

IDENTYFIKACJA OKRESÓW SUSZY ATMOSFERYCZNEJ W OKOLICY SZCZECINA W LATACH 1963–2002

Eliza KALBARCZYK, Robert KALBARCZYK

Akademia Rolnicza w Szczecinie, Katedra Meteorologii i Klimatologii

Słowa kluczowe: Nizina Szczecińska, susza atmosferyczna, wskaźnik hydrotermiczny, wskaźniki opadów

Streszczenie

Celem pracy było wyznaczenie częstości występowania i stopnia nasilenia okresów suszy w okolicy Szczecina, jak również określenie tendencji zmienności tego zjawiska. Materiał stanowiły średnie miesięczne temperatury powietrza oraz miesięczne sumy opadów atmosferycznych z sezonu wegetacyjnego (od kwietnia do września) z lat 1963–2002, ze stacji IMGW Szczecin. Okresy suszy wyznaczono trzema metodami – na podstawie wartości wskaźnika standaryzowanych opadów *SPI*, wskaźnika względnego opadu *RPI* (w %) oraz na podstawie wskaźnika hydrotermicznego Sielianaowa *K*. Ocena, czy dany rok był suchy, na podstawie porównywanych wskaźników najczęściej była zgodna, natomiast ocena nasilenia zjawiska suszy – różna. Stwierdzono brak zgodności częstości występowania miesięcy suchych między wynikami otrzymanymi na podstawie wskaźników *RPI* i *SPI* a otrzymanymi na podstawie wskaźnika *K*. Stosując wskaźnik hydrotermiczny, największą częstość występowania miesięcy suchych stwierdzono w lipcu, sierpniu i we wrześniu. Na Nizinie Szczecińskiej w latach 1963–2002 niedobór opadów w stosunku do normy najczęściej wystąpił w lipcu. Malejące w latach badań wartości wskaźnika *K* w maju i sierpniu mogą wskazywać na zwiększające się na Nizinie Szczecińskiej ryzyko wystąpienia okresów suszy w tych dwóch miesiącach.

WSTĘP

Zmienność warunków klimatycznych Polski powoduje częste występowanie zjawisk meteorologicznych (w tym niedoboru lub nadmiaru opadów) odbiegających od warunków przeciętnych. Niedostatek opadów atmosferycznych i jednocze-

Adres do korespondencji: dr E. Kalbarczyk, Akademia Rolnicza, Katedra Meteorologii i Klimatologii, ul. Papieża Pawła VI nr 3, 71-469 Szczecin, tel. +48 (91) 425-02-79, e-mail: elizkalb@agro.ar.szczecin.pl

śnie wysoka temperatura powietrza powodują wystąpienie suszy o zróżnicowanym stopniu nasilenia. Brak jednoznacznej definicji zjawiska suszy [BRIFFA, JONES, HULME, 1994; PRAWDZIC, KOŹMIŃSKI, 1966; PRZEDPEŁSKA, 1973; QUIRING, PAKRYIAKOU, 2003; RADZKA, KOC, 2001] powoduje konieczność wyboru wskaźnika właściwego dla danego regionu, sprawdzającego się w lokalnych warunkach. Próby opisu występowania i nasilenia zjawiska suszy podejmowano najczęściej, określając niedobór opadów w danym czasie, ustalony na podstawie odchylenia od średniej wieloletniej sumy opadów z danego okresu [KACZOROWSKA, 1962; PRZEDPEŁSKA, 1973; RADZKA, KOC, 2001; ZIERNICKA, KALARUS, ZAWORA, 2000/2001], analizując częstość pojawiania się i czas trwania okresów bezopadowych [PRAWDZIC, KOŹMIŃSKI, 1966; PRZEDPEŁSKA, 1973; SCHMUCK, KOŹMIŃSKI, 1967; SKOWERA, PUŁA, 2004] oraz stosując wskaźniki opisujące stopień suchości atmosfery przez uwzględnienie opadów, temperatury powietrza lub parowania [BALLING, 1996; BRIFFA, JONES, HULME, 1994; KALBARCZYK, 2003; ŁABĘDZKI, BĄK, 2004; PRZEDPEŁSKA, 1973; QUIRING, PAKRYIAKOU, 2003; SKOWERA, PUŁA, 2004]. Zjawisko suszy na terenie byłego województwa szczecińskiego opisywali PRAWDZIC i KOŹMIŃSKI [1966], a występowanie okresów bezopadowych opracowali KOŹMIŃSKI i KALBARCZYK [2004]. W rejonie Szczecina niedobór opadów może spowodować spadek plonów zbóż jarych o około 10%, a ziemniaka o ponad 20% – jedne z większych strat na obszarze Polski [KALBARCZYK i in., 2001; KOŹMIŃSKI, RASZKA, WITOS-WATRAS, 2001].

Celem pracy było wyznaczenie częstości występowania i nasilenia okresów suszy w okolicy Szczecina w latach 1963–2002, jak również określenie tendencji zmienności tego zjawiska.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał stanowiły dane meteorologiczne, obejmujące średnie miesięczne wartości temperatury powietrza oraz miesięczne sumy opadów atmosferycznych z okresu wegetacyjnego (od kwietnia do września) z lat 1963–2002, ze stacji IMGW Szczecin, opublikowane w Miesięcznym Przeglądzie Agrometeorologicznym [1963–1999] oraz późniejsze, udostępnione przez IMGW w Warszawie.

Wstępną analizę warunków meteorologicznych w okresie wegetacyjnym w poszczególnych latach przeprowadzono, stosując równoczesną klasyfikację warunków termicznych wg LORENC [2000] i warunków opadowych wg KACZOROWSKIEJ [1962]. Klasyfikacji termicznej dokonano na podstawie odchylenia temperatury powietrza od normy w badanym okresie i sporządzenia szeregu rozdzielczego tych wartości zgodnie z ustalonymi przedziałami odchylenia standardowego S . Przyjęto, za LORENC [2000], następujący podział: miesiąc normalny – odchylenie temperatury od normy od $-0,5S$ do $0,5S$, lekko ciepły od $0,51S$ do $1,0S$, ciepły od $1,01S$ do $1,5S$, bardzo ciepły od $1,51S$ do $2,0S$, anomalnie ciepły od $2,01S$ do $2,5S$,

ekstremalnie ciepły $>2,51S$, lekko chłodny od $-0,5S$ do $-1,0S$, chłodny od $-1,01S$ do $-1,5S$, bardzo chłodny od $-1,51S$ do $-2,0S$, anomalnie chłodny od $-2,01S$ do $-2,5S$ i ekstremalnie chłodny $<-2,51S$.

Według KACZOROWSKIEJ [1962], za miesiąc skrajnie suchy należy uznać taki, w którym suma opadów jest niższa od 25% sumy wieloletniej (normy), za miesiąc bardzo suchy – suma opadów od 25 do 49% normy, a za miesiąc suchy – suma opadów od 50 do 75% normy. Przyjęte kryteria dla dłuższych okresów wynoszą odpowiednio: okres skrajnie suchy – opad poniżej 50% normy, bardzo suchy – od 50–74%, suchy – 75–89% i normalny – 90–110% średniej wieloletniej sumy opadów.

Okresy suszy wyznaczono trzema metodami – według wartości wskaźnika standaryzowanych opadów *SPI*, wskaźnika względnego opadu *RPI* (w %) oraz na podstawie wskaźnika hydrotermicznego Sielianinowa *K*.

Wskaźnik standaryzowanych opadów *SPI* obliczono wg wzoru:

$$SPI = (P - \mu) / \delta \quad (1)$$

gdzie:

P – suma opadów, mm;

μ – średnia wartość znormalizowanego ciągu opadów, mm;

δ – średnie odchylenie standardowe znormalizowanego ciągu opadów, mm.

Wskaźnik ten umożliwia wydzielenie okresów: ekstremalnie suchego – $SPI \leq -2,00$, bardzo suchego – $-1,99 < SPI < -1,50$ i umiarkowanie suchego – $-1,49 < SPI < -0,50$. Podane kryteria są modyfikacją metody MCKEE, DOESKENA i KLEISTA [1995], wprowadzoną przez BAŁA i ŁABĘDZKIEGO [2003].

Okresy suche wyznaczono na podstawie wartości wskaźnika *RPI* [BAŁA, ŁABĘDZKI, 2002], obliczonego z zastosowaniem kryterium KACZOROWSKIEJ [1962] na podstawie wzoru:

$$RPI = (P / \bar{P}) 100\% \quad (2)$$

gdzie:

P – suma opadu w danym okresie, mm;

\bar{P} – wartość średnia wieloletnia opadu w danym okresie, mm.

Wskaźnik hydrotermiczny Sielianinowa w postaci:

$$K = P / 0,1\Sigma t \quad (3)$$

gdzie:

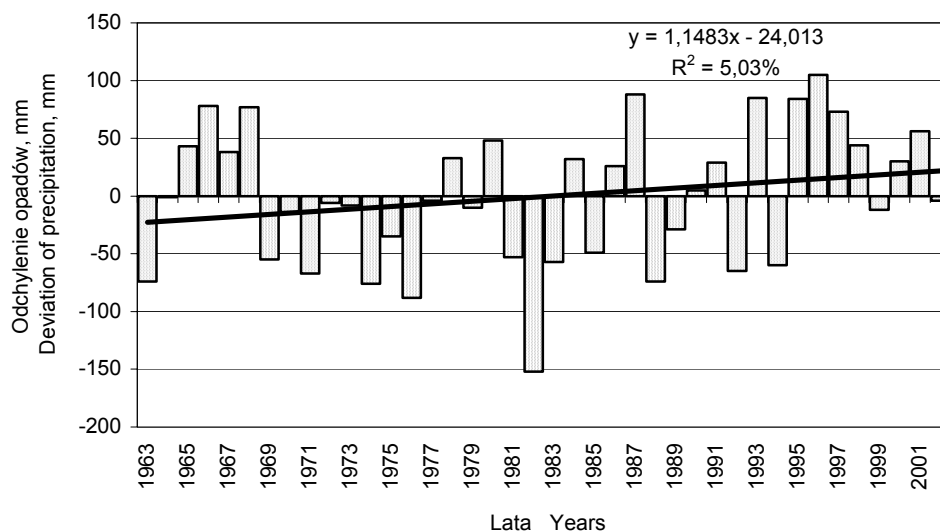
P – suma opadów atmosferycznych, mm;

Σt – suma temperatur powietrza $>0^{\circ}\text{C}$.

Wskaźnik ten umożliwia wyodrębnienie trzech okresów o różnym nasileniu suszy: okres skrajnie suchy – $K \leq 0,4$, okres bardzo suchy – $0,4 < K \leq 0,7$ i okres suchy – $0,7 < K \leq 1,0$. Znajduje on zastosowanie w okresach, w których średnia temperatura dobowa wynosi co najmniej 8°C [PRAWDZIC, KOŹMIŃSKI, 1966].

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

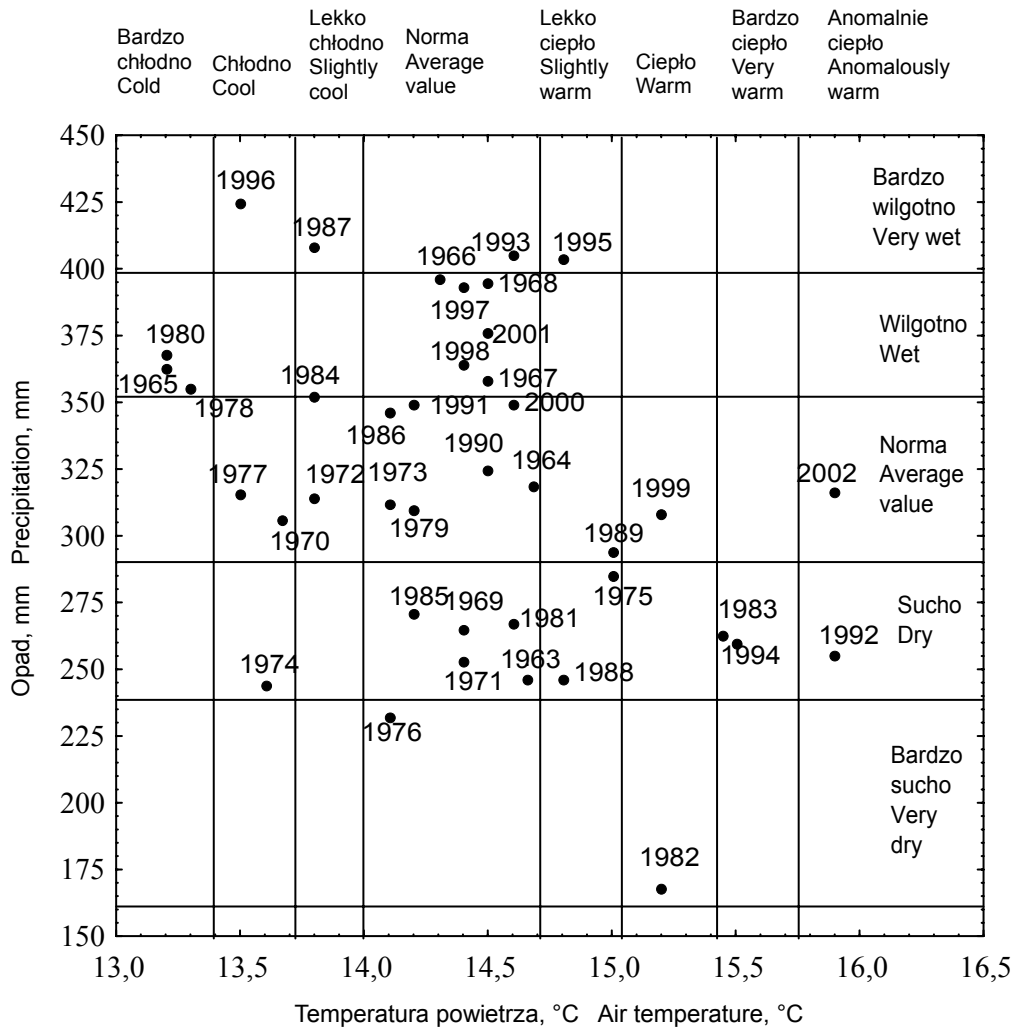
W latach 1963–2002 przeciętna suma opadów w Szczecinie w okresie od kwietnia do września wyniosła 320 mm, odchylenie standardowe 60 mm, a współczynnik zmienności 19%. W 40-letnim okresie badań w miesiącach od kwietnia do września 22 razy zanotowano sumę opadów niższą od średniej, a 18 razy – wyższą (rys. 1). Skrajnie różne wartości stwierdzono w latach 1982 – 168 mm (52% średniej sumy opadów wielolecia) oraz 1996 – 425 mm (133% średniej wieloletniej). W rozpatrywanym półroczu nie stwierdzono istotnego statystycznie trendu opadów, jedynie niewielką tendencją wzrostową, spowodowaną ponadprzeciętnie wysokimi opadami w drugiej połowie lat 90. XX w. Najwyższe miesięczne sumy opadów występowały najczęściej w lipcu (średnio 64 mm) i w czerwcu (60 mm), najniższe w kwietniu (39 mm) i we wrześniu (48 mm). Również odchylenie standardowe opadów najwyższe było w lipcu (34 mm), a najniższe w kwietniu (21 mm).



Rys. 1. Odchylenie sumy opadów w Szczecinie w okresie wegetacji (kwiecień–wrzesień) od średniej wieloletniej równej 320 mm (lata 1963–2002)

Fig. 1. Deviation of the sum of precipitation in Szczecin in the vegetative period (April–September) from a long-term average equal to 320 mm (in the years 1963–2002)

Analizę warunków meteorologicznych w okresie wegetacyjnym w poszczególnych latach przeprowadzono po równoczesnej klasyfikacji warunków termicznych wg LORENC [2000] i warunków opadowych wg KACZOROWSKIEJ [1962]. W latach 1963–2002 sześciokrotnie wystąpił okres wegetacyjny z średnią temperaturą przekraczającą normę i równoczesnym niedoborem opadów (rys. 2). Anomalnie ciepły i jednocześnie suchy był okres wegetacyjny w 1992 r., bardzo ciepły i suchy – w latach 1994 i 1983, ciepły i bardzo suchy – w 1982, natomiast lekko ciepły i suche okresy wegetacyjne – w latach 1975 i 1988.



Rys. 2. Ocena warunków termiczno-opadowych w Szczecinie w latach 1963–2002

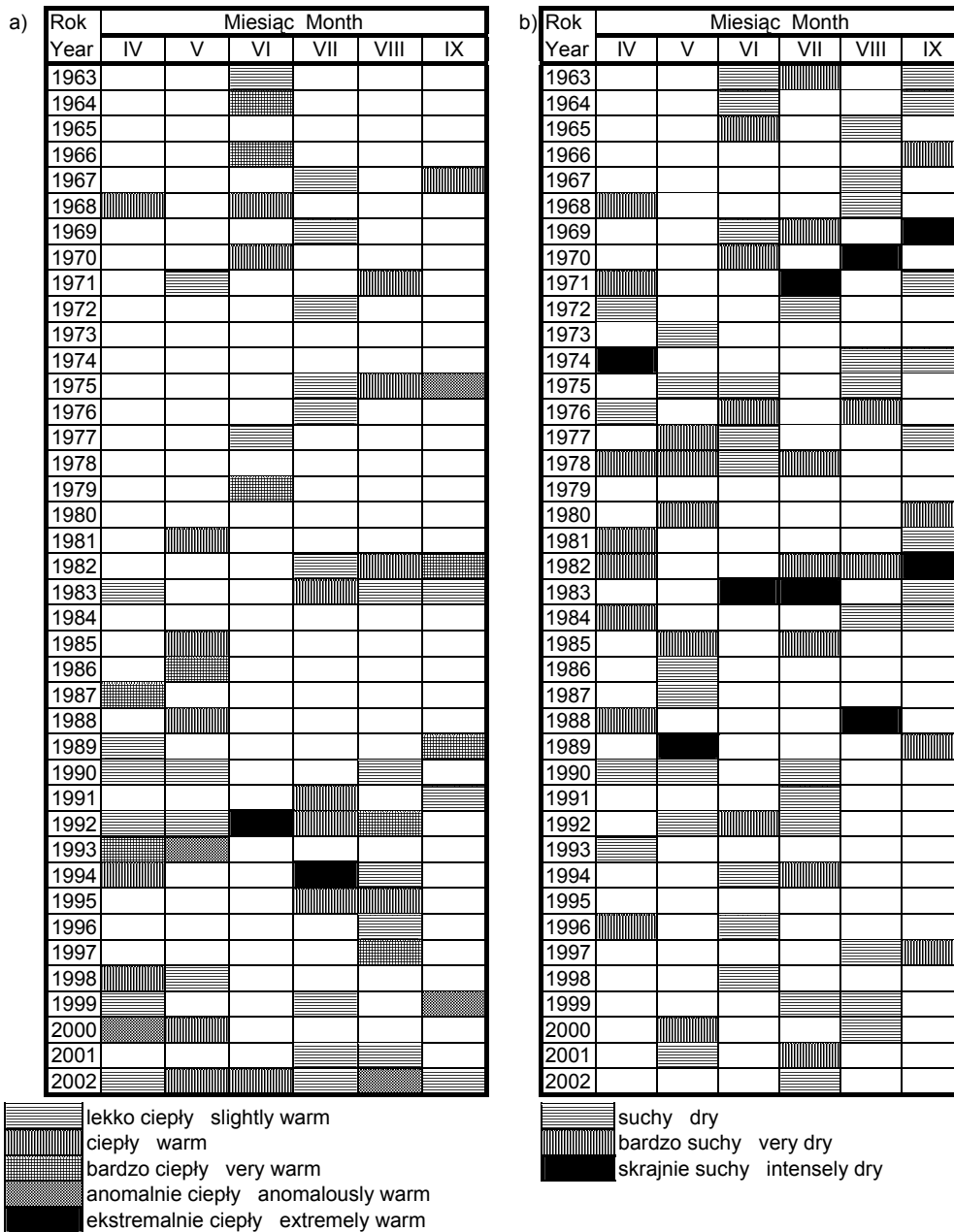
Fig. 2. Estimation of thermal and precipitation conditions in Szczecin in the years 1963–2002

Na podstawie podobnej analizy dotyczącej poszczególnych miesięcy okresu wegetacyjnego stwierdzono, że miesiące z temperaturą przekraczającą normę i z równoczesnym niedoborem opadów wystąpiły 31 razy, przy czym w latach 1982 i 1992 przez trzy kolejne miesiące (rys. 3). Rok 1982 również RADZKA i KOC [2001] zaliczyli do suchych (jeden z dwóch w 30-leciu 1968–1997 w Siedlcach). Najczęściej niedobory opadów i równoczesne nadwyżki ciepła występowały w lipcu, następnie w czerwcu, nieco rzadziej w kwietniu i sierpniu.

Na podstawie analizy wartości wskaźnika względnego opadów $|RPI|$ z zastosowaniem kryteriów KACZOROWSKIEJ [1962] na 40 rozpatrywanych okresów wegetacyjnych 13 razy stwierdzono opady niższe od normy, z tego 11 razy wyróżniono okres suchy, 2 razy – bardzo suchy, natomiast nie stwierdzono okresu skrajnie suchego (rys. 2).

Liczba miesięcy o różnym nasileniu suszy w wieloleciu w okresie wegetacyjnym wyniosła 82 – od 13 w kwietniu, maju i sierpniu do 15 w lipcu, tak więc w każdym z miesięcy badanego okresu susza występowała średnio co 2–3 lata (rys. 3, tab. 1). Największą częstość występowania niedoborów opadów w stosunku do normy w lipcu w Siedlcach stwierdzili również RADZKA i KOC [2001], chociaż według badań obejmujących obszar całej Polski [PRZEDPEŁSKA, 1973], jak i jedynie rejon Bydgoszczy [ŁABĘDZKI, BĄK, 2004], okresy suszy występowały w tym miesiącu najrzadziej. Wy tłumaczeniem wystąpienia częstych niedoborów opadów i jednocześnie małej liczby ciągów bezopadowych w lipcu jest obserwowana niekiedy większa liczba dni z suszą również w latach bardzo mokrych [KASPERSKA-WOŁOWICZ, ŁABĘDZKI, BĄK, 2003]. Na podstawie porównania częstości lat z nadmiarem i niedoborem opadów w poszczególnych miesiącach [KOŹMIŃSKI, MICHALSKA, 2004] można stwierdzić, że w Szczecinie w lipcu częściej występuje niedobór opadów niż ich nadmiar. Spośród 82 przypadków ponad połowa została oceniona jako miesiąc suchy (najczęściej czerwiec lub sierpień), około 35% przypadków to miesiące bardzo suche (najczęściej kwiecień, następnie lipiec). Pozostałe 10% przypadków to miesiące skrajnie suche, rzadziej występujące w okresie od kwietnia do czerwca – tylko jeden raz w każdym z tych miesięcy w ciągu 40 lat, częściej, bo dwukrotnie w każdym z miesięcy, w okresie od lipca do września.

Wskaźnik standaryzowanych opadów SPI umożliwia wyróżnienie 3 klas suszy: umiarkowanej, bardzo suchej i ekstremalnej. Ogółem w badanym wieloleciu, w całym okresie wegetacyjnym, w poszczególnych miesiącach zjawisko suszy o różnym nasileniu wystąpiło 80 razy, a więc podobnie, jak oceniono to na podstawie wskaźnika RPI . Przeciętnie więcej przypadków suszy (po 14) było w miesiącach czerwiec–sierpień, mniej (12) w kwietniu i we wrześniu – różnice między rozpatrywanymi miesiącami były więc niewielkie (tab. 1). W badaniach ŁABĘDZKIEGO i BĄKA [2004] w rejonie Bydgoszczy najwięcej przypadków suszy określonych na podstawie wskaźnika SPI występowało w maju i czerwcu, natomiast najmniej – od lipca do września. W badanym wieloleciu nie stwierdzono miesięcy ekstremalnie suchych klasyfikowanych wg wartości SPI . Miesiące bardzo suche występowały ze



Rys. 3. Ocena poszczególnych miesięcy okresu wegetacyjnego w Szczecinie w latach 1963–2002: a) warunki termiczne wg klasyfikacji LORENC [2000]; b) warunki opadowe wg klasyfikacji KACZOROWSKIEJ [1962]

Fig. 3. Particular months of the vegetative period in Szczecin in the years 1963–2002: a) thermal conditions according to LORENC'S classification [2000]; b) precipitation conditions according to KACZOROWSKA'S classification [1962]

Tabela 1. Częstość przypadków z okresami suszy atmosferycznej wg wskaźników: *RPI*, *SPI* i *K* w Szczecinie w latach 1963–2002

Table 1. Frequency of atmospheric drought periods according to the indices *RPI*, *SPI* and *K* in Szczecin in the years 1963–2002

Kryterium klasyfikacji Classification criterion	Okres Period	Symbol	Miesiąc Month									Σ (IV–IX)
			IV	V	VI	VII	VIII	IX				
<i>RPI</i> ∈ (0,0; 25,0)	skrajnie suchy intensely dry	ss	1	1	1	2	2	2	2	2	9	
<i>RPI</i> ∈ (25,0; 50,0)	bardzo suchy very dry	bs	8	5	4	7	2	2	4	4	30	
<i>RPI</i> ∈ (50,0; 75,0)	suchy dry	s	4	7	9	6	9	9	8	8	43	
	Σ		13	13	14	15	13	13	14	14	82	
<i>SPI</i> ∈ (−∞; −2,0)	ekstremalnie suchy extremely dry	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>SPI</i> ∈ (−2,0; −1,5)	bardzo suchy very dry	bs	1	2	1	1	2	2	0	0	7	
<i>SPI</i> ∈ (−1,5; −0,5)	umiarkowanie suchy moderately dry	us	11	11	13	13	12	12	13	13	73	
	Σ		12	13	14	14	14	14	12	12	80	
<i>K</i> ∈ (0,0; 0,4)	skrajnie suchy intensely dry	ss	1	2	4	6	4	4	4	4	21	
<i>K</i> ∈ (0,4; 0,7)	bardzo suchy very dry	bs	4	3	3	8	6	6	6	6	30	
<i>K</i> ∈ (0,7; 1,0)	suchy dry	s	7	8	9	5	11	11	9	9	49	
	Σ		12	13	16	19	21	21	19	19	100	

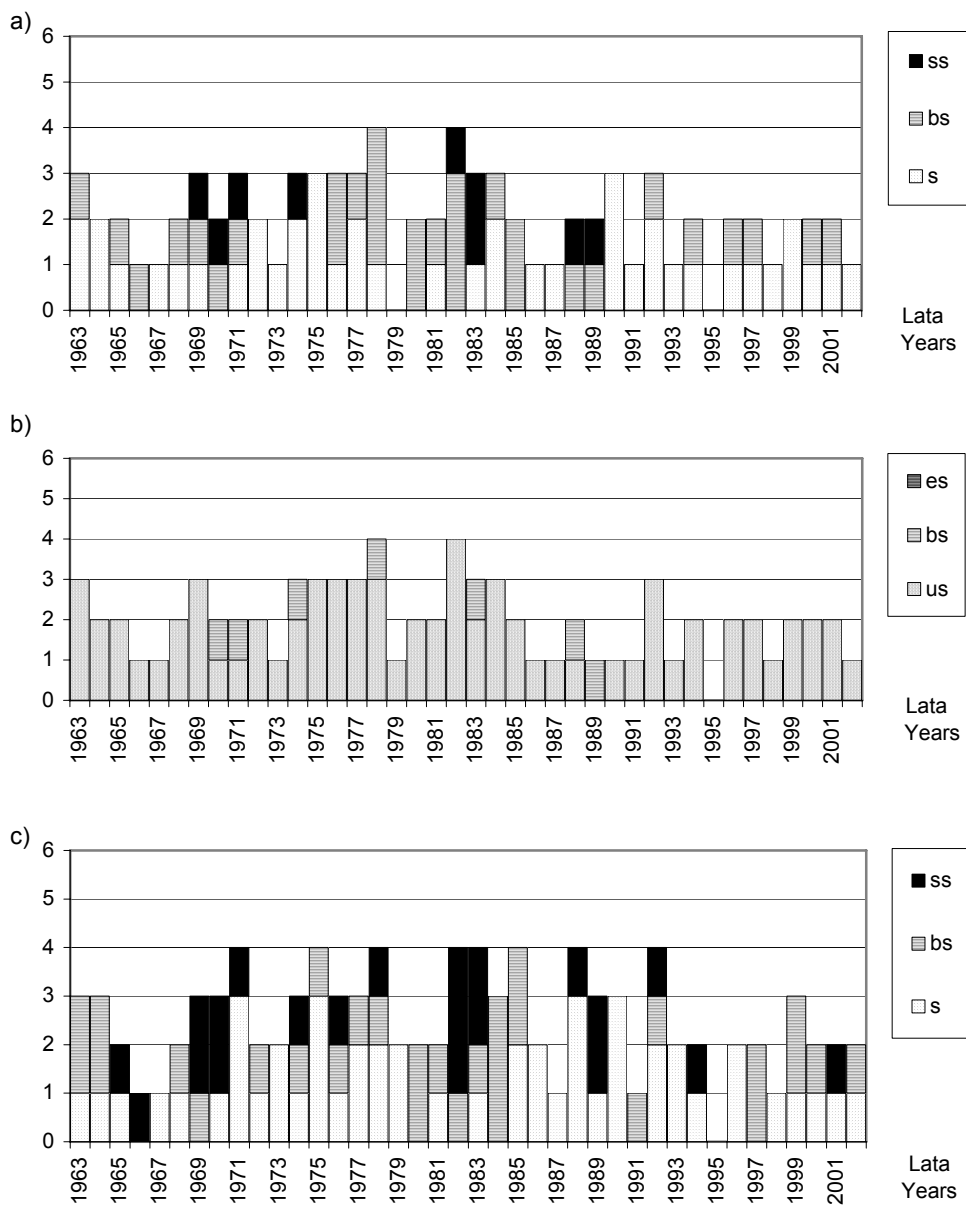
zbliżoną częstością (9%), jak miesiące uznane za skrajnie suche wg *RPI* – po jednym przypadku w kwietniu, czerwcu i lipcu, a po dwa w maju i sierpniu. Najczęściej (91%) występowały miesiące umiarkowanie suche – od 11 przypadków w kwietniu i maju, przez 12 w sierpniu do 13 w czerwcu, lipcu i wrześniu.

Wskaźnik Sielianinowa *K* umożliwia wyróżnienie okresów suchych o trzech stopniach natężenia: suche, bardzo suche i skrajnie suche. Na podstawie wartości wskaźnika *K* miesiące o różnym nasileniu suszy wyznaczono aż 100 razy, choć np. stosując wskaźnik Sielianinowa i kryteria Kaczorowskiej do wyznaczenia okresów suchych w południowo-wschodniej Polsce uzyskano zbliżone wyniki [ZIERNICKA, KALARUS, ZAWORA, 2000/2001]. Połowę przypadków stanowiły miesiące suche, 30% miesiące bardzo suche i 21% miesiące skrajnie suche (tab. 1). W porównaniu z klasyfikacją wg *RPI* szczególnie zwiększyła się liczba miesięcy ocenionych jako skrajnie suche – ponad dwukrotnie, podczas gdy na podstawie *SPI* nie wyznaczono ani jednego. Liczba miesięcy zakwalifikowanych do bardzo suchych lub suchych była zbliżona do wyznaczonej wg wskaźnika *RPI*.

Okresy suszy najczęściej występowały w sierpniu – częściej niż co drugi rok, następnie w lipcu i we wrześniu – co dwa lata, rzadziej w kwietniu – co 3 lata, co jest zgodne ze zróżnicowaniem średnich wieloletnich miesięcznych wartości wskaźnika *K* na obszarze Polski w okresie od kwietnia do września [KALBARCZYK, 2003]. Również RADZKA i KOC [2001] stwierdzili najczęstsze występowanie okresów suszy w sierpniu wg wartości wskaźnika *K* w rejonie Siedlec, przy czym wg tych autorów miesiącem z najrzadziej występującymi okresami suszy był czerwiec, natomiast wg badań SKOWERY i PUŁY [2004] obejmujących obszar całej Polski – maj. Analizując poszczególne klasy suszy, można zauważyć, że miesiącem suchym najczęściej był sierpień, bardzo suchym – najczęściej lipiec, natomiast skrajnie suchym – najczęściej lipiec, a najrzadziej – kwiecień.

Maksymalna liczba miesięcy suchych w okresie od kwietnia do września tego samego roku wg wszystkich wskaźników wyniosła 4 (rys. 4). Najwięcej – 8 razy stwierdzono cztery miesiące suche w ciągu jednego okresu wegetacyjnego, stosując wskaźnik *K*; były to lata: 1971, 1975, 1978, 1982, 1983, 1985, 1988, 1992. Na podstawie oceny wg wskaźników *RPI* i *SPI*, po cztery miesiące suche w ciągu jednego okresu wegetacyjnego wystąpiły w latach 1978 i 1982, natomiast wg wszystkich wskaźników – tylko w 1995 r., a wg *RPI* również w 1979 r. nie wystąpił ani jeden miesiąc suchy.

Na podstawie analizy wartości wskaźników *RPI* i *SPI*, obliczonych wyłącznie z wykorzystaniem opadów atmosferycznych, nie wykazano istotnej statystycznie tendencji w latach badań, podobnie jak w odniesieniu do sumy opadów, dla których na Nizinie Szczecińskiej brak istotnych trendów czasowych. Spośród trzech zastosowanych wskaźników suszy tylko wartości wskaźnika Sielianinowa wykazują tendencję malejącą wraz z upływem lat, istotną statystycznie na poziomie $\alpha < 0,1$ dla maja i dla sierpnia. Może to wskazywać na zwiększające się ryzyko wystąpienia okresów suszy w tych dwóch miesiącach. Tendencję do nasilania się



Rys. 4. Częstość występowania okresów: ekstremalnie suchych (*es*), skrajnie suchych (*ss*), bardzo suchych (*bs*), suchych (*s*) i umiarkowanie suchych (*us*) od kwietnia do września w Szczecinie w latach 1963–2002 oceniana na podstawie wskaźników: a) *RPI*, b) *SPI*, c) *K*

Fig. 4. Frequency of occurrence of periods: extremely dry (*es*), intensely dry (*ss*), very dry (*bs*), dry (*s*) and moderately dry (*us*) between April and September in Szczecin in the years 1963–2002 estimated according to the indices: a) *RPI*, b) *SPI* and c) *K*

suszy stwierdzili w południowo-wschodniej Polsce ZIERNICKA, KALARUS i ZAWORA [2000/2001].

PODSUMOWANIE

Ocena, czy dany okres (miesiąc, okres wegetacyjny) był suchy na podstawie porównywanych wskaźników, najczęściej była zgodna, natomiast ocena nasilenia wykazanego zjawiska suszy – różna.

Stwierdza się brak zgodności w częstości występowania miesięcy suchych między wynikami otrzymanymi według wskaźników *RPI* i *SPI*, obliczanych z wykorzystaniem sumy opadów, a wskaźnikiem Sielianinowa, w którym wykorzystuje się również wartości temperatury powietrza.

Najmniejszą liczbę okresów suchych wyznaczono na podstawie *SPI*, a największą – na podstawie wskaźnika *K*. Przeciętna liczba miesięcy suchych określonych wg wskaźników *RPI* i *SPI* była mało zróżnicowana w poszczególnych miesiącach od kwietnia do września. Zastosowanie wskaźnika hydrotermicznego prowadzi do stwierdzenia największej częstości występowania miesięcy suchych w lipcu, sierpniu i we wrześniu. Zauważyć należy, że na Nizinie Szczecińskiej w latach 1963–2002 również niedobór opadów w stosunku do normy najczęściej występował w lipcu.

Tendencja malejąca wskaźnika *K* w maju i sierpniu z wpływem lat badań może świadczyć o narastającym na Nizinie Szczecińskiej ryzyku wystąpienia okresów suszy w tych dwóch miesiącach.

LITERATURA

- BALLING jr. R.C., 1996. Century-long variations in United States drought severity. *Agric. Forest Meteor.* 82 s. 293–299.
- BAK B., ŁABĘDZKI L., 2002. Assessing drought severity with the relative precipitation index (RPI) and the standardised precipitation index (SPI). *J. Water Land Dev.* 6 s. 29–49.
- BAK B., ŁABĘDZKI L., 2003. Modification of standardized precipitation index SPI for drought monitoring in Poland. *Meteorological services' tasks in NATO operations, missions and exercises.* 5 Intern. Symp. Milit. Meteorol. Poznań 29.09.–2.10.2003 s. 15–22.
- BRIFFA K.R., JONES P.D., HULME M., 1994. Summer moisture variability across Europe, 1892–1991: an analysis based on The Palmer Drought Severity Index. *Inter. J. Climat.* 14 s. 475–506.
- KACZOROWSKA Z., 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. *Pr. Geogr. IGiPZ PAN* 33 s. 109.
- KALBARCZYK R., KOŹMIŃSKI CZ., MICHALSKA B., RASZKA E., 2001. Niedobory opadów. Ryzyko uprawy kukurydzy i ziemniaka. W: *Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce.* Pr. zbior. Red. Cz. Koźmiński, B. Michalska. Szczecin: Wydaw. AR, U. Szczec. s. 68.
- KALBARCZYK R., 2003. Próba wydzielenia regionów termiczno-opadowych na obszarze Polski. *Folia Univ. Agricult. Stetin Agricult.* 231 (92) s. 27–38.
- KASPERSKA-WOŁOWICZ W., ŁABĘDZKI L., BAK B., 2003. Okresy posuszne w rejonie Bydgoszczy. *Woda Środ. Obsz. Wiej. t. 3 z. specj. (9) s. 39–56.*

- KOŹMIŃSKI C., KALBARCZYK R., 2004. Okresy bezopadowe. W: Atlas zasobów i zagrożeń klimatycznych Pomorza. Pr. zbior. Red. Cz. Koźmiński, B. Michalska. Szczecin: Wydaw. AR s. 60.
- KOŹMIŃSKI C., MICHALSKA B. 2004. Nadmiar i niedobór opadów. W: Atlas zasobów i zagrożeń klimatycznych Pomorza. Pr. zbior. Red. Cz. Koźmiński, B. Michalska. Szczecin: Wydaw. AR s. 62.
- KOŹMIŃSKI C., RASZKA E., WITOS-WATRAS A., 2001. Niedobory opadów. Ryzyko uprawy pszenicy jarej, jęczmienia jarego i owsa. W: Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce. Pr. zbior. Red. Cz. Koźmiński, B. Michalska. Szczecin: Wydaw. AR, U. Szczec. s. 67.
- LORENC H., 2000. Studia nad 220-letnią (1779–1998) serią temperatury powietrza w Warszawie oraz ocena jej wiekowych tendencji. Mater. Bad. Ser. Meteorol. 31.
- ŁABĘDZKI L., BAŃ B., 2004. Standaryzowany klimatyczny bilans wodny jako wskaźnik suszy. Acta Agrophys. 3 (1) s. 117–124.
- MCKEE T.B., DOESKEN N.J., KLEIST J., 1995. Drought monitoring with multiple time scales. Preprints 9th Conf. Applied Climatol. 15–20 January 1995, Dallas, Texas s. 233–236.
- Miesięczny Przegląd Agrometeorologiczny, 1963–1999. Warszawa: IMGW.
- QUIRING S.M., PAPAKEYIAKOU T.N., 2003. An evaluation of agricultural drought indices for the Canadian prairies. Agricult. Forest Meteor. 118 s. 49–62.
- PRAWDZIC K., KOŹMIŃSKI Cz., 1966. Susze atmosferyczne na terenie województwa szczecińskiego. Szczec. TN, Wyd. Nauk Przyr.-Rol. 28 (2) ss. 45.
- PRZEDPEŁSKA W., 1973. Zagadnienie susz atmosferycznych w Polsce i metody ich określania. Pr. Stud. IG UW 11 Klimatol. 6 s. 59–83.
- RADZKA E., KOC G., 2001. Posuchy atmosferyczne w Siedlcach w latach 1968–1997. Prz. Nauk. WIKŚ 21 s. 93–97.
- SKOWERA B., PUŁA J., 2004. Skrajne warunki pluwiotermiczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971–2000. Acta Agrophys. 3 (1) s. 171–177.
- SCHMUCK A., KOŹMIŃSKI Cz., 1967. Przestrzenny rozkład częstości posuch atmosferycznych na terenie Polski. Czas. Geogr. 38 3 s. 321–325.
- ZIERNICKA A., KALARUS A., ZAWORA T., 2000/2001. Porównanie meteorologicznych wskaźników posuchy i nadmiaru opadów atmosferycznych w Polsce Południowo-Wschodniej w okresie 1901–1998. Ann. UMCS 55/56 47 s. 398–405.

Eliza KALBARCZYK, Robert KALBARCZYK

IDENTIFICATION OF ATMOSPHERIC DROUGHT PERIODS IN THE VICINITY OF SZCZECIN

Key words: atmospheric drought, hydrothermal index, precipitation indices, Szczecin Lowland

S u m m a r y

The aim of the study was to determine the frequency of occurrence and the intensity of drought periods in the vicinity of Szczecin and to determine variability of this phenomenon. The study was based on monthly average air temperatures and monthly sums of atmospheric precipitation in the vegetative period from April to September recorded at the IMGW (Institute of Meteorology and Water Management) meteorological station in Szczecin in the years 1963–2002. The periods of drought were determined by three methods: according to the values of Standardized Precipitation Index (*SPI*), Relative Precipitation Index *RPI* (percentage) and on the basis of Sielianiow's hydro-

thermal index K . The indices usually showed unanimously whether a given year was dry or not, they only differed as to the intensity of indicated drought. The frequency of dry months determined upon SPI and RPI indices did not agree with those obtained with the K index. In the case of the hydrothermal index, the highest frequency of occurrence of dry months was observed in July, August and September. In Szczecin Lowland in the years 1963–2002 precipitation deficits occurred most frequently in July. Decreasing values of index K in May and August in the study period might indicate an increasing risk of drought occurrence in these two months.

Recenzenci:

doc. dr hab. Leszek Łabędzki

dr hab. Tadeusz Zawora

Praca wpłynęła do Redakcji 14.03.2005 r.