INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 5/2011, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 19–28
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Leszek Łabędzki, Bogdan Bąk

PROGNOZOWANIE SUSZY METEOROLOGICZNEJ I ROLNICZEJ W SYSTEMIE MONITOROWANIA SUSZY NA KUJAWACH I W DOLINIE GÓRNEJ NOTECI

PREDICTING METEOROLOGICAL AND AGRICULTURAL DROUGHT IN THE SYSTEM OF DROUGHT MONITORING IN KUJAWY AND THE UPPER NOTEC VALLEY

Streszczenie

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy prowadzi monitoring suszy meteorologicznej i rolniczej dla obszaru Kujaw i doliny górnej Noteci. Intensywność suszy meteorologicznej określana jest na podstawie wskaźnika standaryzowanego opadu SPI (Standardized Precipitation Index), a suszy rolniczej - wskaźnika suszy rolniczej CDI (Crop Drought Index). Istnieje ścisły związek między warunkami atmosferycznymi (susza meteorologiczna), a warunkami rozwoju roślin. Korzystając z tych związków, wartości wskaźnika CDI wyznaczane są w oparciu o równania regresji pomiędzy CDI a SPI.

W ramach monitoringu suszy opracowywana jest prognoza przebiegu tych susz. Prognozowanie przebiegu suszy meteorologicznej i rolniczej w kolejnych dekadach okresu wegetacyjnego przebiega w trzech etapach: prognozowanie dekadowej sumy opadów (w oparciu o prognozę opadów zamieszczoną na stronach internetowych portalu WetterOnline), wyznaczenie prognozowanej wartości wskaźnika SPI dla opadów sumowanych, począwszy od 01.04 do końca prognozowanej dekady, wyznaczenie prognozowanej wartości wskaźnika CDI na koniec prognozowanej dekady (na podstawie równań regresji pomiędzy wskaźnikiem SPI i CDI) i określenie klasy intensywności zjawiska dla badanych roślin i siedlisk użytków zielonych na glebach o różnej retencji.

Prognozy wskaźnika suszy meteorologicznej SPI wykazały dużą sprawdzalność (80-100%). Sprawdzalność prognoz suszy rolniczej była zróżnicowana w zależności od rośliny i zapasów wody użytecznej w glebie (50-100%). Tylko w pojedynczych przypadkach stwierdzono różnice w ocenie klas intensywności rzeczywistych i prognozowanych susz rolniczych.

Opracowany i wdrożony system monitoringu suszy meteorologicznej i rolniczej w rejonie Kujaw i w dolinie górnej Noteci, czyli w regionie o najmniejszych opadach w Polsce, i prezentacja jego wyników w internecie, ma na celu wspieranie racjonalnego wykorzystania zasobów wody w rolnictwie i prowadzenia nawodnień. Wyniki te można również wykorzystać do oceny możliwych strat w plonach.

Słowa kluczowe: susz a meteorologiczna, susza rolnicza, monitoring suszy, prognozowanie suszy

Summary

The system of drought monitoring has been performed by the Institute of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz since 2008. Meteorological drought is evaluated using SPI (Standardized Precipitation Index) and agricultural drought – using CDI (Crop Drought Index). CDI is calculated with the linear regression relationships between CDI and SPI. Prediction of meteorological and agricultural drought is made in the 10-day periods, using the forecast of precipitation obtained from WetterOnline.

The verifiability of SPI forecast was high (80-100%). The verifiability of CDI depended on crop type and soil water retention - it ranged from 50 to 100%. The differences in drought classes were determined only in several cases.

Monitoring and estimation of drought are the base of decision and activities making in agricultural production, water management in the rural areas, irrigation and estimation of yield losses.

Key words: *meteorological drought, agricultural drought, drought monitoring, drought predicting*

WSTĘP

Od wielu lat coraz więcej uwagi w badaniach naukowych i pracach badawczo-rozwojowych poświęca się suszom i ich skutkom dla produkcji rolniczej. To zwiększone zainteresowanie wynika głównie z tego, że występują one coraz częściej, zwłaszcza w ostatnich 15-20 latach, są coraz intensywniejsze, obejmują znaczne obszary i wywołują straty w plonach upraw rolniczych [Łabędzki 2006; Łabędzki in. 2008].

Jednym z podstawowych działań prewencyjnych, mających na celu ograniczanie ujemnych skutków susz jest monitorowanie i przewidywanie suszy oraz prognozowanie jej dalszego przebiegu i skutków. Działania te mają ogromne znaczenie w planowaniu, przygotowaniu i podejmowaniu działań mających na celu uniknięcie lub zmniejszenie ujemnych skutków suszy.

Szczególnego znaczenia nabiera monitorowanie deficytów wody i intensywności suszy rolniczej w skali regionalnej, tj. w skali przestrzennej 150-300 km. Na ogół na takim obszarze występuje małe zróżnicowanie przestrzenne

opadów w dłuższych okresach czasu, natomiast większe w krótszych okresach. Lokalne większe opady mogą w istotny sposób zmniejszać zagrożenie suszą rolniczą w uprawach poszczególnych roślin i użytków zielonych. Badania prowadzone przez Bąka i Łabędzkiego [2002], dotyczące rozkładu opadów na obszarze Kujaw i zachodniej Wielkopolski (około 150 km) wykazały, że w całym okresie wegetacyjnym sumy opadów na tym obszarze są mało zróżnicowane, natomiast opady charakteryzują się dużą zmiennością w krótszych okresach. Jest to spowodowane faktem, że w okresie wiosenno-letnim głównym źródłem opadów na tym terenie są burzowe fronty atmosferyczne oraz lokalne, wewnątrzmasowe burze.

SYSTEM MONITOROWANIA SUSZY NA KUJAWACH I W DOLINIE GÓRNEJ NOTECI

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy prowadzi monitoring suszy meteorologicznej i rolniczej dla obszaru Kujaw i doliny górnej Noteci. Koncepcja oraz założenia i struktura systemu monitorowania suszy na obszarach rolniczych powstały w wyniku wieloletnich badań z zakresu agrometeorologii, potrzeb i niedoborów wodnych użytków zielonych i upraw polowych prowadzonych w dolinie górnej Noteci, dolnej Wisły i na Kujawach (w rejonie szczególnie zagrożonym suszą), jak również metod monitorowania suszy [Analiza... 2001, Kasperska-Wołowicz; Łabędzki 2006; Łabędzki 2006].

System składa się z następujących podsystemów: technicznego (pomiarowego), informatycznego oraz instytucjonalno-organizacyjnego. Podsystemy: pomiarowy i informatyczny obejmują elementy oraz działania służące funkcjonowaniu systemu – od pomiarów i obserwacji przez system łączności, gromadzenia i przetwarzania danych, prognozowania i ostrzegania do przekazywania informacji odbiorcom. Podsystem informatyczny stanowią: baza danych, narzędzia informatyczne do przetwarzania danych i modelowania oraz programy do prezentacji i dystrybucji. Baza danych, jako podstawowa jednostka podsystemu informatycznego zawiera bieżące dane pomiarowe (agrometeorologiczne, hydrologiczne), dane wieloletnie (agrometeorologiczne, hydrologiczne, glebowo-rolnicze) oraz informację o intensywności suszy. Dane wieloletnie wykorzystywane są do tworzenia i aktualizacji norm, stanowiących odniesienie do oceny bieżącego stanu warunków agrometeorologicznych i określenia ich tendencji. Na podstawie danych bieżących tworzona jest informacja o intensywności suszy. Podsystem techniczny (pomiarowy) składa się z punktów pomiarowych położonych w regionie. Do zbierania danych agro-hydro-meteorologicznych są wykorzystywane automatyczne stacje agrometeorologiczne oraz pojedyncze czujniki, pracujące w systemie ciągłym. Podsystem instytucjonalno-organizacyjny stanowią jednostki, biorące udział w lokalnym systemie monitorowania suszy i system powiązań między nimi.

System monitorowania suszy meteorologicznej i rolniczej na Kujawach oraz w dolinie górnej Noteci został uruchomiony w 2008 r. przez Wielkopolsko-Pomorski Ośrodek Badawczy Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych w Bydgoszczy (od 2010 r. Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego) [Bąk, Łabędzki 2009].

Monitoring suszy meteorologicznej prowadzony jest w oparciu o pomiary wykonywane przez siedem automatycznych stacji agrometeorologicznych, mierzących temperaturę i wilgotność powietrza, promieniowanie słoneczne, prędkość i kierunek wiatru oraz opad atmosferyczny. Na podstawie pomierzonych wartości elementów meteorologicznych i z wykorzystaniem historycznych wieloletnich ciągów danych meteorologicznych od 1945 r., obliczane są następujące wskaźniki suszy meteorologicznej: względnego opadu RPI, standaryzowanego opadu SPI i standaryzowany klimatyczny bilans wodny KBW_s. Wyniki monitorowania dla stacji ITP Bydgoszcz są prezentowane na stronach internetowych: www.itep.edu.pl - link: „Monitoring suszy na Kujawach". Bieżące wyniki monitoringu suszy meteorologicznej są systematycznie aktualizowane po zakończeniu każdej kolejnej dekady okresu wegetacyjnego (IV-IX).

Wskaźnik RPI wyraża w procentach stosunek sumy opadu P w danym okresie do wartości średniej wieloletniej $\overline{P}$ w tym samym okresie. Wskaźnik SPI jest standaryzowaną wartością opadu i pokazuje standaryzowane odchylenie opadu od mediany opadu w wieloleciu, co pozwala na przyjęcie tej samej klasyfikacji susz dla różnych przedziałów czasowych. Standaryzowany klimatyczny bilans wodny KBW_s jest standaryzowanym odchyleniem wartości klimatycznego bilansu wodnego KBW ($KBW=P - ET_o$, gdzie P – suma opadów; ET_o – ewapotranspiracja wskaźnikowa wg Penmana-Monteitha) w danym okresie od średniej z wielolecia w tym okresie. Wskaźnik KBW_s, w zależności od wielkości ewapotranspiracji wskaźnikowej, może łagodzić ocenę suszy lub ją zaostrzać, w stosunku do oceny na podstawie wskaźników opartych tylko na opadzie (RPI, SPI).

Intensywność suszy, w oparciu o wartości powyższych wskaźników, dokonuje się według czterostopniowej skali w okresach 30 (31)-dniowych, począwszy od 1 kwietnia, przy czym kolejne okresy są przesuwane o kolejne 10 dni. W przyjętej klasyfikacji intensywności suszy meteorologicznej wyróżnia się: suszę ekstremalną, silną, umiarkowaną i okres bez suszy (tab. 1).

Tabela 1. Klasy suszy meteorologicznej na podstawie wskaźników RPI, SPI, KBW_s
Table 1. Classes of meteorological drought according to RPI, SPI, KBW_s

Klasy suszy	RPI (%)	SPI, KBW_s
Okres bez suszy	> 75,0	> -1,00
Susza umiarkowana	49,9 ÷ 75,0	-1,49 ÷ -1,00
Susza silna	24,9 ÷ 50,0	-1,99 ÷ -1,50
Susza ekstremalna	≤ 25	≤ -2,00

Intensywność suszy rolniczej ocenia się na podstawie wartości wskaźnika suszy rolniczej CDI (Crop Drought Index). Wskaźnik ten wyraża wielkość redukcji ewapotranspiracji rzeczywistej ET w warunkach niedoboru wody w glebie w stosunku do ewapotranspiracji potencjalnej ET_p w warunkach dostatecznego uwilgotnienia gleby. Wartości CDI>0 charakteryzują suchy okres. W systemie monitorowania zastosowano trzy klasy suszy (susza umiarkowana, silna i ekstremalna) (tab. 2). Przyjęto, że wartością progową wskaźnika CDI, powyżej której rozpoczyna się susza rolnicza i jej pierwsza klasa (susza umiarkowana), jest wartość 0,1. Oznacza to, że zmniejszenie ewapotranspiracji o 10% w stosunku do ewapotranspiracji potencjalnej nie jest uznawane za suszę rolniczą.

Tabela 2. Klasy suszy rolniczej na podstawie wskaźnika CDI
Table 2. Classes of agricultural drought according to CDI

Klasy suszy	CDI
Susza umiarkowana	$0,1 < CDI \leq 0,19$
Susza silna	$0,2 < CDI \leq 0,49$
Susza ekstremalna	$0,5 < CDI < 1,0$

W latach 2008 – 2010, wartości wskaźnika CDI obliczano dla dwóch roślin uprawy polowej: buraków cukrowych i ziemniaków późnych na dwóch rodzajach gleb, różniących się istotnie zapasami wody użytecznej (120 i 200 mm w 1-m profilu gleby). W dolinie górnej Noteci wartości CDI oblicza się dla trzech siedlisk trwałych użytków zielonych (wilgotnego, posusznego i suchego), różniących się zapasami wody użytecznej w 30-cm warstwie korzeniowej gleby (odpowiednio: 100, 80 i 50 mm) oraz różną intensywnością zasilania wodą gruntową siedliska.

Wartości wskaźnika CDI są obliczane na podstawie równań regresji liniowej wskaźników SPI i CDI, które zostały wyznaczone dla rejonu Bydgoszczy z wykorzystaniem symulowanych wieloletnich wartości tych wskaźników w latach 1970-2004 [Łabędzki i in. 2008]. Wykorzystuje się tylko te zależności pomiędzy suszą meteorologiczną (SPI) i suszą rolniczą (CDI), które są istotnie statystyczne, a współczynnik korelacji spełnia warunek $|r| > 0,7$.

PROGNOZOWANIE SUSZY METEOROLOGICZNEJ I ROLNICZEJ

W ramach monitoringu suszy w latach 2009-2010 opracowywana była prognoza przebiegu suszy meteorologicznej i rolniczej dla stacji ITP Bydgoszcz. Prognozowanie przebiegu suszy meteorologicznej i rolniczej w kolejnych dekadach okresu wegetacyjnego przebiega w trzech etapach:

– prognozowanie dekadowej sumy opadów (w oparciu o prognozę opadów zamieszczoną na stronach internetowych portalu WetterOnline),

– wyznaczenie prognozowanej wartości wskaźnika SPI dla opadów sumowanych, począwszy od 01.04 do końca prognozowanej dekady,

– wyznaczenie prognozowanej wartości wskaźnika CDI na koniec prognozowanej dekady (na podstawie równań regresji pomiędzy wskaźnikiem SPI i CDI) i określenie klasy intensywności zjawiska dla badanych roślin i siedlisk użytków zielonych na glebach o różnej retencji.

Prognozowanie przebiegu suszy meteorologicznej i rolniczej w kolejnych dekadach okresu wegetacyjnego wykonywano w latach 2009 i 2010 w oparciu o prognozowane wartości wskaźnika SPI, obliczone na podstawie prognozy opadów dla rejonu Bydgoszczy, zamieszczonej na stronach internetowych portalu WetterOnline [WetterOnline 2009]. Zastosowana prognoza opadów opiera się na danych uzyskanych z numerycznego modelu GFS (Global Forecast System) uruchomionego przez NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) [GFS 2009]. Model ten jest uruchamiany cztery razy na dobę i daje możliwość prognozowania opadów w okresie do 16 dni.

Dekadowe prognozy opadów były wykonywane zawsze w ostatnim dniu kończącej się dekady. W poprzedzających dniach analizowano również systematycznie 10 – 16 dniowe prognozy opadów zamieszczane na stronach WetterOnline i prognozowane zmiany sytuacji synoptycznej, co pozwoliło na wprowadzanie ewentualnych korekt do ostatecznej prognozy.

Ocenę prognoz opadów dokonywano przez porównanie wielkości pomierzonych opadu P z wartościami prognozowanymi P_{prog} (tab. 3). Sprawdzalność prognoz wyrażono w procentach i obliczano jako stosunek ilości prognoz sprawdzonych do ilości wszystkich prognoz. Do prognoz sprawdzonych zaliczono te, które spełniły kryterium sprawdzalności $|P - P_{prog}| \leq 10$ mm.

Tabela 3. Pomierzone P i prognozowane sumy opadów P_{prog} (stacja ITP Bydgoszcz)
Table 3. Measured P and forecasted precipitation sums P_{prog} (ITP Bydgoszcz station)

Miesiąc	V			VI			VII			VIII			IX		
Dekada	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2009 r.															
P (mm)	8,2	9,0	48,0	20,6	28,4	12,8	49,8	35,8	14,6	1,6	6,0	1,4	16,5	0,1	5,6
P_{prog} (mm)	10,0	5,0	30,0	25,0	20,0	13,0	50,0	35,0	20,0	2,0	5,0	2,0	10,0	1,0	10,0
Δ (mm)	1,8	4,0	18,0	4,4	8,4	0,2	0,2	0,8	5,4	0,4	1,0	0,6	6,5	0,9	4,4
2010 r.															
P (mm)	16,9	48,7	26,8	6,6	0,9	0,9	1,4	3,0	72,4	33,0	9,0	50,4	19,8	23,4	38,8
P_{prog} (mm)	20,0	40,0	35,0	10,0	2,0	2,0	2,0	5,0	80,0	40,0	10,0	40,0	15,0	15,0	30,0
Δ (mm)	3,1	8,7	8,2	3,4	1,1	1,1	0,6	2,0	7,6	7,0	1,0	10,4	4,8	8,4	8,8

$\Delta = |P - P_{prog}|$

W obu sezonach wegetacyjnych dominowały opady o charakterze ciągłym i niewiele różniły się od prognozowanych sum opadów. Tylko w sporadycznych przypadkach pojawiały się opady pochodzenia burzowego, które nie były uwzględniane w prognozach lub ich wstępne oszacowanie istotnie różniło się od

pomierzonych. Sprawdzalność prognoz w latach 2009 i 2010 łącznie wyniosła 93%. Otrzymany wynik świadczy o dużej dokładności prognozy i przydatności prognostycznego modelu opadów WetterOnline.

Suszę meteorologiczną w kolejnych dekadach okresu wegetacyjnego oceniano na podstawie sum opadów od początku kwietnia do końca kolejnej dekady, kończąc na ostatniej dekadzie września. Rzeczywiste SPI i prognozowane SPI_{prog} wartości wskaźnika suszy meteorologicznej były obliczane z dla pomierzonych opadów i prognozowanych w kolejnej dekadzie. Jako prognozy sprawdzone przyjęto te, które spełniały kryterium $|SPI - SPI_{prog}| \leq 0,5$ (tab. 4). Sprawdzalność prognozy suszy meteorologicznej w okresie od maja do września dla opadów sumowanych wynosiła 80% w 2009 r. i 100% w 2010 r.

Tabela 4. Rzeczywiste wartości SPI i prognozowane SPI_{prog} (stacja ITP Bydgoszcz)
Table 4. Actual SPI and forecasted SPI_{prog} (ITP Bydgoszcz station)

Okres	2009 r.			2010 r.		
	SPI	SPI_{prog}	Δ	SPI	SPI_{prog}	Δ
01.04-10.05	-2,11	-1,94	0,17	0,10	0,22	0,12
01.04-20.05	-1,88	-2,03	0,15	0,96	0,82	0,14
01.04-31.05	-0,25	-0,93	0,68	1,09	1,14	0,06
01.04-10.06	-0,11	-0,54	0,43	0,81	0,93	0,12
01.04-20.06	0,1	-0,46	0,56	0,35	0,50	0,15
01.04-30.06	-0,05	-0,56	0,51	-0,05	0,11	0,17
01.04-10.07	0,37	-0,01	0,38	-0,45	-0,28	0,16
01.04-20.07	0,43	0,09	0,34	-0,84	-0,64	0,19
01.04-31.07	0,23	-0,03	0,26	-0,09	0,16	0,25
01.04-10.08	-0,01	-0,26	0,25	0,09	0,40	0,31
01.04-20.08	-0,18	-0,44	0,26	-0,04	0,28	0,32
01.04-31.08	-0,48	-0,76	0,28	0,29	0,48	0,19
01.04-10.09	-0,47	-0,83	0,36	0,34	0,47	0,13
01.04-20.09	-0,67	-1,02	0,35	0,43	0,46	0,04
01.04-30.09	-0,75	-1,04	0,29	0,71	0,65	0,06

$\Delta = |SPI - SPI_{prog}|$

Największe różnice między SPI i SPI_{prog} były spowodowane tym, że w prognozie opadów nie uwzględniono opadów pochodzenia burzowego albo były one źle oszacowane. Rzeczywiste sumy takich opadów, najczęściej większe od prognozowanych powodowały wzrost wartości wskaźnika SPI na koniec każdego okresu. Sprawdzalność prognozy suszy meteorologicznej oceniono również na podstawie zgodności prognozowanych i rzeczywistych klas intensywności. W 2009 r. prognozowane susze w 80% przypadków były tej samej klasy intensywności co rzeczywiste, a w 2010 r. – w 100%. Uzyskane wyniki wskazują, że w oparciu o prognozę opadów WetterOnline można prognozować przebieg suszy meteorologicznej z dużą dokładnością.

Ocenę prognozowanej i rzeczywistej intensywności suszy rolniczej prowadzono w oparciu o obliczone wartości wskaźników CDI i CDI_{prog} dla dwóch roślin uprawy polowej: buraków cukrowych i ziemniaków późnych, na dwóch rodzajach gleb, różniących się istotnie zapasami wody użytecznej ZWU (120 i 200 mm w 1-m profilu gleby). Powyższe wartości wskaźników obliczano na koniec każdej kolejnej dekady, począwszy od maja do września. Wartości wskaźników CDI i CDI_{prog} określano korzystając z równań regresji liniowej między CDI i SPI.

Jako prognozy sprawdzone uznawano te przypadki, kiedy $|CDI - CDI_{prog}| \leq 0{,}05$. Ponadto sprawdzono zgodność klas intensywności suszy rolniczej (tab. 5, 6).

Tabela 5. Rzeczywiste wartości CDI i prognozowane CDI_{prog} dla ziemniaka późnego (stacja ITP Bydgoszcz)

Table 5. Actual CDI and forecasted CDI_{prog} for late potato (ITP Bydgoszcz station)

Okres	2009 r.						2010 r.					
	ZWU (mm)						ZWU (mm)					
	120			200			120			200		
	CDI	CDI_{prog}	Δ	CDI	CDI_{prog}	Δ	CDI	CDI_{prog}	Δ	CDI	CDI_{prog}	Δ
01.04-10.05	-*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01.04-20.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01.04-31.05	0,22	0,32	0,09	0,04	0,07	0,03	0,04	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00
01.04-10.06	0,20	0,26	0,06	0,04	0,06	0,02	0,08	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00
01.04-20.06	0,28	0,22	0,06	0,06	0,09	0,03	0,14	0,12	0,02	0,01	0,01	0,00
01.04-30.06	0,27	0,24	0,03	0,07	0,10	0,03	0,19	0,17	0,02	0,03	0,03	0,00
01.04-10.07	0,27	0,19	0,08	0,05	0,07	0,02	0,25	0,23	0,02	0,05	0,05	0,00
01.04-20.07	0,25	0,30	0,05	0,10	0,14	0,04	0,30	0,28	0,03	0,06	0,06	0,00
01.04-31.07	0,28	0,31	0,04	0,12	0,15	0,03	0,20	0,16	0,03	0,03	0,03	0,00
01.04-10.08	0,31	0,34	0,04	0,15	0,18	0,03	0,17	0,13	0,04	0,02	0,02	0,00
01.04-20.08	0,34	0,38	0,03	0,17	0,20	0,03	0,19	0,15	0,04	0,02	0,02	0,00
01.04-31.08	0,38	0,41	0,03	0,20	0,23	0,03	0,15	0,12	0,03	0,01	0,01	0,00
01.04-10.09	0,38	0,42	0,04	0,20	0,24	0,04	0,14	0,12	0,02	0,01	0,01	0,00
01.04-20.09	0,39	0,43	0,04	0,22	0,26	0,04	0,13	0,12	0,00	0,02	0,02	0,00
01.04-30.09	0,40	0,44	0,03	0,23	0,26	0,03	0,09	0,10	0,01	0,01	0,01	0,00

$\Delta = |CDI_{prog} - CDI|$

* współczynnik korelacji między SPI i CDI $|r| < 0{,}7$

W uprawie ziemniaka stwierdzono, że w 2009 r. na glebach lekkich, w 62% przypadków sprawdziła się prognoza suszy rolniczej ($|CDI - CDI_{prog}| \leq 0{,}05$), a w 2010 r. – w 100%. Na glebach ciężkich, w obu latach, wszystkie prognozy suszy rolniczej spełniały kryterium sprawdzalności. Różnice w ocenie klasy intensywności suszy rzeczywistej i prognozowanej wystąpiły w pojedynczych przypadkach: na glebie o mniejszych zapasach wody użytecznej (120 mm) – 3 razy w latach 2009-2010, na glebie o większych zapasach wody użytecznej (200 mm) – 2 razy.

Tabela 6. Rzeczywiste wartości CDI i prognozowane CDI_{prog} dla buraków cukrowych (stacja ITP Bydgoszcz)
Table 6. Actual CDI and forecasted CDI_{prog} for sugar beet (ITP Bydgoszcz station)

Ookres	2009 r.						2010 r.					
	ZWU (mm)						ZWU (mm)					
	120			200			120			200		
	CDI	CDI_{prog}	Δ	CDI	CDI_{prog}	Δ	CDI	CDI_{prog}	Δ	CDI	CDI_{prog}	Δ
01.04-10.05	-*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01.04-20.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01.04-31.05	0,11	0,18	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01.04-10.06	0,10	0,14	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
01.04-20.06	0,18	0,24	0,07	0,03	0,03	0,00	0,15	0,13	0,02	0,03	0,03	0,00
01.04-30.06	0,19	0,26	0,06	0,03	0,03	0,00	0,19	0,17	0,02	0,03	0,03	0,00
01.04-10.07	0,14	0,19	0,05	0,03	0,03	0,00	0,24	0,22	0,02	0,03	0,03	0,00
01.04-20.07	0,19	0,23	0,05	0,03	0,06	0,03	0,36	0,34	0,03	0,14	0,12	0,02
01.04-31.07	0,21	0,25	0,04	0,05	0,07	0,02	0,26	0,22	0,03	0,07	0,05	0,02
01.04-10.08	0,25	0,28	0,04	0,07	0,09	0,02	0,23	0,19	0,04	0,06	0,04	0,02
01.04-20.08	0,30	0,33	0,03	0,08	0,08	0,00	0,28	0,24	0,04	0,08	0,08	0,00
01.04-31.08	0,34	0,38	0,04	0,08	0,08	0,00	0,24	0,21	0,03	0,08	0,08	0,00
01.04-10.09	0,34	0,39	0,05	0,08	0,08	0,00	0,23	0,21	0,02	0,08	0,08	0,00
01.04-20.09	0,35	0,40	0,05	0,08	0,08	0,00	0,21	0,21	0,00	0,08	0,08	0,00
01.04-30.09	0,36	0,40	0,04	0,08	0,08	0,00	0,18	0,18	0,01	0,08	0,08	0,00

$\Delta = | CDI - CDI_{prog} |$
* współczynnik korelacji między SPI i CDI $|r| < 0,7$

Sprawdzalność prognozy suszy rolniczej, odnosząca się do uprawy buraka cukrowego na glebie lekkiej wynosiła w 2009 r. - 46%, a w 2010 r. - 100%. Na glebie ciężkiej, we wszystkich okresach w obu badanych latach stwierdzono pełną trafność prognoz. Na glebie o mniejszym zapasie wody użytecznej w 2009 r. stwierdzono w czterech okresach, a w 2010 r. tylko w jednym okresie, że prognozowana susza rolnicza i rzeczywista nie były tej samej klasy intensywności. Na glebie o większych zapasach wody użytecznej we wszystkich okresach prognozowana susza była tej samej klasy, co rzeczywista.

PODSUMOWANIE

Prognozowane opady na podstawie serwisu WetterOnline miały dużą sprawdzalność i okazały się przydatne do prognozowania suszy meteorologicznej i rolniczej w systemie monitorowania suszy na Kujawach i w dolinie Noteci. Prognozy wskaźnika suszy meteorologicznej SPI wykazały dużą sprawdzalność (80-100%). Sprawdzalność prognoz suszy rolniczej była zróżnicowana w zależności od rośliny i zapasów wody użytecznej w glebie (50-100%). Tylko w pojedynczych przypadkach stwierdzono różnice w ocenie klas intensywności rzeczywistych i prognozowanych susz rolniczych.

Wysoką sprawdzalność prognoz suszy meteorologicznej i rolniczej można uzyskać przez częste analizowanie bieżących prognoz opadów oraz prognozo-

wanych zmian sytuacji synoptycznej zamieszczanych na stronach WetterOnline i wprowadzanie korekt do ostatecznej prognozy opadów.

Opracowany i wdrożony system monitoringu suszy meteorologicznej i rolniczej w rejonie Kujaw i w dolinie górnej Noteci, czyli w regionie o najmniejszych opadach w Polsce i prezentacja jego wyników w internecie, ma na celu wspieranie racjonalnego wykorzystania zasobów wody w rolnictwie i prowadzenia nawodnień. Wyniki te można również wykorzystać do oceny możliwych strat w plonach.

BIBLIOGRAFIA

Analiza dotycząca opracowania modelu systemu informacji agrometeorologiczno-produkcyjnej, red. L. Łabędzki. Opracowanie na zlecenie MRiRW. Bydgoszcz: IMUZ, 2001, ss. 33.

Bąk B., Łabędzki L. *Assessing drought severity with the relative precipitation index (RPI) and the standardized precipitation index (SPI)*. J. Water Land Develop., 6, 2002, s. 89-105.

Bąk B., Łabędzki L. *Monitoring suszy meteorologicznej i rolniczej na Kujawach i w dolinie górnej Noteci oraz jego prezentacja w Internecie*. Wiad. Mel. Łąk., 1, 2009, s. 13-16.

GFS. http://www.emc.ncep.noaa.gov/gmb/moorthi/gam.html, 2009; http://www.nco.ncep.noaa.gov/pmb/products/gfs/, 2009.

Kasperska-Wołowicz W., Łabędzki L. *Koncepcja systemu monitorowania suszy na obszarach rolniczych,* Woda Środ. Obsz. Wiej., 6, 1 (16), 2006, s. 161-171.

Łabędzki L. *Susze rolnicze - zarys problematyki oraz metody monitorowania i klasyfikacji,* Woda Środ. Obsz. Wiej. Rozpr. Nauk. Monog., 17, 2006, ss. 107.

Łabędzki L., Bąk B., Kanecka-Geszke E., Kasperska-Wołowicz W., Smarzyńska K. *Związek między suszą meteorologiczną i rolniczą w różnych regionach agroklimatycznych Polski*, Woda Środ. Obsz. Wiej. Rozpr. Nauk. Monog., 25, 2008, ss. 137.

WetterOnline. http://profi.wetteronline.de/gfs/frame/prec_frame.htm, 2009.

Prof. dr hab. inż. Leszek Łabędzki
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach
Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy
ul. Glinki 60
85-174 Bydgoszcz
tel. 52 3750107
e-mail: l.labedzki@itep.edu.pl

Dr inż. Bogdan Bąk
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach
Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy
ul. Glinki 60
85-174 Bydgoszcz
Tel. 52 3750107
e-mail: b.bak@itep.edupl

Recenzent: *Prof.dr hab. Jacek Żarski*