A., 2008. Vliyaniye okeanicheskogo pritoka v Barentovo more na izmenchivost' klimata v Arktike. *Doklady Akademii Nauk*, 418 (1): 106–109.
- Smedsrud L.H., Ingvaldsen R., Nilsen J.E.Ø., Skagseth Ø., 2010. Heat in the Barents Sea: transport, storage, and surface fluxes. *Ocean Science*, 6: 219–234 (www.ocean-sci.net/6/219/2010/).
- Styszyńska A., 2007. Wiatr. [w:] Marsz A.A., Styszyńska A. (red.), Klimat rejonu Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie – stan, zmiany i ich przyczyny. Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni: 71–86.
- Tsukernik M., Kindig D.N., Serreze M.C., 2007. Characteristics of winter cyclone activity in the northern North Atlantic: Insights from observations and regional modeling. *Journal of Geophysical Research*, 112; D03101, doi:10.1029/2006JD007184.

Wpłynęło: 11 października 2011, poprawiono: 9 grudnia 2011

Summary

This work characterises correlations between air temperatures and the wind directions observed at the Hornsund station over the many-year period 1978-2009. The wind direction most frequently observed at this station is east and it is noted in 38.3% of all observations in June and in 59.4% in March. NE wind prevails (from 5.3% in July to 30.9% in October). When N, NE and E winds are observed then the mean air temperature in the period December- March is lower than -10°C (from -10°C with E winds in December to -13.3°C with NE winds in January). Warmest are S wind (from -2.4°C in December to 4.5°C in August). During the polar day (June –September) the many-year mean monthly air temperatures are positive regardless of wind direction and in the middle of summer they are characterized by similar values: in July from 4.0°C with winds from SW to 5.1°C with NE winds, in August from 3.5°C with N winds to 4.5°C S winds.

Winds occurring at the Hornsund station are characterized by high stability of thermal structures. During the cold (November-May) winds from the sector by W, S to SE are "permanently" warm and winds from the N, NE and E are "permanently" cold. From November to January the biggest impact on air temperature in the month have winds from the NE and from February to May – easterly winds.

Key words: air temperature, wind direction, Hornsund, Spitsbergen.