

OCENA SUSZY METEOROLOGICZNEJ W WYBRANYCH REGIONACH AGROKLIMATYCZNYCH POLSKI PRZY UŻYCIU RÓŻNYCH WSKAŹNIKÓW

Ewa Kanecka-Geszke, Karolina Smarzyńska

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Wielkopolsko-Pomorski
Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy

Streszczenie. Jednym z elementów monitorowania suszy jest ocena jej intensywności. Nasilenie suszy można oceniać na podstawie różnych kryteriów – wskaźników suszy. Przyjęte kryterium wpływa na wynik określania częstości okresów suchych. W pracy zanalizowano 35-letnie (1970–2004) ciągi danych meteorologicznych dotyczących okresu wegetacyjnego (IV–IX), pochodzących z pięciu stacji pomiarowych leżących w różnych regionach agroklimatycznych Polski. Na ich podstawie obliczono wskaźnik standaryzowanego opadu (*SPI*) i standaryzowany klimatyczny bilans wodny (*KBW_s*). W zakresie ujemnych wartości tych wskaźników wyodrębniono cztery klasy suszy: łagodną, umiarkowaną, silną i ekstremalną, a następnie wyznaczono częstość występowania miesięcy i okresów wegetacyjnych w poszczególnych klasach. Mniejszą liczbę susz ogółem wykazał wskaźnik *SPI*, w przypadku tego wskaźnika mniejsza też była liczba okresów wegetacyjnych z suszą. Na podstawie *SPI* zidentyfikowano większą liczbę miesięcy z suszą ekstremalną i silną, podczas gdy *KBW_s* częściej wskazywał miesiące z suszą umiarkowaną i łagodną. Użycie wskaźnika uwzględniającego warunki parowania (*KBW_s*) spowodowało złagodzenie oceny intensywności suszy (przesunięcie okresów do niższej klasy suszy) w stosunku do oceny opartej na wskaźniku wykorzystującym tylko opad (*SPI*).

Słowa kluczowe: susza meteorologiczna, wskaźnik standaryzowanego opadu, standaryzowany klimatyczny bilans wodny

WSTĘP

Polska leży w strefie klimatu przejściowego umiarkowanego, ale na jej obszarze występują susze wywołujące ujemne skutki w rolnictwie, stwarzające poważny problem ekonomiczny, społeczny i środowiskowy. Susza w Polsce ma charakter anomalii atmosferycznej związanej z okresem bezopadowym lub powtarzającymi się opadami mniej-

szymi od średnich. Susze należą do zjawisk atmosferycznych i hydrologicznych, które pojawiają się okresowo i w różnych porach roku. Ich częstotliwości, czasu trwania i nasilenia nie można określić, a terminu wystąpienia nie sposób przewidzieć.

Aby przeciwdziałać negatywnym skutkom susz oraz podejmować właściwe działania prewencyjne, należy dysponować wiarygodnymi i sprawdzonymi wskaźnikami intensywności suszy. Znaczna część wskaźników suszy, opisana w literaturze i stosowana przy monitorowaniu suszy w różnych regionach świata, opiera się na wielkości opadu atmosferycznego. Należy do nich wskaźnik standaryzowanego opadu (*Standardised Precipitation Index; SPI*), zalecany do wykorzystywania przy praktycznym monitorowaniu suszy [McKee i in. 1993, 1995, How to work... 1998, Łabędzki i Bąk 2002, What is drought? 2005].

Wskaźnik standaryzowanego opadu (*SPI*) służy do wykrywania okresów suszy i oceniania jej nasilenia. Jest on stosowany w USA (do operacyjnego monitorowania suszy przez Narodowe Centrum Zapobiegania Suszy), a w Europie m.in. na Węgrzech, we Włoszech i w Hiszpanii. W Polsce wykorzystuje się go od 2000 r. do monitorowania suszy na Kujawach [Łabędzki 2002]. Zaletę *SPI* stanowi możliwość obliczania jego wartości dla różnych przedziałów czasu. Pozwala on również na porównywanie przychodu opadów w postaci wody w różnych okresach oraz w różnych warunkach klimatycznych.

Monitoring susz na obszarach upraw rolniczych powinien uwzględniać nie tylko opad atmosferyczny, ale także meteorologiczne warunki parowania [Łabędzki i Bąk 2004]. Parametrem, który odnosi się do obu tych wielkości, jest klimatyczny bilans wodny (*KBW*) będący różnicą między sumą opadów a sumą ewapotranspiracji wskaźnikowej (tj. ewapotranspiracji standardowej pokrywy roślinnej) określającej meteorologiczne warunki procesu parowania.

W regionach zróżnicowanych pod względem wielkości opadów i ewapotranspiracji klimatyczny bilans wodny nie odzwierciedla porównywalnej skali niedoborów opadu. Niedogodność tę pozwala usunąć standaryzacja. Standaryzowany klimatyczny bilans wodny (*KBW*) uwzględnia zarówno wielkość opadu atmosferycznego, jak i meteorologiczne warunki parowania i dlatego nadaje do monitorowania suszy na terenach rolniczych.

Celem pracy było określenie częstości występowania suszy meteorologicznej o różnej intensywności w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego i w całych tych okresach na podstawie wskaźnika standaryzowanego opadu (*SPI*) i standaryzowanego klimatycznego bilansu wodnego (*KBW*) oraz porównanie przydatności obu wskaźników jako kryteriów suszy.

Praca została sfinansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych na lata 2004–2007 jako projekt badawczy nr 2P06S 038 27.

MATERIAŁ I METODY

Do analizy wykorzystano 35-letnie (z lat 1970–2004) ciągi danych meteorologicznych obejmujących dekadowe wartości temperatury, usłonecznienia, prędkości wiatru, ciśnienia pary wodnej i wysokości opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym

(IV–IX). Dane pochodziły z pięciu stacji pomiarowych na terenie Polski: Bydgoszczy, Krakowa, Wrocławia, Suwałk i Szczecina. Wybrane stacje są reprezentatywne dla różnych regionów agroklimatycznych (tab. 1) ujmujących całościowo warunki wodne (opadowe), ciepłe i energetyczne (przychodu energii słonecznej) na danym obszarze [Bac i in. 1993].

Tabela 1. Stacje meteorologiczne i regiony agroklimatyczne objęte badaniami
Table 1. Meteorological stations and agro-climatic regions under study

Nazwa stacji Name of station	Region agroklimatyczny* Agro-climatic region*
Kraków	C5
Suwałki	A8
Szczecin	A6
Wrocław	B2
Bydgoszcz	A2

* Według: Bac i in. [1993] – According to: Bac et al. [1993]

Warunki wilgotnościowe (różnica między opadem a parowaniem wskaźnikowym w okresie wegetacyjnym):

- A – region suchy (ponad –100 mm),
- B – region umiarkowanie wilgotny (od –100 do –39 mm),
- C – region wilgotny (od –40 do +60 mm)

Warunki ciepłe i energetyczne:

- 2 – region ciepły i umiarkowanie słoneczny,
- 5 – region umiarkowanie ciepły i umiarkowanie słoneczny,
- 6 – region umiarkowanie ciepły i pochmurny,
- 8 – region chłodny i umiarkowanie słoneczny

Średnia temperatura powietrza w okresie wegetacyjnym:

- chłodny: < 14,5°C,
- umiarkowanie ciepły: 14,5–15,5°C,
- ciepły: > 15,5°C

Suma całkowitego promieniowania słonecznego:

- pochmurny: < 830 kWh · m⁻²,
- umiarkowanie słoneczny: 830–860 kWh · m⁻²,
- słoneczny: > 860 kWh · m⁻²

Humidity conditions (difference between precipitation and potential evaporation in vegetation period):

- A – dry region (greater than –100 mm),
- B – moderately humid region (from –100 mm to –39),
- C – humid region (from –40 to +60 mm)

Thermal and energy conditions:

- 2 – warm and moderately sunny region,
- 5 – moderately warm and moderately sunny region,
- 6 – moderately warm and cloudy region,
- 8 – cool and moderately sunny region

Mean temperature of air in vegetation period:

- cool: < 14.5 °C,
- moderately warm: 14.5–15.5 °C,
- warm: > 15.5 °C

Total solar radiation:

- cloudy < 830 kWh · m⁻²,
- moderately sunny: 830–860 kWh · m⁻²,
- sunny: > 860 kWh · m⁻²

Obydwa wskaźniki suszy: standaryzowany klimatyczny bilans wodny oraz wskaźnik standaryzowanego opadu obliczono dla poszczególnych miesięcy okresu wegetacyjnego (od kwietnia do września) i dla całego tego okresu.

Do obliczenia wskaźnika standaryzowanego opadu (*SPI*) dla opadu o danej wielkości (*P*) – po wcześniejszej normalizacji ciągu opadowego z zastosowaniem funkcji przekształcającej *f(P)* – wykorzystano wzór:

$$SPI = \frac{f(P) - \bar{x}}{d}$$

gdzie:

$f(P) = \sqrt[3]{P}$ – znormalizowana suma opadów,

\bar{x} – wartość średnia znormalizowanego ciągu opadów,

d – średnie odchylenie standardowe znormalizowanego ciągu opadów.

Klimatyczny bilans wodny (KBW) oblicza się jako różnicę między sumą opadów i sumą ewapotranspiracji wskaźnikowej w danym okresie:

$$KBW = P - ET_o$$

gdzie:

P – opad atmosferyczny w danym okresie (mm),

ET_o – ewapotranspiracja wskaźnikowa w danym okresie (mm).

Ewapotranspiracja wskaźnikowa jest zdefiniowana jako ewapotranspiracja hipotetycznej rośliny o stałej wysokości 0,12 m, stałej oporności stomatycznej $70 \text{ s} \cdot \text{cm}^{-1}$, stałym albedo 0,23, w pełni pokrywającej glebę, w warunkach nieograniczonego dostępu wody. Oblicza się ją ze wzoru Penmana-Monteitha [Allen i in. 1998].

Po sprawdzeniu, że klimatyczny bilans wodny można traktować jako zmienną losową o rozkładzie normalnym, wskaźnik ten poddano standaryzacji i obliczono standaryzowany klimatyczny bilans wodny (KBW_s), stosując wzór:

$$KBW_s = \frac{KBW - \overline{KBW}}{d(KBW)}$$

gdzie:

KBW – klimatyczny bilans wodny w danym okresie (mm),

\overline{KBW} – średni wieloletni klimatyczny bilans wodny w danym okresie (mm),

$d(KBW)$ – odchylenie standardowe klimatycznego bilansu wodnego w danym okresie (mm).

Miesięczne wartości SPI obliczono dla miesięcznych sum opadu, a miesięczne sumy KBW liczone jako sumy wartości dekadowych.

W zakresie ujemnych wartości wskaźników SPI i KBW_s przyjęto za McKee [McKee i in. 1993] cztery klasy suszy meteorologicznej: łagodną, umiarkowaną, silną i ekstremalną (tab. 2). Następnie wyznaczono częstotliwość występowania poszczególnych miesięcy okresu wegetacyjnego oraz całych tych okresów w poszczególnych klasach suszy.

Tabela 2. Klasy suszy według wskaźnika standaryzowanego opadu (*SPI*) oraz standaryzowanego klimatycznego bilansu wodnego (*KBW_s*)Table 2. Drought classes according to standardised precipitation index (*SPI*) and standardised climatic water balance (*KBW_s*)

Klasa suszy Drought class	Symbol	<i>SPI</i> , <i>KBW_s</i>
Ekstremalna – Extreme	<i>es</i>	$\leq -2,00$
Silna – Severe	<i>bs</i>	$-1,99 \div -1,50$
Umiarkowana – Moderate	<i>us</i>	$-1,49 \div -1,00$
Łagodna – Mild	<i>ls</i>	$0 \div -0,99$

WYNIKI

Częstość występowania miesięcy i okresów wegetacyjnych w poszczególnych klasach suszy określonych na podstawie standaryzowanego wskaźnika opadu (*SPI*, tab. 3) i standaryzowanego klimatycznego bilansu wodnego (*KBW_s*, tab. 4) wyrażono odpowiednio liczbą miesięcy i liczbą okresów wegetacyjnych w określonej klasie suszy w analizowanym przedziale czasu (lata 1970–2004).

Wyniki analizy przeprowadzonej z użyciem wskaźnika *SPI* różniły się od rezultatów uzyskanych za pomocą wskaźnika *KBW_s*: w przypadku pierwszego z tych wskaźników w latach objętych badaniami stwierdzono mniejszą liczbę susz. *SPI* wykazał większą liczbę miesięcy z suszą ekstremalną (*es*) i silną (*bs*), natomiast *KBW_s* – częstsze występowanie miesięcy z suszą umiarkowaną (*us*) i łagodną (*ls*). W przypadku *SPI* łączna liczba miesięcy z suszą zależnie od stacji wynosiła od 95 do 114, a w przypadku *KBW_s* – od 105 do 122 (tab. 3, 4).

Według obu wskaźników najwięcej miesięcy z suszą wszystkich klas było w Krakowie (odpowiednio 114 i 122), a najmniej w Suwałkach (odpowiednio 95 i 105). Najwięcej miesięcy z suszą ekstremalną zanotowano w północnej części Polski (Szczecin): według *SPI* – 6, co stanowiło 3% badanego okresu; według *KBW_s* – 3 (1,5%). Suszę łagodną najczęściej stwierdzano w Krakowie: według *SPI* wystąpiła ona w 84 miesiącach, a według *KBW_s* – w 95 miesiącach (odpowiednio 40 i 45% badanego okresu). Susze silne najczęściej pojawiały się na terenie Polski północno-wschodniej (Suwałki), przy czym według *SPI* było ich prawie dwukrotnie więcej niż według *KBW_s*. Susze umiarkowane najczęściej stwierdzano w Bydgoszczy (tab. 3, 4).

Występowanie susz wszystkich klas w poszczególnych miesiącach całego 35-lecia nie wykazywało żadnych prawidłowości związanych z położeniem stacji meteorologicznej, np. w Bydgoszczy miesiącem o największej liczbie susz był maj, we Wrocławiu – lipiec i sierpień, a w Krakowie – wrzesień.

Według *SPI*, w całym 35-leciu na czterech spośród pięciu badanych stacji (Bydgoszcz, Kraków, Suwałki, Szczecin) było 16 (46%), a na jednej (Wrocław) – 17 okresów wegetacyjnych z suszą. Według *KBW_s*, udział okresów wegetacyjnych z suszą bez względu na klasę kształtował się od 43% we Wrocławiu do 55% w Bydgoszczy. W latach 1970–2004 na niemal wszystkich stacjach wystąpił tylko jeden okres wegeta-

cyjny z suszą ekstremalną, jedynie w Bydgoszczy takich okresów nie było. Według *SPI*, Bydgoszcz i Kraków charakteryzują się największym udziałem okresów wegetacyjnych z suszą łagodną (34%), natomiast w Suwałkach i Szczecinie przeważają (14%) okresy z suszą umiarkowaną. Według KBW_s , w ciągu 35 lat najwięcej okresów wegetacyjnych z suszą łagodną pojawiło się w Bydgoszczy – 15 (43%), a susze umiarkowane najczęściej występowały w Suwałkach (20% wszystkich okresów).

Tabela 3. Częstość występowania susz w latach 1970–2004 według wskaźnika *SPI*

Table 3. Frequency of occurrence of droughts during 1970–2004 according to *SPI*

Klasa suszy Drought class	Miesiąc – Month						
	IV – Apr	V – May	VI – Jun	VII – Jul	VIII – Aug	IX – Sep	IV–IX – Apr–Sep
Bydgoszcz							
<i>es</i>	0	1	0	0	0	1	1
<i>bs</i>	3	2	0	2	3	0	2
<i>us</i>	1	2	5	5	3	5	1
<i>ls</i>	15	15	14	8	11	11	12
Σ	19	20	19	15	17	17	16
Kraków							
<i>es</i>	0	0	0	0	1	0	1
<i>bs</i>	1	2	2	0	3	1	3
<i>us</i>	4	3	3	3	1	6	0
<i>ls</i>	14	13	14	19	11	13	12
Σ	19	18	19	22	16	20	16
Suwałki							
<i>es</i>	1	2	0	1	0	0	1
<i>bs</i>	2	1	3	3	3	2	1
<i>us</i>	3	2	3	3	3	2	5
<i>ls</i>	11	7	10	9	9	15	9
Σ	17	12	16	16	15	19	16
Szczecin							
<i>es</i>	1	0	1	1	2	1	1
<i>bs</i>	0	4	2	2	2	0	0
<i>us</i>	5	2	1	3	1	5	5
<i>ls</i>	11	12	15	10	11	11	10
Σ	17	18	19	16	16	17	16
Wrocław							
<i>es</i>	0	1	0	1	1	2	1
<i>bs</i>	2	3	3	1	1	1	2
<i>us</i>	4	2	1	3	4	2	4
<i>ls</i>	13	10	12	15	14	13	10
Σ	19	16	16	20	20	18	17

Symbole jak w tabeli 2 – Symbols as in Table 2

Tabela 4. Częstość występowania susz w latach 1970–2004 według wskaźnika KBW_s
 Table 4. Frequency of occurrence of droughts during 1970–2004 according to KBW_s

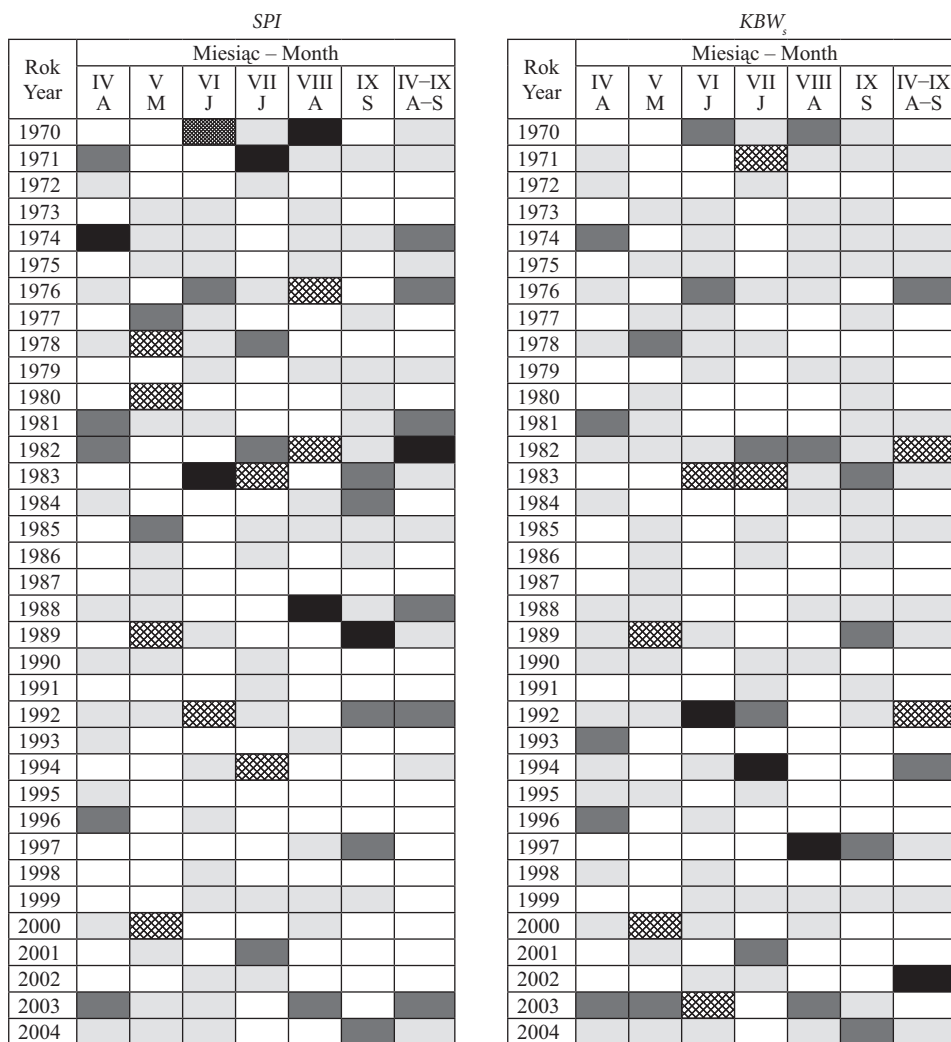
Klasa suszy Drought class	Miesiąc – Month						
	IV – Apr	V – May	VI – Jun	VII – Jul	VIII – Aug	IX – Sep	IV–IX – Apr–Sep
Bydgoszcz							
<i>es</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>bs</i>	0	1	0	2	0	1	2
<i>us</i>	4	4	3	5	5	6	2
<i>ls</i>	17	13	17	10	16	10	15
Σ	21	18	20	17	21	17	19
Kraków							
<i>es</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>bs</i>	0	1	2	0	2	0	2
<i>us</i>	5	5	2	3	3	4	3
<i>ls</i>	15	13	18	19	14	16	12
Σ	20	19	22	22	19	20	18
Suwałki							
<i>es</i>	0	1	0	1	0	0	1
<i>bs</i>	1	1	3	2	1	0	0
<i>us</i>	7	4	2	2	5	4	7
<i>ls</i>	10	9	14	10	10	18	8
Σ	18	15	19	15	16	22	16
Szczecin							
<i>es</i>	0	0	1	1	1	0	1
<i>bs</i>	0	2	2	2	0	0	2
<i>us</i>	5	2	2	3	3	4	2
<i>ls</i>	15	15	15	11	13	18	11
Σ	20	19	20	17	17	22	16
Wrocław							
<i>es</i>	2	0	0	0	0	0	1
<i>bs</i>	0	0	2	2	0	1	2
<i>us</i>	3	6	3	1	4	6	2
<i>ls</i>	10	11	11	17	18	13	10
Σ	15	17	16	20	22	20	15

Symbole jak w tabeli 2 – Symbols as in Table 2

W ciągu 35 lat tylko na dwóch stacjach odnotowano miesiące (Suwałki – lipiec, Szczecin – czerwiec, lipiec), w których oba wskaźniki wykazały taką samą częstotliwość ($F = 3\%$) susz ekstremalnych. Na pozostałych stacjach nie stwierdzono okresu, w którym SPI i KBW_s sygnalizowałyby łącznie wystąpienie skrajnie suchych warunków.

Szczegółowa analiza wartości wskaźników SPI i KBW_s w poszczególnych latach wielolecia 1970–2004 wykazała, że uwzględnienie meteorologicznych warunków parowania

w postaci ewapotranspiracji wskaźnikowej spowodowało w większości miesięcy złagodzenie oceny nasilenia suszy według wskaźnika KBW_s w stosunku do oceny według wskaźnika SPI . Nastąpiło przesunięcie okresów do niższej klasy suszy, czego przykładem jest kwiecień 1974 r. i sierpień 1988 r. w Szczecinie (rys.). Podobną prawidłowość odnotowano w przypadku pozostałych stacji.



Rys. Klasy suszy w poszczególnych miesiącach i w całym okresie wegetacyjnym w latach 1970–2004 w Szczecinie według wskaźników SPI i KBW_s

Fig. Drought classes in individual months and in whole vegetation period during 1970–2004 in Szczecin according to SPI and KBW_s indices

Z powodu dużych wartości ewapotranspiracji wskaźnikowej okresy wegetacji w niektórych latach (np. w Bydgoszczy – 1971, 1993, 1999, 2002; w Krakowie – 1986, 1994, 2000) zostały zaliczone do pierwszej, najłagodniejszej klasy suszy według KBW_s , podczas gdy sam wskaźnik opadowy (SPI) na taką kwalifikację nie pozwalał. A zatem, wskaźnik KBW_s , uwzględniający obok opadu również ewapotranspirację wskaźnikową odzwierciedlającą możliwości parowania wody w danym okresie, wnosi dodatkową informację o kształtowaniu się warunków wodnych danego obszaru.

PODSUMOWANIE

Stosując standaryzowany wskaźnik opadu (SPI), w latach 1970–2004 stwierdzono mniejszą liczbę susz niż wówczas, gdy wykorzystywano standaryzowany klimatyczny bilans wodny (KBW_s). Wskaźnik SPI wykazywał większą liczbę miesięcy z suszą ekstremalną i silną, podczas gdy KBW_s – większą liczbę miesięcy z suszą umiarkowaną i łagodną. Według obu wskaźników najwięcej miesięcy z suszą było w Krakowie, a najmniej w Suwałkach. Na wszystkich pięciu badanych stacjach meteorologicznych zauważono brak prawidłowości występowania suszy wszystkich klas w poszczególnych miesiącach całego 35-lecia. Według SPI liczba okresów wegetacyjnych z suszą wynosiła 16 (Bydgoszcz, Kraków, Suwałki, Szczecin) lub 17 (Wrocław), a według KBW_s takich okresów wegetacyjnych było od 15 (43%, Wrocław) do 19 (55%, Bydgoszcz).

Standaryzowany wskaźnik opadu jest przydatny do monitorowania suszy atmosferycznej, natomiast w przypadku suszy rolniczej bardziej wiarygodne wyniki oceny jej intensywności daje zastosowanie standaryzowanego klimatycznego bilansu wodnego, gdyż wskaźnik ten uwzględnia meteorologiczne warunki ewapotranspiracji. Zależnie od wartości ewapotranspiracji wskaźnikowej wskaźnik KBW_s może złagodzić albo zaostriżyć ocenę suszy opartą tylko na wskaźniku SPI , czyli przesunąć okresy odpowiednio do niższej bądź wyższej klasy suszy.

PIŚMIENNICTWO

- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M., 1998. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrig. Drain. Paper no 56, FAO Rome.
- Bac S., Koźmiński C., Rojek M., 1993. Agrometeorologia. PWN Warszawa.
- How to work out a drought mitigation strategy. An ICID guide, 1998. DVWK Guidelines nr 309. DVWK Bonn.
- Łabędzki L., 2002. Drought risk estimation in the Bydgoszcz-Kujawy region using the standardized precipitation index (SPI). Proc. ICID Int. Conf. on Drought Mitigation and Prevention of Land Desertification, 21–25 April, Bled, Slovenia. SNCID Ljubljana, CD-ROM paper 65.
- Łabędzki L., Bąk B., 2002. Monitoring suszy za pomocą wskaźnika standaryzowanego opadu. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie 2 (5), 9–19.
- Łabędzki L., Bąk B., 2004. Standaryzowany klimatyczny bilans wodny jako wskaźnik suszy. Acta Agrophys., Instytut Agrofizyki PAN, Lublin, 117–124.
- McKee T.B., Doesken N.J., Kleist J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Proc. 8th Conf. of Applied Climatology, 17–22 January, Anaheim, California, 179–184.

McKee T.B., Doesken N.J., Kleist J., 1995. Drought monitoring with multiple time scales. Preprints of 9th Conf. of Applied Climatology, 15–20 January, Dallas, Texas, 233–236.
What is drought? 2005. U.S. National Drought Mitigation Center. <http://enso.unl.edu/ndmc>

ASSESSING METEOROLOGICAL DROUGHT IN SOME AGRO-CLIMATIC REGIONS OF POLAND BY USING DIFFERENT INDICES

Abstract. Assessing drought severity is an element of drought monitoring. The severity of drought may be assessed by using various indices as drought criteria. The choice of the criterion affects the result of determining the frequency of dry periods in a given severity class. An analysis of 35-year-long (1970–2004) meteorological records concerning vegetation periods (April–September) and coming from five meteorological stations located in different agro-climatic regions of Poland was used to calculate the standardised precipitation index (SPI) and standardised climatic water balance (KBW_s). Within the range of the negative values of SPI and KBW_s , four drought classes were distinguished: mild, moderate, severe and extreme. Then, the frequencies of months and vegetation seasons in a given class were established. Using SPI yielded a smaller number of droughts in general than employing KBW_s and a smaller number of vegetation periods with drought. Based on SPI , the number of months with extreme and severe drought appeared to be greater compared to KBW_s , while the latter index showed more months with moderate and mild drought. Employing an index accounting for meteorological conditions of evaporation (KBW_s) softened the judgment on drought severity (periods were shifted to a lower drought class) in comparison with an index based solely on precipitation (SPI).

Key words: meteorological drought, standardised precipitation index, standardised climatic water balance

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 29.01.2007