

Eliza KALBARCZYK

Katedra Meteorologii i Klimatologii AR w Szczecinie
Department of Meteorology and Climatology, Agricultural University in Szczecin

Wieloletnia zmienność występowania osadów atmosferycznych na Pomorzu **Longterm variability of occurrence of atmospheric deposits in Pomerania**

Słowa kluczowe: rosa, szron, sadź, gołoledź, liczba dni w miesiącu, zmienność czasowa i przestrzenna, Pomorze

Key words: dew, hoar frost, rime, glaze, number of days in month, temporal and spatial variability, Pomerania

Wprowadzenie

Warunki pogodowe, w tym wilgotnościowe, Pomorza cechuje duża zmienność, związana z częstym przemieszczaniem się frontów atmosferycznych oraz urozmaiceniem warunków fizjograficznych. Szczególnie duże lokalne i czasowe zróżnicowanie charakteryzuje występowanie osadów atmosferycznych. Spośród czterech głównych osadów atmosferycznych największe znaczenie dla wegetacji roślin ma rosa, jest ona również najczęściej odnotowywanym osadem na Pomorzu (Kalbarczyk 2004). Powstawaniu rosy sprzyjają bezchmurne noce, wysoka wilgotność względna przygruntowej warstwy powietrza i słabe wiatry (do około $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Dzięki dużej często-

ści występowania rosy sumy tego osadu są w Polsce w okresie wegetacji stosunkowo znaczne. Dla Europy Środkowej przeciętny osad rosy z jednej nocy ocenia się na 0,1–0,3 mm, jednak wartość ta lokalnie może znacznie odbiegać od przeciętnej. Największa liczba dni z rosą występuje na północy kraju oraz w Polsce południowo-zachodniej i południowo-wschodniej (Parczewski 1978). Na Pomorzu w półroczu od kwietnia do września obserwuje się od 50 do 127 dni z tym zjawiskiem (Czarnecka i in. 2004). Sadź i gołoledź, powstające w chłodnej porze roku, mogą osiągać znaczną grubość, zwłaszcza na przedmiotach wystawionych na bezpośredni wpływ wiatru, i wyrządzać wówczas duże szkody, łamiąc gałęzie, obrywając przewody telekomunikacyjne itp. Gołoledź utrudnia też poważnie komunikację drogową, jest przy tym zjawiskiem rzadkim i występuje najczęściej w czasie lub po przejściu frontu atmosferycznego (Sadowski 1965, Koźmiński i Drogosz 1980, Żarnowiecki 1997).

Celem pracy było określenie czasowej i przestrzennej wieloletniej zmienności występowania czterech głównych osadów atmosferycznych na obszarze Pomorza.

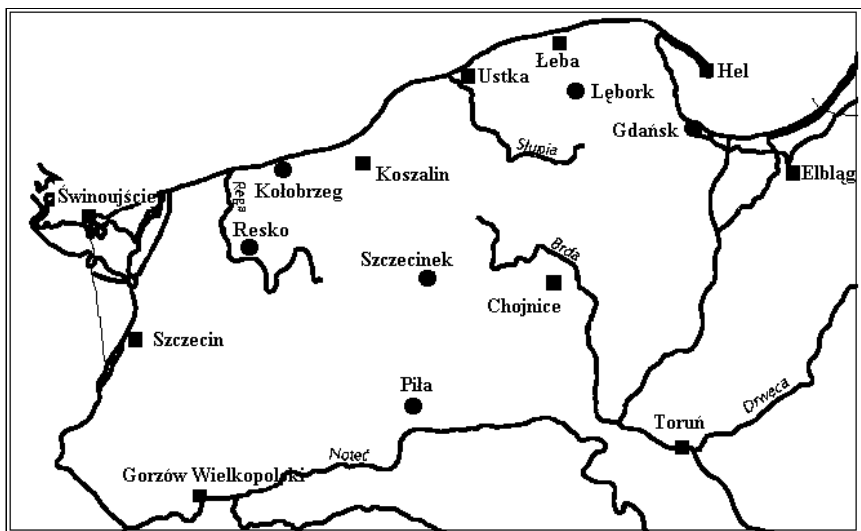
Materiał i metody

Charakterystykę osadów przeprowadzono na podstawie danych IMGW, obejmujących średnią miesięczną liczbę dni z rosą, szronem, sadzią i gołoledzią, w latach 1971–2000, w 16 stacjach meteorologicznych Pomorza (rys. 1). Ze względu na częściowe luki w materiale obserwacyjnym podstawowe obliczenia oparto na informacjach z 10 stacji dysponujących kompletem danych, pozostałe materiały potraktowano jako uzupełniające, szczególnie przy określaniu zmienności przestrzennej osadów – dla każdego z dziesięcioleci w latach 1971–2000 wykreślano osobne mapki. Ze

względu na bardzo duże lokalne zróżnicowanie osadów wartości średniej liczby dni z osadem zarówno w poszczególnych stacjach przedstawiono tylko w postaci diagramów. Dla każdego z wymienionych osadów obliczono średnią wieloletnią miesięczną i roczną liczbę dni z osadem w poszczególnych stacjach meteorologicznych, jak i dla wszystkich 16 stacji łącznie. Zmienność liczby dni z osadem w poszczególnych latach 1971–2000 oceniono na wykresie, istotność trendu sprawdzono testem t-Studenta, a dopasowanie funkcji współczynnikiem determinacji R^2 obliczono w pakiecie Statistica 6.0.

Wyniki i dyskusja

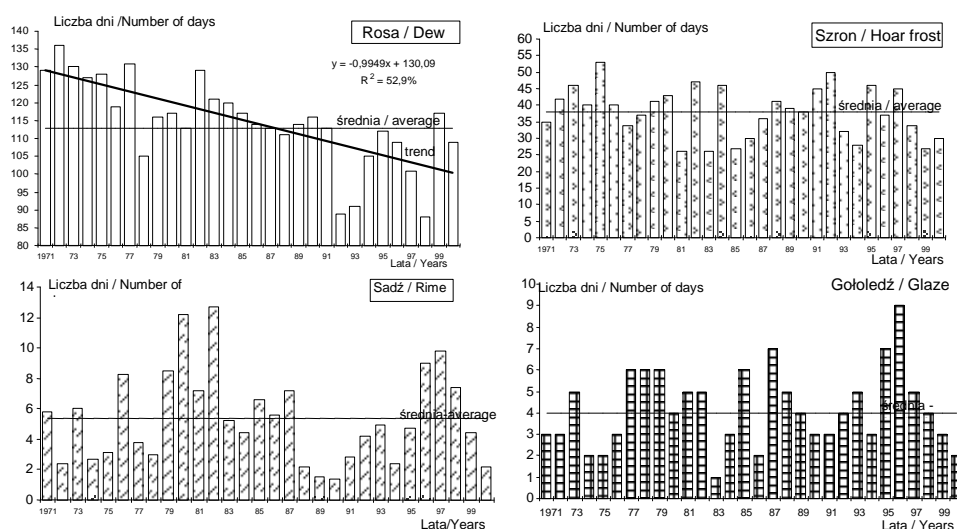
Spośród czterech głównych osadów atmosferycznych najczęściej na Pomorzu występowała rosa. W latach 1971–2000 na Pomorzu obserwowano prze-



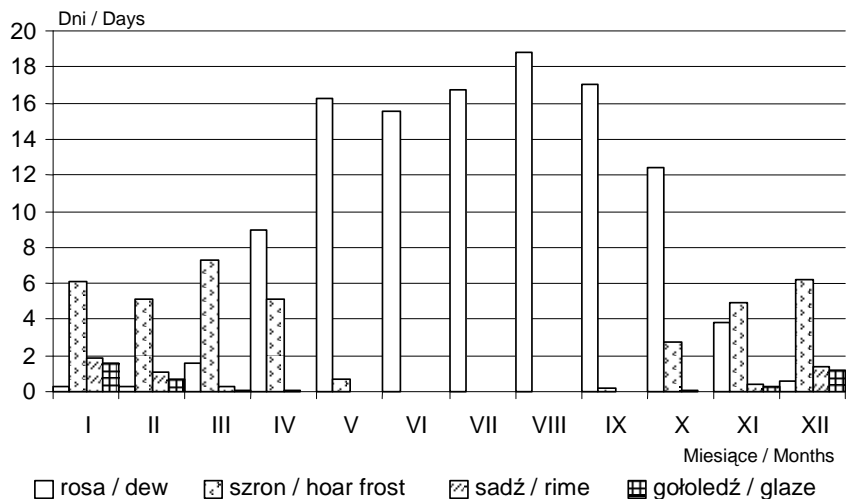
RYSUNEK 1. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych na Pomorzu (● – krótszy okres obserwacji)
RYSUNEK 1. The distribution of meteorological stations in Pomerania (● – a shorter period of observations)

ciętnie 113 dni z rosą w roku (rys. 2), w tym w miesiącach od kwietnia do października średnio 91 dni. Najczęściej wystąpienie rosy odnotowywano w sierpniu (średnio 19 dni w miesiącu), dość często (przez ponad 17 dni w miesiącu) rosa występowała również w maju, lipcu i we wrześniu (rys. 3). Maksymalna liczba dni z rosą w sierpniu występowała w większości stacji (88%), tylko w dwóch stacjach wystąpiło maksimum wrześniowe, choć według Parczewskiego (1978) jest ono charakterystyczne dla stacji położonych powyżej 54° szerokości geograficznej ze względu na ochładzający wpływ Bałtyku. Sporadycznie rosę odnotowano w styczniu i lutym (1 dzień/miesiąc, co trzy lata) oraz w grudniu w stacjach: Gdańsk, Kołobrzeg, Koszalin i Ustka, ale też Toruń i Piła. Podobny rozkład liczby dni z rosą w kolejnych miesiącach roku można zauważyć w innych

rejonach Polski (Wiszniewski 1973a, Parczewski 1978, Szałach 2000/2001). Liczba dni z rosą podlegała dużym wahaniom na Pomorzu także z roku na rok, od maksymalnie 136 dni z rosą w 1972 roku do minimalnie 88 dni w 1998 roku (rys. 2). Stwierdzono statystycznie istotny ($p < 0,01$) ujemny trend średniej rocznej liczby dni z rosą ($R^2 = 53\%$), a więc systematyczny spadek liczby dni z rosą na Pomorzu w kolejnych latach – o ile w wieloleciu 1971–1980 średnia roczna liczba dni z rosą wyniosła 124, to w latach 1981–1990 – 117 dni/rok, a w latach 1991–2000 już tylko 103 dni/rok. Pomimo ujemnego trendu liczba dni z rosą w latach 1971–2000 była większa niż w latach pięćdziesiątych, kiedy to na Pomorzu notowano średnio 70 dni z rosą w ciągu całego roku (Parczewski 1965, Wiszniewski 1973a). Obserwacje te potwierdziły dużą zmienność występowania rosy w ko-



RYSUNEK 2. Wieloletnia zmienność osadów na Pomorzu w latach 1971–2000 (średnia z 10 stacji)
 FIGURE 2. Longterm variability of deposits in Pomerania in 1971–2000 (an average from 10 stations)

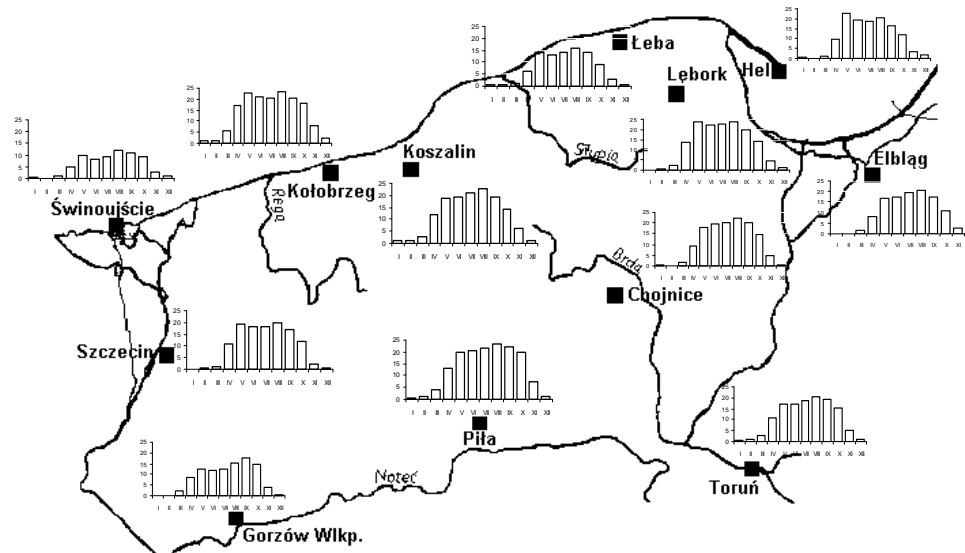


RYSUNEK 3. Liczba dni z rosą, szronem, sadzią i gołoledzią (średnia z 10 stacji) na Pomorzu w kolejnych miesiącach, 1971–2000
 FIGURE 3. The number of days with dew, hoar frost, rime and glaze (an average from 10 stations) in Pomerania in consecutive months, 1971–2000

lejnych latach. Ujemny trend średniej rocznej liczby dni z rosą był konsekwencją występowania ujemnych tendencji miesięcznej liczby dni z rosą w poszczególnych miesiącach niemal całego roku (oprócz listopada), statystycznie istotnych w okresie od maja do września, a więc w tym czasie, gdy znaczenie rosy dla roślin jest największe. W latach 1971–2000 spadek średniej liczby dni z rosą w tych miesiącach wyniósł od 1 dnia /10 lat w maju do 2 dni /10 lat w sierpniu i we wrześniu. Występowanie rosy cechowała nie tylko duża zmienność w czasie, ale i w przestrzeni. Na obszarze Pomorza rosa najrzadziej występowała w okolicach Świnoujścia (około 70 dni/rok), Łeby i Gorzowa (poniżej 100 dni/rok), również Gdańska, natomiast najczęściej (przez ponad 140 dni/rok) w środkowo-wschodniej części Pomorza (Lębork, Chojnice), a lokalnie także w okolicy

Kołobrzegu (średnio 160 dni/rok) i Piły (154 dni/rok) (rys. 4). Tereny te można zaliczyć do obszarów o najczęstszym występowaniu rosy w Polsce (Parczewski 1965). Duże lokalne zróżnicowanie liczby dni z rosą występowało również w wieloleciu 1951–1960, gdy dla większości stacji notowano około 70 dni z rosą w roku, to w Kołobrzegu aż 127, a w Gdańsku tylko 21 (Wiszniewski 1973a).

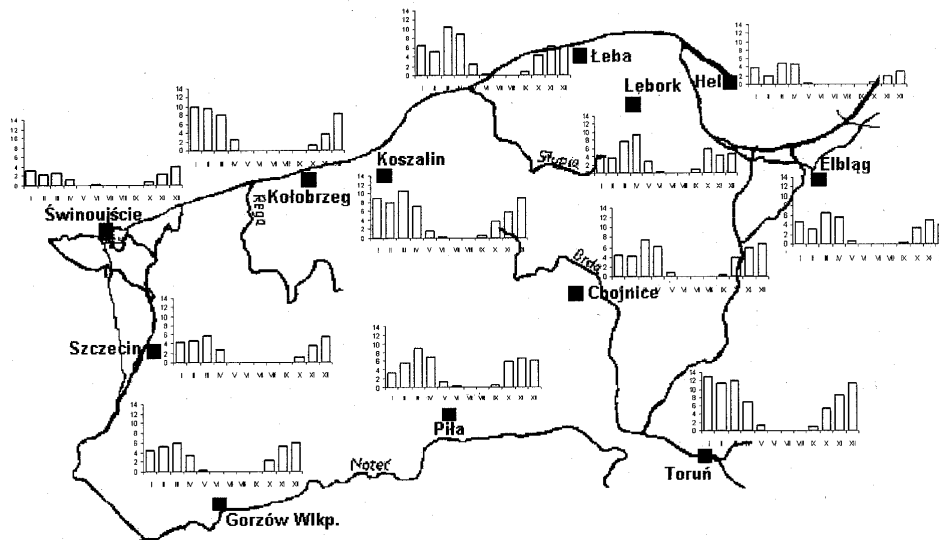
W wieloleciu 1971–2000 szron na Pomorzu wystąpił średnio przez 38 dni w roku, a współczynnik zmienności w kolejnych latach wyniósł 20% (rys. 2). Osad szronu był obserwowany w miesiącach od września do maja, w pojedynczych przypadkach również w czerwcu, a największa liczba dni ze szronem (średnio 7,5 dnia/miesiąc) wystąpiła w marcu (rys. 3). Było to zgodne z obserwacjami z lat wcześniejszych, przy czym na obszarze Polski



RYSUNEK 4. Liczba dni z rosą w wybranych stacjach Pomorza w kolejnych miesiącach, 1971–2000
 FIGURE 4. The number of days with dew in selected stations in Pomerania in consecutive months, 1971–2000

prawie identyczne, wtórne maksimum występowało też w listopadzie (Parczewski 1965, Wiszniewski 1973b). W latach badań szron dość często występował także w grudniu (średnio 6,1 dnia), w styczniu (5,8 dnia) i w kwietniu (5,7 dnia). Sporadycznie, bo rzadziej niż przeciętnie 1 dzień/miesiąc, pojawienie się szronu miało miejsce we wrześniu i w maju (rys. 3). W latach 1949–1960 rzadkie przypadki szronu odnotowano również w czerwcu (Parczewski 1965, Wiszniewski 1973b). Nie stwierdzono istotnego trendu rocznej liczby dni ze szronem w kolejnych latach, choć największa średnia roczna liczba dni ze szronem (41) wystąpiła w latach 1971–1980, to w kolejnych dziesięcioleciach utrzymywała się na zbliżonym poziomie (36–37 dni), wyższym od zanotowanego w latach 1951–1960 mniej więcej o 10 dni. Najwięcej

dni ze szronem (53) na Pomorzu odnotowano w 1975 roku, najmniej (26) w latach 1981 i 1983 (rys. 2). Kierunek tendencji miesięcznej liczby dni ze szronem w latach badań był zróżnicowany – dodatni w okresie od listopada do stycznia, w pozostałych miesiącach występowania szronu ujemny. Statystycznie istotny był ujemny trend miesięcznej liczby dni ze szronem w kwietniu (–1,4 dnia/10 lat) oraz w maju (–0,4 dnia /10 lat). Szron, podobnie jak rosa, był zjawiskiem znacznie zmiennym przestrzennie. W latach 1971–2000 najrzadziej szron obserwowano w sąsiedztwie Zalewu Szczecińskiego i Zatok Gdańskiej (około 20 dni/rok, w Świnoujściu średnio tylko 17 dni/rok), natomiast najczęściej w środkowej części Pomorza, z maksimum wynoszącym 55 dni/rok w Koszalinie (rys. 5). Należy jednak zaznaczyć, że na



RYSUNEK 5. Liczba dni ze szronem w wybranych stacjach Pomorza w kolejnych miesiącach, 1971–2000
 FIGURE 5. The number of days with hoar frost in selected stations in Pomerania in consecutive months, 1971–2000

poszczególnych stacjach zmienność występowania szronu w kolejnych latach była dość duża, od 25% w Koszalinie do 65% w Świnoujściu. Podobnej wielkości różnice pomiędzy stacjami występowały w latach 1951–1960 (Wiszniewski 1973b), mała liczba dni ze szronem (po około 20) notowana była głównie wzdłuż wybrzeża, ale także w Chojnicach, największe wartości (około 40–45 dni) wystąpiły w Lęborku, Szczecinku, Resku, ale i w Kołobrzegu.

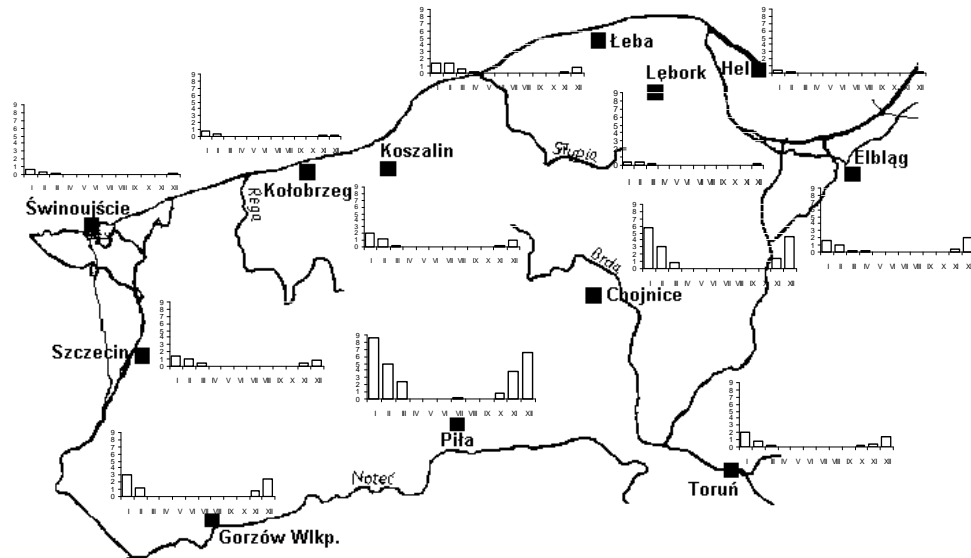
Średnia roczna liczba dni z sadzią w latach 1971–2000 na Pomorzu wyniosła 5,4, a sadyż była osadem najbardziej zmiennym w kolejnych latach, gdyż współczynnik zmienności wyniósł 47% (rys. 2). Występowanie sadyży stwierdzono tylko w chłodnej porze roku, w miesiącach od października do kwietnia (rys. 3), również tylko w tych

miesiącach sadyż występowała w latach 1951–1960 (Wiszniewski 1973c). Najczęściej sadyż obserwowano w styczniu i w grudniu (średnio odpowiednio 2 i 1,5 dnia/miesiąc), sporadycznie w kwietniu i październiku (średnio 0,1 dnia/miesiąc), natomiast w latach 1951–1960 na większości stacji największą liczbę dni z sadyżą obserwowano w lutym, a najmniejszą (bez zmian) w październiku i w kwietniu (Wiszniewski 1973c, Parczewski 1978). Nie stwierdzono istotnego trendu rocznej liczby dni z sadyżą w latach 1971–2000, w kolejnych dziesięcioleciach średnia roczna liczba dni z sadyżą utrzymała się na zbliżonym poziomie. W latach 1951–1960 notowano o przeciętnie 1–1,5 dnia z sadyżą/rok mniej niż w wieloleciu 1971–2000. Najwięcej dni (średnio 13 dni/rok) z sadyżą na Pomorzu odnoto-

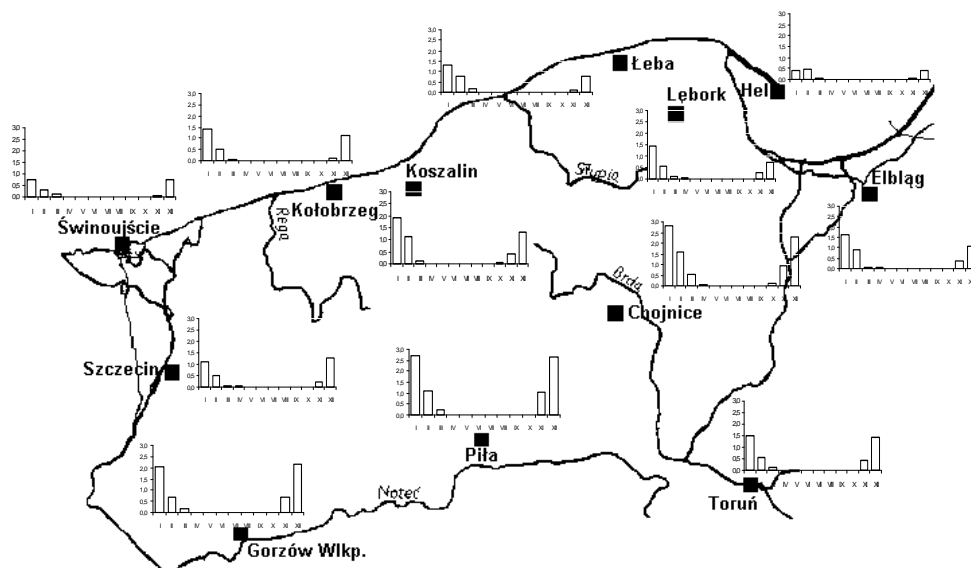
wano w 1982 roku, natomiast najmniej (po 1,5 dnia/rok) w latach 1989 i 1990 (rys. 2). W poszczególnych miesiącach występowania sadzi można było zauważyć dodatnią tendencję miesięcznej liczby dni z sadią w okresie od października do stycznia i ujemną w okresie od lutego do kwietnia, przy czym tylko dodatni trend w listopadzie był istotny statystycznie (+0,3 dnia/10 lat). Tak jak w przypadku wcześniej opisanych osadów, również występowanie sadzi było bardzo zróżnicowane przestrzennie – najrzadziej sady obserwowano w pasie nadmorskim (stacje: Hel, Kołobrzeg, Świnoujście – średnio poniżej 2 dni/rok), natomiast częściej w stacjach położonych w głębi Pomorza, do maksymalnie 16 dni w roku w Chojnicach (w stacji Piła odnotowano średnio 32 dni z sadią/rok w latach 1981–2000) (rys. 6). Zróżnicowany rozkład przestrzenny występowania sadzi, z najmniejszymi wartościami w pasie wybrzeża (0,1 dnia z sadią /rok na Helu, 0,7 dnia/rok w Gdańsku, 1,2 dnia/rok w Świnoujściu) i większymi w głębi Pomorza (do 10 dni/rok w Szczecinku) stwierdzono także w latach 1951–1960 (Wiszniewski 1973c).

Najrzadziej spotykanym osadem na Pomorzu była gołoledź, która w latach badań występowała przeciętnie przez 4 dni w roku (rys. 2), częściej niż w wieloleciu 1951–1960, w którym gołoledź występowała przeciętnie 1,3 dnia w roku (Wiszniewski 1973d). Jednocześnie występowanie gołoledzi charakteryzowała duża zmienność między kolejnymi latami, sięgająca 44%. Osad ten notowano głównie tylko w chłodnej porze roku, w miesiącach od listopada

do marca, a jedynie w pojedynczych przypadkach w październiku lub w kwietniu, natomiast na terenie Polski gołoledź występowała w okresie od października do kwietnia (Kozmiński i Drogosz 1980). W latach 1951–1961 gołoledź sporadycznie wystąpiła w kwietniu w stacjach Gdańsk i Elbląg (Sadowski 1965). Najwięcej dni z gołoledzią przypadło na styczeń i grudzień (przeciętnie 1,2–1,6 dnia/miesiąc), najmniej na marzec (0,1 dnia/miesiąc) (rys. 3), podobny rozkład występowania gołoledzi w poszczególnych miesiącach stwierdzono w latach 1949–1965 (Sadowski 1965, Wiszniewski 1973d, Kozmiński i Drogosz 1980). Nie stwierdzono istotnego trendu średniej rocznej liczby dni z gołoledzią w kolejnych latach; w poszczególnych dziesięcioleciach przeciętna liczba dni z tym osadem w roku była bliska 4. Najwięcej dni z gołoledzią (średnio 9 dni w roku) wystąpiło w 1996 roku, najmniej (1 dzień) w 1983 roku (rys. 2). W poszczególnych miesiącach występowania gołoledzi stwierdzono dodatnią tendencję miesięcznej liczby dni z tym osadem w listopadzie i w grudniu, natomiast ujemną od stycznia do marca i, podobnie jak w przypadku sadzi, statystycznie istotny był tylko dodatni trend w listopadzie (+0,2 dnia/10 lat). Brak statystycznie potwierdzonej tendencji zmienności czasowej w większości miesięcy liczby dni z gołoledzią, jak również z sadią, mógł częściowo wynikać ze stosunkowo rzadkiego występowania tych osadów. W latach 1971–2000 najrzadziej wystąpienie gołoledzi odnotowano w rejonie Zatoki Gdańskiej i Zalewu Szczecińskiego (na stacjach: Hel, Świnoujście i Gdańsk, średnio 1,4–2,3 dnia/rok), najczęściej gołoledź obserwowano na stacjach: Chojnice, Piła,



RYSUNEK 6. Liczba dni z sadzą w wybranych stacjach Pomorza w kolejnych miesiącach, 1971–2000
 FIGURE 6. The number of days with rime in selected stations in Pomerania in consecutive months, 1971–2000



RYSUNEK 7. Liczba dni z gołoledzią w wybranych stacjach Pomorza w kolejnych miesiącach, 1971–2000
 FIGURE 7. The number of days with glanze in selected stations in Pomerania in consecutive months, 1971–2000

Koszalin, Gorzów, od średnio 8,3 do 5 dni/rok (rys. 7), podobne zróżnicowanie przestrzenne stwierdzili Koźmiński i Drogosz (1980). W wieloletniu 1951–1960 gołoledź najrzadziej występowała w okolicy Helu, Ustki i Gdańska, ale również Gorzowa, najczęściej występowała w sąsiedztwie Elbląga, Kołobrzegu i Szczecina, a obserwowane częstotliwości mieściły się w przedziale od 0,1 do 2,9 dnia/rok (Wiszniewski 1973d).

Wnioski

1. W latach 1971–2000 rosa była najczęściej występującym osadem na Pomorzu, notowanym przeciętnie przez około 1/3 dni w roku.
2. Największą liczbę dni z rosą stwierdzono w sierpniu, szron najczęściej występował w grudniu, sadź i gołoledź w styczniu.
3. Stwierdzono statystycznie istotny spadek rocznej oraz miesięcznej liczby dni z rosą w okresie od maja do września na Pomorzu w latach 1971–2000. Nie wystąpił istotny trend rocznej liczby dni ze szronem, sadzią i gołoledzią, natomiast istotny ujemny trend miesięcznej liczby dni ze szronem wystąpił w kwietniu i w maju, a istotny dodatni trend liczby dni z sadzią oraz liczby dni z gołoledzią w listopadzie.
4. Na obszarze Wybrzeża, a szczególnie w sąsiedztwie Zatoki Gdańskiej i Zalewu Szczecińskiego osady atmosferyczne występowały przeciętnie najrzadziej w porównaniu do obszarów położonych w głębi Pomorza.

Literatura

- CZARNECKA M., KOŹMIŃSKI C., MICHALSKA B., KALBARCZYK E., KALBARCZYK R. 2004: Warunki wilgotnościowe powietrza i gleby na Pomorzu. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* (w druku).
- KALBARCZYK E. 2004: Osady atmosferyczne. Atlas zasobów i zagrożeń klimatycznych Pomorza 2004 (red.) C. Koźmiński, B. Michalska Wydaw. AR Szczecin.
- KOŹMIŃSKI C., DROGOSZ J. 1980: Czasowy i przestrzenny rozkład gołoledzi w Polsce. *Przeł. Geograf.* 52, 2: 375–387.
- PARCZEWSKI W. 1965: O występowaniu rosy, rosy białej i szronu w Polsce. *Wiad. Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej* 1.
- PARCZEWSKI W. 1978: Materiały do wykładów z meteorologii i klimatologii. Wydaw. Politechniki Warszawskiej. Warszawa.
- SADOWSKI M. 1965: Oblodzenie przewodów w Polsce. *Prace PIHM*, 87.
- SZAŁACH G. 2000/2001: O pomiarach rosy w Białowieży. *Annales UMC-S* 55/56, 40: 333–338.
- WISZNIEWSKI W. 1973a: Liczba dni z rosą. Atlas klimatyczny Polski. IMGW, Warszawa.
- WISZNIEWSKI W. 1973b: Liczba dni ze szronem. Atlas klimatyczny Polski. IMGW, Warszawa.
- WISZNIEWSKI W. 1973c: Liczba dni z sadzią. Atlas klimatyczny Polski. IMGW, Warszawa.
- WISZNIEWSKI W. 1973d: Liczba dni z gołoledzią. Atlas klimatyczny Polski. IMGW, Warszawa.
- ŻARNOWIECKI G. 1997: Synoptyczne uwarunkowania występowania mgły i gołoledzi w pobliżu Kielc. *Pam. Puł.* 110: 103–112.

Summary

Longterm variability of occurrence of atmospheric deposits in Pomerania. The aim of the studies was to determine many year time and spatial variability of occurrence of main atmospheric deposits in the area of Pomerania. The studies were carried out on the basis of The IMGW (The Insti-

tute of Meteorology and Water Management) data including a monthly average number of days with dew, hoar frost, rime and glaze in 1971–2000, gathered in 16 meteorological stations in Pomerania. The most frequent deposit in Pomerania was dew which was observed on average for 1/3 days during a year. The largest number of days with dew was noticed in August, hoar frost occurred most frequently in December and rime and glaze in January. Statistically a significant decrease in annual number of days with dew was observed in Pomerania in 1971–2000, whereas no noteworthy trend as to the annual number of days with hoar

frost, rime and glaze occurred. In the area of the Polish Coast and particularly in the vicinity of Zatoka Gdańska (Gdańsk Bay) and Zalew Szczeciński (Szczecin Lagoon) the atmospheric deposits were on average observed the least frequently as compared to the areas in central parts of Pomerania.

Author's address:

Eliza Kalbarczyk
Akademia Rolnicza w Szczecinie
Katedra Meteorologii i Klimatologii
ul. Papieża Pawła VI nr 3, 71-469 Szczecin
Poland