

## PRZESTRZENNE ZRÓŻNICOWANIE SUSZY METEOROLOGICZNEJ I ROLNICZEJ W REJONIE BYDGOSKO-TORUŃSKIM

### SPATIAL VARIABILITY OF METEOROLOGICAL AND AGRICULTURAL DROUGHT IN BYDGOSZCZ-TORUŃ REGION

Bogdan Bąk, Leszek Łabędzki

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach  
Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy

**Streszczenie.** Artykuł przedstawia problem przestrzennego zróżnicowania w rejonie bydgosko-toruńskim suszy meteorologicznej i rolniczej w uprawie buraka cukrowego i ziemniaka późnego oraz na trwałych użytkach zielonych. Analizę przeprowadzono na podstawie pomiarów dokonanych w 2011 r. na stacjach Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy, Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy oraz Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Region bydgosko-toruński charakteryzuje się niewielką sumą opadów w okresie wegetacyjnym i dużą ich zmiennością czasową oraz przestrzenną. Intensywność suszy meteorologicznej w każdym miesiącu sezonu wegetacyjnego (IV–IX) oceniono za pomocą wskaźnika względnego opadu RPI i wskaźnika standaryzowanego opadu SPI. Intensywność suszy rolniczej określano na podstawie wskaźnika suszy rolniczej CDI, stosując równania regresji liniowej między SPI i CDI. Uzyskany rozkład intensywności suszy rolniczej był w trakcie okresu wegetacyjnego weryfikowany okresowymi pomiarami wilgotności wierzchniej warstwy gleby (0–20 cm). Na obszarze objętym monitorowaniem stwierdzono znaczne zróżnicowanie suszy meteorologicznej, jednocześnie odnotowano niewielkie zróżnicowanie przestrzenne suszy rolniczej, która była determinowana wielkością zasobów wody użytkowej w glebie.

**Abstract.** The spatial variation of meteorological and agricultural drought in the Bydgoszcz-Toruń region in the cultivation of sugar beet, late potato and on permanent grasslands are presented in the paper. The analysis were conducted on the basis of measurements carried out in 2011 at the meteorological stations of the Institute of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz, the University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz and

---

Adres do korespondencji – Corresponding authors: dr inż. Bogdan Bąk, prof. dr hab. inż. Leszek Łabędzki, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy, ul. Glinki 60, 85-174 Bydgoszcz, e-mail: bogbak@onet.pl; l.labeledzki@itep.edu.pl.

Nicolaus Copernicus University in Toruń. Research area is characterized by small sums of rainfall during the growing season and big temporal and spatial variability. The intensity of meteorological drought in each month of the growing season (April–September) was assessed using the Relative Precipitation Index (RPI) and the Standardized Precipitation Index (SPI). Agricultural drought intensity was determined using the linear regression equations between the SPI and Crop Drought Index (CDI). The intensity of agricultural drought during the period was verified by periodic measurements of moisture of soil (in the 0–20 cm layer). At the same time it was found considerable spatial variation of meteorological drought and little spatial diversity of agricultural drought, the intensity of which depended on the available soil water.

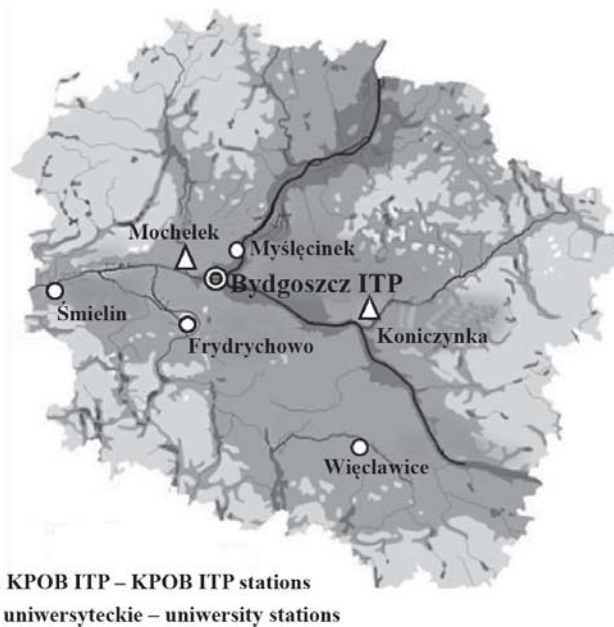
**Słowa kluczowe:** susza meteorologiczna, susza rolnicza, wskaźnik suszy meteorologicznej SPI, wskaźnik suszy rolniczej CDI

**Key words:** meteorological drought, agricultural drought, standardized precipitation index SPI, crop drought index CDI.

## WSTĘP

Rozpoznanie problemów gospodarowania wodą w rolnictwie na terenie Wielkopolski oraz Kujaw i Pomorza jest jednym ze statutowych zadań Kujawsko-Pomorskiego Ośrodka Badawczego Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego, a działaniem wspierającym te badania jest mezoskalowy monitoring warunków agrometeorologicznych. Wieloletnie doświadczenia w produkcji rolniczej pokazują, że na obszarach, gdzie istnieją zbliżone średnie warunki meteorologiczne, okresowo może występować duże zróżnicowanie opadów. Prowadzi to do znacznego zróżnicowania intensywności suszy rolniczej w uprawach poszczególnych roślin i do zróżnicowania wielkości plonów końcowych. Kolejnym czynnikiem powodującym to zróżnicowanie jest zmienność warunków glebowo-wodnych oraz charakter i poziom produkcji rolniczej. Kompleksowy wpływ powyższych czynników jest szczególnie widoczny na obszarach podatnych na pojawianie się suszy. Wzrost liczby okresów ekstremalnych warunków meteorologicznych i hydrologicznych na terenie Wielkopolski oraz Kujaw, a także prognozy zmian klimatycznych w przyszłości wskazują na potrzebę monitorowania deficytów wody i intensywności suszy rolniczej na obszarach rolniczych w skali regionalnej (mezoskali), tj. w skali przestrzennej 150–300 km. Zmienność opadów i towarzyszące im okresy susz w rejonie bydgosko-toruńskim, zwłaszcza w okresie wegetacyjnym, były przedmiotem badań wielu autorów. Przeprowadzone analizy wykazały, że region Kujaw i okolice Torunia leżą na obszarze szczególnie zagrożonym powyższymi zjawiskami [Konopko 1988, Bąk i Łabędzki 2002, Kasperska-Wołowicz i in. 2003, Łabędzki i Bąk 2004, Łabędzki 2007, Uscka-Kowalkowska i Kejna 2009, Bąk i in. 2012].

Celem pracy była ocena przestrzennego zróżnicowania intensywności suszy meteorologicznej i rolniczej dla wybranych roślin uprawnych w różnych środowiskach glebowo-wodnych w rejonie bydgosko-toruńskim w ramach prowadzonego monitoringu suszy na Kujawach [Bąk i Łabędzki 2009].



Rys. 1. Lokalizacja stacji pomiarowych

Fig. 1. Location of measurement stations

## METODY BADAŃ I MATERIAŁ BADAWCZY

Obiektem badawczym był obszar wyznaczony na podstawie położenia automatycznych stacji pomiarowych ITP (Bydgoszcz, Mysłęcinek, Więclawice, Frydrychowo, Śmielin k. Wyrzyska) oraz uczelnianych stacji pomiarowych w Mochełku (Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy – UTP) i w Koniczynie (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu – UMK) (rys. 1).

Zadanie było realizowane przez badania (pomiar) terenowe i prace kameralne. Program badań doświadczalnych obejmował ciągły monitoring na stacjach automatycznych parametrów meteorologicznych: temperatury powietrza, ciśnienia pary wodnej, promieniowania słonecznego, prędkości wiatru oraz opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym (IV–IX), a także okresowe pomiary wilgotności wierzchniej warstwy gleby (0–20 cm) na stanowiskach badawczych reprezentujących różne środowiska użytkowania rolniczego: Frydrychowo (użytki zielone – stanowisko suche, posuszone i wilgotne) i Więclawice (uprawa polowa – buraki cukrowe).

Intensywność suszy meteorologicznej w przesuwanych okresach miesięcznych, z krokiem dekadowym, oceniano na podstawie o wartości wskaźnika względnego opadu RPI i wskaźnika standaryzowanego opadu SPI [Vermes 1998, Bąk i Łabędzki 2002, Łabędzki 2006, 2007, Łabędzki in. 2008, NDMC 2011]. Ocenę intensywności suszy rolniczej sformułowano, opierając się na wartości wskaźnika CDI (Crop Drought Index) [Brunini i in. 2005, Bąk 2006, Łabędzki 2006], który wyraża wielkość redukcji

ewapotranspiracji rzeczywistej ET w warunkach niedoboru wody w glebie w stosunku do ewapotranspiracji potencjalnej ET<sub>p</sub> w warunkach dostatecznego uwilgotnienia gleby. Przy założeniu, że  $ET \leq ET_p$ , wartości CDI > 0 odpowiadają redukcji ewapotranspiracji spowodowanej niedoborem wody w glebie.

Intensywność suszy rolniczej określano na podstawie równań regresji liniowej między wskaźnikiem suszy meteorologicznej SPI i rolniczej CDI, które były wyznaczone w badaniach prowadzonych w latach 2005–2008. Wykorzystano tylko te zależności, które są istotnie statystyczne, a współczynnik korelacji spełnia warunek  $|r| > 0,7$  [Łabędzki in. 2008].

Wartości wskaźnika CDI w sezonie wegetacyjnym obliczano w okresach sumowanych miesięcy. Pierwszy okres trwał od 1 IV do 30 IV, drugi od 1 IV do 31 V, a ostatni odnosił się do całego okresu wegetacyjnego: od 1 IV do 30 IX. Przyjęta metodyka wyznaczania kolejnych okresów monitorowania wynikała z tego, że zmiana bilansu wodnego w glebie w danym miesiącu zależy nie tylko od bieżących warunków meteorologicznych, lecz w dużym stopniu także od warunków w okresie poprzedzającym. Intensywność suszy rolniczej roślin jest zdeterminowana nie tylko suszą meteorologiczną, lecz również rodzajem gleb, na których są one uprawiane, i ich zdolnością retencjonowania wody.

Monitoring suszy rolniczej na Kujawach dotyczył dwóch roślin uprawy polowej: buraków cukrowych i ziemniaków późnych, na dwóch rodzajach gleb różniących się istotnie zapasami wody użytecznej (120 i 200 mm w profilu gleby 0–100 cm). W dolinie górnej Noteci wartości CDI obliczano dla trzech siedlisk trwałych użytków zielonych (suchego, wilgotnego, i posusznego), różniących się zapasami wody łatwodostępnej w 30-centymetrowej wierzchniej warstwie korzeniowej (0–30 cm) (odpowiednio: 100, 80 i 50 mm) i różniących się intensywnością zasilania wodą gruntową siedliska.

Bieżącą ocenę intensywności suszy rolniczej w 2011 r., opartą na wartościach wskaźnika CDI wyznaczonych na podstawie równań regresji, skonfrontowano z rzeczywistymi pomiarami wilgotności gleby prowadzonymi w Więclawicach i we Frydrychowie.

## WYNIKI

Wyniki pomiarów opadów, w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego w 2011 r. pokazały ich zróżnicowanie przestrzenne w badanym regionie (tab. 1).

Tabela 1. Sumy opadów na stacjach pomiarowych w 2011 r.

Table 1. Precipitation sums at the measurement stations in 2011

Miesiąc Month	Stacja – Station						
	Bydgoszcz ITP	Mysłęcinek ITP	Więclawice ITP	Frydrychowo ITP	Śmielin ITP	Mochełek UTP	Koniczynka UMK
IV	9	12	6	8	23	14	10
V	31	33	23	38	39	38	48
VI	101	150	60	39	57	101	87
VII	100	94	89	85	140	133	165
VIII	29	50	34	19	92	68	33
IX	25	27	32	20	36	37	67
IV–IX	295	365	244	209	386	390	409

Maksymalną sumę opadów w okresie wegetacyjnym zanotowano w Koniczynie (409 mm), a minimalną we Frydrychowie (209 mm) (tab. 1). Według klasyfikacji opadowej Kaczorowskiej [1962] okres wegetacyjny w rejonie Koniczynki był okresem wilgotnym, a w rejonie Frydrychowa umiarkowanie suchym. Najbardziej zróżnicowanym miesiącem pod względem sum opadów był czerwiec, w którym amplituda opadów w rejonie wynosiła 111 mm. We Frydrychowie, w dolinie górnej Noteci, był to miesiąc umiarkowanie suchy, ale już w odległym o około 25 km Myśliczynie – ekstremalnie wilgotny. Ponadprzeciętne opady wystąpiły w całym rejonie jedynie w lipcu, przy czym największe zanotowano na zachodzie (Mochelek, Śmielin) i na wschodzie (Koniczynka).

Oceny intensywności suszy meteorologicznej w rejonie zarówno w poszczególnych miesiącach, jak i w całym okresie wegetacyjnym dokonano, opierając się na klasach intensywności suszy wskaźników suszy RPI (tab. 2) i SPI (tab. 3).

Tabela 2. Susza meteorologiczna według wskaźnika RPI w 2011 r.

Table 2. Meteorological drought according to RPI index in 2011

Miesiąc Month	Stacja – Station						
	Bydgoszcz ITP	Myśliczinek ITP	Więclawice ITP	Frydrychowo ITP	Śmielin ITP	Mochelek UTP	Koniczynka UMK
IV	■	■	■	■		■	■
V	■	■	■				
VI				■			
VII							
VIII	■		■	■			
IX	■		■	■			
IV–IX			■	■		■	

■ ekstremalna susza – extreme drought    ■ silna susza – severe drought  
 ■ umiarkowana susza – moderate drought    □ brak suszy – no drought

Tabela 3. Susza meteorologiczna według wskaźnika SPI w 2011 r.

Table 3. Meteorological drought according to SPI index in 2011

Miesiąc Month	Stacja – Station						
	Bydgoszcz ITP	Myśliczinek ITP	Więclawice ITP	Frydrychowo ITP	Śmielin ITP	Mochelek UTP	Koniczynka UMK
IV	■	■	■	■		■	■
V							
VI							
VII							
VIII				■			
IX		■		■			
IV–IX		■	■	■			

Objaśnienia zob. tab. 2 – Explanation see Tab. 2

Stwierdzono, że nierównomierny rozkład opadów powodował zróżnicowanie w przestrzennym rozkładzie susz meteorologicznych. W ocenie ilości susz w poszczególnych miesiącach największą zgodność obu wskaźników stwierdzono w lipcu, kiedy w całym rejonie wystąpiły ponadprzeciętne opady i wówczas susza meteorologiczna nie wystąpiła, oraz w kwietniu, kiedy susza wystąpiła prawie na całym obszarze badań, a miesięczne sumy opadów były wyraźnie zmniejszone w stosunku do średnich opadów w Bydgoszczy ITP w wieloleciu 1945–2010. W pozostałych miesiącach, przy zróżnicowanych przestrzennie sumach opadów, więcej susz zostało wyznaczonych na podstawie wartości wskaźnika RPI. Przyczyną zróżnicowania jest to, że przyjęte kryteria intensywności poszczególnych klas susz dla wskaźnika RPI są łagodniejsze w stosunku do kryteriów dla wskaźnika SPI. Opierając się na powyższych rozkładach suszy meteorologicznej, można stwierdzić, że najbardziej suchym obszarem w rejonie monitorowania były Kujawy (Więclawice) i dolina górnej Noteci (Frydrychowo).

W pięciu miesiącach i w całym okresie wegetacyjnym średnia temperatura powietrza była, za wyjątkiem Frydrychowa, większa od średniej wieloletniej temperatury powietrza obliczonej dla Bydgoszczy w latach 1945–2010. Szczególnie ciepły okazał się kwiecień, podczas którego średnia miesięczna temperatura powietrza przekraczała przeciętną o 1,9°C we Frydrychowie do 3,4°C w Więclawicach. Najchłodniejszym miesiącem był lipiec, kiedy we wszystkich punktach pomiarowych średnia miesięczna temperatura powietrza była niższa od przeciętnej.

Największy średni niedosyt wilgotności stwierdzono w Bydgoszczy (7,0 hPa), a najmniejszy we Frydrychowie (4,4 hPa). W niektórych miesiącach (np. w maju) różnica tego parametru była nawet dwukrotna. Najlepsze warunki radiacyjne zanotowano w okresie wegetacyjnym w dolinie górnej Noteci (Frydrychowo) oraz na obszarze Kujaw (Więclawice); średnie promieniowanie w tych regionach wynosiło 196 w · m<sup>-2</sup>. Najmniejsze wartości promieniowania krótkofalowego dochodzącego zmierzono na stacji Bydgoszcz ITP (171 w · m<sup>-2</sup>). Maksimum promieniowania wystąpiło w czerwcu i maju,

Tabela 4. Susza rolnicza w uprawie ziemniaka późnego w 2011 r.

Table 4. Agricultural drought in late potato cultivation in 2011

Okres Period	ZWU mm	Stacja – Station						
		Bydgoszcz ITP	Myślęcinek ITP	Więclawice ITP	Frydrychowo ITP	Śmielin ITP	Mochetek UTP	Koniczynka UMK
IV–V	120	■	■	■	■	■	■	■
	200	■	■	■	■	■	■	■
IV–VI	120	■	■	■	■	■	■	■
	200	■	■	■	■	■	■	■
IV–VII	120	■	■	■	■	■	■	■
	200	■	■	■	■	■	■	■
IV–VIII	120	■	■	■	■	■	■	■
	200	■	■	■	■	■	■	■
IV–IX	120	■	■	■	■	■	■	■
	200	■	■	■	■	■	■	■

Objaśnienia zob. tab. 2 – Explanation see Tab. 2

ZWU – zapas wody użytecznej w glebie w profilu 0–100 cm – available soil water in 0–100 cm profile

kiedy jego średnie dobowe wartości przekraczały  $300 \text{ w} \cdot \text{m}^{-2}$ . W lipcu, w warunkach zwiększonego zachmurzenia, zaznaczył się wyraźny spadek radiacji w całym regionie.

Przestrzenne zróżnicowanie parametrów meteorologicznych miało wpływ na rozkład suszy rolniczej na wybranych uprawach i w siedliskach użytków zielonych. Najbardziej wrażliwe na suszę meteorologiczną były ziemniaki uprawiane na glebach o najmniejszej retencji (120 mm), gdzie najczęściej pojawiała się silna susza rolnicza (tab. 4). Szczególnie zagrożone suszą rolniczą okazały się uprawy na glebach lekkich w rejonie Frydrychowa, gdzie dwukrotnie zanotowano ekstremalną suszę tego rodzaju, a także w rejonie Więclawic i Bydgoszczy. Na glebach cięższych zwiększone zapasy wody użytecznej powodowały, że zagrożenie suszą rolniczą było mniejsze, a w miesiącach bardzo wilgotnych lokalnie nie wystąpiło.

Mniejsza intensywność susz rolniczych w uprawie buraków cukrowych wskazuje na większą odporność tej rośliny na suszę meteorologiczną (tab. 5). Było to szczególnie widoczne na glebach cięższych z większymi zapasami wody użytecznej (ZWU = 200 mm). Susza rolnicza w uprawach buraków cukrowych była najintensywniejsza i występowała najdłużej na Kujawach oraz w dolinie górnej Noteci.

Tabela 5. Susza rolnicza w uprawie buraków cukrowych w 2011 r.

Table 5. Agricultural drought in sugar beet cultivation in 2011

Okres Period	ZWU mm	Stacja – Station						
		Bydgoszcz ITP	Myślęcinek ITP	Więclawice ITP	Frydrychowo ITP	Śmielin ITP	Mochelek UTP	Koniczyńska UMK
IV–V	120							
	200							
IV–VI	120							
	200							
IV–VII	120							
	200							
IV–VIII	120							
	200							
IV–IX	120							
	200							

Objaśnienia zob. tab. 2 i 4 – Explanation see Tab. 2 and 4

Na użytkach zielonych susza rolnicza najczęściej pojawiała się w siedliskach suchych (tab. 6). Mniej susz zanotowano w siedliskach posusznych, a w siedliskach wilgotnych susza rolnicza nie pojawiała się, chociaż w przebiegu opadów w okresie wegetacyjnym występowały dłuższe okresy bezopadowe lub z małym opadami.

Uzyskany rozkład intensywności suszy rolniczej był w trakcie okresu wegetacyjnego weryfikowany okresowymi pomiarami wilgotności wierzchniej warstwy gleby (0–20 cm) na stanowiskach badawczych reprezentujących różne środowiska użytkowania rolniczego w Frydrychowie (użytki zielone – stanowisko suche, posuszne i wilgotne), Więclawicach (uprawa polowa – buraki cukrowe) (tab. 7).

Tabela 6. Susza rolnicza w siedliskach użytków zielonych w 2011 r.

Table 6. Agricultural drought in grassland sites in 2011

Okres Period	Stacja – Station																				
	Bydgoszcz			Myślicinek			Więclawice			Frydrychowo			Śmielin			Mochełek			Koniczynka		
	ITP			ITP			ITP			ITP			ITP			UTP			UMK		
	S	P	W	S	P	W	S	P	W	S	P	W	S	P	W	S	P	W	S	P	W
IV–V	■		–	■	–	–	■	–	–	■	–	–	■	–	–	■	–	–	■	–	–
IV–VI			–		–	–	■		–	■		–	■		–			–	■		–
IV–VII	■						■			■			■						■		
IV–VIII	■			■			■	■		■	■		■	■		■			■		
IV–IX	■	■		■			■	■		■	■		■	■		■			■		

Objaśnienia zob. tab. 2 – Explanation see Tab. 2

– – brak zależności między suszą meteorologiczną i rolniczą – no relationship between meteorological and agricultural drought;

S – siedlisko suche – dry site; P – siedlisko posuszne – drying site; W – siedlisko wilgotne – moist

Tabela 7. Wyniki pomiarów wilgotności gleby

Table 7. Soil moisture measurements

Miejsce pomiarów Measurement location	Wilgotność gleby, m <sup>3</sup> · m <sup>-3</sup> , w dniu Soil moisture, m <sup>3</sup> · m <sup>-3</sup> , at the day						
	26 IV	16 V	16 VI	4 VII	3 VIII	1 IX	23 IX
Frydrychowo użytki zielone – siedlisko suche grassland – dry site	0,09	0,19	0,02	0,24	0,13	0,05	0,05
Frydrychowo użytki zielone – siedlisko posuszne grassland – drying site	0,58	0,45	0,35	0,52	0,48	0,32	0,40
Frydrychowo użytki zielone – siedlisko wilgotne grassland – moist site	0,58	0,55	0,35	0,58	0,41	0,34	0,35
Więclawice pole uprawne – buraki cukrowe arable field – sugar beet	0,23	0,25	0,08	0,27	0,18	0,17	0,17

Rzeczywiste wartości pomiarów wilgotności gleby były odnoszone do wyznaczonych na podstawie wieloletnich badań, prowadzonych przez ITP w Więclawicach (ZWU = 200 mm) i we Frydrychowie (siedlisko posuszne), stanów uwilgotnienia gleby na Kujawach oraz w rejonie górnej Noteci (tab. 8) i konfrontowane z oceną suszy rolniczej opartą na przyjętych zależnościach liniowych między wskaźnikami SPI i CDI. w większości przypadków modelowa intensywność suszy zgadzała się z rzeczywistą suszą rolniczą w tych rejonach.



Tabela 8. Wilgotność gleby w warstwie 20–30 cm w charakterystycznych stanach uwilgotnienia  
 Table 8. Soil moisture in the layer 20–30 cm at the characteristic moisture states

Rejon Region	Stacja Station	Wilgotność gleby, $m^3 \cdot m^{-3}$ , w warunkach Soil moisture, $m^3 \cdot m^{-3}$ , at		
		PPW	WK	WTW
Kujawy	Więclawice ZWU = 200 mm	0,30	0,17	0,11
Noteć	Frydrychowo siedlisko posuszne – moist site	0,58	0,39	0,23

PPW – połowa pojemność wodna – field water capacity; WK – wilgotność krytyczna – critical soil moisture; WTW – wilgotność trwałego wędnięcia – wilting point

## PODSUMOWANIE

W sezonie wegetacyjnym w 2011 r. stwierdzono zróżnicowanie opadów na obszarze objętym monitorowaniem suszy, będące istotną przyczyną znacznego zróżnicowania susz meteorologicznych. Liczba susz zidentyfikowanych za pomocą wskaźnika RPI była większa od liczby susz wykrytych na podstawie wskaźnika SPI. Przyczyną zróżnicowania są różne kryteria intensywności poszczególnych klas susz, które w wypadku wskaźnika RPI są łagodniejsze niż dla wskaźnika SPI.

Stwierdzono niewielkie zróżnicowanie przestrzenne susz rolniczych. Intensywność suszy najczęściej różniła się o jedną klasę, w nielicznych przypadkach o dwie klasy. Susza meteorologiczna miała największy wpływ na powstawanie suszy rolniczej w uprawach roślin okopowych – ziemniaka późnego i buraka cukrowego – na glebach o mniejszym zapasie wody użytecznej. Wpływ ten był większy w przypadku ziemniaka późnego. Na użytkach zielonych susza rolnicza najczęściej pojawiała się w siedliskach suchych. Mniej susz zanotowano w siedliskach posusznych, a w siedliskach wilgotnych susza rolnicza nie występowała,

Najbardziej intensywne susza rolnicza wystąpiła w rejonie Kujaw (Więclawice) i w dolinie górnej Noteci (Frydrychowo).

Okresowe pomiary wilgotności gleby potwierdziły dużą przydatność przyjętych zależności pomiędzy wskaźnikami suszy meteorologicznej (SPI) i rolniczej (CDI) do oceny rzeczywistej suszy rolniczej.

## PIŚMIENNICTWO

- Bąk B., 2006. Wskaźnik standaryzowanego opadu SPI jako kryterium oceny suszy rolniczej na glebach o różnej retencji użytecznej. Praca doktorska, maszynopis. IMUZ Falenty.
- Bąk B., Kejna M., Uscka-Kowalkowska J., 2012. Susze meteorologiczne na stacji ZMŚP w Koniczynie (Pojezierze Chełmińskie) w latach 1951–2010. Woda Środ. Obsz. Wiejs. 12, 2(38), 19–28.
- Bąk B., Łabędzki L., 2002. Assessing drought severity with the relative precipitation index (RPI) and the standardized precipitation index (SPI). J. Water Land Develop. 6, 89–105.
- Bąk B., Łabędzki L., 2009. Monitoring suszy meteorologicznej i rolniczej na Kujawach i w dolinie górnej Noteci oraz jego prezentacja w Internecie. Wiad. Mel. Łąk. 1, 13–16.

- Brunini O., Dias Da Silva P.L., Grimm A.M., Assad Delgado E., Boken V.K., 2005. Agricultural drought phenomena in Latin America with focus on Brazil. [W:] Monitoring and predicting agricultural drought. Red. V.K. Boken, A.P. Cracknell, R.L. Heathcote. Oxford University Press Oxford – New York, 156–168.
- Kaczorowska Z., 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Tendencje, okresowość oraz prawdopodobieństwo wystąpienia niedoboru i nadmiaru opadów. Pr. Geogr. IG PAN 33, 109.
- Kasperska-Wołowicz W., Łabędzki L., Bąk B., 2003. Okresy posuszne w rejonie Bydgoszczy. Woda Środ. Obsz. Wiejs. 3(9), 39–56.
- Konopko S., 1988. Częstotliwość występowania okresów posusznych w rejonie Bydgoszczy na podstawie wieloletnich obserwacji. Wiad. IMUZ 15(4), 103–113.
- Łabędzki L., 2006. Susze rolnicze – zarys problematyki oraz metody monitorowania i klasyfikacji. Woda Środ. Obsz. Wiejs., Rozpr. Nauk. Monogr. 17, 107.
- Łabędzki L., 2007. Estimation of local drought frequency in central Poland using the standardized precipitation index SPI. Irrigat. Drain. 56(1), 67–77.
- Łabędzki L., Bąk B., 2004. Zróżnicowanie wskaźnika suszy SPI w okresie wegetacji w Polsce. Woda Środ. Obsz. Wiejs. 4(11), 111–122.
- Łabędzki L., Kanecka-Geszke E., Bąk B., Kasperska-Wołowicz W., Smarzyńska K., 2008. Związek między suszą meteorologiczną i rolniczą w różnych regionach agroklimatycznych Polski. Woda Środ. Obsz. Wiejs., Rozpr. Nauk. Monogr. 25, 137.
- NDMC, 2011. National Drought Mitigation Center. University of Nebraska-Lincoln, <http://www.drought.unl.edu>.
- Uscka-Kowalkowska J., Kejna M., 2009. Zmienność warunków termiczno-opadowych w Koniczynie (Pojezierze Chełmińskie) w okresie 1994–2007. Acta Agroph. 14, 1(170), 203–219.
- Vermes L., 1998. How to work out a drought mitigation strategy. An ICID Guide. Guidelines for Water Management. DVWK Bonn, ss. 309.

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 5.11.2013*