

Agnieszka Ziarnicka-Wojtaszek

**CYRKULACYJNE UWARUNKOWANIA
SUSZ ROLNICZYCH
W WOJEWÓDZTWIE PODKARPACKIM**

***ATMOSPHERIC CIRCULATION CONDITIONS
OF AGRICULTURAL DROUGHTS
IN THE PODKARPACIE PROVINCE***

Streszczenie

Treścią artykułu jest analiza cyrkulacyjnych uwarunkowań suszy rolniczej na obszarze dzisiejszego województwa podkarpackiego w okresie wegetacyjnym IV–X lat 1901–2000. Materiał badawczy stanowią: kalendarz codziennych typów cyrkulacji dla Polski południowej autorstwa Niedźwiedzia i kalendarz warunków meteorologicznych wegetacji roślin uprawnych na obszarze Polski południowo-wschodniej autorstwa Zawory dla okresów miesięcznych. Metoda pracy polegała na określeniu częstości typów cyrkulacji atmosfery w miesiącach uznanych przez korespondentów rolnych za suche z powodu niedoboru opadów. Zagrożenie suszą można wyrazić przez stosunek częstości danego typu cyrkulacji przy występowaniu suszy do ogólnej częstości typów cyrkulacji. I tak w okresie wegetacyjnym typ cyrkulacji antycyklonalnej z adwekcją powietrza z południowego – zachodu SEa w przypadku suszy występuje 1,38 razy częściej, niż ogólna częstość tego typu cyrkulacji, podobnie typ Sa i Ea 1,35 i 1,33 razy częściej. Odpowiednie wartości dla innych typów cyrkulacji wynoszą: dla klina antycyklonalnego Ka – 1,21, sytuacji antycyklonalnej z adwekcją powietrza z kierunku północno-wschodniego NEa i sytuacji centralnej antycyklonalnej Ca – 1,20. Dla sytuacji antycyklonalnej z adwekcją powietrza z kierunku południowo-zachodniego SWa i północnego Na, odpowiednie relacje częstości wynoszą 1,1 i 1,05. Z drugiej strony ważna jest częstość występowania tego typu sytuacji. Można ją uszeregować w następującej kolejności: Ka – 16,7%, Ea – 7,2%, SEa – 5,5%, NWA – 5,5%, NEa – 4,9%, Sa – 4,2%, Na – 4,1%, SWa – 3,4% i Ca – 3,0% (tab. 1).

Słowa kluczowe: typy cyrkulacji, susza rolnicza, województwo podkarpackie

Summary

This article presents the analysis of atmospheric circulation conditions pertaining to agricultural droughts in the Podkarpackie Province during the growing season (1901-2000). The following resource materials have been used: daily calendar of atmospheric circulation types elaborated by T. Niedzwiedz for southern Poland, and growing season meteorological calendar elaborated by T. Zawora for southern Poland for the following monthly periods. The author had to determine the frequency of atmospheric circulation types for months which have been recognized by agricultural specialists as too dry (due to precipitation deficit). Drought hazard may be expressed by the following ratio: frequency of occurrence of a given circulation type during drought conditions to general frequency of circulation types. This method enabled to present detailed results. Firstly during the growing season the anticyclonic circulation type - advection of air from southwest - occurs 1,38 more frequently than the general frequency of this particular circulation type (SEa). The situation is similar for types Sa and Ea (1,35 and 1,33 respectively). When we examine the remaining values we can notice that the frequency coefficient for anticyclonic ridge (Ka) is equal to 1,21, whilst for anticyclonic situation with advection of air from northeast (NEa), and for central anticyclonic situation (Ca) is equal to 1,20. For anticyclonic situation with advection of air from the southwest (SWa) and north the coefficient is 1,1 and 1,05 respectively. It is also important to notice the general frequency of occurrence of these particular circulation types. The author managed to rank them in the descending order: Ka – 16,7%, Ea – 7,2%, SEa – 5,5%, NWA – 5,5%, NEa – 4,9%, Sa – 4,2%, Na – 4,1%, SWa – 3,4 % and Ca – 3,0% (refer to table 1).

Key words: atmospheric circulation types, agricultural drought, Podkarpackie Province

WSTĘP

Położenie Polski w strefie umiarkowanej typu przejściowego decyduje o dużej zmienności pogody na jej obszarze. Nad obszarem Polski ścierają się wilgotne masy powietrza napływające z Atlantyku z suchszymi masami pochodzenia kontynentalnego. Zaznaczający się ku wschodowi kontynentalizm klimatu przejawia się zaostrzającymi się zimami, wzrostem rocznych amplitud temperatury, a także większą trwałością pokrywy śnieżnej i skróceniem okresu wegetacyjnego [Gilewska 1991]. Według klasyfikacji klimatycznej Köppena-Geigera przez Polskę przebiega granica między klimatem umiarkowanie ciepłym i dżdżystym, a klimatem borealnym, śnieżno-leśnym. Wartości izoamplitud rocznych 20–23°C wyznaczają granicę pomiędzy klimatem oceanicznym, a kontynentalnym. Granice między wspomnianymi klimatami w mezoskali sygnalizowane są także w badaniach Obrębskiej-Starkłowej [1977]. Autorka przeprowadza granicę tuż za zachodnią granicą administracyjną województwa podkarpackiego, pomiędzy dziedziną klimatu o wpływach oceanicznych i dziedziną o rosnących wpływach kontynentalnych wg opracowanej typologii fenologicz-

no-klimatycznej. Zróżnicowanie to potwierdzają również badania Cebulak [1992], która w dorzeczu górnej Wisły na podstawie reżimu maksymalnych opadów dobowych, wydzieliła na zachodzie dorzecza strefę opadów rozlewnych będących cechą klimatu oceanicznego, natomiast we wschodniej części na terenie województwa podkarpackiego wyznacza strefę opadów przejściowych i mieszanych, a dalej na północnym-wschodzie strefę opadów ulewnych będących cechą klimatu kontynentalnego.

Klimat Polski i Polski południowo-wschodniej jako całokształt warunków atmosferycznych właściwy dla tej części Europy zależy przede wszystkim od czynników cyrkulacyjnych [Paszyński i Niedźwiedź 1991]. Z niektórymi sytuacjami synoptycznymi związane jest występowanie znacznych anomalii pogody wywierających niekorzystny wpływ na życie gospodarcze, a szczególnie rolnictwo. Szczegółowe opracowanie zależności zróżnicowania przestrzennego ważniejszych elementów klimatu od typów cyrkulacji w poszczególnych porach roku dla obszaru górnej Wisły zostało wykonane przez Niedźwiedzia [1981]. Autor z problematyki pokrewnej suszom uwzględnił sumy dobowe opadów i częstość dni z opadem powyżej wydzielonych progów. Do powstania suszy na obszarze Polski przyczyniają się przede wszystkim Wyż Azorski i wyże wschodnioeuropejskie. Pogoda wyżowa może trwać przez kilka miesięcy, jak w 1992 r. kiedy to wyże dominowały nad Polską od maja do końca sierpnia [Bobiński, Meyer 1992, Lorenc i in. 2000]. Na terenie Polski, szczególnie na obszarze o najniższych opadach w Polsce – Kujawach, zmienność opadów i towarzyszące im okresy susz i posuch, zwłaszcza w okresie wegetacyjnym, były przedmiotem wielu opracowań [Łabędzki 2000, Kasperska-Wołowicz i in. 2003, Łabędzki, Bąk 2004]. W badaniach prowadzonych przez Przybylaka i Maszewskiego [2009] w regionie bydgosko-toruńskim stwierdzono, że najczęściej występującym typem cyrkulacji był klin antycyklonalny Ka. Warunkom suszy sprzyjają też, chociaż w znacznie mniejszym stopniu, typy cyrkulacji cyklonalnej z adwekcją powietrza ze wschodu i z południowego-wschodu [Piotrowski 2010]. W ostatnich 30 latach susze pojawiają się coraz częściej, są bardziej intensywne i obejmują coraz to większe obszary kraju. Stają się przedmiotem zainteresowania ze względu na udokumentowane zaznaczające się podczas II połowy XX w. ocieplenie a także związane z nim i sygnalizowany wzrost częstości ekstremalnych zjawisk meteorologicznych. Syntezą badań nad problematyką susz w Polsce jest aktualna, obszerna i wieloaspektowa, z uwzględnieniem osiągnięć literatury światowej, monografia Łabędzkiego [2006].

Dla badanego terytorium obecnego województwa podkarpackiego i najbliższych okolic, istnieją dwie bazy danych obejmujące wieloletnie obserwacje susz rolniczych w warunkach produkcyjnych za okres 1901–1990 Zawory [1993], uzupełniony o ostatnią dekadę XX w. i komputerowy zbiór - „Kalendarz typów cyrkulacji atmosfery dla Polski południowej” [Niedźwiedź 2011]. Treść informacji zawartych w obu kalendarzach pozwoliła na sformułowanie problemu

badawczego jakim jest analiza sytuacji synoptycznych występujących podczas miesięcy zaliczonych przez korespondentów rolnych o stanie upraw jako suche. Celem opracowania jest identyfikacja tych typów sytuacji synoptycznych, które generują na badanym obszarze występowanie zjawiska suszy rolniczej. W szczególności szukano odpowiedzi na następujące pytania: które sytuacje synoptyczne podczas występowania suszy rolniczej występują najczęściej i które sytuacje synoptyczne mają relatywnie największy udział w generowaniu tego zjawiska.

MATERIAŁ I METODA

Podstawowy materiał badawczy wykorzystany w opracowaniu to obszerny fragment kalendarza codziennych typów cyrkulacji atmosfery dla Polski południowej Niedźwiedzia [2011] za stulecie 1901–2000, z którego wykorzystano dane z okresu wegetacyjnego od kwietnia do października i kalendarz warunków meteorologicznych wegetacji ważniejszych roślin uprawnych na obszarze Polski południowo – wschodniej Zawory [1993] za okres 1901–1990, uzupełniony o ostatnią dekadę XX w. Ten ostatni zawiera ocenę stanu ważniejszych roślin uprawnych w warunkach produkcyjnych na tle warunków pluwiotermicznych, analizowanych w skali poszczególnych miesięcy okresu wegetacyjnego od kwietnia do października, dokonywaną na bieżąco przez korespondentów rolnych w stopniach kwalifikacyjnych 1-5. Z „Kalendarza... „Zawory wybrano te miesiące, w których korespondenci rolni informowali o pogarszającym się lub złym stanie roślin uprawnych z powodu niedoboru opadów atmosferycznych. Dla wytypowanych w ten sposób miesięcy obliczono częstość 21 typów cyrkulacji atmosfery wyróżnionych przez Niedźwiedzia.

W okresie stuletnim 1901–2000 w kwietniu wytypowano 18 określonych w ten sposób miesięcy suchych, w maju 29, w czerwcu 22, w lipcu i sierpniu po 21, we wrześniu 23 i w październiku 26. Można przyjąć, że susze występowały w wymienionych miesiącach średnio co czwarty – piąty rok. Porównanie częstości ogólnej i częstości typów cyrkulacji podczas pogorszenia się stanu roślin uprawnych sygnalizowanego przez korespondentów rolnych z powodu niedostatku opadów pozwoliło na wydzielenie tych typów cyrkulacji, podczas występowania których zaznaczają się najczęściej susze meteorologiczne i rolnicze. Sporządzono również zestawienie zbiorcze dla okresu wegetacyjnego ogółem, obliczając wartości średnie ważone ze wszystkich miesięcy. Analiza taka ma nie tylko aspekt poznawczy, ale i praktyczny, prognostyczny. Obszar badań dotyczy południowo-wschodniej Polski i pokrywa się zasadniczo z dzisiejszym terytorium województwa podkarpackiego. W stuletniej historii obszar ten wchodził w skład różnie nazywanych jednostek administracyjnych, które prowadziły systematyczną sprawozdawczość odnośnie stanu roślin uprawnych w zależności od przebiegu pogody.

WYNIKI

Charakterystykę związku między występowaniem suszy meteorologicznej i rolniczej, a typami cyrkulacji na obszarze południowo-wschodniej Polski przedstawiono w postaci zestawienia tabelarycznego. Porównano w nim częstość występowania poszczególnych 21 typów cyrkulacji atmosfery wg klasyfikacji Niedźwiedzia w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego IV–X w przypadku wystąpienia miesiąca zakwalifikowanego na podstawie relacji o stanie upraw do miesiąca suchego i ogólnej częstości poszczególnych typów cyrkulacji w okresie stuletnim 1901–2000 (tab. 1). Z sumarycznego zestawienia dla całego okresu wegetacyjnego IV–X wynika, że częstość niektórych typów cyrkulacji podczas występowania suszy rolniczej jest większa od częstości ogólnej. Takimi sytuacjami są prawie wszystkie sytuacje antycyklonalne z wyjątkiem sytuacji antycyklonalnej z adwekcją powietrza z zachodu (Wa) i północnego zachodu (Nwa), w których to przypadkach obie częstości są równe i wynoszą odpowiednio 8,3 i 5,5% (tab. 1).

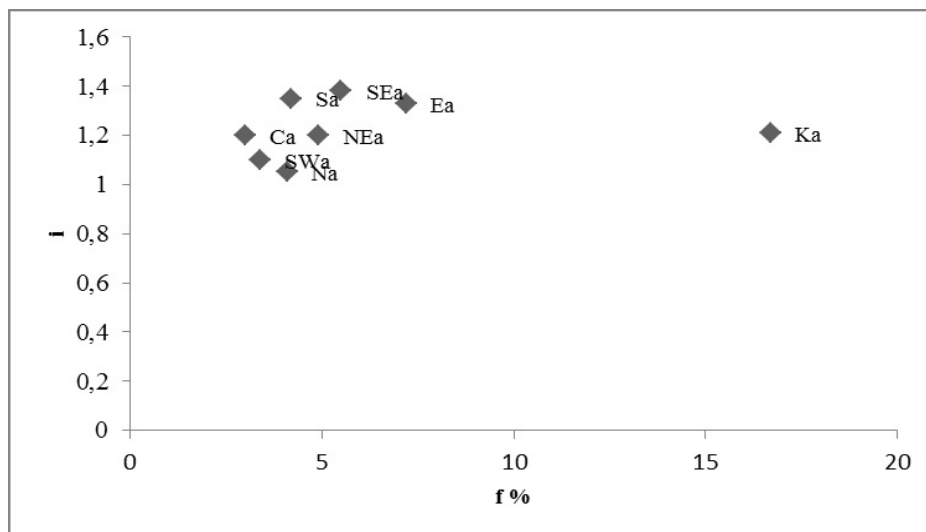
Klin antycyklonalny (Ka) występuje z częstością 13,8%, podczas gdy w miesiącach, w których występuje susza rolnicza częstość tego typu cyrkulacji wynosi 16,7%. Typ sytuacji antycyklonalnej z adwekcją powietrza ze wschodu (Ea) występuje w badanym stuleciu z częstością 5,4%, lecz w miesiącach suchych typ ten notuje się z częstością 7,2%. Sytuacja wyżowa z adwekcją z południowego wschodu (SEa) występuje z częstością 4,0%, lecz w miesiącach zakwalifikowanych przez korespondentów rolnych jako suche z częstością 5,5% (tab. 1). Zagrożenie suszą można wyrazić przez stosunek częstości występowania danego typu cyrkulacji podczas suszy, do ogólnej częstości występowania. Typ sytuacji antycyklonalnej z adwekcją powietrza z południowego wschodu (SEa) w miesiącach, w których występuje susza rolnicza zdarza się 1,38 razy częściej niż ogólna częstość tego typu cyrkulacji, typ sytuacji antycyklonalnej z adwekcją powietrza z południa (Sa) 1,35 razy częściej, natomiast typ antycyklonalny z adwekcją powietrza z północy (Na) tylko 1,05 razy częściej od częstości ogólnej.

Z drugiej strony ważna jest częstość występowania tego typu cyrkulacji. Przykładowo – typ cyrkulacji antycyklonalnej z adwekcją powietrza z południa (Sa) w miesiącach występowania suszy rolniczej zdarza się z częstością 4,2%, co nie jest wartością wysoką w porównaniu do częstości występowania klina antycyklonalnego (Ka) 16,7%. Biorąc pod uwagę te dwie wspomniane charakterystyki, typy sytuacji synoptycznych występujące podczas susz rolniczych można podzielić na trzy grupy.

Tabela 1. Częstość typów cyrkulacji atmosfery podczas wystąpienia susz rolniczych w okresie wegetacyjnym 1901-2000 na obszarze Polski południowo-wschodniej
Table 1. Frequency of circulation types taking into account the occurrence of agricultural droughts during the growing season (1901-2000) in southeastern Poland

Sytuacja Synoptyczna Synoptic situation	Miesiąc Month												Okres Wegetacyjny Growing season				
	Kwiecień April		Maj May		Czerwiec June		Lipiec July		Sierpień August		Wrzesień September		Październik October		Ogółem General	Susza Drought	Ogółem General
	Susza Drought	Ogółem General	Susza Drought	Ogółem General	Susza Drought	Ogółem General	Susza Drought	Ogółem General	Susza Drought	Ogółem General	Susza Drought	Ogółem General	Susza Drought	Ogółem General			
N _n	3,4	3,0	4,7	4,6	5,4	6,2	5,2	3,1	2,5	3,1	3,1	3,1	2,9	2,4	4,1	3,9	
NE _a	4,8	4,2	7,1	6,2	4,5	4,2	7,2	4,9	5,3	4,3	3,2	3,2	1,8	1,7	4,9	4,1	
E _a	8,9	5,5	11,3	8,8	4,4	4,0	3,7	3,9	6,7	5,0	5,7	4,6	9,9	5,7	7,2	5,4	
SE _a	7,0	4,5	5,7	4,8	4,1	2,2	1,3	1,2	4,5	2,8	5,4	5,3	10,2	7,6	5,5	4,0	
S _a	5,2	3,0	3,7	2,4	1,7	1,9	1,5	1,4	3,2	2,5	4,4	4,3	9,9	6,0	4,2	3,1	
SW _a	3,8	2,6	1,7	1,8	2,6	2,0	2,0	1,7	3,2	2,7	4,9	4,7	5,6	6,2	3,4	3,1	
W _a	4,4	5,0	5,3	4,0	6,8	7,2	8,9	10,1	8,0	10,6	13,6	10,0	10,9	11,1	8,3	8,3	
NW _a	2,3	3,0	4,1	3,5	7,9	6,6	6,8	7,3	5,2	6,4	6,4	6,6	5,9	4,8	5,5	5,5	
C _a	1,1	1,3	1,8	1,7	2,3	2,2	2,6	2,1	3,4	3,1	5,5	3,7	4,2	3,6	3,0	2,5	
K _a	11,7	11,5	14,2	12,2	16,7	14,4	23,5	15,9	17,8	16,5	16,9	14,4	16,0	11,7	16,7	13,8	
N _c	3,0	3,9	3,2	3,8	3,0	4,5	2,6	4,5	1,8	3,2	1,3	2,6	0,7	1,5	2,2	3,4	
NE _c	1,2	3,1	2,4	3,0	2,4	3,3	2,0	2,6	1,5	2,4	0,8	1,4	0,3	1,3	1,5	2,4	
E _c	3,8	3,8	2,7	3,6	3,9	3,0	1,1	1,1	0,6	0,9	1,4	1,7	0,3	2,1	2,0	2,3	
SE _c	6,8	4,2	2,7	3,6	1,9	2,1	0,9	1,2	1,4	1,4	1,4	1,9	0,5	1,7	2,2	2,3	
S _c	5,4	4,6	2,9	3,7	1,7	1,5	1,1	1,5	1,5	1,6	2,3	2,5	3,9	3,5	2,7	2,8	
SW _c	5,5	5,7	3,6	4,5	2,0	2,4	2,9	2,3	3,2	2,8	4,3	4,1	3,5	5,8	3,6	3,9	
W _c	7,4	10,0	5,2	5,9	9,1	8,5	7,4	11,3	10,2	10,4	8,1	10,5	5,7	10,9	7,6	9,6	
NW _c	4,0	5,7	3,6	4,9	3,3	6,7	5,0	8,3	5,5	5,8	2,3	4,7	2,7	3,9	3,8	5,7	
C _c	0,4	2,0	0,9	1,6	0,9	1,8	0,4	1,1	0,6	1,2	0,3	0,7	0,1	0,8	0,5	1,3	
B _c	8,0	11,2	11,7	13,7	12,9	14,5	12,5	11,4	12,8	11,8	6,5	8,1	3,7	6,2	9,7	10,9	
X	1,9	2,2	1,5	1,7	1,6	0,4	1,0	1,1	1,1	1,5	2,2	1,8	1,3	1,5	1,4	1,7	
Σ _a	52,6	43,6	59,6	50,0	57,2	50,1	63,7	53,7	59,8	57,0	69,1	60,0	77,3	60,8	62,8	53,7	
Σ _c	45,5	54,2	38,9	48,3	41,1	48,3	35,9	45,3	39,1	41,5	28,7	38,2	21,4	37,7	35,8	44,6	
ΣX	1,9	2,2	1,5	1,7	1,6	0,4	1,0	1,1	1,1	1,5 ^v	2,2	1,8	1,3	1,5	1,4	1,7	

Pierwszą grupę, najmniejszego zagrożenia przez suszę stanowią sytuacje antycyklonalne z adwekcją z kierunków N i SW. Są to sytuacje o niskiej częstotliwości występowania (odpowiednio 4,1 i 3,4%) i w relacji do ogólnej częstotliwości niewiele częściej od niej występujące odpowiednio: 1,05 i 1,10 razy częściej. Drugą grupę, średniego zagrożenia przez susze stanowią sytuacje antycyklonalne z adwekcją powietrza z kierunku północno-wschodniego (NE) i klin antycyklonalny (Ca). Ich częstotliwość występowania podczas susz rolniczych wynosi odpowiednio 4,9 i 3,0% a ich stosunek w relacji do ogólnej częstotliwości występowania jest wyższy niż w poprzedniej grupie i wynosi w obu przypadkach 1,20. Trzecią grupę sytuacji powodujących największe zagrożenie przez susze rolnicze stanowią sytuacje antycyklonalne z adwekcją z kierunków południowego, południowo-wschodniego i wschodniego (Sa, SEa i Ea). Ich częstotliwość podczas występowania susz rolniczych jest wysoka – odpowiednio 4,2, 5,5 i 7,2%. Wysoka jest też relacja częstotliwości występowania wymienionych typów cyrkulacji do częstotliwości ogólnej, wynosząca odpowiednio 1,35, 1,38 i 1,33. Do tej grupy należy też zaliczyć klin antycyklonalny (Ka) o największej częstotliwości występowania podczas susz rolniczych wynoszącej aż 16,7% i średniej wartości relacji częstotliwości występowania przy suszach do częstotliwości ogólnej wynoszącej 1,21 (rys. 1).



Objaśnienia: i - Iloraz częstotliwości cyrkulacji przy suszach rolniczych i częstotliwości ogólnej typów cyrkulacji,
 f - Częstotliwość występowania (%) typów cyrkulacji przy suszach rolniczych.
 Legend: i - Circulation frequency quotient for agricultural droughts and general frequency of circulation types,
 f - Occurrence frequency (%) for circulation types with agricultural droughts.

Rysunek 1. Uwarunkowania cyrkulacyjne występowania susz rolniczych w okresie wegetacyjnym 1901-2000 na obszarze Polski południowo-wschodniej
Figure 1. Circulation conditions against the background of occurrence of agricultural droughts during the growing season (1901-2000) in southeastern Poland

W okresie wegetacyjnym w układach cyklonalnych częstość wszystkich sytuacji synoptycznych podczas występowania susz rolniczych jest mniejsza od ich częstości ogólnej (tab. 1). Generalnie na badanym terenie w okresie wegetacyjnym IV–X układy antycyklonalne występują z częstością 53,7%, cyklonalne z częstością 44,6%. Pozostałe 1,7% stanowią układy nieokreślone. Natomiast dla przypadków występowania susz rolniczych wartości te wynoszą dla układów antycyklonalnych i cyklonalnych odpowiednio 62,8 i 35,5%.

W poszczególnych miesiącach podane charakterystyki susz i ich relacje do częstości ogólnej typów cyrkulacji nieznacznie odbiegają od wyżej przedstawionych wartości dla całego okresu wegetacyjnego. Na szczególną uwagę zasługują październik i wrzesień – miesiące o największej częstości układów antycyklonalnych powodujących susze rolnicze. W miesiącach tych częstość wspomnianych układów wynosi 77,3 i 69,1%, podczas gdy w pozostałych miesiącach nie przekracza zazwyczaj 60% (tab. 1).

DYSKUSJA I WNIOSKI

Opracowanie oparte jest na wartościach średnich obszarowych dla województwa i nie uwzględnia lokalnych warunków klimatycznych i glebowych mogących mieć wpływ na przestrzenne zróżnicowanie badanego zjawiska suszy rolniczej. Wynika to z faktu wykorzystania danych odnośnie stanu roślin uprawnych dla jednostek administracyjnych typu województw. Bardziej szczegółowe opracowanie można by wykonać korzystając z danych dotyczących poszczególnych powiatów pod warunkiem, że takie dane są możliwe do zebrania. W wykonanym opracowaniu uwzględniono fakt wystąpienia suszy rolniczej sygnalizowanej przez korespondentów rolnych bez dokonywanych zazwyczaj przez autorów podobnych opracowań zjawiska suszy podziałów na kategorie czy stopnie suchości. Dla istniejących materiałów jest to możliwe przy wydzieleniu przypadków, dla których korespondenci rolni notują stan roślin uprawnych osobno jako mierny (2) i zły (1). Niemniej jednak udało się skorygować wartości procentowej normy opadów na badanym terenie, od której to wartości zaznacza się susza rolnicza. Są to wartości w kolejnych miesiącach okresu wegetacyjnego od kwietnia do października: 59, 74, 74, 65, 64, 57 i 49% opadu średniego wieloletniego. Oznacza to, że tylko w maju i czerwcu na tym terenie początek suszy zgodny jest z wartościami jakie podaje Przedpeńska [1971], natomiast w pozostałych miesiącach początek suszy rolniczej rozpoczyna się przy opadach dużo niższych, stanowiących w zależności od miesiąca 49–65% normy opadów. Badany obszar jest terenem generalnie wilgotnym, na którym za wspomniany okres 100 letni średni nadmiar opadów za okres wegetacyjny IV-X szacować można na 19 mm [Ziernicka-Wojtaszek, Zawora 2007].

Porównanie wyników badań z otrzymanymi w podobnym opracowaniu dla badanego terenu i okresu dotyczącego uwarunkowań cyrkulacyjnych ekstremal-

nie niskich opadów o częstości równej i niższej od 10% [Ziarnicka-Wojtaszek i in. 2011] pozwala zauważyć, że skrajne opady większe od częstości ogólnej występują najczęściej w sytuacjach Sa – 155 %, Ea – 144% i Ca – 136%. Przy występowaniu skrajnie niskich wartości opadów jedynie sytuacja Wa odznacza się mniejszą częstością od częstości ogólnej, a opady tego typu występują również w sytuacji cyklonalnej z adwekcją z kierunku S. We wspomnianym opracowaniu przeanalizowano 10 przypadków ekstremalnie niskich opadów, w których zawsze wystąpiły susze rolnicze, a w niniejszym opracowaniu uwzględniono przeciętnie 23 przypadki w każdym miesiącu, i dlatego poczynione uwagi i porównania można potraktować jako dotyczące susz ekstremalnych na badanym obszarze województwa podkarpackiego. Charakterystykę zmienności i cykliczności wskaźników cyrkulacji w Europie centralnej i w Polsce południowej zawierają stosowne opracowania Niedźwiedzia [1996, 2003].

Na podstawie przeprowadzonych badań można wysnuć następujące wnioski:

1. We wszystkich sytuacjach wyżowych, z wyjątkiem sytuacji z adwekcją powietrza z zachodu (Wa), częstość typów cyrkulacji przy występowaniu susz rolniczych jest większa od ich częstości ogólnej.

2. W generowaniu susz rolniczych największy udział mają następujące typy cyrkulacji wyżowych: SEa, Sa, Ea, Ka, NEa, Ca i Na. Dla wymienionych typów cyrkulacji stosunek częstości ich występowania podczas susz rolniczych do częstości ogólnej wynosi w okresie wegetacyjnym IV–X odpowiednio 138, 135, 133, 121, 120, 120 i 110%.

3. Największe zagrożenie przez susze rolnicze występuje przy typach cyrkulacji antycyklonalnej z adwekcją powietrza z kierunków południowego, południowo-wschodniego i wschodniego (Sa, SEa i Ea). Ich częstość podczas występowania susz rolniczych jest wysoka i wynosi odpowiednio 4,2, 5,5 i 7,2%. Wysoka jest też relacja częstości występowania wymienionych typów cyrkulacji do częstości ogólnej - odpowiednio 135, 138 i 133%.

4. Do wspomnianej grupy należy też zaliczyć klin antycyklonalny (Ka) o największej częstości występowania podczas susz rolniczych wynoszącej aż 16,7% i średniej wartości relacji częstości występowania przy suszach do częstości ogólnej wynoszącej 121%.

BIBLIOGRAFIA

- Bobiński E., Meyer W. *Susza w Polsce w latach 1982-1992. Ocena hydrologiczna*. Wiadomości Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej XV, 4, 1992, s. 3-23.
- Cebulak E. *Maksymalne opady dobowe w dorzeczu górnej Wisły*. Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne 90, 1992, s. 79-96.
- Gilewska S. *Środowisko przyrodnicze Polski na tle Europy*. W: Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze. Red. Starkel L. PWN, Warszawa 1991, s. 13-22

- Kasperska-Wołowicz W., Łabędzki L., Bąk B. *Okresy posuszne w rejonie Bydgoszczy*. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, 3 z. specj. (9), 2003, s. 39-56.
- Lorenc H., Gąsiorowska E., Laskowska A., Strzelczyk A., Żurawska K. *Initial Assessment of the Drought in 2000*. International Conference Present and Future Requirements for Agrometeorological Information. Poznań, 11-15.09.2000, s. 14-27.
- Łabędzki L. *Ocena zagrożenia suszą w rejonie bydgosko-kujawskim przy użyciu wskaźnika standardyzowanego opadu (SPI)*. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie, 43, 3, 2000, s. 102-103.
- Łabędzki L. *Susze rolnicze – zarys problematyki oraz metody monitorowania i klasyfikacji*. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie. Rozprawy Naukowe i Monografie 17, 2006, 107 ss.
- Łabędzki L., Bąk B. *Zróźnicowanie wskaźnika suszy SPI w okresie wegetacji w Polsce*. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, 4, 2a (11), 2004, s. 111-122.
- Niedźwiedz T. *Sytuacje synoptyczne i ich wpływ na zróźnicowanie przestrzenne wybranych elementów klimatu w dorzeczu górnej Wisły*, Rozprawy habilitacyjne UJ, 1981, 58, Kraków.
- Niedźwiedz T. *Long-term Variability of the Zonal Circulation Index above the Central Europe*. Zeszyty Naukowe UJ. Prace Geograficzne 102, 1996, s. 214-219.
- Niedźwiedz T. *Variability of Atmospheric Circulation in Southern Poland in the 20th Century*. Studia Geograficzne 75, Acta Universitatis Wratislaviensis 2542, 2003, s. 230-240.
- Niedźwiedz T. *Kalendarz typów cyrkulacji atmosfery dla Polski południowej - zbiór komputerowy*, Uniwersytet Śląski, Katedra Klimatologii, Sosnowiec 2011.
- Obrębska-Starkłowa B. *Typologia i regionalizacja fenologiczno-klimatyczna na przykładzie dorzecza górnej Wisły*. Rozprawy Habilitacyjne UJ 11, 1977.
- Paszyński J., Niedźwiedz T. *Klimat*. W: Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze. Red. Starkel L. PWN, Warszawa 1991, s. 296-355.
- Piotrowski P. *Uwarunkowania cyrkulacyjne susz wiosennych w Polsce*. W: Bednorz E. Red. Klimat Polski na tle klimatu Europy, Warunki termiczne i opadowe, Seria: Studia i Prace z Geografii i Geologii 15, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 2010, s. 147-158.
- Przedpeńska W. *Zagadnienie susz atmosferycznych w Polsce i metody ich określania*. Prace PIHM, 103, 1971, s. 3-24.
- Przybylak R., Maszewski R. *Zmienność cyrkulacji atmosferycznej w regionie bydgosko-toruńskim w latach 1881-2005*. Acta Agrophysica, 14(2), 2009, s. 427-447.
- Zawora T. *Calendar of Meteorological Conditions Affecting Vegetation of the Cultivated Plants in South-East Poland over 1901-1990*. Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, 95, 1993, s. 223-227.
- Ziernicka-Wojtaszek A., Zawora T. *Zmienność opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym w latach 1901-2000 na obszarze województwa podkarpackiego*. W: Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych, IGiGP UJ, 2007, s. 391-396.
- Ziernicka-Wojtaszek A., Nowobilska-Luberda A., Nowobilska E., Zawora T. *Uwarunkowania cyrkulacyjne najniższych opadów miesięcznych w południowo-wschodniej Polsce w okresie wegetacyjnym 1901-2000*. W: Rola cyrkulacji atmosfery w kształtowaniu klimatu. Prace Wydziału nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego 74, Sosnowiec, 2012, s. 399-405.

Dr inż. Agnieszka Ziernicka-Wojtaszek
Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
al. Mickiewicza 24/28
30-059 Kraków
012 6624012
e-mail: a.ziernicka-wojtaszek@ur.krakow.pl