

OCENA INTENSYWNOŚCI SUSZY ATMOSFERYCZNEJ
NA NIZINIE SZCZECIŃSKIEJ W ROKU 2006 NA TLE WIELOLECIA

Bożena Michalska, Eliza Kalbarczyk

Katedra Meteorologii i Klimatologii, Akademia Rolnicza
ul. Papieża Pawła VI nr 3, 71-769 Szczecin
e-mail: bmichalska@agro.ar.szczecin.pl

Streszczenie. W pracy wykorzystano dobowe dane meteorologiczne (temperatura powietrza i opady) od 1 kwietnia do 30 września 2006 roku oraz dekadowe dane z okresu 1957-2006 zebrane ze stacji agrometeorologicznej w Lipniku k. Stargardu Szczecińskiego. Termiczną klasyfikację miesięcy od kwietnia do września 2006 roku przeprowadzono z wykorzystaniem wielkości odchylenia standardowego (σ) oraz średniej wieloletniej ($t_{\bar{w}}$) temperatury powietrza, z lat 1957-2006. Opady sklasyfikowano na podstawie kryterium Kaczorowskiej i wskaźnika standaryzowanego opadu SPI. Na podstawie przyjętych w pracy kryteriów czerwiec 2006 r. uznano za bardzo ciepły i suchy, a lipiec za bardzo suchy – wartość wskaźnika SPI – 1,72 i ekstremalnie ciepły – najcieplejszy na Nizinie Szczecińskiej od 50 lat. Bardziej intensywne susze wystąpiły w lipcu 1969 r. i we wrześniu 1959, 1969 i 1982 r. Cały okres wegetacyjny (IV-IX) 2006 r. określić można jako umiarkowanie suchy (75,1% normy opadu) i bardzo ciepły (z odchyleniem temperatury 2,3°C ponad normę). Wskaźnik SPI wykazał trend ujemny w większości miesięcy okresu wegetacyjnego, najbardziej wyraźny w sierpniu, co wskazuje na zwiększające się ryzyko występowania suszy w tym miesiącu.

Słowa kluczowe: wskaźnik standaryzowanego opadu SPI, trend wieloletni, intensywność suszy

WSTĘP

Susza jako anomalne zjawisko atmosferyczne wywołana jest długotrwałym brakiem opadu. Scharakteryzować ją można za pomocą intensywności, czasu trwania i zasięgu przestrzennego. Przedłużająca się susza meteorologiczna, wywołana niedoborem opadów i dużym parowaniem prowadzi do suszy glebowej, kiedy występuje wysychanie wierzchniej warstwy gleby, zahamowanie wzrostu roślin i ich usychanie. Następstwem długo utrzymującej się suszy glebowej jest susza hydrologiczna objawiająca się obniżeniem zwierciadła wód powierzchni-

wych, wysychaniem małych oczek wodnych, zmniejszeniem przepływu wody w rzekach i obniżeniem poziomu wód podziemnych (Farat i in. 1995, Kossowska-Cezak 1992, Koźmiński 1986, Łabędzki i Bąk 2004, Przedpeńska 1973). Często stosowaną metodą oceny suszy atmosferycznej jest ocena niedoborów w przychodzie wody określanych stosunkiem wysokości opadów w danym okresie do sum średnich wieloletnich uznawanych za normę (Kaczorowska 1962), co stanowi pewne uproszczenie, gdyż nie obrazuje rzeczywistych niedoborów wody i właściwego natężenia suszy, a jest wyrazem niedoborów względnych. Inne klasyfikacje suszy atmosferycznej dokonywane są na podstawie klimatycznego bilansu wodnego oraz wskaźników uwilgotnienia lub suchości atmosfery, w których obok przychodu wody uwzględniany jest również jej rozchód w postaci parowania określonego elementami meteorologicznymi, takimi jak temperatura powietrza, niedosyt wilgotności powietrza i prędkość wiatru, warunkującymi zdolność pochłaniania pary wodnej lub też wielkością parowania potencjalnego (Przedpeńska 1973). Najbardziej długotrwałą suszę w Polsce odnotowano w roku 1992. Szacunkowe meldunki niedostatecznego uwilgotnienia gleby IMGW (Atlas uwilgotnienia... 1995) oraz zdjęcia satelitarne do określenia termicznego wskaźnika kondycji roślin (Atlas klimatycznego... 2001) pomimo różnych metod dały bardzo zbliżone obrazy jej nasilania się i rosnącego, w miarę jej wydłużania, zróżnicowania przestrzennego suszy glebowej.

Na Nizinie Szczecińskiej susze atmosferyczne trwające ponad trzy tygodnie pojawiają się głównie w okresie od kwietnia do października z częstością od 15 do 30%, a w maju nawet przekraczającą 35% (Atlas zasobów... 2004). Susza atmosferyczna, która rozpoczęła się na początku lata 2006 roku była wyjątkowo długa i silna, towarzyszyła jej bezchmurna i upalna pogoda. Na Nizinie Szczecińskiej, w okolicach Stargardu Szczecińskiego, warstwa orna gleby była całkowicie przesuszona. Drastycznie zmniejszyły się zapasy wody użytecznej, obniżył się również poziom wody gruntowej, wszystko to spowodowało znaczne zmniejszenie plonów roślin, zwłaszcza zbóż jarych.

Celem pracy była ocena intensywności suszy atmosferycznej na Nizinie Szczecińskiej w sezonie wegetacyjnym 2006 roku, wyznaczonej na podstawie wskaźnika standaryzowanego opadu SPI oraz kryterium niedoboru opadów według Kaczorowskiej, w porównaniu z innymi latami posuszonymi w 50-leciu 1957-2006, a także ocena wieloletniej zmienności tego niekorzystnego zjawiska.

MATERIAŁ I METODY

W pracy wykorzystano dobowe dane meteorologiczne (temperatura powietrza i opady) od 1 kwietnia do 30 września 2006 roku oraz dekadowe dane z okresu 1957-2006 zebrane ze stacji agrometeorologicznej w Lipniku k. Stargardu Szczecińskiego, położonej w centralnej części Niziny Szczecińskiej (ϕ 53°21', λ 14°58', Hs

30 m n.p.m.). Termiczną klasyfikację miesięcy od kwietnia do września 2006 roku przeprowadzono z wykorzystaniem wielkości odchylenia standardowego (σ) oraz średniej wieloletniej (t_{sr}) temperatury powietrza, z lat 1957-2006. Stosując zaproponowaną przez Lorenc (2000) klasyfikację, miesiąc uznano za przeciętny gdy temperatura (t) mieściła się w przedziale $t_{sr}-0,5 \sigma < t \leq t_{sr}+0,5 \sigma$, lekko ciepły – $t_{sr}+0,5 \sigma < t \leq t_{sr}+1,0 \sigma$, ciepły – $t_{sr}+1,0 \sigma < t \leq t_{sr}+1,5 \sigma$, bardzo ciepły – $t_{sr}+1,5 \sigma < t \leq t_{sr}+2,0 \sigma$, anomalnie ciepły – $t_{sr}+2,0 \sigma < t \leq t_{sr}+2,5 \sigma$, ekstremalnie ciepły – $t > t_{sr}+2,5 \sigma$. Miesiące od lekko chłodnego do ekstremalnie zimnego oceniane są w taki sam sposób, ale przy ujemnych wartościach odchylenia standardowego.

Opady sklasyfikowano na podstawie kryterium Kaczorowskiej (1962), która za miesiąc przeciętny uznała taki, w którym suma opadów mieściła się w przedziale 75-125,9% sumy wieloletniej (normy), miesiąc suchy – 50-74,9% normy, bardzo suchy – 25-49,9% normy i skrajnie suchy – poniżej 25% normy, miesiąc wilgotny – 126,0-150,9%, bardzo wilgotny – 151,0-200% i szczególnie wilgotny – >200% normy. Dla dłuższych okresów czasu (rok, półrocze) kryteria wynoszą: okres suchy – 75-89,9% normy, bardzo suchy – 50-74,9% i skrajnie suchy – <50% normy.

Wskaźnik standaryzowanego opadu SPI opiera się na wieloletnich danych dotyczących opadu w określonym przedziale czasu. Do otrzymanej próby losowej dopasowuje się odpowiedni rozkład prawdopodobieństwa, sprawdzając jego zgodność z danymi obserwacyjnymi za pomocą testów statystycznych (Bąk i Łabędzki 2004). Opad atmosferyczny zwykle nie ma rozkładu normalnego, stąd przeprowadza się normalizację ciągu pomiarowego opadu stosując funkcję przekształcającą $f(P)$. Dla tak przekształconego ciągu określa się wartość średnią μ i średnie odchylenie standardowe δ .

Normalizację elementów ciągu opadów na stacji agrometeorologicznej w Lipniku z lat 1957-2006 przeprowadzono dla wartości z maja i września (w pozostałych miesiącach rozkład był zbliżony do normalnego) za pomocą funkcji:

$$f(P) = u = \sqrt{P}, \quad (1)$$

gdzie: P – wartość elementu ciągu pomiarowego opadu.

Zgodność rozkładu zmiennej przekształconej $f(P)$ z rozkładem normalnym zbadano stosując test zgodności χ^2 – Pearsona. Wskaźnik SPI dla danej wartości P obliczano z równania:

$$SPI = \frac{f(P) - \mu}{\delta} \quad (2)$$

gdzie: SPI – wskaźnik standaryzowanego opadu, $f(P)$ – przekształcona suma opadów, μ – średnia wartość znormalizowanego ciągu opadów, δ – średnie odchylenie standardowe znormalizowanego ciągu opadów.

Bąk i Łabędzki (2004) zmodyfikowali opracowane przez McKee wartości graniczne klas suszy, proponując trójprzedziałową klasyfikację tego zjawiska według wskaźnika standaryzowanego opadu SPI, uznając okres za: ekstremalnie suchy gdy wartość SPI jest $< -2,0$, bardzo suchy $-1,99 < SPI < -1,50$ i umiarkowanie suchy $-1,49 < SPI < -0,50$. Wartości progowe SPI dla poszczególnych klas odpowiadają określonym wartościom prawdopodobieństwa nieprzekroczenia danej wartości standaryzowanego opadu. Przykładowo, wartość progowa SPI dla okresu ekstremalnie suchego ($SPI < -2,0$) odpowiada opadowi wraz z mniejszymi, o prawdopodobieństwie wystąpienia 2%. W tym przypadku zastosowano bardziej ostre kryteria oceny okresów suszy niż klasyfikacja Kaczorowskiej, stąd też częstość występowania okresów suchych badanych tym wskaźnikiem jest prawie trzykrotnie mniejsza (Łabędzki 2006).

Suszę w 2006 roku oceniono nie tylko na podstawie występowania opadów atmosferycznych, ale uwzględniając również warunki ewaporacji i zmiany poziomu wody gruntowej. W tym celu obliczono klimatyczny bilans wodny, jako różnicę między sumą opadów (P) i sumą parowania z wolnej powierzchni wodnej (E) mierzonego na stacji agrometeorologicznej w Lipniku ewaporometrem Wilda.

Poziom wody gruntowej mierzony jest na stacji co dekadę za pomocą piezometru. Przeciętna wartość w okresie letnim (VI-VII) wynosi 6,6 m poniżej powierzchni gleby.

WYNIKI I DYSKUSJA

Średnia dekadowa i miesięczna temperatura powietrza od kwietnia do września w 2006 roku w Lipniku była w całym okresie, poza przełomem maja i czerwca oraz niewielkim ujemnym odchyleniem od normy w ostatniej dekadzie sierpnia, wyższa od wartości wieloletniej (tab. 1). Wszystkie miesiące, z wyjątkiem sierpnia, zostały sklasyfikowane jako cieplejsze od normy, a rekordowo gorącym okazał się lipiec. Średnie wartości temperatury przewyższyły o $6,0^\circ$ w pierwszej i $6,1^\circ\text{C}$ w trzeciej dekadzie wartości wieloletnie, stąd miesiąc ten był ekstremalnie ciepły, gdyż odchylenie od normy ($5,7^\circ\text{C}$) przekroczyło ponad 3-krotnie wartość odchylenia standardowego ($1,8^\circ\text{C}$) miesięcznej temperatury lipca. Tak upalnego lipca nie notowano w okresie od powstania stacji agrometeorologicznej, czyli od 1957 roku. Wysoka temperatura maksymalna ($\geq 25^\circ\text{C}$) wystąpiła już w drugiej dekadzie czerwca (miesiąc ten uznano za bardzo ciepły) i trwała nieprzerwanie do pierwszych dni sierpnia (tab. 2). W lipcu odnotowano 25 dni upalnych ($t_{max} \geq 30^\circ\text{C}$), a najwyższą maksymalną temperaturę powietrza $37,5^\circ\text{C}$ zanotowano w 28. dniu tego miesiąca. Była ona tylko o $0,1^\circ\text{C}$ niższa od absolutnie najwyższej, która wystąpiła w lipcu w 1994 roku, z tym, że wówczas zanotowano tylko 14 dni upalnych, a więc o prawie połowę mniej niż w analizowanym roku

(Kozłowski i Michalska 2000). Po „normalnym” sierpniu powróciła wysoka temperatura we wrześniu, dni gorących ($t_{max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) było aż 11, a średnia miesięczna temperatura przewyższyła normę o $3,7^{\circ}\text{C}$, co było podstawą do sklasyfikowania września jako miesiąca ekstremalnie ciepłego. Podobnie ciepły wrzesień (średnia miesięczna – $17,1^{\circ}\text{C}$), wystąpił w 1999 roku (Michalska i Kalbarczyk 2005).

Tabela 1. Średnia dekadowa i miesięczna temperatura powietrza w okresie od kwietnia do września w wieloletnim (1957-2006) i w roku 2006 w stacji agrometeorologicznej w Lipniku

Table 1. Average monthly and decade air temperature from April to September in the multi-year period of 1957-2006 and in 2006 at the Lipnik agrometeorological station

Miesiąc Month	Dekada Decade	1957-2006		2006		
		śr. ($^{\circ}\text{C}$)	δ ($^{\circ}\text{C}$)	śr. ($^{\circ}\text{C}$)	odch. ($^{\circ}\text{C}$)	Klasyfikacja termiczna Thermal classification
Kwiecień April	1	6,0	2,0	6,3	0,3	
	2	7,2	2,2	7,9	0,7	
	3	9,3	3,2	10,9	1,6	
	1-3	7,5	1,5	8,4	0,9	lekko ciepły – slightly warm
Maj May	1	11,6	2,5	14,6	3,0	
	2	13,1	2,8	14,1	1,0	
	3	13,8	2,4	12,4	-1,4	
	1-3	12,8	1,7	13,7	0,9	lekko ciepły – slightly warm
Czerwiec June	1	15,8	2,6	13,2	-2,6	
	2	15,8	2,3	20,8	5,0	
	3	16,7	1,7	20,7	4,0	
	1-3	16,0	1,2	18,2	2,2	bardzo ciepły – very warm
Lipiec July	1	17,5	2,4	23,5	6,0	
	2	17,9	2,3	22,4	4,5	
	3	18,4	2,4	24,5	6,1	
	1-3	17,8	1,8	23,5	5,7	ekstremalnie ciepły – extremely warm
Sierpień August	1	18,5	2,4	19,2	0,7	
	2	17,6	1,9	18,3	0,6	
	3	16,3	2,0	15,9	-0,4	
	1-3	17,3	1,3	17,8	0,5	przeciętny – average
Wrzesień September	1	15,0	1,7	16,8	1,8	
	2	13,3	1,9	18,0	4,7	
	3	12,0	1,8	16,6	4,6	
	1-3	13,4	1,4	17,1	3,7	ekstremalnie ciepły – extremely warm
Kwiecień – wrzesień April - September		14,1	0,9	16,4	2,3	

śr. – średnia – mean, δ – odchylenie standardowe – standard deviation, odch. – odchylenie od normy – deviation from multi-year mean.

Tabela 2. Średnia dekadowa i miesięczna temperatura maksymalna powietrza w okresie od kwietnia do września w wieloletniu (1957-2006) i w roku 2006 oraz liczba dni gorących ($\geq 25^{\circ}\text{C}$) i dni upalnych ($\geq 30^{\circ}\text{C}$) w roku 2006 w stacji agrometeorologicznej w Lipniku

Table 2. Average monthly and decade maximum air temperature from April to September in the multi-year period of 1957-2006 and in 2006, number of hot ($\geq 25^{\circ}\text{C}$) and extremely hot ($\geq 30^{\circ}\text{C}$) days in 2006 at the Lipnik agrometeorological station

Miesiąc Month	Dekada Decade	1957-2006		2006			
		śr. ($^{\circ}\text{C}$)	δ ($^{\circ}\text{C}$)	śr. ($^{\circ}\text{C}$)	odch. ($^{\circ}\text{C}$)	Liczba dni gorących Number of hot days $\geq 25^{\circ}\text{C}$	Liczba dni upalnych Number of extremely hot days $\geq 30^{\circ}\text{C}$
Kwiecień April	1	11,0	2,7	12,1	1,1		
	2	12,6	2,9	13,6	1,0		
	3	14,8	3,8	17,6	2,8		
	1-3	12,8	1,9	14,4	1,6		
Maj May	1	17,1	3,1	22,3	5,2	4	–
	2	18,6	3,3	20,7	2,1	1	–
	3	19,0	3,0	18,0	-1,0	–	–
	1-3	18,3	2,0	20,3	2,0	5	–
Czerwiec June	1	21,0	3,0	19,8	-1,2	–	–
	2	21,1	2,8	27,9	6,8	9	2
	3	22,0	2,5	27,3	5,3	8	3
	1-3	21,4	1,7	25,0	3,6	17	5
Lipiec July	1	22,8	3,1	31,1	8,3	10	8
	2	23,2	3,0	30,8	7,6	10	7
	3	23,8	3,3	33,5	9,7	11	10
	1-3	23,3	2,5	31,8	8,5	31	25
Sierpień August	1	24,3	3,2	26,6	2,3	7	3
	2	23,1	2,4	24,2	1,1	5	–
	3	21,5	2,8	20,6	-0,9	1	–
	1-3	23,0	1,9	23,7	0,7	13	3
Wrzesień September	1	20,2	2,5	22,4	2,2	2	–
	2	18,5	2,9	24,8	6,3	6	–
	3	16,8	2,3	23,9	7,1	3	–
	1-3	18,5	2,0	23,7	5,2	11	–
Kwiecień – wrzesień April – September		19,6	1,2	23,1	3,5	77	33

Objaśnienia jak w tab. 1 – explanations as for Tab. 1

W analizowanym roku najgorsza sytuacja zaistniała w bardzo suchym czerwcu i w ekstremalnie suchym lipcu, gdyż gorącej pogodzie towarzyszył brak opadów atmosferycznych (tab. 3). Okres bezopadowy rozpoczął się 22 czerwca i trwał aż do

27 lipca (36 dni), a niewielki deszcz, jaki wystąpił 13 lipca (1,3 mm) nie przerwał suszy i nie zmienił uwilgotnienia wierzchniej warstwy gleby. Podobnie długie okresy bezopadowe wystąpiły w roku 1982 w dolinie Noteci – pierwszy na przełomie lipca i sierpnia trwał 36 dni, a drugi na przełomie sierpnia i września – 38 dni (Kasperska-Wołowicz i in. 2003).

Tabela 3. Średnie dekadowe i miesięczne opady atmosferyczne w wieloleciu (1957-2006) i w roku 2006 w stacji agrometeorologicznej w Lipniku

Table 3. Average monthly and decade precipitation in the multi-year period of 1957-2006 and in 2006 at the Lipnik agrometeorological station

Miesiąc Month	Dekada Decade	1957-2006		2006		
		śr. (mm)	δ (mm)	Suma Total (mm)	odch. (%)	Klasyfikacja opadowa Precipitation classification
Kwiecień April	1	13,3	12,9	13,6	102,2	
	2	10,0	10,6	3,2	32,0	
	3	12,1	10,3	5,0	41,3	
	1-3	35,4	21,9	21,8	61,6	suchy - dry
Maj May	1	15,1	14,9	0,3	2,0	
	2	16,9	17,1	15,0	88,8	
	3	17,5	15,0	27,4	156,6	
	1-3	49,5	24,9	42,7	86,3	przeciętny – average
Czerwiec June	1	18,6	19,4	3,7	19,9	
	2	21,0	19,2	14,0	66,7	
	3	19,0	18,1	5,5	28,9	
	1-3	58,6	31,0	23,2	39,6	bardzo suchy – very dry
Lipiec July	1	21,0	19,0	0	0	
	2	26,1	22,0	1,3	5,0	
	3	20,6	16,5	6,0	29,1	
	1-3	67,7	35,0	7,3	10,8	ekstremalnie suchy – extremely dry
Sierpień August	1	17,7	14,3	22,4	126,5	
	2	18,0	16,3	35,3	196,1	
	3	21,3	20,4	46,3	217,4	
	1-3	57,0	26,3	104,0	182,5	bardzo wilgotny – very wet
Wrzesień September	1	17,9	16,9	33,6	187,7	
	2	14,4	12,6	0,3	2,1	
	3	15,7	13,1	4,5	28,7	
	1-3	48,0	26,0	38,4	80,0	przeciętny – average value
Kwiecień –wrzesień April – September		316,2	67,3	237,4	75,1	suchy – dry

Objaśnienia jak w tabeli 1 – explanations as in Table 1.

Spośród sześciu analizowanych miesięcy 2006 roku tylko sierpień okazał się bardzo wilgotny, maj i wrzesień, pod względem wielkości opadów, mieściły się w normie, ale wrzesień znacznie ją przekroczył pod względem termicznym (rys. 1, tab. 1 i 3). Okres wegetacyjny (kwiecień-wrzesień) 2006 roku należy uznać, według kryterium Kaczorowskiej, za suchy – na granicy bardzo suchego, gdyż suma opadów 237,4 mm stanowiła 75,1% wartości średniej wieloletniej (tab. 3). Nie był to jednak okres o najmniejszych opadach, jeszcze bardziej suche sezony wystąpiły w latach 1994 (175,2 mm) i 1982 (180,0 mm) (tab. 4).



Rys. 1. Wartości wskaźnika SPI od kwietnia do września 2006 r. w stacji agrometeorologicznej w Lipniku

Fig. 1. Values of the SPI index from April to September 2006 at the Lipnik agrometeorological station

Przyjmując za kryterium wartości wskaźnika SPI w latach 1957-2006 stwierdzono, że susza umiarkowana najczęściej występowała w kwietniu – 20 razy oraz w czerwcu – 18, zaś najrzadziej w maju i w sierpniu – odpowiednio 12 i 11 razy, ale w tym ostatnim miesiącu było najwięcej okresów bardzo suchych – 5, a w maju również 1 ekstremalnie suchy (tab. 5). Ogółem odnotowano 104 przypadki suszy, z czego 88 stanowiły miesiące umiarkowanie suche, 14 – bardzo suche i 2 – ekstremalnie suche (SPI poniżej $-2,0$), które wystąpiły w latach 80-tych – w maju 1980 r. i we wrześniu 1982 r.

Wskaźnik SPI wykazał tendencję ujemną w większości miesięcy okresu wegetacyjnego z lat 1957-2006, najbardziej wyraźną w sierpniu (rys. 2). Sumy opadów z całego okresu kwiecień-wrzesień również maleją (trend istotny na poziomie $\alpha \leq 0,05$) – przeciętnie 13 mm na 10 lat (rys. 3). Ostatnie pięć lat badanego okresu charakteryzowało się opadami dużo niższymi od normy obliczonej dla

okresu wegetacyjnego z lat 1957-2006 (rys. 3). Uwzględnienie ostatnich kilku lat potwierdziło inną tendencję opadów niż badania E. Kalbarczyk i R. Kalbarczyka (2005), przeprowadzone dla okolicy Szczecina na podstawie lat 1963-2002.

Tabela 4. Sumy opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym (kwiecień-wrzesień) w latach suchych w stacji agrometeorologicznej w Lipniku

Table 4. Precipitation totals during the vegetation period (April-September) in dry years at the Lipnik agrometeorological station

Rok –Year	1959	1969	1975	1982	1992	1994	2002	2003	2004	2005	2006
Opad – Precipitation (mm)	277,3	223,2	282,2	180,0	212,2	175,2	214,9	220,4	271,7	262,1	237,4
Opad – Precipitation (% normy)	87,7	70,6	89,2	56,9	67,1	55,4	68,0	69,7	85,9	82,9	75,1
Ocena wg kryte- rium Kaczorow- skiej Evaluation based on Kaczorowska criterion	s.	b.s.	s.	b.s.	b.s.	b.s.	b.s.	b.s.	s.	s.	s.
Ocena wg kryte- rium Łabędzkie- go i Bąka Evaluation based on Łabędzki and Bąk criterion	u.s.	b.s.	u.s.	e.s.	b.s.	e.s.	b.s.	b.s.	u.s.	u.s.	u.s.

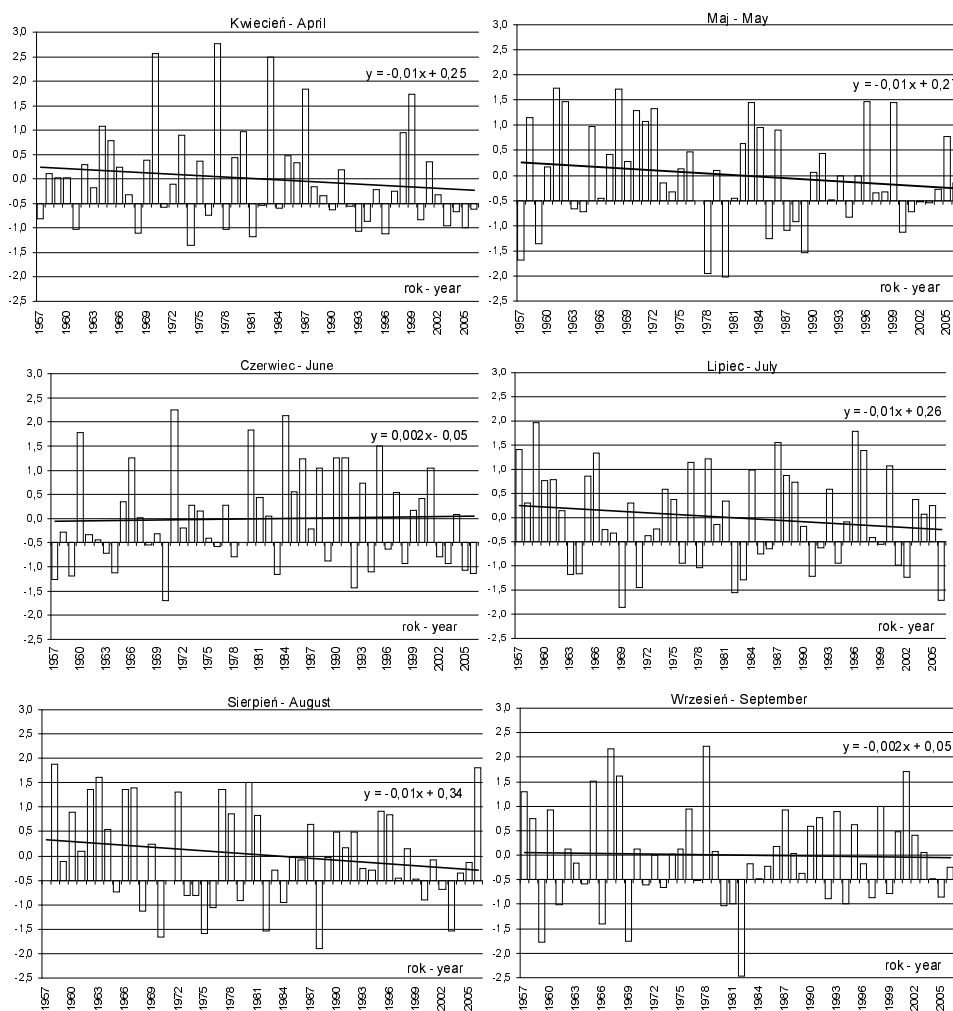
b.s. – bardzo suchy / very dry, s. – suchy / dry, p. – przeciętny / average, u.s. – umiarkowanie suchy / moderately dry, e.s. – ekstremalnie suchy / extremely dry.

Tabela 5. Liczba przypadków suszy wg SPI w miesiącach od kwietnia do września w stacji agrometeorologicznej w Lipniku w latach 1957-2006

Table 5. Number of drought periods according to the SPI index between April and September at the Lipnik agrometeorological station in the years 1957-2006

Okresy suszy Drought periods	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September	Kwiecień – wrzesień April – Sep- tember
u.s.	20	12	18	14	11	13	88
b.s.	0	3	1	3	5	2	14
e.s.	0	1	0	0	0	1	2
Suma Total	20	16	19	17	16	16	104

Objaśnienia jak w tabeli 4 – explanations as in Table 4.

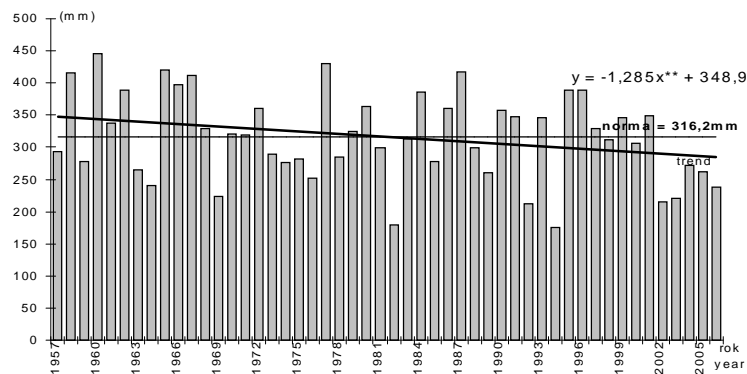


Rys. 2. Wartości wskaźnika SPI w miesiącach od kwietnia do września w kolejnych latach 1957-2006 wraz z trendem liniowym w stacji agrometeorologicznej w Lipniku

Fig. 2. SPI index values from April to September in successive years 1957-2006 with linear trend at the Lipnik agrometeorological station

W jedenastu najbardziej posusznych latach badanego wielolecia największa ujemna wartość wskaźnika SPI = -2,46 wystąpiła we wrześniu 1982 roku, co było następstwem bardzo suchego lipca i sierpnia. W pozostałych latach miesiące były umiarkowanie suche lub bardzo suche (tab. 6). Susza, która wystąpiła w lipcu 2006 roku była pod względem intensywności (SPI = -1,72) piątą z kolei po wspomnianych

wyżej, zanotowanych we wrześniu 1982 oraz lipcu 1969 roku ($SPI = -1,85$), wrześniu 1959 ($SPI = -1,77$) i wrześniu 1969 ($SPI = -1,75$), a więc tych które pojawiły się w suchych sezonach wegetacyjnych. Wprawdzie w badanych latach 1957-2006 wystąpiły również niższe wartości SPI od wskaźnika z lipca 2006, np. w maju 1978 r. ($-1,96$) r. i maju 1980 r. ($-2,02$) oraz sierpnia 1988 r. ($-1,89$), ale sezony te nie należały, według kryterium Kaczorowskiej (1962), do suchych.



Rys. 3. Sumy opadów atmosferycznych od kwietnia do września w kolejnych latach 1957-2006 w stacji agrometeorologicznej w Lipniku

Fig. 3. Precipitation totals from from April to September 2006 at the Lipnik agrometeorological station

Wyznaczona przez Łabędzkiego i Bąka (2004) suma opadów dla górnej granicy ekstremalnej suszy w rejonie Szczecina, w okresie kwiecień-wrzesień, wynosi 202,4 mm. Według tego kryterium tylko sezony wegetacyjne w latach 1982 i 1994, z sumami opadów odpowiednio: 180,0 i 175,2 mm, można uznać za ekstremalnie suche (tab. 4). Tak więc półrocze ciepłe 2006 roku (opady 237,4 mm) klasyfikują się jako umiarkowanie suche (górną granicę suszy – 287 mm), również do takich zaliczyć można okresy wegetacyjne w latach 1959, 1975, 2004 i 2005. Natomiast sezony lat 1969, 1992, 2002 i 2003 (z kryterium 228,5 mm) uważa się za bardzo suche.

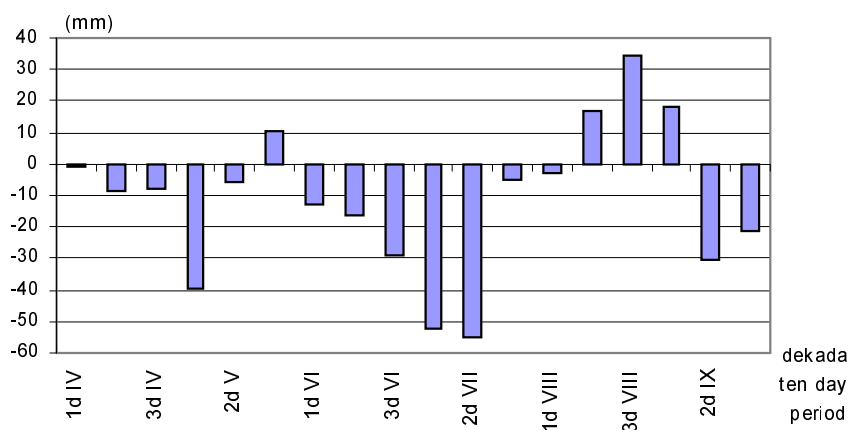
Warunki wilgotnościowe, ocenione za pomocą klimatycznego bilansu wodnego, wskazują, że niedobory wody pogłębiały się od 1. dekady czerwca do 2. dekady lipca 2006 r., w której to bilans osiągnął wartość -55 mm (rys. 4). Miesięczna suma klimatycznego bilansu wodnego w lipcu wyniosła -157 mm i była to najniższa wartość w badanym wieloleciu. Miesiącami, w których bilans wodny wyniósł -90 mm był lipiec 1969 roku oraz -96 mm – lipiec i sierpień 1982 roku (Kozmiński i Michalska 2000). Natomiast w roku 1982, w którym susza trwała

kolejne trzy miesiące (VII-IX) klimatyczny bilans wodny wyniósł aż -272 mm. W roku 2006 miesiącami suchymi były czerwiec i lipiec, gdyż stwierdzono bilans -214 mm.

Tabela 6. Miesięczne wartości wskaźnika standaryzowanego opadu SPI w latach suchych w stacji agrometeorologicznej w Lipniku

Table 6. Monthly values of standardized precipitation index SPI in dry years at the Lipnik agrometeorological station

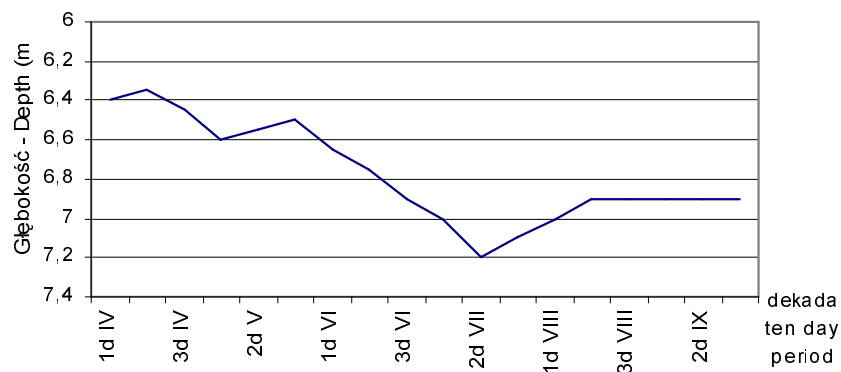
Miesiąc Month	Rok – Year										
	1959	1969	1975	1982	1992	1994	2002	2003	2004	2005	2006
Kwiecień April	0,02	0,38	0,37	-0,55	-0,56	-0,87	-0,32	-0,95	-0,67	-0,99	-0,62
Maj May	-1,35	0,28	0,14	0,63	-0,49	-0,82	-0,53	-0,54	-0,28	0,78	-0,15
Czerwiec June	-1,19	-0,31	-0,41	0,05	-1,43	-1,10	-0,78	-0,93	0,08	-1,06	-1,14
Lipiec July	1,96	-1,85	0,37	-1,55	-0,63	-0,95	-1,24	0,37	0,06	0,25	-1,72
Sierpień August	-0,11	0,25	-1,59	-1,55	0,49	-0,29	-0,69	-1,54	-0,35	-0,13	1,81
Wrzesień September	-1,77	-1,75	0,13	-2,46	-0,89	-0,99	0,41	0,05	-0,47	-0,85	-0,25



Rys. 4. Dekadowe wartości klimatycznego bilansu wodnego ($P-E$) od 1 dekady kwietnia do 3 dekady września 2006 r. w stacji agrometeorologicznej w Lipniku

Fig. 4. Decade values of the climatic water balance value ($P-E$) from the first decade of April to the last decade of September, 2006, at the Lipnik agrometeorological station

Na systematyczne zmniejszanie się zasobów wodnych w glebie podczas suszy w 2006 roku wskazuje przede wszystkim przebieg poziomu wód gruntowych (rys. 5). Głębokość zalegania wody gruntowej na stacji agrometeorologicznej w Lipniku zwiększyła się prawie o metr. Na początku sezonu wegetacyjnego wynosiła 6,35 m, a pod koniec 2. dekady lipca spadła do 7,20 m. Dopiero po opadach sierpniowych poziom wody w gruncie ustalił się na głębokości 6,9 m. W Polsce poziom wód podziemnych w końcu lipca 2006 r. był w 87% posterunków obserwacyjnych niższy od średniej wieloletniej od około 100 do 300 cm (Biuletyn 2006). Podobna sytuacja wystąpiła na terenie prawie całego kraju latem 2003 roku. Jak podają Sasim i Mierkiewicz (2005) poziom płytkich wód gruntowych był wtedy w około 80% posterunków niższy od średniej wieloletniej, lokalnie nawet o 100 cm i więcej.



Rys. 5. Stan wód gruntowych od 1 dekady kwietnia do 3 dekady września 2006 r. w stacji agrometeorologicznej w Lipniku

Fig. 5. Ground water level from the first decade of April to the last decade of September, 2006, at the Lipnik agrometeorological station

PODSUMOWANIE

Ocena miesięcy roku 2006, według kryterium Kaczorowskiej, wykazała, iż czerwiec był bardzo suchy, a lipiec ekstremalnie suchy. Na podstawie wskaźnika standaryzowanego opadu SPI czerwiec uznano za suchy, a lipiec za bardzo suchy. Lipiec roku 2006 był ósmym z kolei miesiącem w wieloleciu 1957-2006 pod względem intensywności suszy atmosferycznej w ciepłej porze roku ($SPI = -1,74$) i piątym pod tym względem w sezonach wegetacyjnych zaliczanych do suchych. W kwietniu, maju, lipcu i sierpniu wystąpiła tendencja malejąca wartości wskaźnika SPI, najbardziej wyraźna w tym ostatnim miesiącu ($-0,12$ na dziesięć lat),

co wskazywałoby na zwiększające się ryzyko występowania suszy na Nizinie Szczecińskiej.

Cały okres wegetacyjny (IV-IX) 2006 r., z sumą opadów 237,4 mm, można ocenić jako suchy (kryterium Kaczorowskiej), bądź umiarkowanie suchy (kryterium SPI) oraz bardzo ciepły (16,5°C). Susza, która wystąpiła na Nizinie Szczecińskiej latem 2006 roku była umiarkowanie intensywna pod względem niedoboru opadów, ale jej odczucie zostało spotęgowane bardzo wysoką temperaturą w lipcu, nie notowaną na tym terenie od 50 lat.

PIŚMIENNICTWO

- Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce, 2001. Red. Koźmiński C., Michalska B., AR Szczecin, Uniwersytet Szczeciński.
- Atlas uwilgotnienia gleby w Polsce, 1995. Red. Koźmiński C., Michalska B., AR Szczecin.
- Atlas zasobów i zagrożeń klimatycznych Pomorza, 2004. Red. Koźmiński C., Michalska B., AR Szczecin.
- Bąk B., Łabędzki L., 2004. Monitorowanie suszy w okresie dekadowym metodą wskaźnika SPI i prognozowanie dalszego jej rozwoju. Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. UMK Toruń, Biblioteka Monitoringu Środowiska, 77-83.
- Biuletyn Państwowej Służby Hydr.-Meteor. 2006, IMGW Warszawa, 7.
- Farat R., Kępińska-Kasprzak M., Kowalczak P., Mager P., 1995. Susze na obszarze Polski w latach 1951-1990. Mat. Bad. Ser. Gosp. Wodna i Ochr. Wód 16, IMGW Warszawa, 141.
- Kaczorowska Z., 1962. Najsuchsze i najwilgotniejsze pory roku w Polsce w okresie 1900-1959. Przegl. Geofiz., 7, 15, 3.
- Kalbarczyk E., Kalbarczyk R., 2005. Identyfikacja okresów suszy atmosferycznej w okolicy Szczecina w latach 1963-2002. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 5 (14), 171-183.
- Kasperska-Wołowicz W., Łabędzki L., Bąk B., 2003. Okresy posuszne w rejonie Bydgoszczy. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 3, 9, 39-56.
- Kossowska-Cezak U., 1992. Lato 1992 r. w Polsce na tle sezonów letnich ostatnich 120 lat. W: Klimat i bioklimat miast (red. K. Kłysik).
- Koźmiński C., 1986. Przestrzenny i czasowy rozkład okresów bezopadowych trwających ponad 15 dni na terenie Polski. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 268, 37-52.
- Koźmiński C., Michalska B., 2000. Klimatyczna charakterystyka rejonu stacji agrometeorologicznej w Lipkach k/Stargardu Szczecińskiego. AR Szczecin, s. 84.
- Lorenc H., 2000. Studia nad 220-letnią (1779-1998) serią temperatury powietrza w Warszawie oraz ocena jej wiekowych tendencji. Materiały Badawcze Seria Meteorologia 31.
- Łabędzki L., Bąk B., 2004. Zróżnicowanie wskaźnika suszy atmosferycznej SPI w sezonie wegetacyjnym w Polsce. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 4, 2a(11), 111-122.
- Łabędzki L., 2006. Susze rolnicze – zarys problematyki oraz metody monitorowania i klasyfikacji. Woda Środ. Obszary Wiejskie. Rozpr. Nauk. i Monogr. 17.
- Michalska B., Kalbarczyk E., 2005. Longterm changes in air temperature and precipitation on Szczecińska Lowland. EJP AU Ser. Environ. Develop. vol. 8, issue 1, www.media.ejpau.pl
- Przedpelska W., 1973. Zagadnienie susz atmosferycznych w Polsce i metody ich określania. Pr. i Studia Inst. Geogr. UW, Klimatol. 6, 59-82.
- Sasim M., Mierkiewicz M., 2005. Susza w 2003 roku. Gazeta Obserw. IMGW, 37-38.

**EVALUATION OF DROUGHT INTENSITY IN THE SZCZECIN
LOWLANDS IN 2006 IN COMPARISON TO A MULTI-YEAR PERIOD***Bożena Michalska, Eliza Kalbarczyk*

Department of Meteorology and Climatology, Agricultural University
ul. Papieża Pawła VI nr 3, 71-769 Szczecin
e-mail: bmichalska@agro.ar.szczecin.pl

Abstract. In the present study, diurnal (24 hr) meteorological data (air temperature and precipitation) from 1st April to 30th September, 2006, and decade data from the years 1957-2006 gathered at the meteorological station in Lipnik near Stargard Szczeciński were used. The thermal classification of the months from April to September, 2006, was carried out on the basis of the value of the standard temperature deviation (σ) from the norm, i.e. from the average air temperature of the multi-year period of 1957-2006 as it was assumed in the study. The precipitation was classified according to Kaczorowska's criterion and the standardized precipitation index SPI. On the basis of the criteria used in the study, June 2006 was regarded as a very warm and dry month, and July as extremely warm, the warmest in the Szczecin Lowlands for 50 years. The value of the SPI was -1.74. More intensive droughts occurred in July 1969 and in September 1959, 1969, 1982. The whole vegetation period (April-September) of 2006 is regarded as moderately dry (75,1% of the precipitation norm) and very warm (with a temperature deviation of 2.3°C above the norm). Decreasing values of SPI in most months of the vegetation period, especially in August, indicate an increasing risk of drought in the Szczecin Lowlands.

Key words: standardized precipitation index SPI, drought intensity, multi-year variability