

CECHY KLIMATU LOKALNEGO STACJI W HORNSUNDZIE W OPARCIU O MATERIAŁ Z LAT 1978-1995

Tomasz Kierzkowski

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział Morski w Gdyni

Wstęp

Pierwsze regularne pomiary meteorologiczne w Hornsundzie wykonano pod koniec lat pięćdziesiątych, lecz dla celów analiz klimatycznych przydatne są dopiero dane od lipca 1978 roku, tj. od chwili uruchomienia Stacji Polarnej IG PAN. Rozpoczęte wówczas systematyczne i kompleksowe obserwacje meteorologiczne dostarczyły bogatego materiału badawczego. Został on wykorzystany w licznych pracach z zakresu problematyki polarnej. Do tej pory ukazało się kilka publikacji poświęconych warunkom klimatycznym Hornsundu. Wśród nich wymienić należy prace Baranowskiego (1968), Perejmy (1983), Rodzika i Stepki (1985). Najdłuższą jak do tej pory serię obserwacyjną wykorzystano w opracowaniu "Tablice statystyczne wybranych elementów meteorologicznych. Hornsund 1978-1989", przygotowanym przez zespół pracowników IMGW w Gdyni (Ambros, Miętus, Wielbińska; 1990), w którym oprócz przebiegu głównych parametrów meteorologicznych omówiono również relacje istniejące między nimi. Charakterystykę poszczególnych elementów meteorologicznych przedstawiono w publikacjach autorstwa m.in. Niedźwiedzia i Ustrnula (1986, 1987, 1988, 1989), Pietronia (1987), Wielbińskiej i Skrzypczak (1988), Miętusa (1991), Kratke i Stanisławczyk (1992), Przybyłaka (1992).

W niniejszej pracy prezentowany jest zarówno roczny jak i wieloletni przebieg temperatury powietrza, ciśnienia, wiatru, zachmurzenia, osłonecznienia, opadu, wilgotności względnej oraz mgły. Autor wykorzystał dane

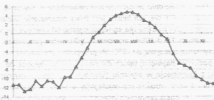
zgrupowane w Samodzielnej Pracowni Meteorologii Klimatologii Polarnej i Morskiej IMGW w Gdyni, które obejmują okres od 1 lipca 1978 roku do 30 czerwca 1995 roku. Brak obserwatora podczas zimowania 1981/1982 spowodował powstanie luki w materiale obserwacyjnym. Została ona jednakże w pewnym stopniu wypełniona dzięki obserwacjom prowadzonym przez pp. Migalę i Sobika z Uniwersytetu Wrocławskiego. Autor chciałby bardzo serdecznie podziękować panu dr Mirosławowi Miętusowi za przygotowanie całego materiału statystycznego oraz pomoc w czasie pisania pracy, a także panu mgr Waldemarowi Stepko za kilka cennych uwag wykorzystanych w tym opracowaniu.

Charakterystyka klimatu lokalnego stacji w Hornsundzie

1. Temperatura powietrza

Średnia temperatura powietrza na stacji Hornsund w okresie lipiec 1978 - czerwiec 1995 wynosiła -5°C i jest to wartość o $0,9^{\circ}\text{C}$ wyższa od średniej z lat 1979-1983 (Przybylak 1992). Biorąc pod uwagę poszczególne lata tego okresu, najcieplejszy był rok 1984 ze średnią temperaturą $-2,2^{\circ}\text{C}$, najchłodniejszy z kolei rok 1988 ze średnią wynoszącą $-7,2^{\circ}\text{C}$. Rekordowo wysoka temperatura w roku 1984 była głównie wynikiem bardzo ciepłej zimy: w lutym średnia miesięczna temperatura była wyższa od średniej wieloletniej o 5 deg, a w grudniu aż o 9,6 deg ($-1,2^{\circ}\text{C}$). Odwrotna sytuacja miała miejsce w 1988 roku: średnie miesięczne temperatury listopada i grudnia były o ponad 6 deg niższe od średniej wieloletniej.

W przebiegu rocznym najniższe temperatury notowane są w styczniu ($-11,8^{\circ}\text{C}$), aczkolwiek termiczne minimum można rozszerzyć na cały okres grudzień - marzec, gdyż różnice między średnimi miesięcznymi temperaturami są wówczas niewielkie i nie przekraczają 1,1deg. Średnie dekadowe wartości temperatury wahają się w tym okresie od $-10,3^{\circ}\text{C}$ w pierwszej dekadzie grudnia do $-12,8^{\circ}\text{C}$ w trzeciej dekadzie stycznia (ryc. 1). Systematyczny wzrost temperatury obserwowany jest od drugiej dekady kwietnia i trwa aż do przełomu lipca i sierpnia, gdy notowane są najwyższe średnie dekadowe temperatury: $4,8^{\circ}\text{C}$ w trzeciej dekadzie lipca oraz $4,7^{\circ}\text{C}$ w pierwszej dekadzie sierpnia. Średnie miesięczne temperatury lipca i sierpnia wynoszą odpowiednio $4,4$ i $3,9^{\circ}\text{C}$. Jedynie w tych dwóch miesiącach, a także w czerwcu i wrześniu średnia miesięczna temperatura jest wyższa od 0°C .



Ryc. 1. Roczny przebieg temperatury powietrza w Hornsundzie w dekadach
Annual variation of air temperature in Hornsund in decades.

Średnie miesięczne temperatury maksymalne i minimalne są symetryczne w stosunku do średniej temperatury miesięcznej. Ich wartości są o $3\pm 3,4^{\circ}\text{C}$ wyższe (niższe) od średniej miesięcznej od grudnia do kwietnia, w cieplej porze roku - od czerwca do września - różnica ta jest znacznie mniejsza i wynosi w granicach $1,6\pm 2,1^{\circ}\text{C}$.

Charakterystyczna dla stacji w Hornsundzie jest duża zmienność temperatury z dnia na dzień w miesiącach zimowych. Wskaźnikiem, który dobrze ilustruje to zjawisko jest absolutna miesięczna amplituda temperatury. Jej wartości zimą, gdy zasadniczym czynnikiem decydującym o wielkości temperatury jest cyrkulacja atmosferyczna, wahają się od $33,1^{\circ}\text{C}$ w listopadzie do $40,4^{\circ}\text{C}$ w styczniu. W okresie przejściowym, a szczególnie w czasie dnia polarnego, rolnie znaczenie promieniowania słonecznego jako czynnika stabilizującego wielkość temperatury powietrza i wówczas absolutna miesięczna amplituda jest znacznie niższa niż podczas nocy polarnej, osiągając minimum ($14,1^{\circ}\text{C}$) w lipcu. Najwyższą temperaturę w wieloletniu 1978-1995 zanotowano 11 lipca 1979 roku ($13,4^{\circ}\text{C}$), najniższą z kolei 16 stycznia 1981 roku ($-35,9^{\circ}\text{C}$). Tego samego dnia termometr umieszczony przy gruncie wskazał temperaturę $40,3^{\circ}\text{C}$ poniżej zera, najniższą z dotychczas zarejestrowanych na stacji Hornsund.

Przyjmując kryterium Baranowskiego (1968) za podstawę do określenia czasu trwania termicznych pór roku należy stwierdzić, że przeciętna zima w Hornsundzie trwa aż 224 dni; rozpoczyna się ona 10 października, a

kończy 19 maja. Charakterystyczne dla tej pory roku jest występowanie dni mroźnych ($T_{\max} < -5^{\circ}\text{C}$) oraz bardzo mroźnych ($T_{\max} < -10^{\circ}\text{C}$). Prawdopodobieństwo wystąpienia dnia mroźnego jest największe w styczniu, gdy notuje się średnio 20 takich dni; ich liczba jest tylko nieznacznie niższa w lutym, marcu i grudniu. Dni mroźne nie są rejestrowane od czerwca do sierpnia, we wrześniu w latach 1978-1994 zanotowano tylko jeden przypadek z temperaturą maksymalną mniejszą od -5°C . W przypadku dni bardzo mroźnych rozkład jest podobny: najwięcej takich dni notuje się od stycznia do marca oraz w grudniu z kulminacją w styczniu (średnio 13,6 dni), w okresie czerwiec-wrzesień dni bardzo mroźne nie występują, a w maju zdarzają się jedynie sporadycznie. W poszczególnych latach liczba dni mroźnych wahała się od 61 w 1984 roku do 152 w roku 1988, liczba dni bardzo mroźnych od 31 do 116 (w tych samych latach). Wart podkreślenia jest fakt, iż liczba dni mroźnych i bardzo mroźnych notowanych w danym miesiącu podlega znacznemu zróżnicowaniu z roku na rok, np. w styczniu 1990 roku nie stwierdzono żadnego dnia bardzo mroźnego, podczas gdy w 1982 takich dni było 22.

Wiosna trwa przeciętnie 33 dni, od 20 maja do 21 czerwca. Równie krótka jest jesień (29 dni), trwająca od 10 września do 9 października. Lato liczy przeciętnie 80 dni, rozpoczyna się 22 czerwca, kończy 9 września.

Stopień zmienności termicznej w ciągu roku można również ocenić na podstawie częstości występowania w danym miesiącu temperatur z określonej klasy. O ile w okresie maj - wrzesień wartości skupione są w stosunkowo niewielkiej liczbie klas, a klasy z największą częstością są bardzo wyraziste, o tyle w pozostałych miesiącach, przy znacznej rozpiętości przedziałów, częstości występowania temperatur w poszczególnych klasach są do siebie zbliżone. Na podstawie tych danych możliwe jest także określenie proporcji pomiędzy temperaturami dodatnimi i ujemnymi zanotowanymi w danym miesiącu. W okresie od stycznia do kwietnia oraz w grudniu udział temperatur dodatnich jest stały i wynosi około 4-7% wszystkich pomiarów. Znaczny ich przyrost jest notowany w maju, w którym stanowią już one 1/4 wszystkich zarejestrowanych w tym miesiącu temperatur. Od czerwca do września temperatury dodatnie stanowią większość; ich procentowy udział w kolejnych miesiącach przedstawia się następująco: 83,3, 99,94, 98,84 i 69,25%. Wartości dla października i listopada są już znacznie niższe i wynoszą odpowiednio 21,83 oraz 11,67%. W skali rocznej temperatury powyżej 0°C stanowią nieco ponad 1/3 wszystkich zanotowanych temperatur.

Duża zmienność temperatury z dnia na dzień w miesiącach zimowych nie jest widoczna, gdy analizie poddany zostaje średni przebieg dobo-

wy temperatury w poszczególnych dekadach i miesiącach roku. W okresie od października do marca różnice pomiędzy średnimi temperaturami z 8 terminów pomiarowych są niewielkie i nie przekraczają 1 deg; poza tym dobowe maksima i minima przypadają na różne godziny. Wynika to ze specyfiki sezonu zimowego w obszarach podbiegunowych, gdy brak jest sterującego dobowym przebiegiem temperatury czynnika insolacyjnego, a zmiany temperatury wynikają wyłącznie ze zmienności cyrkulacyjnej. Wraz z pojawieniem się Słońca nad horyzontem, od drugiej dekady marca do ostatniej dekady września dominuje sinusoidalny przebieg temperatury o 24-godzinnym okresie wahań z minimum w godzinach nocnych (00 lub 03 UTC) i maksimum o godzinie 12 lub 15 UTC. Wzrastają również różnice pomiędzy średnimi dobowymi ekstremami, osiągając najwyższe wartości, przekraczające 2 deg, w okresie od drugiej dekady kwietnia do drugiej dekady maja.

Analiza tendencji zmian temperatury w Hornsundzie wskazuje na ocieplanie S Spitsbergenu. Tempo zmian średniej rocznej temperatury, obliczone na podstawie danych z lat 1979-1994 wynosi $0,097^{\circ}\text{C}/\text{rok}$. Wyrazem tej tendencji może być wydłużenie się lata aż o 13 dni w porównaniu z okresem 1978-1983, przy jednoczesnym nieznacznym zwiększeniu czasu trwania zimy o 5 dni. Wśród czynników klimatycznych należy również doszukiwać się przyczyn cofania się lodowca Hansa, położonego na NE od stacji:

2. Ciśnienie powietrza

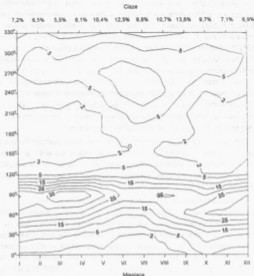
Średnie ciśnienie powietrza na stacji Hornsund w latach 1978-1995 wynosi $1008,2 \text{ hPa}$, przy miesięcznym minimum przypadającym na grudzień ($1001,9 \text{ hPa}$) - styczeń ($1002,1 \text{ hPa}$) oraz maksimum występującym w maju ($1015,3 \text{ hPa}$). W poszczególnych latach miesięczne maksima występowały również w marcu, kwietniu i czerwcu, minima z kolei w październiku i lutym. Średnie miesięczne ciśnienie niższe od średniej rocznej jest obserwowane od października do marca. Absolutne maksimum ciśnienia w rozpatrywanym okresie - $1042,6 \text{ hPa}$ - zanotowano 15 marca 1979 roku; najniższe z zarejestrowanych w Hornsundzie ciśnienie wystąpiło 31 stycznia 1993 roku - było to $949,4 \text{ hPa}$. Rozkład częstości występowania ciśnień przypomina rozkład dla temperatur: duża rozpiętość przedziałów jest typowa dla półrocza zimowego (szczególnie dla stycznia i kwietnia); znacznie mniejsza jest ona w przypadku pozostałych miesięcy. Absolutna amplituda ciśnienia zmniejsza się od $88,7 \text{ hPa}$ w styczniu do $41,7 \text{ hPa}$ w lipcu. W przeciwieństwie do rozkładu

częstości dla temperatur, dominacja pewnych klas ciśnienia nad innymi jest wyraźna - w zależności od miesiąca jest to jedna klasa lub grupa klas mieszczących się w przedziale od 1000 do 1019,9 hPa.

3. Wiatr

Kierunki wiatrów mierzonych w Hornsundzie są wypadkową dwóch czynników: cyrkulacyjnego i orograficznego. W rejonie Morza Grenlandzkiego wektor wiatru geostroficznego ma przez większą część roku kierunek NE, jedynie latem zmienia się on na S (Miętus, 1995). Ukształtowanie terenu w pobliżu stacji sprawia, że wiatry te swobodnie docierają do miejsca pomiaru. Stacja położona jest u wylotu fiordu o równoleżnikowej orientacji, odgradzonego od Morza Barentsa niewysoką przełęczą. Ku północy rozciągają się dwa znacznej wysokości grzbiety górskie, skutecznie blokujące północny spływ i tylko znajdująca się między nimi dolina, wykorzystywana przez lodowiec Hansa, jest miejscem tworzenia się silnych wiatrów stokowych, które na stacji mają przeważnie kierunek NE. Nałożenie się czynników cyrkulacyjnych oraz orograficznych powoduje, że dominują wiatry z kierunków od 050 do 100°. Ich średnia roczna częstość występowania wynosi łącznie 53%, przy czym wiatry z sektora 090° stanowią 30%. Częstości pozostałych kierunków wiatrów nie przekraczają bariery 10%; najbliższe tego są cisze, których w ciągu roku notuje się 9% oraz wiatry z sektora 270° z częstością równą 7,6%. Najrzadziej spotykane, z częstością mniejszą niż 2%, są wiatry północne (od 320° do 010°) oraz południowe (od 140° do 190°).

W przebiegu rocznym procentowy udział poszczególnych kierunków zmienia się z miesiąca na miesiąc (ryc. 2). Kierunek wschodni (090°) jest najliczniej reprezentowany od grudnia do maja; w marcu i kwietniu częstość jego występowania osiąga roczne maksimum równe 40%. Najrzadziej jest on spotykany w październiku, gdy tylko 20% wszystkich rejestrowanych wiatrów pochodzi z sektora wschodniego. Wiatry z kierunku 060° są najpowszechniejsze od października do grudnia; częstość ich występowania przekracza wówczas 30%. Wyraźne minimum trwa od maja do sierpnia i jest ono szczególnie głębokie w czerwcu i lipcu, gdy notuje się częstości rzędu 10%. Cisze najczęściej występują w ciepłym półroczu, od maja do października, gdy ich miesięczna częstość występowania jest większa od wartości rocznej. Maksimum przypada na czerwiec, minimum na marzec. Z pozostałych kierunków na uwagę zasługuje znaczny wzrost częstości wiatrów z sek-



Ryc.2 Roczny przebieg częstości występowania kierunków wiatru (w %) w Homsundzie
Annual variation of wind direction frequencies (in %) in Homsund

toru południowego (140-220°) oraz zachodniego (230-280°) w okresie czerwiec - sierpień. O ile roczna suma częstości dla tych dwóch sektorów wynosi odpowiednio 5,6 oraz 12,7%, tak w lipcu sumy te mają wartość 12,3 i 25,7%. Wiatry z sektora północnego (320-040°), których roczna częstość występowania równa jest 9,5%, najliczniej reprezentowane są w październiku (22%).

Średnia roczna prędkość wiatru w Homsundzie wynosi 5,4 m/s. Szczególnie wietrzne są styczeń oraz marzec z przeciętnymi prędkościami wiatru w granicach 7 m/s, wiatry o najmniejszych prędkościach wieją z kolei w czerwcu (3,6 m/s) i lipcu (3,8 m/s). Aby oszacować zależności pomiędzy

prędkością wiatru a jego kierunkiem posłużono się miesięcznymi rozkładami współwystępowania tych dwóch elementów. Z dwunastu analizowanych sektorów, tylko w przypadku trzech: 030, 060 oraz 090° średnie roczne prędkości wiatru są większe od 5,4 m/s (odpowiednio 5,9, 7,3 i 6,7 m/s). Występowanie silnych wiatrów właśnie z tych kierunków wynika zapewne z morfologicznych cech terenów leżących na wschód i północny-wschód od stacji, sprzyjających powstawaniu wiatrów typu fenowego. W przebiegu rocznym jedynie wiatry z kierunku 060 i 090° w każdym miesiącu charakteryzują się prędkościami większymi od średniej miesięcznej. Różnice te sięgają 2,5 m/s w sierpniu dla wiatrów z sektora 060° i 1,9 m/s w lipcu dla sektora 090°. Zdecydowanie najmniejsze prędkości związane są z wiatrem północnym (000°); wahają się one od 2 m/s w sierpniu do 4,2 m/s w grudniu.

Zarówno w przebiegu rocznym jak i miesięcznym wartości temperatur obliczone dla poszczególnych kierunków wiatru różnią się znacznie. Jedynie latem, od czerwca do sierpnia różnice te oscylują wokół 1°C. W pozostałych miesiącach są już one dużo większe, osiągając od stycznia do marca wartości wyższe od 12°C.

Najwyższe temperatury są notowane dla wiatrów wiejących z sektorów południowego i zachodniego (od 150 do 270°), a więc z obszarów morskich obmywanych przez ciepłe prądy morskie i przez większą część roku wolną od lodów; średnie roczne temperatury obliczone dla tych 5 sektorów są znacznie wyższe od -5°C (średnia roczna temperatura w Hornsundzie), oscylując między -0,4°C dla kierunku 270° i 1,6°C dla kierunku 210°. Na przeciwnym biegunie znalazły się wiatry z kierunków od 330° do 090°; ich średnie roczne temperatury mają wartość od -5,6 (330°) do -7,7°C (030°). Duże zróżnicowanie termiczne zimą wynika przede wszystkim z niezwykle wysokich jak na tę porę roku temperatur towarzyszących wiałrom zachodnim i południowym (150-270°). Średnie temperatury powietrza dla tych 5 sektorów obliczone dla całego okresu listopad - kwiecień są o 6,3 (270°) - 8,7°C (180°) wyższe od średniej temperatury półrocznej. W samym tylko styczniu, dla kierunku 180°, wielkość odchylenia od średniej miesięcznej ma wartość prawie 11 deg. Odchylenia dla najchłodniejszych w tym okresie wiatrów (030, 060 i 090°) nie są już tak wielkie i rzadko przekraczają granicę 2 deg.

Latem, od czerwca do sierpnia, termiczne kontrasty między poszczególnymi kierunkami wiatrów zanikają; odchylenia od średniej miesięcznej z rzadka przekraczają 0,5 deg. Najcieplejszy zdaje się być w tym czasie wiatr północno-wschodni (060). W pozostałych miesiącach (maj, wrzesień -

październik) mamy do czynienia z sytuacją pośrednią między scenariuszem zimowym i letnim: termiczne zróżnicowanie poszczególnych kierunków wiatru istnieje, aczkolwiek wartości odchyień są znacznie mniejsze niż w półroczu listopad-kwiecień.

4. Zachmurzenie, usłonecznienie i opady

W rocznym przebiegu zachmurzenia zwraca uwagę okres czerwiec - wrzesień, gdy zachmurzenie jest największe, osiągając wartość 6,4 - 6,5 oktanta. W miesiącach tych notowanych jest najmniej dni pogodnych - średnio nie więcej niż 1 dzień w miesiącu; we wrześniu w okresie obserwacyjnym 1980, 1983-1994 tylko raz zachmurzenie było mniejsze od 1,6 oktanta. Liczba dni pochmurnych jest z kolei bardzo wysoka, średnio 19-20 dni, przy czym w poszczególnych latach liczba ta wahała się od 7 do 30 dni (obie wartości dla lipca). Miesiące półroczia zimowego cechuje znacznie mniejszy stopień zachmurzenia: od 4,9 oktanta w grudniu do 5,4 oktanta w lutym i listopadzie przy średniej rocznej wynoszącej 5,7/8. W okresie tym średnia liczba dni pogodnych zmienia się od 2,6 dni w kwietniu do 5,5 dni w grudniu, zdarzały się jednakże lata gdy odnotowywano ponad 10 takich dni (grudzień 1980 - 13 dni). Średnia liczba dni pochmurnych wynosi wówczas 12,1-13,4 dni.

Związek między temperaturą powietrza a zachmurzeniem jest szczególnie silny w okresie od listopada do kwietnia. Współczynnik korelacji między średnim miesięcznym zachmurzeniem a średnią temperaturą wszystkich miesięcy z lat 1978-1995 wynosi wówczas 0,7. Lata, w których odnotowano największe (6,4 oktanta w 1984 roku) i najmniejsze (5,2 oktanta w 1988 roku) wielkości zachmurzenia odpowiadają okresom z odpowiednio najwyższą i najniższą średnią temperaturą roczną.

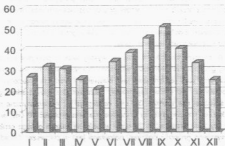
Wysokość Słońca nad horyzontem, a konkretnie występowanie dnia i nocy polarniej jest tym czynnikiem, który kształtuje specyficzny roczny przebieg usłonecznienia w obszarach podbiegunowych. W Hornsundzie ($\varphi=77^{\circ}\text{N}$) dzień polarny trwa od 22 kwietnia do 21 sierpnia, noc polarna od 31 października do 12 lutego. Przez 3,5 miesiąca południowy Spitsbergen pozbawiony jest zatem dopływu promieniowania słonecznego. Obok czynnika astronomicznego decydującą rolę w kształtowaniu warunków insolacyjnych danego miejsca odgrywa zachmurzenie. Ponieważ w okresie od czerwca do września dopływ promieniowania jest silnie zredukowany przez zachmurze-

nie, stąd największe średnie miesięczne sumy usłonecznienia obserwuje się w kwietniu (188 h, średnia dobową 6,3 h) oraz maju (210,5 h, średnia dobową 6,8 h), gdy stopień pokrycia nieba chmurami jest znacznie mniejszy niż latem. W miesiącach tych notowane są również najwyższe wartości usłonecznienia względnego (Uw) wynoszące 31,5 (kwiecień) oraz 28,3%. Roczna suma usłonecznienia zmieniała się w analizowanym okresie od 761 h w 1994 roku (zachmurzenie od czerwca do września pomiędzy 6,7 a 7,6 oktanta; 17% Uw) do 1330 h w 1985 roku (zachmurzenie w kwietniu równe 3,7 oktanta; 29% usłonecznienia względnego), przy średniej wynoszącej 1052,9 h (23% Uw). Ta ostatnia wartość jest o ponad 60 h większa od średniej rocznej sumy usłonecznienia z okresu lipiec 1978 - lipiec 1987 (Niedźwiedź i Ustrnul 1987). Rekordowy pod względem miesięcznej sumy usłonecznienia był lipiec 1993 roku, gdy przy średnim zachmurzeniu równym 4,4/8 Słońce świeciło przez 348,4 h (47% usłonecznienia względnego).

Roczny przebieg miesięcznych sum opadu nawiązuje do wielkości zachmurzenia: najwyższe opady przypadają na okres czerwiec - październik, osłagając roczne maksimum - 51 mm we wrześniu (ryc. 3). W pozostałych miesiącach opady są wyraźnie niższe i oscylują między 20-30 mm, z minimum w maju. Różnice miesięcznych sum w konkretnych latach są znaczne. Przykładem niech będzie sierpień 1982 i 1994 roku, gdy spadło odpowiednio 4,7 oraz 121 mm opadu, a także lipiec 1979 i 1994 roku z opadem równym 1,7 i 136,5 mm. Ta ostatnia wartość była najwyższą sumą miesięczną zmierzoną w okresie lipiec 1978 - czerwiec 1995. Przy średnim rocznym opadzie wynoszącym 405 mm, w poszczególnych latach opad zmieniał się od 230 mm w 1987 roku do 600 mm w 1994 roku.

Opad jest zjawiskiem powszechnym w Hornsundzie, w przeciętnym roku odnotowuje się 246 dni z opadem oraz 171 dni z opadem $\geq 0,1$ mm. W rocznym przebiegu tego ostatniego parametru zarysowuje się wyraźne minimum przypadające na okres od maja do lipca, gdy liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm jest mniejsza od 13 dni. Niewielka ilość dni z dającym się zmierzyć opadem, przy jednocześnie wysokich miesięcznych sumach miesięcznych świadczy o tym, że w sezonie letnio-jesiennym znacznemu zwiększeniu ulega natężenie opadu. W okresie czerwiec-październik wysokość przeciętnego dobowego opadu oscyluje między 2,7 i 3,4 mm, podczas dla pozostałych miesięcy wartość ta mieści się w granicach 2 mm.

Burza jest zjawiskiem niezwykle rzadkim w Hornsundzie. W całym rozpatrywanym okresie, z wyjątkiem sezonu zimowego 1981/1982 zanotowano zaledwie 9 dni z burzą, najwięcej w marcu - 3 przypadki.



Ryc. 3. Średnie miesięczne sumy opadów w Homsundzie
Mean monthly sums of precipitation in Homsund

Opad śniegu lub śniegu z deszczem może wystąpić w każdym miesiącu. Najczęściej spotykany jest od października do maja, gdy notowanych jest średnio 17-23 takich dni. W lipcu i sierpniu śnieg jest zjawiskiem stosunkowo rzadkim; w najbardziej śnieżnym lipcu całego 17-lecia, w roku 1994, zanotowano 5 dni z opadem śnieżnym. Analogiczna wartość dla sierpnia jest już znacznie wyższa i wynosi 11 dni (1987 rok). Dni z deszczem lub mżawką są najpowszechniejsze latem (19,5 dni w sierpniu), ich ilość zmniejsza się wraz ze spadkiem temperatury; od grudnia do lutego notuje się średnio mniej niż 7 takich dni w miesiącu, choć w niektórych latach wzrasta do 20.

Trwała pokrywa śnieżna może uformować się już pod koniec września i przetrwać aż do początku lipca, aczkolwiek do tej pory w Homsundzie nie stwierdzono takiego przypadku w ciągu jednego roku pomiarowego. Najbardziej zbliżoną do powyższej sytuację zanotowano w sezonie 1978/1979, gdy pokrywa śnieżna występowała nieprzerwanie od połowy września aż do trzeciej dekady czerwca. Zaleganie pokrywy śnieżnej przez cały październik jest zjawiskiem sporadycznym, gdyż w latach 1978-1994 zaobserwowano tylko 2 takie przypadki. W listopadzie liczba ta wzrasta już do 11, a w okre-

sie od grudnia do maja śnieg praktycznie bez przerwy pokrywa powierzchnię gruntu. Interesujący jest przypadek stycznia 1994 roku: na skutek bardzo niskich opadów, nie przekraczających 5 mm pokrywa śnieżna wystąpiła wówczas tylko przez 3 dni, podczas gdy w pozostałych latach występowała ona zawsze przez 31 dni. W czerwcu, podobnie jak w październiku zanotowano 2 przypadki z pokrywą śnieżną zalegającą przez cały miesiąc; pokrywa ta zniknęła w pierwszych dniach lipca.

W ścisłym związku z czasem występowania pokrywy śnieżnej pozostaje jej grubość. W sierpniu i wrześniu pokrywa śnieżna jest zjawiskiem efemerycznym, stąd jej grubość jest niewielka i podlega znacznym wahaniom. Począwszy od pierwszej dekady października, gdy średnia grubość pokrywy śnieżnej ma wartość 3,8 cm, następuje jej systematyczne narastanie: pod koniec trzeciej dekady listopada ma ona grubość 10 cm, w drugiej dekadzie stycznia przekracza 20 cm i w połowie marca osiąga grubość 30 cm. Maksymalna grubość pokrywy notowana jest w pierwszej dekadzie maja, gdy średnia dla tego okresu wynosi 36,2 cm. Od tego momentu topnienie przewyższa akumulację śniegu; z początku proces ten przebiega wolno, w czerwcu ulega znacznemu przyspieszeniu. Biorąc pod uwagę średnie miesięczne wartości grubości pokrywy śnieżnej, zwiększają się one stopniowo od 0,5 cm we wrześniu do 34,4 cm w kwietniu. Wartość dla maja jest nieznacznie niższa i wynosi 33,6 cm. Rekordowy pod względem pokrywy śnieżnej był maj 1985 roku - jej średnia miesięczna grubość przekroczyła 60 cm (61,9 cm), przy dobowym maksimum równym 67 cm. Charakterystyczne dla miesięcy zimowych, od stycznia do marca, są oscylacje grubości pokrywy śnieżnej, spowodowane napływem ciepłych mas powietrza.

W porównaniu z okresem 1978-1986 (Miętus 1991) zwiększyła się grubość pokrywy śnieżnej w sierpniu, wrześniu oraz październiku. Z drugiej strony nastąpiło zmniejszenie się jej grubości w okresie występowania najwyższej pokrywy śnieżnej, od marca do maja.

5. Wilgotność względna

Średnia roczna wilgotność względna wynosi 80%; wartości wyższe od 80% notowane są od czerwca do września z maksimum w lipcu (86,5%) oraz sierpniu (86%). Najwyższe dekadowe wartości wilgotności względnej występują na przełomie obu miesięcy. Najniższa średnia miesięczna, poniżej

76%, jest notowana w listopadzie i grudniu. Podobne wyniki przedstawił Przybylak (1992) dla okresu 1979-1983: średnia roczna wilgotność powietrza miała wówczas wartość 78% z miesięcznym maksimum w lipcu (87%) i sierpniu (86%) oraz minimum w grudniu i styczniu (71%). Na uwagę zasługuje znaczny wzrost, o 5%, średnich miesięcznych minimów wilgotności. Wilgotność względna pozostaje w ścisłym związku z temperaturą; współczynnik korelacji obliczony dla średnich dekadowych wartości temperatury i wilgotności wynosi 0,8, a dla okresu maj-wrzesień, gdy wzajemna zależność jest szczególnie silna równa się 0,91. W okresie tym średni dobowy przebieg wilgotności dla ośmiu terminów pomiarowych jest odwrotnością średniego dobowego przebiegu temperatury: minimum temperatury towarzyszy maksimum wilgotności względnej (00 lub 03 UTC), a najwyższej temperaturze dobowej najmniejsza dobowa wartość wilgotności względnej (12 lub 15 UTC). Amplitudy średniego miesięcznego przebiegu dobowego wilgotności względnej są wówczas znaczne, od 4,1% we wrześniu, 4,8% w czerwcu i lipcu, 5,5% w maju do 6,2% w sierpniu. Od października do kwietnia krzywe reprezentujące średni miesięczny przebieg dobowej wilgotności względnej mają słabiej zaznaczone ekstrema, które poza tym występują o różnych godzinach. Rezultatem tego są niskie wartości amplitud, osiągające minimum w grudniu (0,8%).

6. Widzialność i mgła

Mgła jest zjawiskiem, które w Hornsundzie występuje przeciętnie przez 53 dni w roku (podobnie jak w Szczecinie i Kołobrzegu), przy czym w poszczególnych latach liczba ta zmieniała się od 27 dni w 1980 roku do 83 w 1993 roku (brak danych dla sezonu 1981/1982). W przebiegu rocznym zaznaczają się dwa maksima: główne w lipcu (9 dni) i sierpniu (7 dni) oraz drugorzędne od stycznia do marca (4-5 dni). Wystąpienie dnia z mgłą jest najmniej prawdopodobne w okresie kwiecień-maj, a także październik-listopad, gdy przeciętna liczba takich dni nie przekracza 3. Wyniki te znacznie różnią się od tych przedstawionych przez Pietronia (1987), który dla siedmiu rocznych serii pomiarowych (1957/58, 1978/1981, 1982/1985) uzyskał średnią liczbę dni w roku z mgłą na poziomie 25,7 dni, przy zdecydowanej dominacji częstości ich występowania w lipcu i sierpniu (48,7% wobec 29,9% w okresie 1978-1995) i sporadycznym pojawianiu się od listopada do kwietnia (7,1% wobec 42,7%).

W rocznym przebiegu częstości występowania widzialności poziomej mniejszej od 1 km, która utożsamiana jest z mgłą, maksimum przypada na lipiec (8%), minimum - oscylujące wokół 2%, - na te same miesiące co w przypadku liczby dni z mgłą. Stacja Hornsund odznacza się bardzo dobrymi warunkami pod względem widzialności, jako że 80% wszystkich obserwacji stanowiły przypadki z widzialnością większą od 10 km (dla porównania, analogiczna wartość dla Świnoujścia w latach 1961-1990 wynosiła 52%). W każdym miesiącu dominuje widzialność bardzo dobra (20-50 km), której częstość zmienia się od 33% w marcu do 48% w listopadzie, przy średniej rocznej równej 43%. Widzialność dobra (10-20 km) oraz niezwykle dobra (>50 km) mają identyczną roczną częstość występowania (18,5%), ich wzajemne proporcje ulegają natomiast zmianom w przebiegu rocznym. Widzialność dobra jest częściej obserwowana od listopada do kwietnia, osiągając roczne maksimum częstości w styczniu (ponad 25%), w pozostałych miesiącach większy udział ma widzialność niezwykle dobra - jej częstość w czerwcu osiąga wartość 28%.

Podsumowanie

Warunki klimatyczne stacji Hornsund charakteryzują długie, trwające ponad 7 miesięcy zimy oraz chłodne lata, które przedzielone są krótkimi porami przejściowymi. Przez większą część roku warunki termiczne kształtuje cyrkulacja, jedynie w czasie dnia polarnego wzrasta znaczenie czynnika radiacyjnego. Bliskość otwartego zbiornika morskiego, a także istnienie ciepłego Prądu Zachodnio-Spitsbergeńskiego opływającego zachodnie wybrzeża archipelagu w znaczący sposób łagodzi termiczne kontrasty. Średnie miesięczne temperatury powietrza są dodatnie od czerwca do września, w okresie grudzień-marzec ich wartość jest mniejsza od -10°C . Średnia roczna amplituda temperatury jest niewielka i wynosi nieco ponad 16°C . Mimo iż południowy Spitsbergen uchodzi za jedno z najbardziej pochmurnych miejsc na Ziemi, opady - głównie śniegu - są niskie, skutkiem czego pokrywa śnieżna nie osiąga zbyt dużych grubości, tym bardziej że w okresie lata ulega ona całkowitemu wytopieniu. Położenie stacji w obrębie zorientowanego równoleżnikowo fiordu, a także ogólna cyrkulacja atmosfery powodują, iż w Hornsundzie przeważają silne wiatry z sektora wschodniego. Zależność temperatury od kierunku wiatru jest najsilniejsza zimą, latem średnie temperatury poszczególnych kierunków wiatru są bardzo podobne.

Literatura

- Ambros J., Miętus M., Wielbińska D., 1990, Tablice statystyczne wybranych elementów meteorologicznych. Hornsund 1978-89. IMGW, Oddział Morski w Gdyni, ss.128.
- Baranowski S., 1968, Termika tundry peryglacjalnej południowo-zachodniego Spitsbergenu. *Acta Univ. Wratislav.*, 68, ss.74.
- Kratke J., Stanisławczyk I., 1992, Duration of sunshine in Hornsund during Polish polar expeditions. *Landscape, Life World and Man in High Arctic*, s.121-130.
- Miętus M., 1991, Snow depth at the Hornsund station, Spitsbergen in 1978 - 1986. *Pol. Polar Res.*, v.12, s.223-228.
- Miętus M., 1995, Vector of geostrophic wind over the North Atlantic region as an index of local atmospheric sub-circulation. [w:] 6th International Meeting on Statistical Climatology, Galway, s.227-230.
- Niedźwiedz T., Ustrnul Z., 1986, Wpływ sytuacji synoptycznych na stosunki termiczne w Hornsundzie (Spitsbergen). IMGW, Oddział w Krakowie, ss.10.
- Niedźwiedz T., Ustrnul Z., 1987, Wpływ sytuacji synoptycznych na stosunki opadowe w Hornsundzie (Spitsbergen). IMGW, Oddział w Krakowie, ss.13.
- Niedźwiedz T., Ustrnul Z., 1988, Wpływ sytuacji synoptycznych na zachmurzenie i osłonecznienie w Hornsundzie (Spitsbergen). IMGW, Oddział w Krakowie, ss.10.
- Niedźwiedz T., Ustrnul Z., 1989, Wpływ sytuacji synoptycznych na wilgotność powietrza w Hornsundzie (Spitsbergen). IMGW, Oddział w Krakowie, ss.9.
- Pereyma J., 1983, Climatological problems of the Hornsund area, Spitsbergen. *Acta Univ. Wratislav.*, 714, ss.134.
- Pietroni Z., 1987, Frequency and conditions of fog occurrence in Hornsund. *Pol. Polar Res.*, v. 8, s.277-291.
- Przybylak R., 1992, Stosunki termiczno-wilgotnościowe na tle warunków cyrkulacyjnych w Hornsundzie (Spitsbergen) w okresie 1978-1983. *Dokumentacja Geograficzna*, 2, ss.108.
- Rodzic J., Stepko W., 1985, Climatic conditions in Hornsund, 1978 - 1983. *Pol. Polar Res.*, v.6, s.561-576.
- Wielbińska D., Skrzypczak E., 1988, Mean air temperature at definite wind directions in Hornsund, Spitsbergen. *Pol. Polar Res.*, v.9, s.105-119.

CHARACTER OF THE LOCAL CLIMATE OF THE STATION IN HORNSUND

Summary

Climatic conditions of the Polish Polar Station in Hornsund (77°N, 015°33'E) are presented in this paper, including characteristic of temperature, pressure, wind, cloudiness, precipitation, relative humidity and visibility along with fog. The analysis was based on the statistical material spanning the period from July 1978 to June 1995.

Mean annual temperature in Hornsund amounts to -5°C; it is highest in July (4,4°C) and lowest in January (-11,9°C). Typical of the station are considerable temperature changes from day to day in winter. Application of Baranowski's criterion enabled to determine mean duration of particular seasons: winter lasts from October 10 to May 19 (224 days), spring to June 21 (33 days), summer to September 9 (80 days).

Due to global circulation and orographic conditions winds from northern-east and east prevail. In the annual course they are the most frequent in winter. Mean annual wind speed amounts to 5,4 m/s, ranging from 3,6 m/s in July to 7 m/s in January and March.

Mean annual precipitation amount equals to 405 mm; the highest monthly sums of precipitation occur in the period June-October. Snowfalls prevail, only in summer they are rare.