

WYSTĘPOWANIE CISZ ATMOSFERYCZNYCH W REJONIE STARGARDU SZCZECIŃSKIEGO

M. Czarnecka

Katedra Agrometeorologii i Melioracji, Akademia Rolnicza
ul. Papieża Pawła VI/3, 71-434 Szczecin
e-mail: czarnecka@agr.ar.szczecin.pl

Streszczenie. Podstawą opracowania były wyniki pomiarów wykonywanych w trzech terminach klimatologicznych, o godz. 7, 13 i 19 czasu miejscowego, w latach 1958-1994 w stacji agrometeorologicznej w Lipkach k. Stargardu Szczecińskiego, należącej do Akademii Rolniczej w Szczecinie. Zjawisko opracowano za pomocą liczby dni, w których cisza wystąpiła przynajmniej w jednym z trzech terminów obserwacyjnych, a także liczby przypadków z ciszą w ciągach notowanych podczas jednego, dwóch, trzech oraz czterech kolejnych terminów obserwacyjnych. Charakterystykę czasowej zmienności przeprowadzono na podstawie częstości występowania w kolejnych dniach, miesiącach i kalendarzowych porach roku, z uwzględnieniem podziału na trzy terminy obserwacyjne.

Słowa kluczowe: cisze atmosferyczne, terminy klimatologiczne, dni, częstość.

WSTĘP

Ważną cechą warunków anemometrycznych jest występowanie cisz atmosferycznych. Uniemożliwiając naturalną wentylację powietrza cisze stwarzają najgorsze warunki samooczyszczania przyziemnej warstwy atmosfery, przez co mogą przyczynić się do zaistnienia sytuacji smogowych. Są również istotnym czynnikiem ograniczającym możliwości wykorzystania energii użytecznej wiatru. Tymczasem w krajowej literaturze, w większości prac, poświęconych wiatrowi, cisze atmosferyczne zostały opracowane głównie jako integralny element statystycznych rozkładów prędkości i kierunku wiatru w postaci popularnych róż wiatrów, rocznych lub według miesięcy i pór roku [2, 3].

Bardziej szczegółową charakterystykę występowania cisz na terenie kraju, uwzględniającą zróżnicowanie ich długotrwałości zawiera monografia Lorenc [5] oraz wcześniejsza praca Parczewskiego [7]. Natomiast jedyne jak dotąd studia nad dobową zmiennością cisz, na przykładzie Warszawy, przeprowadził Parczewski [6].

Występowanie cisz uwarunkowane jest nie tylko ogólną cyrkulacją atmosfery, ale w dużej mierze także warunkami lokalnymi, przede wszystkim orografią i charakterem podłoża, które istotnie różnicują ich czasową i przestrzenną zmienność. Przykładem tego może być częstość cisz w trzech stacjach położonych na Nizinie Szczecińskiej, a mianowicie w Trzebieży, Szczecin Dąbju i w Lipkach k. Stargardu Szczecińskiego, z których każda charakteryzuje się odrębnym rocznym i sezonowym udziałem cisz w ogólnej liczbie obserwacji [4,1]. Z tych względów, dla celów praktycznych, m.in. dla potrzeb ochrony powietrza atmosferycznego przed zanieczyszczeniami, niezbędna jest dokładniejsza charakterystyka zjawiska cisz w skali lokalnej. W niniejszej pracy podjęto próbę oceny struktury czasowej cisz atmosferycznych na podstawie wyników pomiarów ze stacji agrometeorologicznej w Lipkach k. Stargardu Szczecińskiego, należącej do Akademii Rolniczej w Szczecinie.

MATERIAŁ I METODY

Stacja agrometeorologiczna w Lipkach k. Stargardu Szczecińskiego położona jest w centralnej części Niziny Szczecińskiej ($\Phi = 53^{\circ}21'N$, $\lambda = 14^{\circ}58'E$) na wysokości 30 m n.p.m. W pracy wykorzystano wyniki pomiarów prędkości wiatru za lata 1958-1994, wykonywane wiatromierzem Wilda, zainstalowanym na wysokości 10 m n.p.m.. Ponieważ stacja funkcjonowała zawsze jako posterunek meteorologiczny, do dyspozycji pozostawały jedynie wyniki z trzech terminów klimatologicznych, a mianowicie z godzin: 7, 13 i 19 czasu miejscowego. Wyniki z trzech terminów, wśród których brak pomiarów w nocy, niestety ograniczyły możliwości oceny struktury dobowej cisz i ich długotrwałości. Natomiast niewątpliwą zaletą posiadanych materiałów był długi, 37 letni okres obserwacyjny. Częstość występowania cisz atmosferycznych scharakteryzowano za pomocą wartości terminowych, dobowych, miesięcznych oraz dla kalendarzowych pór roku. Przy opisie dobowej zmienności cisz w kalendarzowych porach roku (Rys.2) uwzględniono współczynnik zmienności losowej (V_s), w %, jako stosunek odchylenia standardowego do średniej arytmetycznej.

WYNIKI I DYSKUSJA

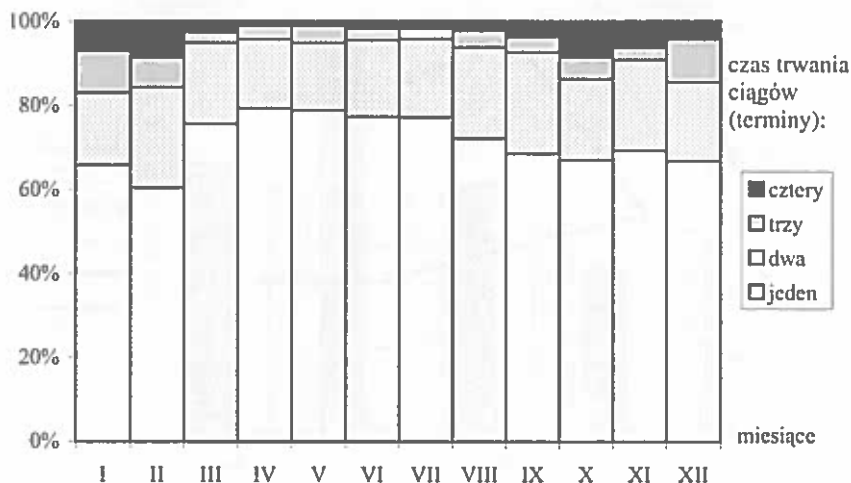
W rejonie Stargardu Szczecińskiego, w analizowanym wieloleciu, najwięcej, aż 178 dni z ciszą atmosferyczną, zanotowano w roku 1973, ale przeciętnie zjawisko to występuje w około 30% dni roku. Jak wynika bowiem z danych zawartych w Tabeli 1, średnia roczna liczba dni z ciszą atmosferyczną, zarejestrowaną przynajmniej w jednym z trzech terminów obserwacyjnych (o godz. 7, 13 lub 19) wynosi około 118 i wykazuje wyraźne zróżnicowanie pomiędzy chłodnym i ciepłym półroczem. Przeciętnie rzadziej obserwuje się cisze w miesiącach od listopada do kwietnia, średnio w 7 do 9 dniach, natomiast częściej, w 10-13 dniach, w okresie od maja do października. Maksymalne miesięczne liczby dni z ciszą, jakie zdarzyły się w wieloleciu 1958-1994 były na ogół dwukrotnie większe od przeciętnych. Cisze występują w około 25% dni kalendarzowej zimy (XII-II) i aż w 40% kalendarzowego lata (VI-VIII), a z podobną częstością, około 30%, wiosną (III-VI) i jesienią (IX-XI). Najmniejszą średnią liczbą dni z ciszą odznacza się listopad, a następnie grudzień, natomiast największą - sierpień, w którym cisze obserwuje się nawet w około 44% dni.

Niekorzystne warunki rozcieńczania zanieczyszczeń i samooczyszczania dolnej warstwy atmosfery zależą przede wszystkim od czasu trwania ciszy. Do szczegółowego rozpoznania tego niezwykle ważnego zjawiska niezbędna jest ciągła rejestracja prędkości wiatru. W niniejszej pracy o czasie trwania cisz można było jedynie wnioskować na podstawie analizy ciągów kolejnych terminów, w których to zjawisko wystąpiło. W rejonie Stargardu Szczecińskiego, podobnie jak w całym kraju [5], zaznacza się zdecydowana przewaga cisz krótkotrwałych, rejestrowanych w pojedynczych terminach obserwacyjnych, co sprawia, że liczba przypadków cisz jest tylko niewiele mniejsza od liczby dni z ciszą. Jak wskazuje Rys. 1, cisze rejestrowane wyłącznie w jednym z trzech terminów obserwacyjnych stanowią aż od 60 do blisko 80% wszystkich przypadków, przy czym nieco większą przewagą jednoterminowych cisz odznaczają się miesiące kalendarzowej wiosny i lata. Średnia liczba ciągów z ciszą w dwóch kolejnych terminach wynosi w większości miesięcy już tylko od 2 do 3, co stanowi od około 20 do 40% wszystkich przypadków (Tab. 1, Rys.1). Jeszcze większy skokowy spadek udziału wykazują cisze notowane w trzech (od 3 do 10%) oraz w czterech (od 1 do 9%) kolejnych terminach obserwacyjnych. Średnia liczba tej długości ciągów terminowych obserwacji z ciszą kształtuje się na ogół poniżej jednego i może wskazywać, oczywiście w ogromnym uproszczeniu, na sporadyczne występowanie cisz całodziennych i całodobowych (odpowiednio: trzy i cztery kolejne terminy), co na podstawie częściej wykonywanych pomiarów na stacjach synoptycznych stwierdzili Parczewski [7] i Lorenc [5].

Tabela 1. Liczba dni z ciszą atmosferyczną stwierdzoną przynajmniej raz w ciągu doby (a) oraz liczba przypadków cisz notowanych w dwóch (b), trzech (c) oraz w czterech (d) kolejnych terminach obserwacyjnych w Lipkach k. Stargardu Szczecińskiego. Lata 1958-1994.

Table 1. Number of days with atmospheric calms observed at least once in 24 hours and number of cases with calms (a), including calms observed at least in two (b), three (c) and four (d) successive observation times. Years 1958-1994.

Miesiące	Liczba dni		Liczba przypadków				Najdłuższy ciąg kolejnych terminów obserwacyjnych z ciszą
	Średnia	Maksymalna	a	b	c	d	
I	8,0	19	7,0	2,4	1,2	0,5	8
II	7,8	16	7,0	2,7	1,1	0,6	8
III	8,4	19	7,8	1,9	0,4	0,2	10
IV	9,5	20	9,2	1,9	0,4	0,1	4
V	10,4	18	9,9	2,1	0,5	0,1	4
VI	11,4	20	11,0	2,5	0,5	0,2	4
VII	12,2	21	11,8	2,7	0,5	0,2	6
VIII	13,6	24	12,9	3,6	0,8	0,3	5
IX	11,7	21	10,8	3,4	0,8	0,4	7
X	10,1	18	9,4	3,1	1,3	0,8	7
XI	7,3	15	6,5	2,0	0,6	0,4	8
XII	7,5	17	6,9	2,3	1,0	0,3	7
Pory roku							
XII-II	23,3	37	6,9	2,5	1,1	0,5	8
III-V	28,3	53	9,0	2,0	0,4	0,1	10
VI-VIII	37,2	55	11,9	2,9	0,6	0,2	6
IX-XI	29,1	51	8,9	2,8	0,9	0,5	8
ROK	117,9	178	9,2	2,6	0,8	0,3	10

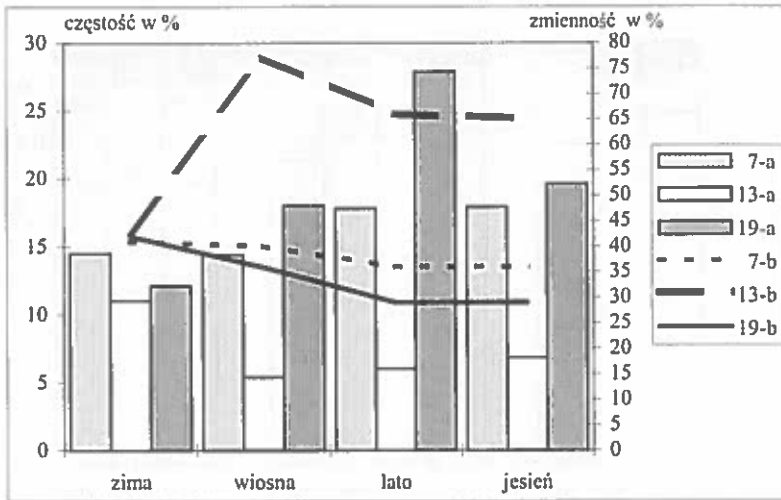


Rys. 1. Procentowy udział cisz atmosferycznych notowanych w jednym, dwóch, trzech oraz czterech kolejnych terminach obserwacyjnych w Lipkach k. Stargardu Szczecińskiego. Lata 1958-1994.

Fig. 1. Percentage of atmospheric calms observed in one, two, three and four successive observation times at Lipki near Stargard Szczeciński. Years 1958-1994.

Pomimo, że podczas kalendarzowej zimy (III-II) cizze występują rzadziej, to jednak w porównaniu z pozostałymi porami roku, zjawisko nieco częściej notowane jest w trzech oraz w czterech kolejnych terminach (Tab. 1). Dłużej trwające cizze zdarzają się przeważnie w styczniu i w lutym, ale także jeszcze w październiku. Na większe potencjalne zagrożenie dłuższymi okresami z cizzą w chłodnych miesiącach roku wskazują również maksymalne długości nieprzerwanych ciągów terminów z cizzą, jakie zanotowano w latach 1958-1994. W rejonie Stargardu Szczecińskiego, w miesiącach od września do marca, najdłuższe ciągi z cizzą obejmowały od 7 do 10 kolejnych terminów, natomiast w okresie od kwietnia do sierpnia, od 4 do 6 terminów.

W większości miesięcy cizze atmosferyczne wykazują wyraźną zmienność dobową (Rys. 2). Tylko podczas kalendarzowej zimy częstość ich występowania w godzinach 7, 13 i 19 jest najbardziej wyrównana, z niewielką przewagą częstości porannej. W pozostałych porach roku zdecydowanie najrzadziej cizze notuje się o godz. 13, a najczęściej (spośród trzech terminów) o godz. 19, co uwidacznia się szczególnie podczas kalendarzowego lata.



Rys. 2. Częstość (a) oraz zmienność (b) cisz atmosferycznych, w %, o godzinie 7, 13 i 19 w czasie czterech kalendarzowych pór roku w Lipkach k. Stargardu Szczecińskiego. Lata 1958-1994.

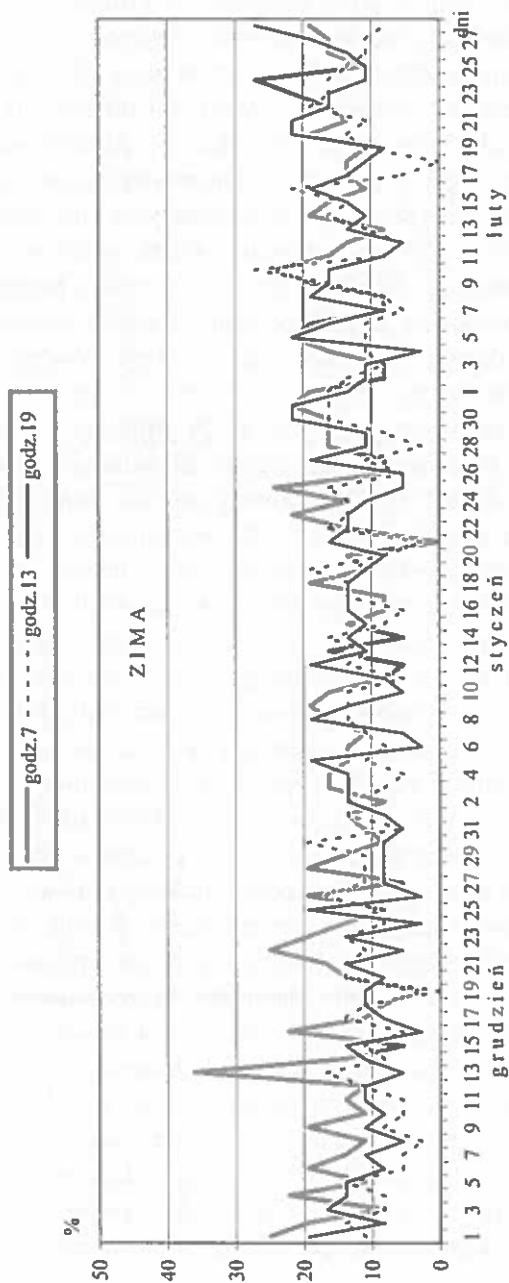
Fig. 2. Frequency (a) and variability (b) of atmospheric calms, (in %) at: 7⁰⁰am, 1⁰⁰pm and 7⁰⁰pm according to four seasons at Lipki near Stargard Szczeciński. Years 1958-1994.

Pozostające w dyspozycji wyniki pomiarów pozwalają jedynie na bardzo uproszczony opis dobowej zmienności cisz. Odnosząc terminy pomiarów, z których pochodziły podstawowe dane o ciszach do średnich miesięcznych godzin wschodu i zachodu Słońca należy stwierdzić, że w większości miesięcy roku charakteryzowały one dzienną część doby. O ile jednak pomiary o godz. 7 tylko w dwóch miesiącach roku przypadają przed wschodem Słońca, to o godz. 19, w zdecydowanej większości miesięcy, po zachodzie, czyli wyniki te reprezentują już nocną część doby. Z tych względów przewaga cisz w terminie wieczornym wiosną, latem i jesienią pozwala pośrednio wnosić o ich częstszym występowaniu w nocy, co na przykładzie Warszawy udowodnił Parczewski [6].

Wartości współczynników zmienności losowej (V_s) dla czterech kalendarzowych pór roku, przedstawione na Rys. 2, świadczą o tym, że najmniejszą dobową zmienność cisz w ujęciu wieloletnim obserwuje się w terminie wieczornym (godz. 19) - podczas lata i jesieni, natomiast zdecydowanie największą, ponad dwukrotnie, w terminie południowym (godz. 13), szczególnie wiosną, kiedy to osiąga prawie 80%. Wyraźne dysproporcje w zmienności występowania cisz pomiędzy terminami południowym i wieczornym uwidaczniają się w okresach wiosny, lata oraz jesieni, natomiast tylko w czasie zimy zmienność dla każdego z trzech terminów jest prawie identyczna i wynosi około 40%.

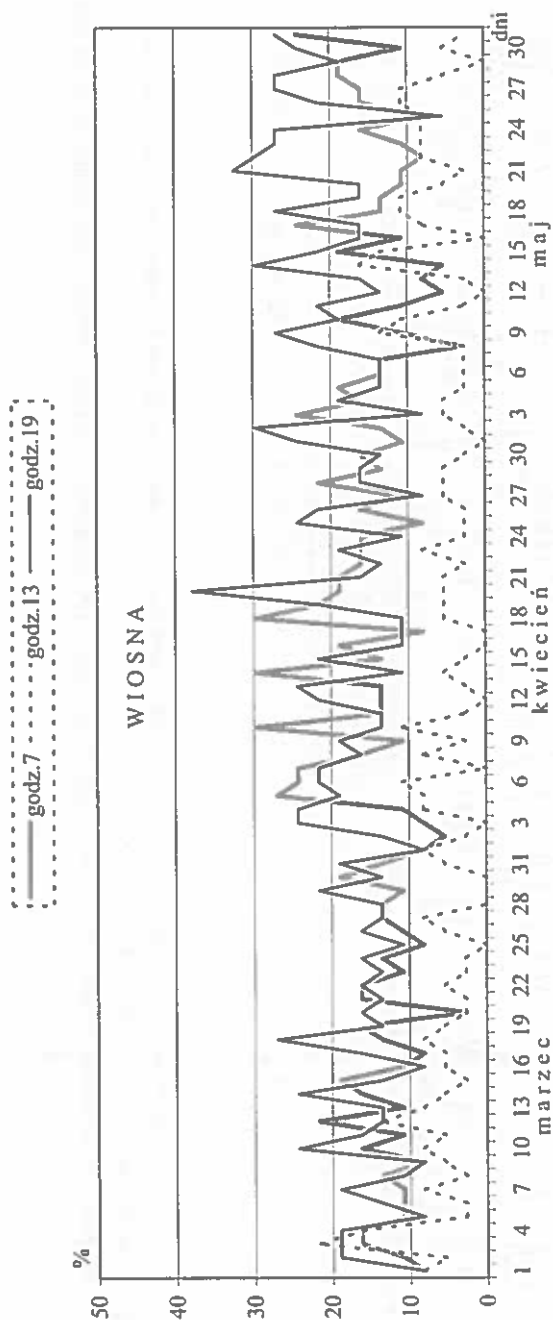
Bardziej szczegółowy obraz struktury czasowej cisz, umożliwiający jednocześnie prześledzenie dobowej częstości ich występowania w poszczególnych terminach obserwacyjnych i zmian jakie następują w kolejnych porach roku, przedstawiają Rys. 3 - 6. Niewielką przewagę częstości występowania cisz o godz. 7, jaka uwidoczniła się dla całego okresu kalendarzowej zimy (Rys. 2), obserwuje się tylko w grudniu, podczas gdy w styczniu i w lutym częstości dla wszystkich terminów kształtują się na zbliżonym poziomie (Rys. 3). Zbliżona częstość cisz w trzech analizowanych terminach, generalnie charakterystyczna dla kalendarzowej zimy, uwidacznia się jeszcze na początku wiosny, w pierwszej pentadzie marca (Rys. 4). Począwszy od drugiej pentady marca wyraźnie obniża się częstość cisz o godz. 13, natomiast nadal ze zbliżoną częstością zdarzają się cisy w terminach rannym i wieczornym. Spadek porannej częstości, w porównaniu do wieczornej, widoczny jest dopiero od drugiej dekady maja. Wszystkie miesiące kalendarzowego lata charakteryzują się bardzo wyraźnie zróżnicowaną częstością cisz w trzech terminach obserwacyjnych (Rys. 5). Najrzadziej, z częstością nie przekraczającą na ogół 10%, notowane są cisy o godz. 13, około dwukrotnie częściej - o godz. 7, a najczęściej - o godz. 19. W pierwszej połowie lata cisy wieczorne obserwuje się przeważnie z częstością ponad 20%, natomiast w drugiej połowie, nawet z częstością przekraczającą 30%. Na przełomie lata i jesieni rozpoczyna się sukcesywny spadek częstości cisz wieczornych, z 30% do około 10% pod koniec listopada, podczas gdy zmniejszenie częstości cisz porannych następuje dopiero w pierwszych dniach listopada (Rys. 6). Natomiast nie obserwuje się istotnych zmian w występowaniu cisz południowych, które w czasie całej jesieni zdarzają się ze zbliżoną częstością, podobną do częstości w lecie. Okres wyrównanej częstości cisz w trzech terminach obserwacyjnych, w najchłodniejszym kwartale roku, rozpoczyna się już pod koniec jesieni, w drugiej połowie listopada.

Czasowa zmienność cisz, uchwycona jedynie na podstawie trzech terminów klimatologicznych, wykazuje dużą zgodność z oceną struktury dobowej, z podziałem na cztery pory doby, przedstawioną przez Parczewskiego [6] dla Warszawy dla znacznie krótszego i wcześniejszego wielolecia. Scharakteryzowana terminowa okresowość cisz w ciągu roku w rejonie Stargardu Szczecińskiego potwierdza zasadniczą rolę promieniowania słonecznego oraz promieniowania efektywnego w kształtowaniu zjawiska ciszy. Niewielkie wahania częstości cisz w chłodnych miesiącach roku odzwierciedlają, zdaniem Parczewskiego [6] dominującą rolę „bezgradientowych” sytuacji atmosferycznych w powstawaniu cisz. Natomiast w cieplej porze roku o ich wystąpieniu decyduje głównie duże nocne promieniowanie efektywne, zwiększające częstość cisz w chłodnej porze doby oraz duże promieniowanie słoneczne, które będąc przyczyną wzrostu prędkości wiatrów ogranicza tym samym występowanie cisz południowych.



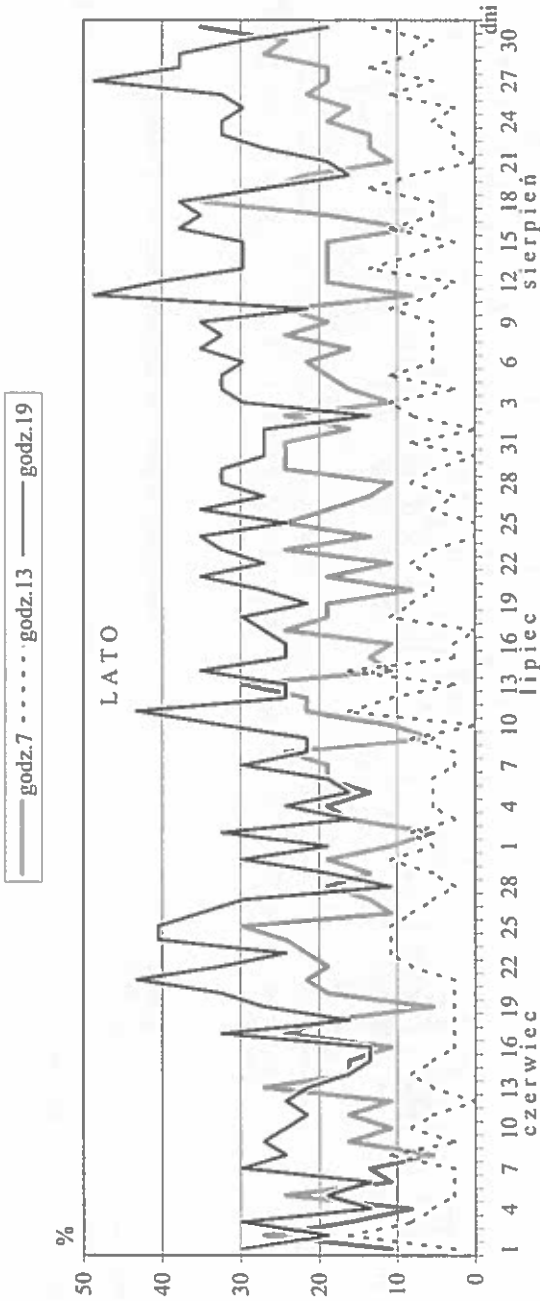
Rys. 3. Częstość cisz atmosferycznych, w %, o godzinie 7, 13 i 19, w poszczególnych dniach w okresie kalendarzowej zimy w Lipkach k. Stargardu Szczecińskiego. Lata 1958-1994.

Fig. 3. Frequency of atmospheric calms, (in %) at: 7⁰⁰ am, 1⁰⁰ pm and 7⁰⁰ pm according to days in winter (December-February) at Lipki near Stargard Szczeciński. Years 1958-1994.



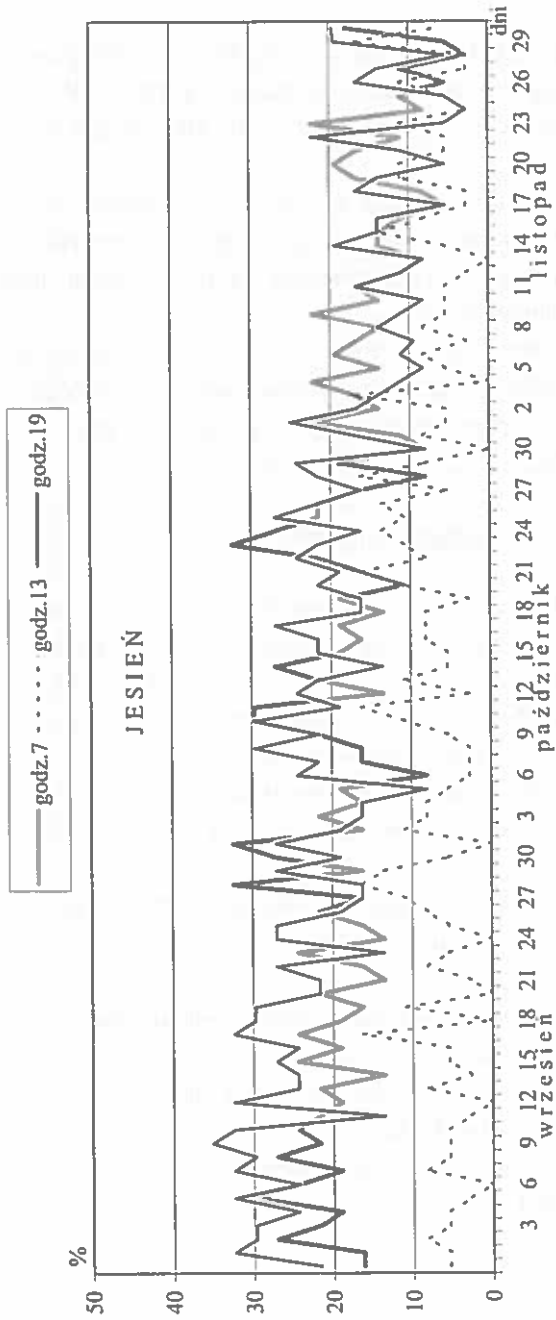
Rys. 4. Częstość cisz atmosferycznych, w %, o godzinie 7, 13 i 19, w poszczególnych dniach w okresie kalendarzowej wiosny w Lipkach k. Stargardu Szczecińskiego. Lata 1958-1994

Fig. 4. Frequency of atmospheric calms, (in %) at: 7⁰⁰ am, 1⁰⁰ pm and 7⁰⁰ pm according to days in spring (March-May) at Lipki near Stargard Szczeciński. Years 1958-1994.



Rys. 5. Częstość cisz atmosferycznych, w %, o godzinie 7, 13 i 19, w poszczególnych dniach w okresie kalendarzowego lata w Lipkach k. Stargardu Szczecińskiego. Lata 1958-1994.

Fig. 5. Frequency of atmospheric calms, (in %) at: 7⁰⁰am, 1⁰⁰pm and 7⁰⁰pm according to days in summer (June-August) at Lipki near Stargard Szczeciński. Years 1958-1994.



Rys. 6. Częstość cisz atmosferycznych, w %, o godzinie 7, 13 i 19, w poszczególnych dniach w okresie kalendarzowej jesieni w Lipkach k. Stargardu Szczecińskiego. Lata 1958-1994.

Fig. 6. Frequency of atmospheric calms, (in %) at: 7⁰⁰ am, 1⁰⁰ pm and 7⁰⁰ pm according to days in autumn (September-November) at Lipki near Stargard Szczeciński. Years 1958-1994.

WNIOSKI

1. W rejonie Stargardu Szczecińskiego cizze atmosferyczne występują najrzadziej w listopadzie oraz w grudniu, natomiast najczęściej w sierpniu. W okresie kalendarzowej zimy cizze obserwuje się w około 25% dni, podczas gdy w okresie lata, aż w 40% dni.
2. W ciągu całego roku, w zdecydowanej większości przypadków, w 60 do 80%, cizze atmosferyczne notowane są tylko w pojedynczych terminach, natomiast trzy i cztery kolejne terminy z ciszą zdarzają się sporadycznie, jednak nieco częściej w czasie kalendarzowej zimy.
3. Podczas kalendarzowej zimy, zwłaszcza w styczniu oraz w lutym, częstość cizs o godz. 7, 13 i 19 jest podobna, natomiast w pozostałych porach roku najrzadziej cizze atmosferyczne występują o godz. 13, a najczęściej o godz. 19, co szczególnie uwidacznia się latem, zwłaszcza w sierpniu.

PIŚMIENNICTWO

1. **Czarnecka M.:** Współczesny stan klimatu Szczecina. W: Współczesne zmiany klimatyczne. Klimat Szczecina i współczesne zmiany klimatyczne w rejonie Morza Bałtyckiego pod red. K. Kożuchowskiego. Uniwersytet Szczeciński, Rozprawy i Studia, T 224, Szczecin, 12-29, 1996.
2. **Koźmiński C., Michalska M.:** Klimatyczna charakterystyka rejonu stacji agrometeorologicznej w Lipkach k. Stargardu Szczecińskiego. Wyd. AR Szczecin, 2000.
3. **Koźmiński C., Michalska M., Nidzgorzka-Lencewicz J.:** Wiatr-kierunki i prędkości. W: Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce. Wyd. AR Szczecin i Uniwersytet Szczeciński, 25a, 2001.
4. **Koźmiński C., Czarnecka M.:** Klimat miasta Szczecina i okolicy. W: Stan środowiska miasta i rejonu Szczecina. Zagrożenie i ochrona, pod red. J. Jasnowskiej. Szczec. Tow. Nauk, Szczecin, 49-66, 1993.
5. **Lorenc H.:** Struktura i zasoby energetyczne wiatru w Polsce. Materiały Badawcze, ser. Meteorologia-25. IMGW Warszawa, 1996.
6. **Parczewski W.:** Struktura dobowego przebiegu dolnych cizs atmosferycznych w Warszawie. Wiad. Służby Hydrol. i Meteor., z.2-3, 39-50, 1973.
7. **Parczewski W.:** Całodobowe cizze atmosferyczne i słabe wiatry dolne. Prace Inst. Meteor. I Gosp. Wodn., z.11, 9-38, 1974.

ATMOSPHERIC CALMS OCCURRENCE
IN STARGARD SZCZECIŃSKI REGION*M. Czarnecka*

Department of Agrometeorology and Melioration, University of Agriculture
ul. Papieża Pawła VI/3, 71-434 Szczecin
e-mail: czarnecka@agr.ar.szczecin.pl

Abstract. This study was based on the results of measurements taken at the three climatological times: 7⁰⁰am, 1⁰⁰pm and 7⁰⁰pm local time in the years 1958-1994 at the Agrometeorological Station of University of Agriculture in Szczecin at Lipki near Stargard Szczeciński. The phenomenon was determined by mean number of days in which the calm occurred at least once the of three observation times and also by the number of cases in one, two, three or four successive observation times. Temporal characteristics of calm variability was carried out on basis of the appearance of the frequency according to days, months and calendar seasons, regarding a division into the three observation times.

Key words: atmospheric calms, climatological times, days, frequency.