

Wpłynęło 7.03.2019 r.
Zrecenzowano 21.03.2019 r.
Zaakceptowano 25.03.2019 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

SUSZA ROLNICZA W UPRAWIE ZBÓŻ JARYCH W POLSCE W LATACH 2006–2017

Izabella WÓJCIK^{ABCDEF}, Andrzej DOROSZEWSKI^{ABCE},
Elżbieta WRÓBLEWSKA^{BC}, Piotr KOZA^{BC}

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Streszczenie

Celem pracy była analiza suszy rolniczej w uprawie zbóż jarych, a także wskazanie obszarów zasięgu jej występowania w latach 2006–2017 na podstawie danych Systemu Monitoringu Suszy Rolniczej w Polsce. Obliczone wartości klimatycznego bilansu wodnego, za pomocą którego wyznaczany jest obszar z suszą rolniczą, odniesiono do wartości krytycznych. W badanym okresie zagrożenie wystąpieniem suszy rolniczej nie zostało odnotowane w 2013 i 2014 roku. Maksymalny zasięg suszy w uprawie zbóż jarych notowano w 2006 roku (53,4% powierzchni gruntów ornych Polski). Na obszarze województw: kujawsko-pomorskiego, lubuskiego, wielkopolskiego, zachodniopomorskiego, łódzkiego, mazowieckiego oraz podlaskiego we wszystkich gminach odnotowano zagrożenie wystąpieniem suszy w tej uprawie. Niedobór wody pojawiał się przede wszystkim na glebach bardzo lekkich i lekkich. W latach 2006, 2008 i 2011 występował również na glebach średnich i ciężkich (III i IV kategorii podatności na suszę). Najczęściej suszę notowano w woj. dolnośląskim (w 10 latach). Często notowano ją w województwach: wielkopolskim, mazowieckim, łódzkim, kujawsko-pomorskim oraz opolskim (w 9 latach). Deficyt wody powodujący zmniejszenie plonów przynajmniej o 20% w skali gminy w stosunku do plonów uzyskanych w średnich warunkach pogodowych nieco rzadziej odnotowywany był w woj. podlaskim i podkarpackim, w których notowany był 5 razy w analizowanych latach. Natomiast najrzadziej suszę w uprawach zbóż jarych notowano w woj. małopolskim (tylko w dwóch latach).

Słowa kluczowe: klimatyczny bilans wodny (KBW), susza rolnicza, System Monitoringu Suszy Rolniczej (SMSR), zboża jare

Do cytowania For citation: Wójcik I., Doroszewski A., Wróblewska E., Koza P. 2019. Susza rolnicza w uprawie zbóż jarych w Polsce w latach 2006–2017. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 19. Z. 1 (65) s. 77–95.

WSTĘP

W ostatnim 30-leciu (1988–2017) w Polsce obserwuje się wzrost nasilenia występowania suszy rolniczej, zwłaszcza od 1992 r. [DOROSZEWSKI i in. 2014; ŁABĘDZKI 2006; 2009]. Jest to wynikiem obserwowanych zmian klimatycznych, od których rolnictwo jest w bardzo dużym stopniu uzależnione [KOZYRA, GÓRSKI 2004; 2008; KUNDZEWICZ, KOZYRA 2011]. Zmiany te powodowane są widoczną tendencją wzrostu temperatury powietrza i zmniejszeniem ilości opadów atmosferycznych w ciągu roku (okresy bezopadowe i opady mniejsze od średnich wieloletnich), co pogarsza strukturę bilansu wodnego [KACA i in. 2011; KUNDZEWICZ 2000].

Susza rolnicza jest istotnym problemem gospodarczym, społecznym, wynikającym głównie z niesprzyjających warunków meteorologicznych, hydrologicznych, a także glebowych, wzajemnie oddziałujących na siebie. Narasta powoli, a jej następstwa widoczne są w dłuższym okresie. Spośród wszystkich gałęzi gospodarki rolnictwo najbardziej odczuwa skutki jej występowania, co przejawia się zmniejszeniem wielkości oraz obniżeniem jakości plonu wielu gatunków roślin. Wzrost temperatury powietrza i zróżnicowane wielkości opadów prowadzą do poważnych zmian w strukturze bilansu wodnego, co jest zjawiskiem bardzo niekorzystnym dla rolnictwa, bowiem woda jest podstawowym czynnikiem żyzności gleby, decydującym w dużej mierze o produktywności roślin uprawnych [SKRABKA 1992].

Problem zaspokajania potrzeb wodnych w rolnictwie narasta, prowadząc do zwiększenia strat w plonach, zarówno w aspekcie ilościowym, jak i jakościowym [CHMURA i in. 2009]. Rośliny uprawne charakteryzują się dużą wrażliwością na niedobory opadów atmosferycznych w okresach krytycznych, występujących zazwyczaj w czasie intensywnego przyrostu masy roślin. Niedobory te powstają, gdy zapotrzebowanie na wodę przez rośliny nie jest w pełni pokrywane przez opady atmosferyczne i zasoby wody łatwo dostępnej w glebie.

Zapotrzebowanie na wodę przez zboża jare pokrywane jest w znacznym stopniu z bieżących opadów [GRZEBISZ 2012]. Okres szczególnej wrażliwości na niedobór opadów przypada na 30 dni przed kłoszeniem [DZIEŻYC 1974]. Natomiast według KOŹMIŃSKIEGO i MICHAŁSKIEJ [2010] okres ten określany jest od ok. 10 dni przed początkiem kłoszenia do osiągnięcia dojrzałości mleczonej. W warunkach klimatycznych Polski okresy bezopadowe, szczególnie występujące wiosną, stanowią najważniejszy czynnik ograniczający wielkość plonu zbóż jarych [GÓRSKI i in. 1999; KOZYRA i in. 2009]. Duża zmienność opadów sprawia, że optymalne sumy i ich rozkład stosunkowo rzadko zbliżone są do potrzeb wodnych tych zbóż [ŁABĘDZKI i in. 2008].

Problem suszy w polskim rolnictwie wskazał na potrzebę ilościowej oceny strat w plonach roślin uprawnych. Na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy (IUNG – PIB) w Puławach w 2007 r. opracował i wdrożył System Monitoringu

Suszy Rolniczej (SMSR). Dla każdego okresu sześciodekadowego susza przedstawiana była w formie raportu prezentującego warunki wilgotnościowe na terenie wszystkich gmin Polski.

Zgodnie z ustawą z dnia 7 lipca 2005 roku „O dopłatach do ubezpieczeń upraw rolnych i zwierząt gospodarskich” [Ustawa... 2005] suszę rolniczą wyznacza się za pomocą klimatycznego bilansu wodnego (*KBW*). Określa on stan uwilgotnienia środowiska (bieżące zasoby wodne) na podstawie danych meteorologicznych. Na konieczność monitorowania zjawiska suszy z uwzględnieniem *KBW* wskazywali FARAT i in. [1995], ŁABĘDZKI i BĄK [2004], KANECKA-GESZKE i SMARZYŃSKA [2007], MIZAK i in. [2011] oraz TOKARCZYK [2008]. Badania wykazują, że po 2000 r. występują coraz mniejsze wartości *KBW*, szczególnie wiosną i wczesnym latem [GÓRSKI 2006]. Następstwem tego są okresy ze znacznym deficytem wody dla roślin, który zbiega się z największym jej zapotrzebowaniem przez zboża.

Celem pracy była analiza suszy rolniczej w uprawie zbóż jarych oraz wskazanie obszarów jej występowania w latach 2006–2017.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Do wyznaczenia występowania suszy rolniczej wykorzystano *KBW*, będącą różnicą pomiędzy przychodami wody (opadami atmosferycznymi) a jej stratami w procesie parowania gleb i roślin (ewapotranspiracją potencjalną). Wyznaczono ją na podstawie wzoru DOROSZEWSKIEGO i in. [2012], bazującego na algorytmie PENMANNA [1948], wykorzystując elementy meteorologiczne: usłonecznienie, temperaturę i wilgotność powietrza, prędkość wiatru oraz długość dnia.

System Monitoringu Suszy Rolniczej (SMSR) na podstawie warunków pogodowych i glebowych wyznacza obszary zagrożone suszą dla 14 grup i gatunków upraw z uwzględnieniem 4 kategorii gleb różniących się retencją wodną, a także dostępnością wody dla roślin uprawnych [DOROSZEWSKI i in. 2008]. W oparciu o skład granulometryczny profilu glebowego i podatność gleb na suszę dokonano ich podziału na cztery kategorie. Gleby kategorii: I (bardzo lekkie) są bardzo podatne na suszę rolniczą, II (lekkie) – podatne, III (średnie) – średnio podatne, IV (ciężkie) są najmniej podatne na niedobory wody [ŚLUSARCZYK 1979]. Dla wszystkich monitorowanych upraw i gleb co 10 dni opracowywano mapy prezentujące zasięg zagrożenia suszą na obszarze wszystkich gmin Polski.

Wartości *KBW* mniejsze od wartości krytycznych oznaczają, że kryterium suszy zostało spełnione, powodując zmniejszenie plonu w skali gminy przynajmniej o 20% w stosunku do plonów uzyskanych w średnich wieloletnich warunkach pogodowych. Zagrożenie suszą jest tym większe, im większy jest niedobór wody.

Dane meteorologiczne wykorzystywane w SMSR pozyskiwane są z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego (IMGW – PIB), Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU),

IUNG – PIB oraz stacji Ośrodków Doradztwa Rolniczego (ODR) – rysunek 1. Liczba stacji meteorologicznych każdego roku ulegała zwiększeniu. W 2007 r. było ich 227, a w 2017 liczba ta zwiększyła się do 533.



Rys. 1. Stacje meteorologiczne Systemu Monitoringu Suszy Rolniczej (SMSR) w 2017 roku;
 źródło: opracowanie własne

Fig. 1. Meteorological stations of the Agricultural Drought Monitoring System (ADMS) in 2017 year;
 source: own elaboration

Wystąpienie suszy rolniczej w uprawie zbóż jarych określono na podstawie wartości progowych *KBW* zamieszczonych w Rozporządzeniu MRiRW... [2017] – tabela 1. Wartości te zostały wyznaczone dla poszczególnych sześciodekadowych okresów w sezonie wegetacyjnym uwzględniającym kategorie gleb oraz zapotrzebowanie roślin na wodę. Z uwagi na wartości krytyczne, które w SMSR w latach 2007–2015 były stałe dla kilku okresów sześciodekadowych (obejmujących 70–80 dni), w 2017 roku wyznaczono nowe progi *KBW* oddzielnie dla każdego okresu sześciodekadowego.

Uwzględniając zachodzące zmiany klimatu (wzrost temperatury powietrza), wprowadzono nowy dodatkowy okres raportowania od 21III do 20V, wynikający z przyspieszenia rozpoczęcia okresu wegetacyjnego przez rośliny uprawne o 10 dni [KOZYRA i in. 2009; NIERÓBCA i in. 2013]. Przyspieszenie to oznacza wcześniejsze wystąpienie poszczególnych faz rozwojowych roślin, jak również większe i wcześniejsze wiosenne zapotrzebowanie na wodę w stosunku do lat poprzednich (tab. 1).

Wartości *KBW* dla uprawy zbóż jarych w analizowanym okresie 2006–2017 zostały obliczone według wartości krytycznych *KBW* wyznaczonych w 2017 r.

Tabela 1. Wartości krytyczne klimatycznego bilansu wodnego (*KBW*) dla zbóż jarych w Systemie Monitoringu Suszy Rolniczej (SMSR)

Table 1. Critical values of climatic water balance (*CWB*) for spring cereals in the Agricultural Drought Monitoring System (ADMS)

Kategoria glebowa Soil category	Wartość <i>KBW</i> <i>CWB</i> value mm								
	21III– 21IV	11V– 31 V	11IV– 10VI	21IV– 20VI	1V– 30VI	11V– 10VII	21V– 20VII	1VI– 31VII	11VI– 10VIII
I	–130	–134	–139	–147	–157	–170	–187	–205	–225
II	–148	–152	–157	–165	–176	–189	–206	–224	–244
III	–178	–182	–198	–195	–206	–219	–236	–255	–275
IV	–199	–203	–209	–216	–227	–241	–259	–279	–301

Objaśnienia: kategorie glebowe: I = gleby bardzo lekkie; II = gleby lekkie; III = gleby średnie; IV = gleby ciężkie.

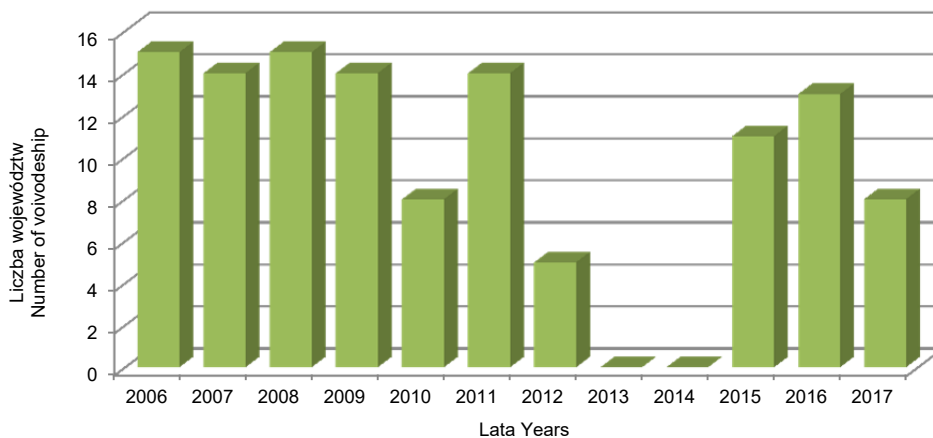
Explanations: soil categories: I = very light soil; II = light soil, III = medium soil; IV = heavy soil.

Źródło: SMSR. Source: Agricultural Drought Monitoring System (ADMS).

WYNIKI BADAŃ

Najbardziej sprzyjające warunki wilgotnościowe w uprawie zbóż jarych obserwowano w 2013 i 2014 r., w których nie zanotowano wystąpienia suszy rolniczej (rys. 2). Stosunkowo małe zagrożenie jej wystąpieniem odnotowano w 2009 r. – w dwóch okresach sześciodekadowych, a w 2010 i 2017 r. w trzech okresach. Największą liczbę województw z wystąpieniem suszy rolniczej (15) notowano w 2006 i 2008 r. W 2007, 2009 i 2011 r. suszę odnotowano w 14, zaś w 2016 r. w 13 województwach. W stosunkowo małej liczbie województw niedobory wody w uprawie tych zbóż wystąpiły w 2010 oraz 2017 r. – w ośmiu województwach, a w 2012 r. w pięciu (rys. 2).

Na glebach wszystkich kategorii susza rolnicza w uprawie zbóż jarych wystąpiła 3-krotnie w: 2006, 2008 i 2011 r. W pozostałych analizowanych latach niedobór wody powodujący 20-procentową obniżkę plonu tych zbóż w skali gminy zaobserwowano tylko na glebach bardzo lekkich i lekkich (I i II kategorii – bardzo podatnych i podatnych na suszę) – tabela 2.



Rys. 2. Liczba województw z suszą wśród zbóż jarych w latach 2006–2017;
źródło: opracowanie własne

Fig. 2. The number of voivodeship with drought among spring cereals in 2006–2017;
source: own elaboration

Tabela 2. Występowanie suszy rolniczej na glebach różnych kategorii

Table 2. Occurrence of agricultural drought on various soil categories

Rok Year	Kategoria glebowa Soil category
2006	I, II, III, IV
2007	I, II
2008	I, II, III, IV
2009	I, II
2010	I, II
2011	I, II, III, IV
2012	I, II
2015	I, II
2016	I, II
2017	I, II

Objaśnienia: kategorie gleb jak w tabeli 1. Explanations: soil categories as in Table 1.

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Suszę w uprawie tych zbóż najczęściej notowano na terenie województwa dolnośląskiego (w dziesięciu latach), a w woj. wielkopolskim, mazowieckim, łódzkim, kujawsko-pomorskim, opolskim w dziewięciu latach (tab. 3). Natomiast najmniejszą liczbę lat z wystąpieniem suszy rolniczej odnotowano w woj. małopolskim (tylko w dwóch latach). Stosunkowo rzadko zagrożenie suszą występowało w woj. podkarpackim i podlaskim (w 5 latach) oraz w świętokrzyskim (w 6 latach) – tabela 3.

Tabela 3. Liczba okresów sześciodekadowych z suszą w uprawie zbóż jarych w województwach w latach 2006–2017**Table 3.** Frequency of drought in spring cereal crops in 2006–2017 – number of six-decade periods in voivodeships

Województwo Voivodeship	Liczba w latach Frequency in years												suma sum
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Wielkopolskie	5	3	7	1	2	5	2	0	0	5	5	0	35
Mazowieckie	7	3	6	1	1	4	0	0	0	4	5	2	33
Łódzkie	6	3	6	2	0	4	2	0	0	4	5	1	33
Kujawsko- pomorskie	4	3	6	1	1	4	2	0	0	4	4	0	29
Lubuskie	6	3	6	0	2	5	0	0	0	3	4	0	29
Dolnośląskie	5	3	6	1	1	4	1	0	0	1	2	2	26
Zachodnio- pomorskie	5	2	6	0	2	5	0	0	0	1	3	0	24
Lubelskie	5	3	5	1	1	3	0	0	0	0	2	2	22
Pomorskie	3	2	6	1	1	4	0	0	0	2	3	0	22
Warmińsko- mazurskie	5	3	6	1	0	3	0	0	0	2	1	0	21
Opolskie	1	3	6	1	0	3	1	0	0	1	1	2	19
Podlaskie	5	2	4	1	0	0	0	0	0	0	2	0	14
Świętokrzyskie	4	0	2	1	0	1	0	0	0	1	0	3	13
Śląskie	1	3	1	1	0	1	0	0	0	1	0	2	10
Podkarpackie	1	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	2	8
Małopolskie	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Największą liczbę okresów sześciodekadowych (35) z tym niekorzystnym zjawiskiem odnotowano w uprawie zbóż jarych w woj. wielkopolskim. Nieco mniejszą ich liczbę wystąpienia notowano w woj. mazowieckim i łódzkim (33 okresy) oraz w woj. kujawsko-pomorskim i lubuskim (29). Natomiast najmniejszą liczbę okresów sześciodekadowych z suszą odnotowano w woj. małopolskim – 2, nieco więcej wystąpiło ich w tym czasie w woj. podkarpackim – 8 – tabela 3.

Spośród wszystkich województw Polski w siedmiu z nich: wielkopolskim, kujawsko-pomorskim, lubuskim, zachodniopomorskim, łódzkim, mazowieckim oraz podlaskim odnotowano suszę rolniczą w uprawie zbóż jarych we wszystkich gminach (tab. 4). W 100% gmin susza w woj. wielkopolskim wystąpiła w 2006, 2008, 2011 oraz 2015 r., w kujawsko-pomorskim w 2006, 2008 oraz 2015 r., lubuskim w 2006, 2008 oraz 2011 r., w zachodniopomorskim w 2006 i 2008 r., łódzkim w 2008 i 2009 r. oraz w podlaskim i mazowieckim w 2006 r. – tabela 5.

W ponad 50% gmin suszę w uprawie zbóż jarych notowano na terenie czternastu województw, nie odnotowano jej w takim stopniu jedynie w woj. podkarpac-

Tabela 4. Susza w uprawie zbóż jarych w latach 2006–2017: udział gmin oraz liczba okresów sześciodekadowych w województwach w poszczególnych zakresach**Table. 4.** Drought in cultivation of spring cereals in 2006–2017: percentage (%) of communes and number of six-decade periods in voivodeships in particular ranges

Województwo Voivodeship	Udział (%) gmin z suszą Percentage share of communes with drought										
	100	90,0– 99,9	80,0– 89,9	70,0– 79,9	60,0– 69,9	50,0– 59,9	40,0– 49,9	30,0– 39,9	20,0– 29,9	10,0– 19,9	0,1– 9,99
	liczba sześciodekadowych okresów z suszą number of six-decade periods with drought										
Dolnośląskie	0	0	0	1	1	2	1	7	6	5	4
Kujawsko- pomorskie	8	6	0	4	0	2	1	1	4	1	1
Lubelskie		1		2	1		1	1	0	5	9
Lubuskie	8	4	1	1	0	3	1	1	4	1	6
Łódzkie	2	1	1	2	4	4	1	5	5	1	7
Małopolskie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Mazowieckie	1	2	2	2	2	5	1	3	4	8	5
Opolskie	0	0	1	1	0	2	0	0	1	4	9
Podkarpackie	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5
Podlaskie	1	1	0	1	0	0	0	0	2	2	7
Pomorskie	0	6	2	0	1	2	1	1	1	5	3
Śląskie	0	0	0	0		1	0	0	2	3	4
Świętokrzyskie	0	0	2	0	1	0	1	0	0	4	5
Warmińsko- mazurskie	0	1	3	1	0	0	0	2	4	4	5
Wielkopolskie	10	5	1	1	0	7	1	2	0	4	5
Zachodnio- pomorskie	5	1	0	2	0	0	4	2	1	4	5

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

kim i małopolskim (tab. 4). Zdecydowanie najmniej gmin z suszą zanotowano na terenie województwa małopolskiego, tylko to województwo znalazło się w przedziale, w którym susza w zasiewach zbóż jarych wystąpiła zaledwie w 0,1–9,99% gmin (tab. 4). Do grupy województw ze stosunkowo małą liczbą gmin (poniżej 30%), w których wystąpiła susza rolnicza, należy województwo podkarpackie. Zagrożenie wystąpieniem suszą odnotowano w tym województwie tylko w ośmiu okresach sześciodekadowych (tab. 4).

W 2006 r. odnotowano 100% gmin z suszą w sześciu województwach, w 2008 r. w czterech, w 2011 i 2015 r. w dwóch oraz w 2009 r. w jednym (tab. 5). Duże zagrożenie suszą wśród upraw zbóż jarych, obejmujące ponad 90% gmin, wystąpiło w województwach: pomorskim w 2006, 2008 oraz 2011 r., kujawsko-pomorskim w 2011 oraz lubelskim w 2006 r. – tabela 5.

Tabela 5. Maksymalny udział gmin zagrożonych suszą rolniczą w województwach w uprawie zbóż jarych w latach 2006–2017**Table 5.** Maximum percentage share of municipalities threatened with agricultural drought in voivodeships in the cultivation of spring cereals in 2006–2017

Województwo Voivodeship	Udział (%) gmin w latach Percentage share of municipalities in years											
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Dolnośląskie	34,9	71,0	52,1	3,6	0	36,1	13,6	0	0	36,7	8,9	14,2
Kujawsko- pomorskie	100	77,1	100	79,9	53,5	99,3	25,7	0	0	100	78,5	0
Lubelskie	94,3	6,1	0,5	8,9	1,4	3,8	0	0	0	0	0	77,5
Lubuskie	100	3,7	100	0	74,4	100	0	0	0	86,6	26,8	0
Łódzkie	81,4	56,5	100	100	0	54,4	26,6	0	0	63,8	23,2	4,5
Małopolskie	0	0	0,5	2,2	0		0	0	0	0	0	0
Mazowieckie	100	76,4	79,6	29,9	0,6	52,2	0	0	0	14,0	10,5	19,8
Opolskie	84,5	4,2	21,1	60,6	0	52,1	18,3	0	0	71,8	1,4	18,3
Podkarpackie	10,6	0	0	4,4	0	0,6	0	0	0	0	0	20,6
Podlaskie	100	2,5	13,6	5,1	0	0	0	0	0	0	1,7	0
Pomorskie	91,9	17,1	97,6	27,6	57,7	91,1	0	0	0	56,9	80,5	0
Śląskie	14,4	4,2	11,4	58,1	0	0,6	0	0	0	0,6	0	11,4
Świętokrzyskie	80,4	0	13,7	65,7	0	2,9	0	0	0	0	0	84,3
Warmińsko- mazurskie	84,5	32,8	87,1	24,1	0	25,0	0	0	0	4,3	0	0
Wielkopolskie	100	59,3	100	52,2	73,0	100	57,5	0	0	100	54,4	0
Zachodnio- pomorskie	100	19,3	100	0	43,9	71,9	0	0	0	9,6	39,5	0

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Największy procentowy udział powierzchni gruntów ornych zagrożonych suszą (90–99,9%) wśród tych zbóż notowano w województwach: lubuskim w czterech okresach sześciodekadowych, kujawsko-pomorskim i wielkopolskim w trzech oraz w zachodniopomorskim w jednym okresie (tab. 6). W województwie mazowieckim odnotowano również dużą powierzchnię gruntów ornych (80–89,9%) objętych deficytem wody w uprawie zbóż jarych powodującym zmniejszenie plonów co najmniej o 20% w gminie w stosunku do plonów uzyskanych w średnich warunkach pogodowych. Do województw z nieco mniejszym udziałem gruntów ornych (70,0–79,9%), na których susza wystąpiła, należą woj. łódzkie i pomorskie (tab. 6).

W województwach małopolskim i podkarpackim procentowy udział powierzchni z niedoborem wody powodującym zmniejszenie plonów zbóż jarych o 20% w gminie w stosunku do plonów uzyskanych w średnich wieloletnich warunkach pogodowych był już znacznie mniejszy (tab. 6). W obu województwach suszę w zasiewach tych zbóż notowano na stosunkowo małej powierzchni gruntów ornych (0,1–9,99%).

Tabela 6. Susza w uprawie zbóż jarych w latach 2006–2017: udział powierzchni zagrożonej suszą oraz liczba okresów sześciodekadowych w województwach w poszczególnych zakresach

Table 6. Drought in the cultivation of spring cereal in 2006–2017: percentage of the area threatened by drought and number of six-decade periods in voivodeships in particular ranges

Województwo Voivodeship	Udział (%) powierzchni zagrożonej Percentage share of area threatened										
	100	90– 99,9	80– 89,9	70– 79,9	60– 69,9	50– 59,9	40– 49,9	30– 39,9	20– 29,9	10– 19,9	0,1– 9,99
	liczba okresów sześciodekadowych z suszą number of six-decade periods with drought										
Dolnośląskie	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9	12
Kujawsko- pomorskie	0	3	1	1	0	1	0	6	2	5	10
Lubelskie	0		0	0	0	1	0	0	2	2	13
Lubuskie	0	4	2	5	0	1	1	1	2	3	11
Łódzkie	0	0	0	2	0	1	3	3	6	5	13
Małopolskie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Mazowieckie	0	0	1	0	1	2	1	3	4	4	15
Opolskie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	17
Podkarpackie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Podlaskie	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	10
Pomorskie	0	0	0	1	2	1	2	0	1	2	13
Śląskie	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9
Świętokrzyskie	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	8
Warmińsko- mazurskie	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	16
Wielkopolskie	0	3	4	4	1	0	2	3	2	6	9
Zachodniopomor- skie	0	1	2	2	0	0	2	1	0	3	12

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Zdecydowanie największy udział powierzchni zagrożonej suszą w uprawie zbóż jarych odnotowano w 2008 r. w województwach: wielkopolskim – 99,4%, kujawsko-pomorskim 94,4% oraz lubuskim 93,1% (tab. 7). Duży udział gruntów ornych z suszą w tej uprawie notowano w 2011 r. w województwie lubuskim 90,7% oraz w wielkopolskim 90,6%. Wystąpienie suszy na powierzchni ponad 90% gruntów ornych zanotowano również w 2006 r. w woj. lubuskim.

W 2006 r. na terenie województw: wielkopolskiego, mazowieckiego, zachodniopomorskiego oraz kujawsko-pomorskiego notowano nieco mniejszy, ale również duży (ponad 80%) udział gruntów ornych ze znacznym deficytem wody w glebie powodującym wystąpienie suszy rolniczej. Wystąpił on także w woj. zachodniopomorskim w 2008 r. (tab. 7).

Tabela 7. Maksymalny udział powierzchni zagrożonej suszą rolniczą w województwach w uprawie zbóż jarych (2006–2017)**Table 7.** The maximum percentage of the area threatened by agricultural drought in voivodeships in the cultivation spring cereals (2006–2017)

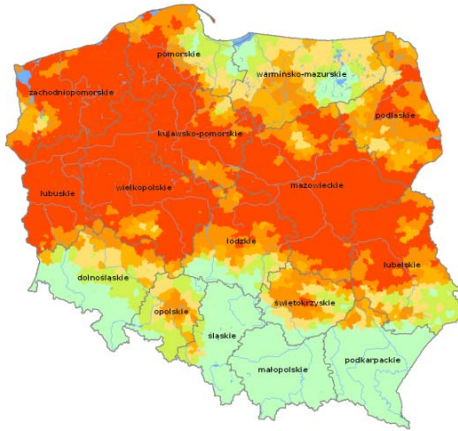
Województwo Voivodeship	Udział (%) powierzchni w latach Percentage share of space in years											
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Dolnośląskie	11,9	12,9	28,7	0,9	0	22,8	5,1	0	0	9,4	0,6	0,4
Kujawsko- pomorskie	84,6	15,2	94,4	9,7	20,3	38,9	1,9	0	0	22,3	17,0	0
Lubelskie	56,7	1,0	0	1,1	0,1	0,4	0	0	0	0	0	19,0
Lubuskie	91,5	3,8	93,1	0	52,6	90,7	0	0	0	36,0	4,8	0
Łódzkie	55,5	25,2	74,6	47,2	0	27,4	9,5	0	0	30,3	5,9	0,6
Małopolskie	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Mazowieckie	89,0	30,7	49,7	6,9	0	0	0	0	0	4,4	2,3	7,8
Opolskie	11,9	0	4,1	4,3	0	1,8	1,8	0	0	7,9	0,1	0,6
Podkarpackie	2,9	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	6,5
Podlaskie	56,9	0,2	2,6	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
Pomorskie	44,7	3,9	60,9	1,8	4,3	0	0	0	0	4,3	11,8	0
Śląskie	0,8	0,2	4,6	20,8	0	0	0	0	0	0	0	0,9
Świętokrzyskie	25,7	0	1,1	16,6	0	0	0	0	0	0	0	22,3
Warmińsko- mazurskie	24,6	9,3	31,8	1,9	0	0	0	0	0	0,1	0	0
Wielkopolskie	89,6	31,6	99,4	19,2	45,4	90,6	22,7	0	0	39,3	15,4	0
Zachodnio- pomorskie	86,3	3,7	85,6	0	15,5	42,0	0	0	0	0,6	4,2	0

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Maksymalny zasięg wystąpienia suszy w uprawie zbóż jarych w latach 2006–2017 przedstawiono na rysunku 3. Największy obszar z zagrożeniem wystąpieniem suszy powodującym przynajmniej 20-procentowe zmniejszenie plonu tych zbóż w stosunku do plonów uzyskanych w średnich warunkach pogodowych zanotowano w 2006 r. Objęło swoim zasięgiem prawie całą Polskę (15 województw, 53,4% gruntów ornych), nie wystąpiło tylko na terenie woj. małopolskiego. Podobnie było w 2007 r., w którym susza była notowana na terenie 14 województw kraju. Nie wystąpiła jedynie na obszarze woj. podkarpackiego i małopolskiego, jednakże notowano ją na dużo mniejszej powierzchni gruntów ornych (12,2%).

Duże zagrożenie występowaniem suszy rolniczej w zasiewach zbóż jarych odnotowano również w 2008 r., w którym niedobór wody zanotowano na powierzchni 44,4% gruntów ornych w Polsce.

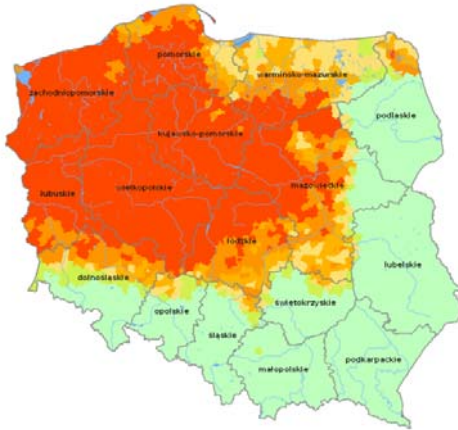
a) 2006



b) 2007



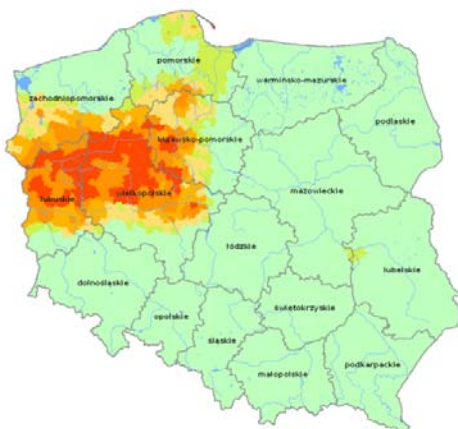
c) 2008



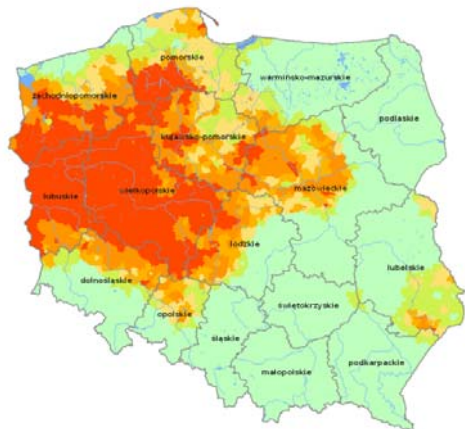
d) 2009



e) 2010



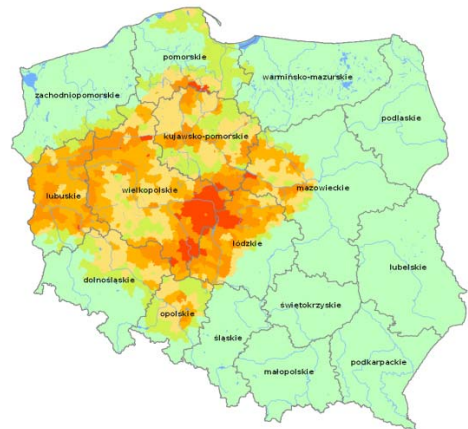
f) 2011



g) 2012



h) 2015



i) 2016



j) 2017



Udział gleb zagrożonych suszą -
zasięg maksymalny w roku 2017 dla zbóż jarych
Share of soils at risk of drought -
maximum coverage in 2017 for spring cereals



IUNG
 2016/04/28
 Puławy

Rys. 3. Maksymalny zasięg suszy w uprawie zbóż jarych w latach 2006–2017
(w latach 2013 i 2014 suszy nie zanotowano);
źródło: opracowanie własne na podstawie danych SMSR

Fig. 3. The maximum range of drought in the cultivation of spring cereals in years 2006–2017
(in the years 2013 and 2014 no drought recorded);
source: own elaboration based on Agricultural Drought Monitoring System

DYSKUSJA WYNIKÓW

Deficyt wody w uprawie zbóż jarych w latach 2006–2017 występował głównie na glebach bardzo lekkich i lekkich, czyli podatnych i bardzo podatnych na suszę (I i II kategorii). Niedobór wody na glebach średnich i ciężkich (III i IV kategorii) notowano rzadziej. Na 12 analizowanych lat suszę na glebach mało podatnych na niedobory wody odnotowano tylko w trzech latach.

Większość gleb Polski stanowią gleby bardzo lekkie i lekkie, zajmujące ponad połowę powierzchni gruntów rolnych w kraju (ok. 60%) [IGRAS, LIPIŃSKI 2006; ŁOPATKA 2017], charakteryzujące się małą pojemnością wodną, na których skutki suszy dostrzegalne są najczęściej. W agroklimatycznych warunkach Polski susza na glebach lekkich pojawia się zwykle 10–15 dni wcześniej niż na glebach ciężkich [KOŹMIŃSKI, MICHALSKA 2010].

Przeprowadzona analiza wykazała, że niedobór wody w uprawie zbóż jarych występował najczęściej w rejonie Pojezierza Wielkopolskiego i Lubuskiego, na Nizinie Szczecińskiej, Mazowieckiej oraz Podlaskiej. Stosunkowo rzadko zagrożenie suszą notowano na północ i południe od tego obszaru. Potwierdzają to badania przeprowadzone przez DOROSZEWSKIEGO i in. [2014], ILNICKIEGO i in. [2012], a także OSTROWSKIEGO i in. [2008]. Według badań KALBARCZYK [2009] w środkowej części Pojezierza Pomorskiego, a także na Nizinie Szczecińskiej obserwowano największą liczbę okresów suchych. Badania MARTYNIAK [2012] wykazały, że zboża jare wysiane w pasie środkowym Polski są bardziej narażone na susze wiosenne i wczesnoletnie. Susza na tych obszarach wyróżnia się pod względem intensywności, a także bardzo długich ciągów dni bezopadowych [ŁABĘDZKI 2006]. W rejonie Wielkopolski i Kujaw występują największe niedobory wodne w kraju, wywierając negatywny wpływ na rozwój roślin uprawnych [KOZYRA, GÓRSKI 2004; KUŚMIEREK-TOMASZEWSKA i in. 2018; ROJEK 2001]. W miesiącach od kwietnia do września deficyt wody na tym terenie wynosi –100 mm do –150 mm. Badania BAŃKA i ŁABĘDZKIEGO [2002], BAŃKA [2003] oraz KOŹMIŃSKIEGO [1986] wykazały, że na obszarze Kujaw oraz w zachodniej Wielkopolsce sumy opadów atmosferycznych są mało zróżnicowane, nierównomiernie rozłożone i bardzo zmienne zarówno w okresie zimowym, jak i letnim. Obszary te zaliczane są do najsuchszych i najcieplejszych rejonów Polski.

Analiza z wykorzystaniem *KBW* wykazała, że obszar zagrożenia suszą w uprawie zbóż jarych był największy w 2006 i 2008 r., występował na glebach wszystkich kategorii. Podobne wyniki uzyskała też MIZAK i in. [2011], analizując występowanie suszy w uprawie pszenicy ozimej. Autorka ta stwierdziła, że największe zagrożenie wystąpieniem suszy, określone jako kryterium oznaczające 15-procentowe straty w plonach w skali gminy w stosunku do plonów uzyskanych w średnich wieloletnich warunkach pogodowych, odnotowane zostały w 2008 r. na glebach wszystkich kategorii. Przyjmując założenie 20-procentowego kryterium zmniejszenia plonów w tej uprawie, można stwierdzić, że susza wystąpiła tylko na

glebach I–III kategorii podatności gleb, dla których wartości krytyczne niedoboru wody są znacznie mniejsze. Badania przeprowadzone przez LORENC i in. [2006] także wykazały wystąpienie głębokiej suszy glebowej w 2006 r. Deficyt opadów w tym roku był szczególnie duży w województwach: lubuskim, kujawsko-pomorskim i wielkopolskim. Według danych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi w wyniku braku opadów atmosferycznych oraz kilkutygodniowych upałów w czerwcu i lipcu 2006 r. straty w plonach zbóż jarych wyniosły od 20 do 60% [KACA i in. 2011].

W wyniku niedoboru opadów największe straty w uprawie zbóż jarych, jak wykazali DOROSZEWSKI i in. [1997], występowały w okresie 1985–1994 na terenie: Kujaw, Wielkopolski, Mazowsza i w południowej części Niziny Szczecińskiej. W niniejszej pracy autorzy stwierdzają, że obszar zagrożenia suszą wśród zbóż jarych w okresie 2006–2017 nie uległ zmianie w stosunku do okresu 1985–1994.

WNIOSKI

1. Susza rolnicza powodująca co najmniej 20-procentowe zmniejszenie plonu w uprawie zbóż jarych odnotowana została w dziesięciu spośród dwunastu monitorowanych lat. Nie obserwowano jej wystąpienia w latach 2013 i 2014.

2. Największą liczbę województw (15) z wystąpieniem suszy rolniczej w uprawie zbóż jarych odnotowano w 2006 i 2008 r. W 2007, 2009 i 2011 r. suszę odnotowano w 14, zaś w 2016 r. w 13 województwach.

3. Na glebach wszystkich kategorii susza rolnicza występowała w 2006, 2008 i w 2011 roku.

4. Zagrożenie wystąpieniem suszy w uprawie zbóż jarych odnotowano najczęściej w województwach dolnośląskim (w dziesięciu latach), wielkopolskim, mazowieckim, łódzkim, kujawsko-pomorskim oraz opolskim (w dziewięciu latach). Najmniejszą liczbę lat z suszą odnotowano w woj. małopolskim (dwa lata).

5. Największy udział gruntów ornych (90,0–99,9%) z suszą w uprawie zbóż jarych zanotowano w województwach: lubuskim, kujawsko-pomorskim, wielkopolskim, zachodniopomorskim oraz mazowieckim. Takie zagrożenie suszą odnotowano w 2006, 2008 oraz w 2011 r.

6. Susza obejmująca 100% gmin występowała w sześciu województwach w 2006 r., w czterech w 2008 r., w dwóch w 2011 i 2015 r. oraz w jednym w 2009 r.

BIBLIOGRAFIA

- BAK B. 2003. Warunki klimatyczne Wielkopolski i Kujaw [Climatic conditions of Wielkopolska and Kujawy]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 3. Z. specj. (9) s. 11–38.
- BAK B., ŁABĘDZKI L. 2002. Assessing drought severity with the relative precipitation index (*RPI*) and the standardized precipitation index (*SPI*). Journal of Water Land Development. No. 6 s. 89–105.

- CHMURA A., CHYLIŃSKA E., DMOWSKI Z., NOWAK L. 2009. Rola czynnika wodnego w kształtowaniu plonu wybranych roślin polowych [Role of the water factor in yield formation of chosen field crops]. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. Nr 9 s. 33–44.
- DOROSZEWSKI A., DEMIDOWICZ G., GÓRSKI T. 1997. Wpływ niedoboru opadów na straty w produkcji zbóż jarych w Polsce [Effect precipitation deficit on losses in spring cereal production in Poland]. *Roczniki Akademii Rolniczej. Melioracje i Inżynieria Środowiska*. Z. 17 s. 223–231.
- DOROSZEWSKI A., JADCZYŹYŃ J., KOZYRA J., PUDEŁKO R., STUCZYŃSKI T., MIZAK K., ŁOPATKA A., KOZA P., GÓRSKI T., WRÓBLEWSKA E. 2012. Podstawy systemu monitoringu suszy rolniczej [Base of the agricultural drought monitoring system]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 12. Z. 2 (38) s. 77–91.
- DOROSZEWSKI A., JÓZWICKI T., WRÓBLEWSKA E., KOZYRA J. 2014. Susza rolnicza w Polsce w latach 1961–2010 [Agricultural drought in Poland in 1961–2010]. Puławy. IUNG-PIB. ISBN 978-83-7562-171-6 ss. 144.
- DOROSZEWSKI A., KOZYRA J., PUDEŁKO R., STUCZYŃSKI T., JADCZYŹYŃ J., KOZA P., ŁOPATKA A. 2008. Monitoring suszy rolniczej w Polsce [Monitoring of agricultural drought in Poland]. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*. Nr 1 s. 35–38.
- DZIEŹYC J. 1974. Nawadnianie roślin [Irrigation of plants]. Warszawa. PWRiL pp. 580.
- FARAT R., KĘPIŃSKA-KASPRZAK M., KOWALCZYK P., MAGER P. 1995. Susze na obszarze Polski w latach 1951–1990 [Droughts in Poland in the years 1951–1990]. *Materiały Badawcze IMGW. Gospodarka Wodna i Ochrona Wód*. Nr 16 ss. 141.
- GÓRSKI T. 2006. Zmiany warunków agroklimatycznych i długość okresu wegetacji roślin w ostatnim stuleciu. W: *Długookresowe przemiany krajobrazu Polski w wyniku zmian klimatu i użytkowania ziemi [Changes in agro-climatic and the length of vegetation period in the last century. In: Long-term changes in the Polish landscape as a result of climate change and land use]*. Red. M. Gutry-Korycka, A.L. Starkel, L. Ryszkowski. Poznań. Komitet Narodowy IGBP – Global Change s. 65–77.
- GÓRSKI T., KRASOWICZ S., KUŚ J. 1999. Glebowo-klimatyczny potencjał Polski w produkcji zbóż [Soil and climatic potential of Poland in cereal grain production]. *Pamiętnik Puławski*. Nr 114 s. 127–142.
- GRZEBISZ W. 2012. Technologie nawożenia roślin uprawnych – fizjologia plonowania. T. 2. Zboża i kukurydza [Technologies of fertilizing crops – yielding physiology. Vol. 2. Cereals and corn]. Poznań. PWRiL s. 45–71.
- IGRAS J., LIPIŃSKI W. 2006. Regionalne zróżnicowanie stanu agrotechnicznego gleb w Polsce [Regional differentiation of the agrochemical state of soil in Poland]. *Raporty PIB*. Z. 3 s. 71–79.
- ILNICKI P., FARAT R., GÓRECKI K., LEWANDOWSKI P. 2012. Mit stepowienia Wielkopolski w świetle wieloletnich badań obiegu wody [Myth of the steppe forming process in the Wielkopolska region from the viewpoint of long investigations of water circulation]. Poznań. Wydaw. UP. ISBN 978-83-7160-672-4 ss. 398.
- KACA E., ŁABĘDZKI L., LUBBE I. 2011. Gospodarowanie wodą w rolnictwie w obliczu ekstremalnych zjawisk pogodowych [Agricultural water management in view of extreme weather phenomena]. *Postępy Nauk Rolniczych*. Nr 1 s. 37–49.
- KALBARCZYK E. 2009. Występowanie suszy atmosferycznej w okresach rozwojowych pszenżyta jarego w północno-zachodniej Polsce [Occurrence of atmospheric drought in the spring triticale-development stages in north-western Poland]. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis. Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica*. T. 274(12) s. 19–26.
- KANECKA-GESZKE E., SMARZYŃSKA K. 2007. Ocena suszy meteorologicznej w wybranych regionach agroklimatycznych Polski przy użyciu różnych wskaźników [Assesinsg meteorological drought in some agro-climatic regions of Poland by using different indices]. *Acta Scientiarum Polonorum. Formatio Circumietus*. Nr 6 (2) s. 41–50.

- KOZYRA J., DOROSZEWSKI A., NIĘROBCA A. 2009. Zmiany klimatyczne i ich przewidywany wpływ na rolnictwo w Polsce [Climate change and its expected impact on agriculture in Poland]. *Studia i Raporty IUNG-PIB* s. 243–257.
- KOZYRA J., GÓRSKI T. 2004. Wpływ zmian klimatu na uprawę roślin w Polsce. W: *Klimat – Środowisko – Człowiek* [Impact of climate change on the cultivation of plants in Poland. In: *Climat – Environment – Human*]. Wrocław. Polski Klub Ekologiczny, Okręg Dolnośląski s. 41–50.
- KOZYRA J., GÓRSKI T. 2008. Wpływ zmian klimatycznych na rolnictwo w Polsce. Zmiany klimatu a rolnictwo i obszary wiejskie [Impact of climate change on agriculture in Poland. In: *Climate change, and agriculture and rural areas*]. FDPA s. 35–40.
- KOŹMIŃSKI C. 1986. Przestrzenny i czasowy rozkład okresów bezopadowych trwających ponad piętnaście dni [Spatial and temporal distribution of non-atmospheric periods lasting over fifteen days]. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 268 s. 17–36.
- KOŹMIŃSKI C., MICHALSKA B. 2010. Niekorzystne zjawiska atmosferyczne w Polsce. Straty w rolnictwie. W: *Klimatyczne zagrożenia rolnictwa w Polsce* [Unfavourable atmospheric phenomena in Poland. Losses in agriculture. In: *Climate threats to agriculture in Poland*]. Red. C. Koźmiński, B. Michalska, J. Leśny. *Rozprawy i Studia*. T. 847(773). Szczecin. Wydaw. Nauk. U. Szczec. s. 9–55.
- KUNDZEWICZ Z. 2000. Gdyby mała wody miarka... Zasoby wodne dla trwałego rozwoju [Had a small water scoop... Water resources for sustainable development]. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN. ss. 195.
- KUNDZEWICZ Z.W., KOZYRA J. 2011. Ograniczenie wpływu zagrożeń klimatycznych w odniesieniu do rolnictwa i obszarów wiejskich [Reducing of climatic threats to agriculture and rural areas]. *Polish Journal of Agronomy*. Nr 7 s. 68–81.
- KUŚMIEREK-TOMASZEWSKA R., DUDEK S., ŻARSKI J., JANUSZEWSKA-KLAPA L. 2018. Temporal variability of drought in field crops in the Region of Kujawsko-Pomorskie. *Research for Rural Development*. Vol. 2 s. 62–68.
- LORENC H., CERAN M., MIRKIEWICZ M., SASIM M., WITA A. 2006. Susza w Polsce – 2006 rok (przyczyny, natężenie, zasięg, wnioski na przyszłość) [Drought in Poland – 2006 (reasons, intensity, coverage, conclusions for the future)]. *Raport IMGW*. Warszawa ss. 33.
- ŁABĘDZKI L. 2006. Susze rolnicze. Zarys problematyki oraz metody monitorowania i klasyfikacji [Agricultural drought. Outline of the problem and methods of monitoring and classification]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie*. Nr 17. ISBN 83-88763-63-6 ss. 107.
- ŁABĘDZKI L. 2009. Przewidywane zmiany klimatyczne a rozwój nawodnień w Polsce [Foreseen climate changes and irrigation development in Poland]. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. Nr 3 s. 7–18.
- ŁABĘDZKI L., BĄK B. 2004. Standaryzowany klimatyczny bilans wodny jako wskaźnik suszy [Standardized climatic water balance as drought index]. *Acta Agrophysica*. T. 3 (1) s. 117–124.
- ŁABĘDZKI L., BĄK B., KANECKA-GESZKE E., KASPERSKA-WOŁOWICZ W., SMARZYŃSKA K. 2008. Związek między suszą meteorologiczną i rolniczą w różnych regionach agroklimatycznych Polski [Relationship between meteorological and agricultural drought in different agroclimatic regions in Poland]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie*. Nr 25. ISBN 978-83-61875-03 ss. 137.
- ŁOPATKA A. 2017. Europejski monitoring użytkowania gruntów i baza danych LUCAS [European land use monitoring and soil database LUCAS]. *Studia i Raporty IUNG-PIB*. Z. 51(5) s. 73–89.
- MARTYNIAK L. 2012. Wskaźniki reakcji zbóż jarych na stres wodny w poszczególnych fazach ich wzrostu i rozwoju [Indicators of spring cereals reactions to water stress in particular phases of their and development]. *Falenty*. Wydaw. ITP. ISBN 83-88763-46-6 ss. 60.

- MIZAK K., PUDEŁKO R., KOZYRA J., NIERÓBCA A., DOROSZEWSKI A., ŚWITAJ Ł., ŁOPATKA A. 2011. Wyniki monitoringu suszy rolniczej w uprawach pszenicy ozimej w Polsce w latach 2008–2010 [Results of monitoring agricultural drought in winter wheat crops in Poland in the years 2008–2010]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 11. Z. 2 (34) s. 95–107.
- NIERÓBCA A., KOZYRA J., MIZAK K., WRÓBLEWSKA E. 2013. Zmiana długości okresu wegetacyjnego w Polsce [Changing length of the growing season in Poland]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 13. Z. 2 (42) s. 81–94.
- OSTROWSKI J., ŁABĘDZKI L., KOWALIK W., KANECKA-GESZKE E., KASPERSKA-WOŁOWICZ W., SMARZYŃSKA K., TUSIŃSKI E. 2008. Atlas niedoborów wodnych roślin uprawnych i użytków zielonych w Polsce [Atlas of water deficits of cultivated plants and grasslands in Poland]. Warszawa – Falenty. Wydaw. IMUZ ss. 19.
- PENMANN H.L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society of London*. No. 193 s. 120–145.
- ROJEK M. 2001. Klimatyczny bilans wodny. W: Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce [Climatic water balance. In: Atlas of climate risk of growing plants in Poland]. Red. C. Koźmiński, B. Michalska. AR Szczecin, USzczec. s. 27.
- Rozporządzenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 22 marca 2017 r. w sprawie wartości klimatycznego bilansu wodnego dla poszczególnych roślin uprawnych i gleb [Ordinance of the Minister of Agricultural and Rural Development of 22 March 2017 on the value of climatic water balance for particular species of crops and soil]. Dz. U. 2017 poz. 732. SKRABKA H. 1992. Roślina a środowisko. Wybrane działy z fizjologii roślin [Plant and environment. Selected sections from plant physiology]. Skrypty Akademii Rolniczej. Nr 374. Wrocław. AR s. 41–47.
- ŚLUSARCYK E. 1979. Określenie retencji użytecznej gleb mineralnych dla prognozowania i projektowania nawodnień [Determination of useful retention of mineral soils for forecasting and designing irrigation]. *Biuletyn Informacyjny. Melioracje Rolne*. Nr 10. Z. 3 s. 1–10.
- TOKARCZYK T. 2008. Wskaźniki oceny suszy stosowane w Polsce i na świecie [Widly applied for drought assesment and polish application]. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. Nr 7 s. 167–182.
- Ustawa z dnia 7 lipca 2005 r. o dopłatach do ubezpieczeń rolnych i zwierząt gospodarskich w Polsce [Act of 7 July on subsidies to agricultural and livestock insurance in Poland]. Dz. U. 2005. Nr 150 poz. 1249 z późn. zm.

Izabella WÓJCIK, Andrzej DOROSZEWSKI, Elżbieta WRÓBLEWSKA, Piotr KOZA

AGRICULTURAL DROUGHT IN THE CULTIVATION OF SPRING CEREALS IN POLAND IN 2006–2017

Key words: *agricultural drought, Agricultural Drought Monitoring System (ADMS), climatic water balance, spring cereals*

Summary

The aim of the study was to analyze the agricultural drought in spring cereal cultivation, as well as to show the range of its occurrence in the years 2006–2017 on the basis of data from the Agricultural Drought Monitoring System in Poland. The calculated values of the climatic water balance, by which the area with agricultural drought is determined, were compared against the critical values. In the analyzed period, the risk of agricultural drought was not recorded in 2013 and 2014. The maximum range of drought in spring cereals cultivation was noted in 2006 (53.4% of Poland's arable land area). In the Kujawsko-Pomorskie, Lubuskie, Wielkopolskie, Zachodniopomorskie, Łódzkie, Ma-

zowieckie and Podlaskie voivodeships in Poland, the risk of drought in this crop was observed in all the municipalities. Water shortage occurred mainly on very light and light soils. In 2006, 2008 and 2011 it also occurred on medium and heavy soils (the 3rd and 4th category of susceptibility to drought). Drought was most commonly recorded in Dolnośląskie Voivodeship (in 10 years), followed by Wielkopolskie, Mazowieckie, Łódzkie, Kujawsko-Pomorskie and Opolskie (during 9 years). Water deficit causing a decrease in yields by at least 20% at the municipality level, as compared to yields obtained in average weather conditions, was slightly less frequent in Podlaskie and Podkarpackie Voivodeships, where it was recorded only 5 times in the analyzed years. On the other hand, the least frequent drought in spring cereal crops was recorded in the Małopolskie Voivodeship (only for two years).

Adres do korespondencji: mgr inż. Izabella Wójcik, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach, Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy; tel. +48 81 47-86-879, e-mail: iwojcik@iung.pulawy.pl