

Anna Baryła, Agnieszka Karczmarczyk, Magdalena Frąk

**CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW OPADOWYCH
NA STACJI METEOROLOGICZNEJ PUCZNIEW
W LATACH 1972-2002**

***CHARACTERISTICS OF PRECIPITATION
AT THE METEOROLOGICAL STATION PUCZNIEW
IN 1972-2002***

Streszczenie

Rozkład opadów atmosferycznych jest szczególnie ważnym czynnikiem w okresach krytycznych roślin uprawnych, w których występuje największe zapotrzebowanie na wodę. W niniejszej pracy analizie poddano szereg charakterystyk meteorologicznych związanych z opadami atmosferycznymi pomierzonymi na stacji w Puczniewie w latach 1972-2002 takimi jak: roczne i półroczne sumy opadów atmosferycznych; zmienność sum opadów atmosferycznych (z wykorzystaniem podziału lat i miesięcy na skrajnie suche, bardzo suche, suche, przeciętne, mokre, bardzo mokre i skrajnie mokre); liczba dni z opadami atmosferycznymi (w przedziałach <10 mm, 10,1–20 mm, 20,1–30,0 mm, 30,1–40,0 mm oraz powyżej 60,0 mm); występowanie okresów bezdeszczowych. W badanym 31-leciu 1972–2002 uśredniona suma roczna opadów na stacji meteorologicznej Puczniew wynosiła 540,7 mm. Z przeprowadzonej analizy wynika, że w rozpatrywanym wieloleciu 1972–2002 nie zanotowano lat skrajnie suchych i szczególnie wilgotnych: 2 lata zostały zaliczonych do suchych, 27 – do przeciętnych, a 2 – do wilgotnych. Lata 1983 i 1989 były suche, natomiast rok 1977 wilgotny i 2001 bardzo wilgotny. Średnio w ciągu roku wystąpiło około 3 okresów posusznych. Okresy bezdeszczowe pojawiały się przeważnie w półroczu letnim (59% przypadków), a dominowały posuchy o długości od 9 do 17 dni (90%).

Słowa kluczowe: opad atmosferyczny, zmienność opadu, liczba dni z opadem, opad maksymalny

Summary

The distribution of precipitation is a particularly important factor in periods of critical crop plants which the greatest demand for water. At this work a number of meteorological characteristics associated with precipitation got in Puczniew station in years 1972-2002 were analysed: annual and six-month sums of precipitation; changeability of sums of annual and six-month precipitation (with using the division of years and months on extremely dry, very dry, dry, average, wet, very wet and extremely wet surface); number of days with precipitation (in periods < 10 mm, 10.1 -20 mm, 20,1-30,0,0 mm, 30.1-40.0 mm and above 60.0 mm); appearing of rainless periods. In examined 31-years from 1972 to 2002 the averaged annual sum of falls in Puczniew amounted to 540.7 mm. From performed analysis we obtained none of years extremely dry and particularly humid: 2 years stayed ranked to dry, 27 - up to averages, 2 - to humid. Years 1983 and 1989 were dry, however year 1977 was humid and 2001 very humid. On average within one year it appeared about 3 rainless periods, appearing mostly in summer year (59% of cases), and dominating droughts have lengths from 9 up to 17 days (90%).

Key words: atmospheric precipitation, coefficient of variability, number of days with precipitation, maximum precipitation

WSTĘP

Woda jest tym czynnikiem kształtującym stosunki wilgotnościowe w glebie, który determinuje większość procesów fizycznych i chemicznych na Ziemi i w jej wnętrzu. Zróżnicowanie ilości wody w podłożu gruntowym związane jest z warunkami pogodowymi, głównie z występowaniem i intensywnością opadów, które stanowią najważniejsze źródło wody glebowej [Kossowski i Usowicz, 2000]. Opady atmosferyczne, występujące w postaci deszczu, śniegu, szronu, gradu są tym czynnikiem klimatu, który ulega ciągłym przemianom w czasie i przestrzeni [Dobrzański i in. 1999]. Zarówno nadmiary wody jak i jej niedobory, mają niekorzystny wpływ na glebę i roślinność. Rozkład opadów w okresie wegetacyjnym ma ogromne znaczenie. Duże zasoby wody w glebie powodują ograniczenie wzrostu i rozwoju roślin oraz obniżenie plonów. Nadmiary wody prowadzą również do nieodwracalnych uszkodzeń roślin przez grzyby pasożytnicze powodują wyleganie zbóż, złe owocowanie i często gnicie zbiorów. Przy długotrwałym i nadmiernym uwilgotnieniu dochodzi do zahamowania wzrostu i śmierci roślin. Gwałtowne ulewy mogą uszkodzić młode rośliny, a ponadto przyspieszyć erozję gleby. Zmniejszona ilość opadów, w tym śniegu zimą oraz wcześniejsze jego topnienie wiosną, powodują powstanie suszy. W przesuszonym podłożu woda wykazuje małą ruchliwość, z trudem dopływając do korzeni. W zbyt suchej glebie następuje plazmoliza komórek i obumieranie roślin, co skutkuje dużymi stratami w gospodarce, a zwłaszcza w rolnictwie [Ciepielowski 1999]. Zawartość wody w glebie jest zatem decydującym kryterium w przewidywaniu zagrożeń środowiska naturalnego: susz,

powodzi, osuwania się ziemi, tzn.: lawin błotnych, czy lawin śnieżnych [Skierucha 2005]. Największe deficyty opadów notuje się w środkowym pasie Polski – w Wielkopolsce, na Kujawach, Mazowszu i Podlasiu [Rojek 1994, Mioduszeński 2011]. Celem podjętego opracowania było dokonanie kompleksowej charakterystyki miesięcznych, sezonowych i rocznych sum opadów atmosferycznych dla stacji meteorologicznej w Puczniewie w latach 1972–2002. Dokonano oceny uwilgotnienia poszczególnych miesięcy oraz przeanalizowano zebrany materiał pod kątem występowania suszy.

MATERIAŁ I METODY

Podstawę opracowania stanowiły dobowe sumy opadów atmosferycznych z lat 1972–2002, pochodzące ze stacji meteorologicznej Puczniew (142 m. n.p.m), która jest ujęta w sieć pomiarowo – obserwacyjną IMGW. Stacja Puczniew leży w dzielnicy łódzkiej [Gumiński 1948], w której stosunki termiczne i anemometryczne są podobne do tych, jakie występują w całej wschodniej części Niziny Wielkopolskiej, natomiast warunki wilgotnościowe są w tej dzielnicy bardziej sprzyjające produkcji rolnej dzięki wyższym sumom opadów atmosferycznych [Łykowski i Madany 1998]. Klimat dla Puczniewa jest charakterystyczny dla klimatów Krainy Wielkich Dolin wchodzących w skład klimatu umiarkowanego o cechach przejściowych między kontynentalnym (suchym o dużej amplitudzie rocznej temperatur) klimatem Europy Wschodniej a oceanicznym (wilgotnym, o mniejszej amplitudzie temperatur) klimatem Europy Zachodniej, przy czym wpływ klimatu kontynentalnego jest dość wyraźny [Romer 1949]. W pracy przeanalizowano miesięczne sumy opadów w latach 1972–2002. Obliczono sumy roczne opadów oraz współczynnik zmienności opadów oraz zbadano ich trend liniowy. Analizując wielkość opadów dobowych, często wykorzystuje się klasyfikację dni z opadem Olechnowicz-Bobrowskiej [1970]. Według opracowanej klasyfikacji, za wysoki przyjmuje się opad $\geq 10,1$ mm. Kryterium to zostało zastosowane w wielu pracach, m.in Lorenc [1991], Kirschenstein [2001] i Majewski i in. [2010]. Dla maksimów dobowych opadów w latach 1972–2002 określono: prawdopodobieństwo występowania maksimów dobowych w 10-milimetrowych przedziałach wielkości. Do oceny uwilgotnienia poszczególnych miesięcy zastosowano kryterium Kaczorowskiej [1962]. W tym celu miesięczne sumy opadów atmosferycznych badanego okresu porównano z wartościami średniej wieloletniej (1972–2002), które przyjęto za normę. Według tego kryterium uznaje się za miesiąc: szczególnie wilgotny – opad powyżej 200% normy, bardzo wilgotny – opad od 151% do 200% normy, wilgotny – opad od 126% do 150% normy, przeciętny – opad od 75% do 125% normy suchy – opad od 50% do 74% normy bardzo suchy – opad od 25% do 49% normy skrajnie suchy – opad poniżej 25% normy. Występowanie susz wyznaczono stosując kryterium wyróżnione przez Schmucka i Koźmińskiego [1967]: posu-

cha (9–17 dni bezdeszczowych); umiarkowana posucha (18–28 dni) i długotrwała posucha (powyżej 28 dni).

WYNIKI BADAŃ

W badanym 31-leciu 1972–2002 średnia suma roczna opadów na stacji Puczniew wynosiła 540,7 mm, a lata o największych sumach rocznych, większych od 700 mm, to rok 1977 (735,6 mm) i 2001 (838,7 mm). Najmniejsza suma roczna wystąpiła w 1983 roku – 350,1 mm (tab. 1). Sumy roczne opadów mniejsze od średniej wieloletniej i większe od niej występowały z taką samą częstością. Odchylenie standardowe rocznych sum opadów atmosferycznych wyniosło 98,4 mm.

Tabela 1. Podstawowe statystyki miesięcznych i rocznych sum opadów atmosferycznych na stacji Puczniew w latach 1972–2002

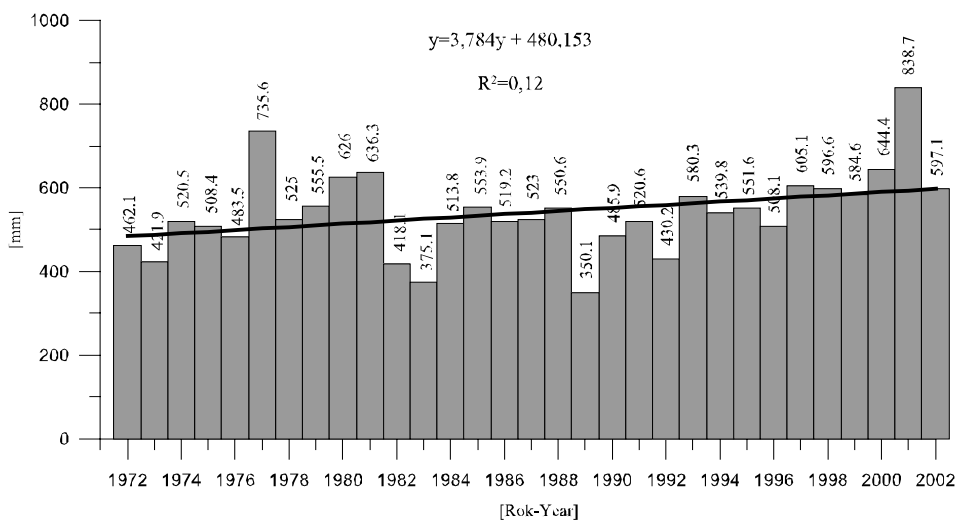
Table 1. Statistical characteristics of monthly and annual total precipitation at Puczniew station in 1972–2002

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Rok-Year |
|---|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|------|----------|
| Średnia arytmetyczna-Mean [mm] | 25,7 | 24,7 | 28,5 | 33,1 | 49,5 | 71,3 | 83,1 | 60,1 | 53,2 | 35,5 | 37,6 | 38,3 | 540,7 |
| Odchylenie standardowe [mm]-Standard deviation | 14,5 | 15,8 | 16,2 | 20,6 | 25,1 | 39,1 | 49,7 | 37,2 | 33,9 | 22,9 | 14,2 | 19,3 | 98,4 |
| Min. [mm] | 1,6 | 0,8 | 0,8 | 7,9 | 15,1 | 15,9 | 25,2 | 13,3 | 11,2 | 5,8 | 17,9 | 5,7 | 350,1 |
| Max. [mm] | 68,7 | 71,2 | 74,7 | 83,2 | 127,5 | 190,4 | 227 | 161,9 | 142,4 | 79,9 | 65,6 | 77,2 | 838,7 |
| Współczynnik zmienności [%]-Coefficient of variation | 56,5 | 64,1 | 56,8 | 62,1 | 50,8 | 54,8 | 59,8 | 61,9 | 63,7 | 64,5 | 37,7 | 50,3 | 18,2 |
| Skośność -Skewness | 0,8 | 1,3 | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,5 | 1,1 | 1,1 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,8 |
| Procent opadów rocznych -Percent of annual precipitation totals | 4,8 | 4,6 | 5,3 | 6,1 | 9,2 | 13,2 | 15,4 | 11,1 | 9,8 | 6,6 | 6,9 | 7,1 | 100,0 |

W badanym 31-leciu średni opad w lipcu wynosił 83,1 mm, a w styczniu – 25,7 mm (tab. 1). Największe sumy miesięczne to: 227,0 mm w lipcu 2001 roku, 190,4 mm w czerwcu 2001 roku i 163,2 mm w czerwcu 1980 roku. Najmniejsze sumy miesięczne wystąpiły w lutym i marcu 2000 roku – 0,8 mm, oraz w lutym 1976 roku - 0,8 mm. Czerwiec i lipiec charakteryzowały się największym zróżnicowaniem sum miesięcznych opadów. Odchylenie standardowe dla tych miesięcy wyniosło odpowiednio 39,1 mm i 49,7 mm, a dla stycznia i listopada – 14,5 mm i 14,2 mm (tab. 1). Największe sumy sezonowe notowane były

w okresie letnim. Średnia 31-letnia suma opadów w okresie lata (VI–VIII) wyniosła 214,4 mm. Opady letnie w badanym okresie stanowiły średnio około 40% sumy rocznej, zimowe – 16%, a półrocza ciepłego (IV–IX) – 65%. Stosunek opadów zimy do lata w badanym wieloleciu wyniósł 0,41 i był zbliżony do obliczonego przez Kirchenstein i Baranowskiego [2005] dla lat 1951–1995, dla tej części Polski – 0,45. Stosunek opadów jesieni do wiosny wyniósł 0,82. Łódź bowiem leży, jak podają Kirchenstein i Baranowski [2005], w obszarze zrównania sum jesieni i wiosny, spowodowanego zanikaniem ocieplającego wpływu Bałtyku na opady jesieni. Obliczony współczynnik zmienności rocznych sum opadów wyniósł 18%. Podobne wyniki uzyskali też inni autorzy, opierający się na danych dotyczących drugiej połowy XX wieku i różnych rejonów Polski: dla Łodzi – 17%, dla Wrocławia i Suwałk – 18% [red. Kozuchowski 2004], dla Garlicy Murowanej położonej na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej – 18% [Olechnowicz-Bobrowska i in. 2005] i dla Warszawy 18% [Majewski i in. 2010]. W analizowanym okresie największe wartości współczynnika zmienności opadów wystąpiły w październiku – 64,5%, natomiast najmniejsze w listopadzie – 37,7%

Na przestrzeni badanych 31 lat sumy opadów atmosferycznych wykazywały trend rosnący (rys.1) – przyrost rocznych sum opadów atmosferycznych wynosił 37,8 mm na 10 lat. Należy jednak dodać, że trend ten nie jest istotny statystycznie. Taka wartość trendu jest spowodowana znacznym przyrostem sum opadów w ostatnich 15 latach.



Rysunek 1. Zmiany sum opadów atmosferycznych z roku na rok oraz ich trend na stacji Puczniew w latach 1972–2002

Figure 1. Year-by-year changes in the precipitation sums and their trend at Puczniew station in the years 1972–2002

Klasyfikację poszczególnych lat badanego okresu pod względem ilości opadów przeprowadzono według metody Kaczorowskiej [1962] (tab. 2).

Tabela 2. Ocena stopnia uwilgotnienia poszczególnych miesięcy i lat na stacji Puczniew w latach 1972–2002

Table 2. Assessment of the degree soil moisture of individual months and years in the station Puczniew in latach 1972–2002

| Rok- Year | Miesiące-Months | | | | | | | | | | | | Rok- Year |
|--------------|-----------------|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|--------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| 1972 | bs | s | p | sw | w | p | bs | bw | bs | ss | p | ss | p |
| 1973 | p | s | p | s | p | s | p | bs | bs | w | s | s | p |
| 1974 | bw | w | bs | s | p | bs | p | p | bs | sw | p | bw | p |
| 1975 | s | s | bw | p | p | bw | s | s | bs | sw | p | bs | p |
| 1976 | sw | ss | s | ss | s | bs | s | p | bw | w | w | p | p |
| 1977 | w | sw | Bw | w | p | w | w | sw | w | p | p | p | w |
| 1978 | s | bs | p | s | p | p | s | bw | p | bw | p | w | p |
| 1979 | bw | s | p | p | s | p | s | p | bw | bs | w | bw | p |
| 1980 | bs | s | s | bw | bs | sw | bw | s | s | bw | p | p | p |
| 1981 | w | p | bw | bs | p | bw | p | p | bs | sw | w | w | p |
| 1982 | p | bs | bs | p | bw | p | s | p | ss | ss | s | p | p |
| 1983 | w | w | w | p | p | ss | bs | bs | bs | s | s | s | s |
| 1984 | p | s | p | bs | p | p | p | ss | sw | p | s | bs | p |
| 1985 | s | p | p | p | p | p | s | sw | s | s | s | bw | p |
| 1986 | bw | bs | p | s | w | s | s | bw | p | s | s | w | p |
| 1987 | p | p | s | s | s | w | bs | p | p | p | bw | w | p |
| 1988 | s | p | w | s | s | p | p | bw | p | ss | p | p | p |
| 1989 | bs | s | bs | p | bs | p | bs | bs | bs | s | p | p | p |
| 1990 | bs | p | bs | w | bs | s | p | s | bw | p | bw | p | s |
| 1991 | bs | bs | p | p | p | w | p | p | p | bs | bw | p | p |
| 1992 | bs | w | sw | p | bs | ss | p | bs | p | p | p | p | p |
| 1993 | p | p | p | s | p | p | p | s | sw | p | s | sw | p |
| 1994 | p | bs | ss | sw | w | bs | bs | p | p | p | p | w | p |
| 1995 | p | w | p | p | s | p | p | w | bw | bs | bs | bs | p |
| 1996 | s | p | bs | s | bw | p | w | bs | bw | p | bs | ss | p |
| 1997 | ss | p | s | p | bw | p | sw | bs | s | p | w | p | p |
| 1998 | w | bw | p | bw | s | p | p | p | p | sw | p | p | p |
| 1999 | w | p | p | sw | s | sw | s | s | bs | p | s | p | p |
| 2000 | p | w | sw | bs | w | bs | sw | p | p | bs | w | p | p |
| 2001 | s | p | bw | sw | p | p | sw | sw | bw | s | p | p | bw |
| 2002 | w | sw | p | s | sw | p | s | bs | p | bw | p | ss | p |

Legenda-Legend:

ss – skrajnie suchy / excessively dry, bs – bardzo suchy / very dry, s – suchy / dry, p – przeciętny / average, w – wilgotny / wet, bw – bardzo wilgotny / very wet, sw – szczególnie wilgotny / excessively wet; sw – miesiące, w których wystąpiły największe w 30-leciu dobowe sumy opadów.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że w badanym wieloleciu 1972–2002 nie zanotowano lat skrajnie suchych i szczególnie wilgotnych, 2 lata zostały zaliczonych do suchych a 27 – do przeciętnych, 2 – do wilgotnych. Lata 1983 i 1989 były suche, natomiast rok 1977 wilgotny, 2001 bardzo wilgotny. We wszystkich analizowanych miesiącach (372 przypadków), 3,5% (13 przypadków) stanowiły miesiące skrajnie suche, a 7,0% (26 przypadków) – miesiące szczególnie wilgotne (tab. 2). Miesiące klasyfikowane jako skrajnie suche i szczególnie wilgotne występowały przeważnie w okresie zimowym i wczesnowiosennym. Sześciokrotnie w badanym 31-leciu pojawiły się lata, w których wystąpiły zarówno miesiące skrajnie suche, jak i szczególnie wilgotne, co wynika z dużej zmienności czasowej opadów. Najbardziej zróżnicowane warunki opadowe występowały w październiku – 3-krotnie został on zakwalifikowany jako skrajnie suchy i 4-krotnie jako szczególnie wilgotny, listopad i maj zaś najczęściej bywały przeciętne. Najbardziej stabilnymi latami pod względem opadowym były lata 1991, 1993 i 1998, w których wystąpiło po 7 miesięcy przeciętnych (tab. 2)

Istotnym zjawiskiem dla wzrostu, rozwoju i kondycji roślin są sezonowe susze. Stosując kryterium wyróżnione przez Schmucka i Koźmińskiego [1967], posucha (9–17 dni bezdeszczowych) wystąpiła 89 razy, umiarkowana posucha (18–28 dni) 10 krotnie, długotrwała posucha (powyżej 28 dni) 1 zdarzenie. W analizowanym okresie w Puczniewie zaobserwowano średnio blisko 3 okresów posusznych w ciągu roku. Okresy bezdeszczowe występowały przeważnie w półroczu letnim, a dominowały posuchy o długości od 9 do 17 dni (90%). Najwięcej okresów bezdeszczowych odnotowano w roku 1973 (8 okresów), natomiast w 1985 nie wystąpił żaden okres posuszny. Jeśli chodzi o sumaryczną długość okresów posusznych to najwięcej wystąpiło w roku 2000 – 34 dni. Szczególnie negatywny wpływ na roślinność wywierają posuchy występujące w sezonie wegetacyjnym, a w szczególności w pierwszych miesiącach wiosny, w których następuje rozwój roślinności i ich maksymalny przyrost. Badania prowadzone przez Radzką i in. [2010] wykazały, że na istotne obniżenie plonowania ziemniaka w dwóch stacjach (Legionowo i Włodawa) wpływała zwiększająca się intensywność posuch lipcowych.

Na terenie Puczniewa przeciętnie w roku występowało 164 dni z opadami atmosferycznymi. Najwięcej dni z opadami zaobserwowano w 2001 roku – 189, zaś najmniej dni opadowych zanotowano w 1982 – tylko 114. Największe maksima dobowe występowały w półroczu ciepłym (tab. 3), co spowodowane było przede wszystkim występowaniem w tym okresie opadów o charakterze burzowym, które w krótkim czasie dostarczały do powierzchni ziemi ogromnych ilości wody opadowej. Stosunkowo duży zakres zmienności w styczniu spowodowany był jednorazowym wystąpieniem maksimum dobowego 15,5 mm 8 stycznia 1998 roku. W miesiącach zimowych natężenie opadów atmosferycznych było niewielkie, maksima dobowe opadów przeważnie nie przekraczały 10 mm (w grudniu częściej występowały opady powyżej 10 mm).

Tabela 3. Maksymalne opady dobowe na stacji Puczniew w latach 1972–2002 [mm]
Table 3. Maximum daily precipitation at Puczniew station in 1972–2002 [mm]

| Miesiace-Months | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Rok-Year | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| 1972 | 1,7 | 7,5 | 8,0 | 33,1 | 19,0 | 17,4 | 16,1 | 29,0 | 7,9 | 3,5 | 9,7 | 2,3 |
| 1973 | 6,1 | 13,6 | 9,4 | 3,8 | 7,4 | 34,4 | 26,6 | 11,8 | 4,7 | 14,5 | 5,6 | 6,6 |
| 1974 | 8,2 | 7,2 | 2,7 | 13,4 | 14,2 | 11,4 | 19,2 | 27,8 | 5,5 | 16,6 | 6,3 | 9,7 |
| 1975 | 2,8 | 9,6 | 12,4 | 8,4 | 12,0 | 46,4 | 15,0 | 9,6 | 9,2 | 25,0 | 11,7 | 3,0 |
| 1976 | 15,0 | 0,8 | 4,5 | 3,2 | 8,6 | 13,6 | 17,6 | 14,6 | 48,6 | 25,6 | 11,4 | 11,4 |
| 1977 | 9,2 | 14,8 | 8,2 | 18,2 | 16,7 | 33,4 | 23,2 | 25,6 | 35,2 | 7,8 | 12,5 | 13,0 |
| 1978 | 4,3 | 4,1 | 5,5 | 10,4 | 10,4 | 17,1 | 13,4 | 20,6 | 9,8 | 28,2 | 12,2 | 7,8 |
| 1979 | 8,9 | 2,5 | 10,8 | 7,3 | 11,8 | 40,8 | 15,3 | 22,3 | 23,5 | 4,2 | 12,6 | 16,9 |
| 1980 | 2,3 | 3,4 | 5,0 | 22,0 | 11,7 | 32,8 | 25,5 | 17,0 | 12,0 | 14,8 | 6,6 | 12,1 |
| 1981 | 13,0 | 2,1 | 21,6 | 6,4 | 10,1 | 21,5 | 31,7 | 30,9 | 9,5 | 16,0 | 5,7 | 12,8 |
| 1982 | 9,0 | 6,3 | 8,3 | 7,3 | 27,5 | 31,6 | 16 | 31,8 | 10,1 | 2,0 | 7,3 | 7,6 |
| 1983 | 8,1 | 4,6 | 6,5 | 4,6 | 10,2 | 5,5 | 5,7 | 7,4 | 11,8 | 6,0 | 4,4 | 4,6 |
| 1984 | 4,6 | 3,3 | 9,8 | 3,3 | 17,7 | 15,0 | 23,3 | 7,0 | 30,3 | 13,0 | 11,0 | 4,7 |
| 1985 | 3,5 | 7,2 | 9,7 | 7,0 | 16,5 | 12,0 | 14,1 | 48,6 | 13,4 | 5,4 | 7,6 | 9,0 |
| 1986 | 9,2 | 2,5 | 6,8 | 8,8 | 37,3 | 23,8 | 11,8 | 24,7 | 9,1 | 4,7 | 9,6 | 13,6 |
| 1987 | 5,4 | 3,2 | 4,0 | 7,8 | 14,0 | 25,5 | 8,6 | 18,9 | 12,5 | 13,7 | 19,4 | 6,2 |
| 1988 | 7,3 | 4,8 | 9,8 | 7,1 | 8,3 | 19,3 | 24,2 | 65,0 | 11,8 | 1,9 | 14,2 | 7,0 |
| 1989 | 4,6 | 5,5 | 4,6 | 16,5 | 6,2 | 16,0 | 12,2 | 8,5 | 4,1 | 8,0 | 8,2 | 6,7 |
| 1990 | 5,2 | 5,5 | 3,4 | 12,2 | 2,9 | 9,1 | 38,5 | 9,6 | 16,5 | 9,8 | 17,1 | 7,9 |
| 1991 | 1,9 | 2,5 | 11,5 | 13,0 | 13,5 | 38,8 | 15,5 | 19,2 | 13,8 | 3,5 | 15,7 | 10,8 |
| 1992 | 6,6 | 6,8 | 19,3 | 7,8 | 5,7 | 8,2 | 28,7 | 6,7 | 26,0 | 6,3 | 5,5 | 11,2 |
| 1993 | 5,3 | 5,0 | 16,2 | 12,3 | 12,9 | 17,0 | 26,2 | 11,8 | 38,3 | 12,8 | 4,5 | 12,5 |
| 1994 | 10,2 | 2,4 | 13,8 | 20,4 | 19,8 | 7,8 | 21 | 19,4 | 14,3 | 16,5 | 6,3 | 7,0 |
| 1995 | 5,5 | 10,4 | 4,5 | 8,9 | 9,0 | 27,8 | 21,9 | 34,8 | 23,3 | 3,5 | 4,8 | 6,2 |
| 1996 | 13,1 | 8,5 | 6,7 | 3,7 | 28,7 | 23 | 16,6 | 9,0 | 33,3 | 11,6 | 2,6 | 2,5 |
| 1997 | 0,6 | 6,8 | 5,6 | 7,0 | 16,5 | 19,2 | 45,3 | 8,0 | 12,2 | 10,5 | 24,8 | 5,5 |
| 1998 | 15,5 | 9,6 | 7,1 | 14,8 | 10,7 | 13,4 | 17,7 | 13,0 | 13,8 | 17,8 | 14,8 | 25,1 |
| 1999 | 8,8 | 10,1 | 8,3 | 15,3 | 7,2 | 63,3 | 26,5 | 12,6 | 3,7 | 6,2 | 4,7 | 6,0 |
| 2000 | 6,8 | 6,8 | 18,9 | 8,2 | 35,7 | 9,5 | 38,0 | 17,7 | 16,2 | 4,6 | 19,3 | 12,2 |
| 2001 | 4,5 | 8,4 | 7,1 | 22,6 | 23,2 | 23,2 | 77,0 | 78,7 | 16,7 | 5,5 | 7,7 | 4,5 |
| 2002 | 8,6 | 11,1 | 5,6 | 8,0 | 38,3 | 17,3 | 29,4 | 14,5 | 29,5 | 12,3 | 11,1 | 2,1 |
| max. | 15,5 | 14,8 | 21,6 | 22,6 | 37,3 | 63,3 | 77,0 | 78,7 | 48,6 | 28,2 | 24,8 | 25,1 |
| min. | 0,6 | 0,8 | 2,7 | 3,2 | 2,9 | 5,5 | 5,7 | 6,7 | 3,7 | 1,9 | 2,6 | 2,3 |

Najniższe w analizowanym okresie 1972–2002 maksimum dobowe wystąpiło 17 stycznia 1997 roku (0,6 mm), najwyższe zaś (78,7 mm) – 17 sierpnia 2001 roku. Ważną charakterystyką było prawdopodobieństwo występowania wysokich opadów dobowych (w niniejszej pracy przyjęto $\geq 10,1$ mm). Wśród nich 65% stanowiły opady należące do przedziału 10,1–20,0 mm, występujące w ciągu całego roku. Maksima > 50 mm, mogące wywoływać straty materialne

w rolnictwie, stanowiły zaledwie 2,0% wszystkich przypadków i występowały w okresie od maja do sierpnia.

PODSUMOWANIE

W badanym 31-leciu 1972–2002 uśredniona suma roczna opadów na stacji meteorologicznej Puczniew wynosiła 540,7 mm. Najniższe opady wystąpiły w styczniu, średnia 31-letnia suma miesięczna wynosiła 26,4 mm, a najwyższe zanotowano w lipcu – 83,1 mm. Opady letnie w badanym okresie stanowiły średnio około 40% sumy rocznej, a zimowe – 16%, a opady półrocza ciepłego (IV–IX) – 65%. Stosunek opadów zimy do lata w ocenianym wieloleciu wyniósł 0,41, a współczynnik zmienności rocznych sum 18%. Najbardziej suchy był 1989 rok, o sumie rocznej 350,1 mm, stanowiącej 64,7% średniej wieloletniej, a najbardziej wilgotny – 2001 rok, o sumie rocznej 838,7 mm, stanowiącej 155,1% średniej wieloletniej. Na przestrzeni badanych 31 lat sumy roczne opadów atmosferycznych wykazywały trend rosnący. Na taki wynik miało zapewne wpływ ostatnie analizowane dziesięciolecie (1992–2002), w którym nie było ani jednego roku suchego (według klasyfikacji Kaczorowskiej, 1962), a w dziewięciu latach suma roczna opadów przekraczała średnią 31-letnią. Maksima dobowe opadów z lat 1972–2002, miały duży zakres zmienności – od 1,5 mm w styczniu 1972 roku do 78,7 mm w sierpniu 2001 roku. Za duże sumy dobowe uznano opady >10 mm. Wśród nich 65% stanowiły opady należące do przedziału 10,1–20,0 mm, występujące w ciągu całego roku. Maksima > 50 mm, mogące wywoływać straty materialne w rolnictwie, stanowiły zaledwie 2,0% wszystkich przypadków i występowały w okresie od maja do sierpnia. Średnio w ciągu roku wystąpiło około 3 okresów posusznych. Okresy bezdeszczowe pojawiały się przeważnie w półroczu letnim (59% przypadków), a dominowały posuchy o długości od 9 do 17 dni (90%).

BIBLIOGRAFIA

- Ciepielowski A., 1999: *Podstawy gospodarowania wodą*. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Dobrzański B., Kowaliński S., Kuźnicki F., Skawina T. 1999: *Gleboznawstwo*. Wyd. PWRiL, Warszawa.
- Kaczorowska Z. 1962: *Opady w Polsce w przekroju wieloletnim*. Prace Geogr. IG PAN 33.
- Kirschenstein M. 2001: *Charakterystyka częstości występowania wysokich dobowych sum opadów w zależności od typu cyrkulacji atmosferycznej na obszarze północo-zachodniej Polski*. Prace i Studia Geograficzne 29: s. 253–259.
- Kirchenstein M., Baranowski D. 2005: *Sumy opadów atmosferycznych w Polsce w latach 1951–1995*. Badania fizjograficzne nad Polską Zachodnią. Seria A – Geografia Fizyczna 56: s. 55–72.
- Kossowski J., Usowicz B., 2000: *Charakterystyka pola wilgotności gleby przy różnej liczbie próbek*. Acta Agrophysica. Zesz 38. Wyd. PAN.

- Lorenc H. 1991: *Wpływ urbanizacji Warszawy na zmienność opadów atmosferycznych*. Wiad. IMGW XIV, 1–4: s. 109–126.
- Łykowski B., Madany R., 1998: *Klimat doliny Neru na odcinku Łódź – Poddębice ze szczególnym uwzględnieniem okolic Puczniewa*. Wyd. SGGW – AR.
- Majewski G., Przewoźniczuk W., Kleniewska M. 2010: *Warunki opadowe na stacji meteorologicznej Ursynów SGGW w latach 1960–2009*. Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 2 (48), s. 3–22.
- Mioduszewski W. 2011: *Powodzie i susze na obszarze Polski*. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie nr. 3/2011 s. 115–120.
- Olechnowicz-Bobrowska B. 1970: *Częstość dni z opadem w Polsce*. Prace Geogr. IG PAN 86.
- Olechnowicz-Bobrowska B., Skowera B., Wojkowski J., Ziernicka-Wojtaszek A. 2005: *Warunki opadowe na stacji agrometeorologicznej w Garlicy Murowanej*. Acta Agrophysica 6(2), s. 455–463.
- Radzka E., Jankowska J., Koc G., Rak J. 2010: *Wpływ posuch na plonowanie ziemniaka w środkowoschodniej Polsce*. Fragm. Agron. 27(4), s. 111–118
- Rojek M. 1994: *Niedobory opadowe wybranych roślin uprawnych na terenie Polski w okresie 1951–1990*. AR-T w Olsztynie, Mat. Konf., XXV Zjazd Agrometeorologów, Olsztyn-Mierki, s. 86–95.
- Romer E. 1949: *Regiony Klimatyczne Polski*. Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, ser. B, nr. 16.
- Skierucha W., 2005: *Wpływ temperatury na pomiar wilgotności gleby metodą reflektometryczną*. Acta Agrophysica. Zesz. 122. Wyd. Inst Agrofizyki im Bohdana Dobrzańskiego. PAN, Lublin.
- Schmuck A., Koźmiński G. 1967: *Przestrenny rozkład częstości posuch atmosferycznych na terenie Polski*. Czasopismo Geograficzne, 38, s. 3.
- Zmienność opadów atmosferycznych w Polsce w XX i XXI wieku 2004. Red. K. Kożuchowski. W: *Skala, uwarunkowania i perspektywy współczesnych zmian klimatycznych w Polsce*. Biblioteka, Łódź: s. 47–58.

Anna Baryła
e-mail: anna_baryla@sggw.pl

Agnieszka Karczmarczyk
e-mail: agnieszka_karczmarczyk@sggw.pl

Magdalena Frąk
e-mail: magdalena-frak@sggw.pl

Katedra Kształtowania Środowiska
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
02-776 Warszawa
ul. Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa
tel. (022) 5935357