

TYPOWE I ANOMALNE DŁUGOŚCI OKRESU WEGETACYJNEGO NA LUBELSZZCZYŹNIE

Alicja Węgrzyn

Katedra Agrometeorologii, Uniwersytet Przyrodniczy
ul Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: alicja.wegrzyn@up.lublin.pl

Streszczenie. Fluktuacje klimatyczne w ostatnich dekadach lat przekraczają granice typowej zmienności warunków pogodowych, objawiając się nasileniem zjawisk ekstremalnych. Wzrasta również zróżnicowanie czasowe i przestrzenne długości okresu wegetacyjnego. Zadaniem niniejszej pracy jest określenie częstości występowania typowych i anomalnych pod względem czasu trwania sezonów wegetacyjnych na Lubelszczyźnie. Opracowano w tym celu podział oparty na wartości odchylenia standardowego, który pozwolił na utworzenie następujących klas: A: ≤ 185 dni – okres wegetacyjny anomalnie krótki, B: 185-200 dni – krótki, C: 200-232dni – przeciętny, D: 232-248 dni – długi, E: > 248 dni – anomalnie długi. Wyniki przeprowadzonej analizy wskazują na typowe dla regionu zróżnicowaniem czasu trwania okresu wegetacyjnego. Jednak w serii lat 1991-2006 stwierdzono przykłady pogłębiających się zakresów wahań, przekraczających nawet o 10 dni przedział z lat 1951-1990.

Słowa kluczowe: długość okresu wegetacyjnego, klasyfikacja, częstość występowania

WSTĘP

Fluktuacje klimatyczne w ostatnich dekadach lat przekraczają granice typowej cykliczności warunków pogodowych, objawiając się nasileniem zjawisk ekstremalnych (Kossowska-Cezak 1993, 2005, Kozuchowski 1996, Kuchcik 2006, Marsz 2005, Miętus 2005, Trepińska 1999). Potwierdza to trzeci i czwarty raport IPCC, zgodnie z którym w Europie w ostatnich dekadach lat wzrosła liczba przypadków meteorologicznych zjawisk szkodliwych: ekstremalnych opadów, intensywnych susz, fal upałów. O dużej liczbie anomalii pogodowych w okresie wegetacyjnym 2005 roku w okolicach Lublina donoszą Bartoszek i Banasiewicz (2007).

Czy pogłębiające się zakresy zmienności elementów meteorologicznych, towarzyszące tym zjawiskom, wpływają również na częstość występowania typow-

wych i anomalnych długości okresu wegetacyjnego? Jak kształtuje się zróżnicowanie czasowe i przestrzenne tego periodu na Lubelszczyźnie? Próbą odpowiedzi na postawione pytania jest niniejsza praca. Jej celem jest wyznaczenie przedziałów liczbowych dla określonych typów długości okresu wegetacyjnego w regionie oraz analiza częstości ich występowania.

MATERIAŁ I METODA

Analiza czasu trwania okresu wegetacyjnego na Lubelszczyźnie obejmuje obszar pomiędzy $52^{\circ}11'$ a $50^{\circ}27'$ szerokości geograficznej północnej i między $21^{\circ}43'$ a $24^{\circ}06'$ długości geograficznej wschodniej. Do badań wykorzystano dane z 10 stacji meteorologicznych, znajdujące się w zasobach archiwalnych Katedry Agrometeorologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Ich usytuowanie widoczne jest na zamieszczonych w opracowaniu mapach klimatycznych, które wykreślano metodą interpolacji Kriging w programie Surfer 6.01 firmy Golden Software.

Dane meteorologiczne dotyczą średniej dobowej temperatury powietrza z lat 1951-1990, a dla stacji Bezek i Felin (w celu porównania) ponadto z lat 1991-2006. Na ich podstawie metodą Huculaka i Makowca (1977), wyznaczono daty początku i końca okresów wegetacyjnych w poszczególnych latach i stacjach, a następnie obliczono czas trwania, przyjmując że jest to period z ustaloną średnią dobową temperaturą powietrza równą lub większą $5,0^{\circ}\text{C}$.

W kolejnym etapie opracowano klasyfikację opartą na wartości odchylenia standardowego (obliczonego dla analizowanej serii danych), która pozwoliła na zaszeregowanie długości 396 sezonów wegetacyjnych (9 stacji – 40 lat, Terespol – 36 lat) do następujących klas:

- A: ≤ 185 dni ($> -2\delta$) – anomalnie krótki,
- B: (185-200 dni) ($-2\delta \pm -1\delta$) – krótki,
- C: (200-232dni) ($-1\delta \pm 1\delta$) – normalny (przeciętny)
- D: (232-248 dni) ($1\delta \pm 2\delta$) – długi,
- E: > 248 dni ($>2\delta$) – anomalnie długi.

Rozkład czasowo-przestrzenny wydzielonych typów okresu wegetacyjnego pod względem czasu ich trwania scharakteryzowano za pomocą częstości odpowiadającej ich frekwencji w klasach. Do sprawdzenia, czy empiryczny rozkład czasu trwania okresu wegetacyjnego jest zgodny z rozkładem normalnym, zastosowano test zgodności χ^2 Pearsona (Zeliaś 2000).

W charakterystyce przestrzennej zmienności, stosowano nazewnictwo zaczerpnięte z podziału fizycznogeograficznego Kondrackiego (2000). Słowa „region” używano zamiennie z nazwą „Lubelszczyzna”.

WYNIKI I DYSKUSJA

W toku testowania, przy próbie równej 40 lat (1951-1990), ustalono 5 klas o liczebności $n_i \geq 5$ oraz wyznaczono oddzielnie dla każdej ze stacji granice przedziałów.

Po wyznaczeniu przedziałów i liczebności w klasach oraz uwzględnieniu parametrów rozkładu normalnego dokonano standaryzacji „zero-jedynkowej” górnych krańców przedziałów klasowych, a następnie odczytano z tablic rozkładu normalnego wartości dystrybuanty. W wyniku porównania wartości obliczonych χ^2 z wartością χ^2 krytyczną dla kolejnych stacji otrzymano wyniki, zamieszczone w tabeli 1.

Tabela 1. Wyniki testowania długości okresów wegetacyjnych testem χ^2
Table 1. Results of testing vegetation seasons length by means of χ^2 test

Stacja meteorologiczna Meteorological stations	Wartości obliczone χ^2 Calculated values of χ^2	Wartość krytyczna statystyki χ^2 Critical value of χ^2 statistics
Bezek – Chełm	4,805	
Biała Podlaska	2,649	
Felin	1,802	
Puławy	1,775	
Sandomierz	1,811	
Siedlce	2,249	4,991
Terespol	2,927	
Tomaszów Lub.	2,684	
Włodawa	1,392	
Zamość	0,720	

Wszystkie wartości obliczone są niższe od wartości krytycznej, w związku z czym istotnie rozkład czasu trwania okresu wegetacyjnego w latach 1951-1990 był zgodny z rozkładem normalnym.

Pozwoliło to, w nawiązaniu do cech krzywej Gaussa ustalić przedziały wartości długości okresu wegetacyjnego w oparciu o średnią (216 dni) i odchylenie standardowe ($\approx 14,5$), które odpowiadają określonym jego typom.

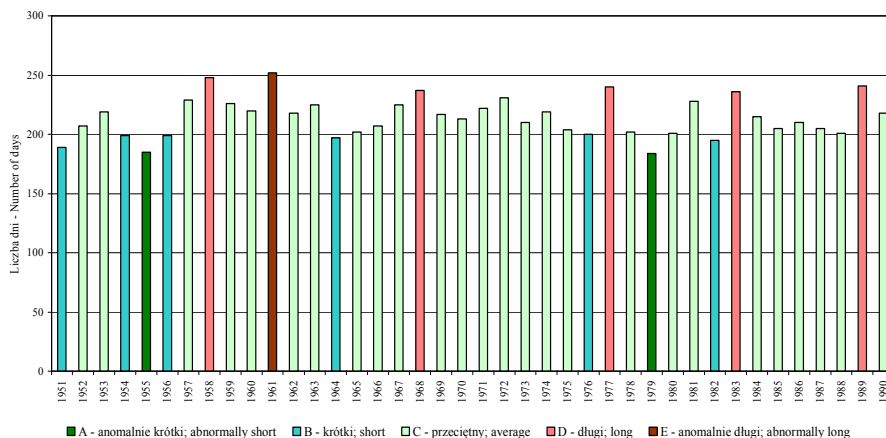
Skoro przy teoretycznym rozkładzie normalnym 68,26% pomiarów mieści się w granicach jednego odchylenia standardowego (Łomnicki 1995), w odniesieniu do czasu trwania okresu wegetacyjnego przyjęto w tym przedziale normalne długości sezonu (klasa C: $\pm 1\delta$).

W zakresie dwóch odchyłeń standardowych od średniej mieści się w teoretycznym rozkładzie normalnym 95,46% pomiarów. Dlatego też odpowiednio w klasie B ($-1\delta \div -2\delta$) uplasowały się okresy wegetacyjne krótkie, a w klasie D ($1\delta \div 2\delta$) długie. Anomalnie długie i anomalnie krótkie okresy wegetacyjne objęły zaś zakresy poniżej i powyżej dwóch odchyłeń standardowych (klasa A: $> -2\delta$ klasa E: $> 2\delta$).

W toku dokonanej na opisanych zasadach klasyfikacji otrzymano wyniki zamieszczone w tabeli 2.

Wynika z niej, że w latach 1951-1990 na Lubelszczyźnie 71,7% przypadków stanowiły okresy o tzw. normalnym czasie trwania. W zależności od stacji udział procentowy różnicował się od 65,0% (Tomaszów Lubelski – rys. 1) do 77,5% (rys. 2) co odpowiadało liczbie lat od 25 do 31.

Częstość okresów krótkich wynosiła 11,4% co odpowiadało ich liczbie na stacjach od 1 do 7 (rys. 3). Pojedyncze lata były typowe dla Puław i Sandomierza, gdzie odpowiednio lata 1964 (rys. 4), 1956 i 1979 znalazły się w przedziale klasy B. Liczebność ich wzrastała wraz z przemieszczaniem się ku północnym i południowym częściom regionu (rys. 3). Obok wymienionych lat w grupie tej pojawiały się lata: 1951, 1954, 1955, 1976, 1981 i 1982 (np. rys. 7).



Rys. 1. Klasyfikacja długości okresów wegetacyjnych w Tomaszowie Lubelskim (1951-1990)

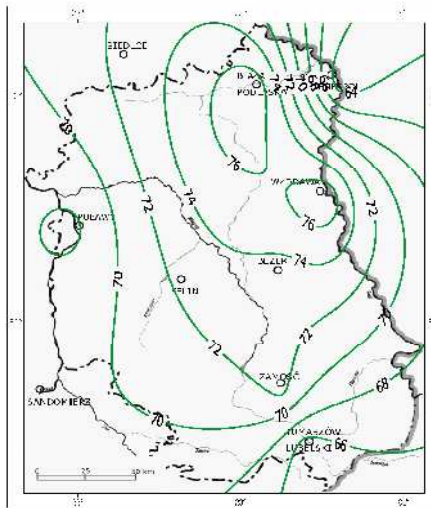
Fig. 1. Classification of vegetation seasons length in Tomaszów Lubelski (1951-1990)

Okresów wegetacyjnych o anomalnie krótkim czasie trwania (klasa A) w Sandomierzu i Puławach nie stwierdzono (tab. 2). W pozostałych stacjach natomiast uplasowały się w niej, wymienione już jako skrajnie krótkie, lata 1955 i 1979, stanowiąc tym samym zaledwie 3,3 % udziału (rys. 5 i 7).

Tabela 2. Wyniki klasyfikacji długości okresów wegetacyjnych (1951-1990)**Table 2.** Results of vegetation seasons length classification (1951-1990)

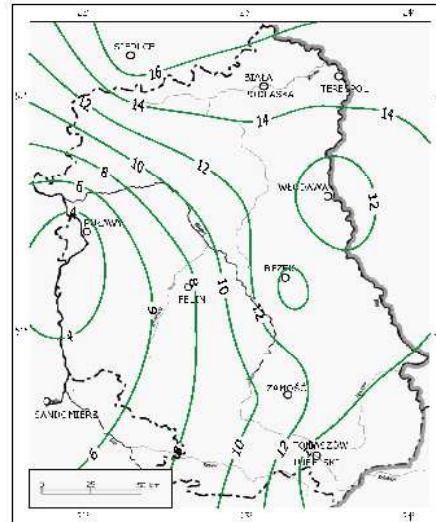
Stacja meteorologiczna Meteorological stations	A < 185 dni < 185 days		B 186-200 dni 186-200 days		C 201-232 dni 201-232 days		D 233-248 dni 233-248 days		E > 248 dni > 248 days	
	Liczba przyp. Number of cases	Częstość Frequency (%)	Liczba przyp. Number of cases	Częstość Frequency (%)	Liczba przyp. Number of cases	Częstość Frequency (%)	Liczba przyp. Number of cases	Częstość Frequency (%)	Liczba przyp. Number of cases	Częstość Frequency (%)
	Bezek	1	2,5	6	15,0	29	72,5	3	7,5	1
Biała Podlaska	2	5,0	6	15,0	31	77,5	1	2,5	0	0
Felin	2	5,0	3	7,5	29	72,5	5	12,5	1	2,5
Puławy	0	0	1	2,5	27	67,5	9	22,5	3	7,5
Sandomierz	0	0	2	5,0	28	70,0	8	20,0	2	5,0
Siedlce	2	5,0	7	17,5	29	72,5	2	5,0	0	0
Terespol (36 lat)	1	2,8	6	16,7	25	69,4	3	8,3	1	2,8
Tomaszów Lubelski	2	5,0	6	15,0	26	65	5	12,5	1	2,5
Włodawa	2	5,0	4	10,0	31	77,5	3	7,5	0	0
Zamość	1	2,5	4	10,0	29	72,5	5	12,5	1	2,5
Razem Total	13	3,3	45	11,4	284	71,7	44	11,1	10	2,5

Podobny jak w klasie B, udział sezonów równy 11,1%, występował w klasie D, odpowiadającej zakresowi lat o długim okresie wegetacyjnym. Największa liczba lat w tej grupie charakteryzowała Puławę i Sandomierz: 9 i 8 przypadków



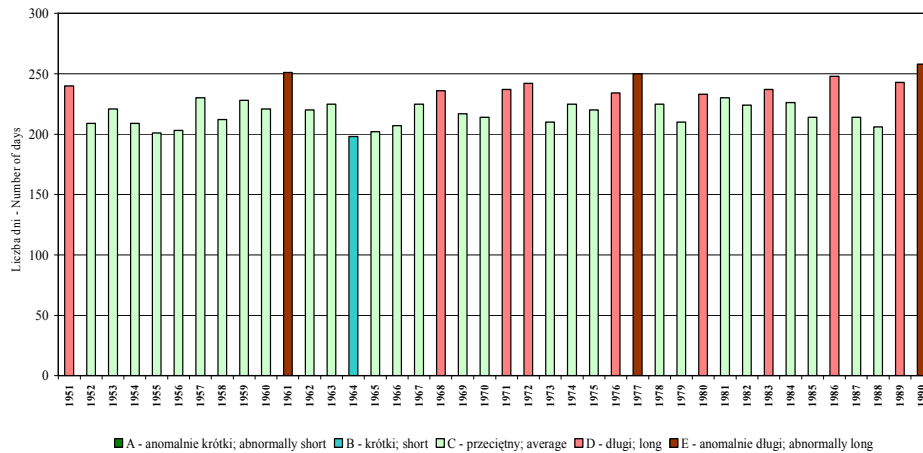
Rys. 2. Częstość (%) występowania okresów wegetacyjnych o normalnym czasie trwania (201-232 dni, klasa C)

Fig. 2. Frequency (%) of normal length vegetation seasons appearance (201-232 days, class C)



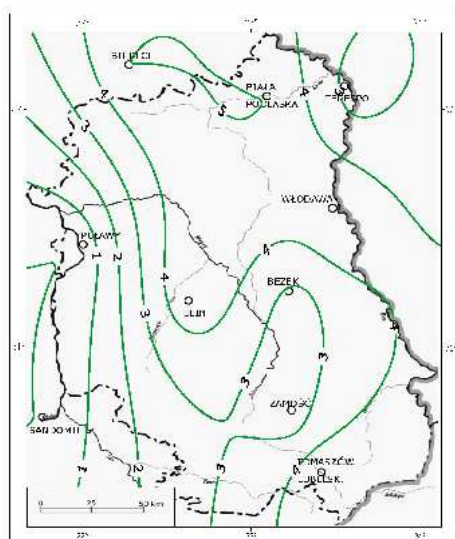
Rys. 3. Częstość (%) występowania krótkich okresów wegetacyjnych (184-200 dni, klasa B)

Fig. 3. Frequency (%) of short vegetation seasons appearance (184-200 days, class B)



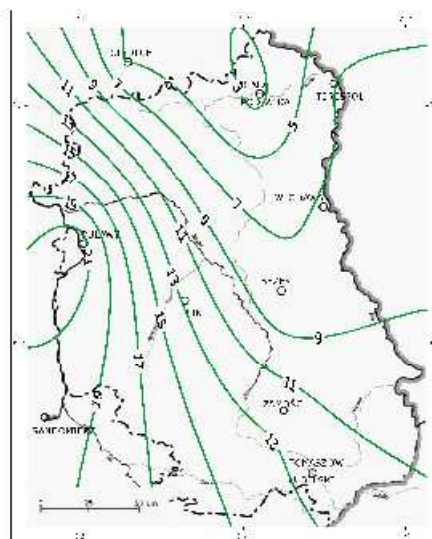
Rys. 4. Klasyfikacja długości okresów wegetacyjnych w Puławach (1951-1990)

Fig. 4 Classification of vegetation seasons length in Puławy (1951-1990)



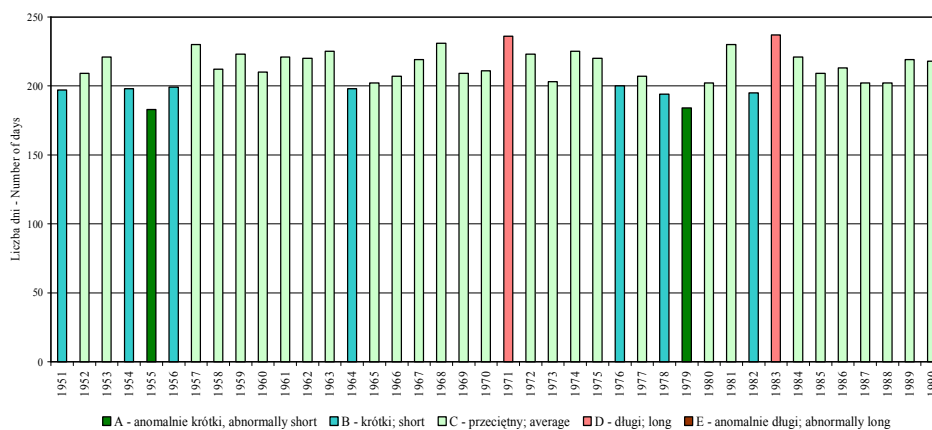
Rys. 5. Częstość (%) występowania anomalnie krótkich okresów wegetacyjnych (<184 dni, klasa A)

Fig. 5. Frequency (%) of abnormally shot vegetation seasons appearance (<184 days, class A)



Rys. 6. Częstość (%) występowania długich okresów wegetacyjnych (233–248 dni, klasa D)

Fig. 6. Frequency (%) of long vegetation seasons appearance (233–248 dni, class D)



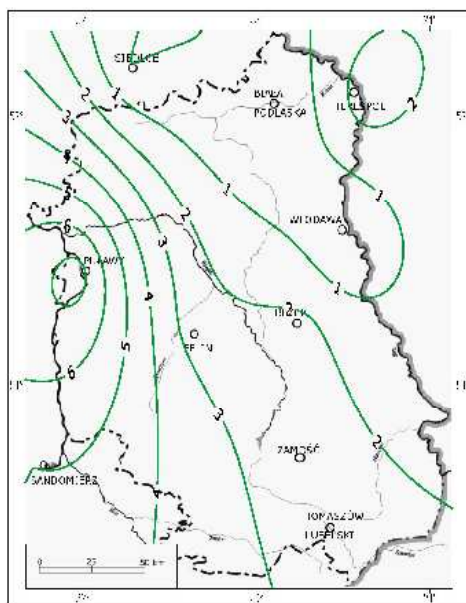
Rys. 7. Klasyfikacja długości okresów wegetacyjnych w Siedlcach (1951-1990)

Fig. 7. Classification of vegetation seasons length in Siedlce (1951-1990)

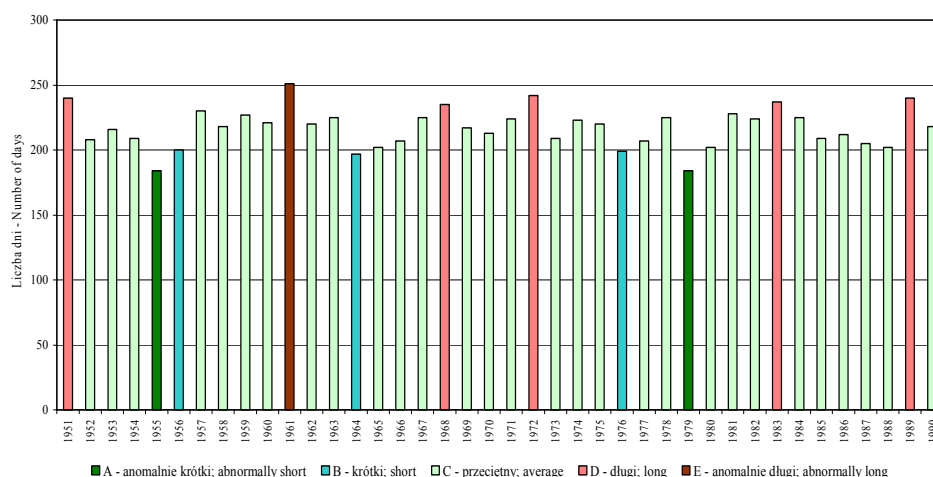
(22,5-20,0%) (rys. 4 i rys. 6). Ich ilość malała do dwóch w Siedlcach (rys. 7) i jednego roku w Białej Podlaskiej. Były to odpowiednio lata 1971, 1983 i 1989. Na stacjach tych, reprezentujących Nizinę Południowopodlaską, nie odnotowano sezonów anomalnie długich, przekraczających 248 dni (rys. 7) Nie było ich również we Włodawie (rys. 8). Jedynie w Terespolu, z racji usytuowania w dolinie Bugu, w roku 1990 pojawił się anomalnie długi okres wegetacyjny.

Po jednym roku anomalnie długim stwierdzono również na stacjach Bezka (1977), Felina (1961 – rys. 9), Tomaszowa Lubelskiego (1961– rys. 1) i Zamościa (1961). Dwa i trzy sezony w klasie E stwierdzono odpowiednio w Sandomierzu i Puławach (rys. 4). Na obu stacjach wystąpiły one w latach 1961 i 1977, a w Puławach ponadto w roku 1990.

Podsumowując rozkład wielkości w analizowanej serii długości sezonów wegetacyjnych, można zauważyć, że przybiera on postać rozkładu normalnego typowego dla większości populacji. Czy są zatem podstawy do wnioskowania o wydłużaniu się współcześnie na Lubelszczyźnie okresu wegetacyjnego, będącego następstwem ocieplania klimatu?



Rys. 8. Częstość (%) występowania anomalnie długich okresów wegetacyjnych (>248 days, klasa E)
Fig. 8. Frequency (%) of abnormally long vegetation seasons appearance (>248 days, class E)



Rys. 9. Klasyfikacja długości okresów wegetacyjnych w Felinie (1951-1990)

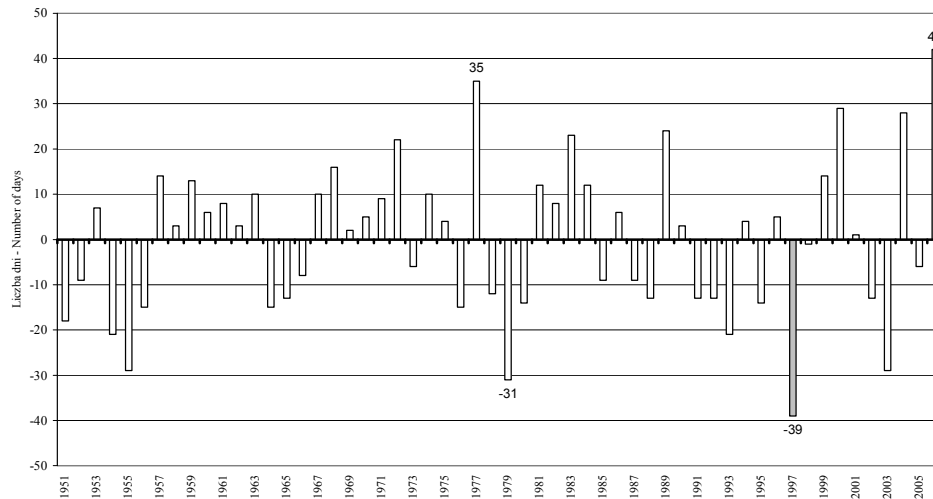
Fig. 9. Classification of vegetation seasons length in Felin (1951-1990)

Wyniki badań nie potwierdzają takich prognoz. Analiza próby z wielolecia 1951-1990 wskazuje na typowe dla regionu zróżnicowanie czasu trwania okresu wegetacyjnego. Jednak ostatni w badanej serii rok 1990, stanowi już przykład wystąpienia sezonu przekraczającego ustalone długości. Po raz pierwszy w tym właśnie roku wegetacja na przeważającej części kraju rozpoczęła się w lutym, a czas trwania sezonu był anomalnie długi. Więcej przykładów wzrastających zakresów zmienności czasu trwania okresu wegetacyjnego dostarcza ostatnia, najbardziej nam współczesna seria lat 1991-2006. Na podstawie wyników badań z Felina i Bezka stwierdzono rozszerzający się przedział wahań, przekraczający nawet o 10 dni zakres z lat 1951-1990 (rys. 11, rys. 12). W roku 1997 okres wegetacyjny trwał zaledwie 174 dni w Felinie i 178 w Bezku i stał się najkrótszym w wieloleciu 1951-2006. Z kolei w roku 2006 w Felinie wyniósł 258 dni, natomiast w Bezku 257 dni, przekraczając o 7 dni najdłuższe z wielolecia 1951-1990.

W stosunku do czterdziestolecia 1951-1990, średni czas trwania okresu wegetacyjnego w piętnastoleciu 1991-2006 był krótszy. W Felinie (217 dni) trwał średnio 212, w Bezku (216 dni) 213 dni. Zmianom uległ także rozkład częstości poszczególnych typów okresów wegetacyjnych w wyznaczonych klasach (tab. 3). Zwraca uwagę wzrost częstości występowania anomalnych długości okresu wegetacyjnego (w klasach A i E) oraz mniejsza frekwencja sezonów typowych.

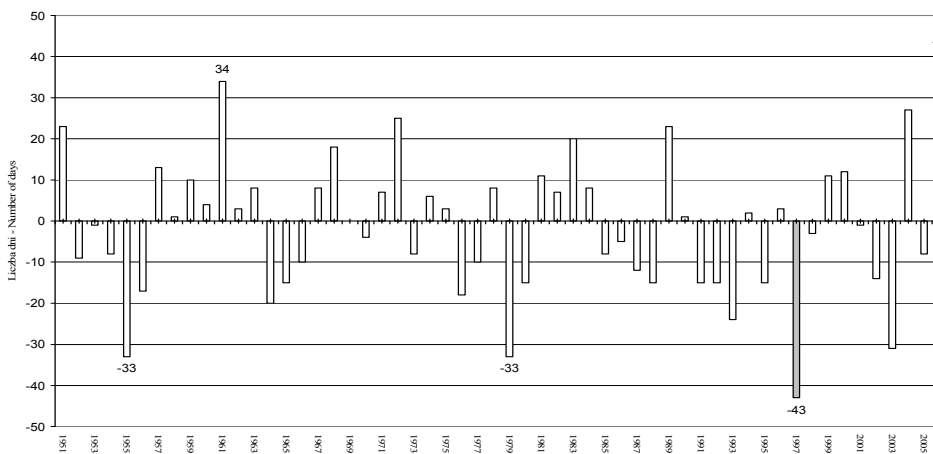
Tabela 3. Średnia długość i częstość występowania w klasach okresu wegetacyjnego w Felinie i Bezku
Table 3. Average length and frequency of appearance of vegetation seasons in classes in Felin and Bezek

Stacja meteorologiczna Meteorological stations	Średnio Mean	A ≤ 185 dni ≤ 185 days		B 186-200 dni 186-200 days		C 201-232 dni 201-232 days		D 233-248 dni 233-248 days		E > 248 dni > 248 days	
		Liczba przyp. Number of cases	Częstość Frequency (%)	Liczba przyp. Number of cases	Częstość Frequency (%)	Liczba przyp. Number of cases	Częstość Frequency (%)	Liczba przyp. Number of cases	Częstość Frequency (%)	Liczba przyp. Number of cases	Częstość Frequency (%)
		Bezek 1951-1990 (40 lat/years)	215	1	2,5	6	15,0	29	72,5	3	7,5
Bezek 1991-2006 (16 lat/years)	213	1	6,25	2	12,5	10	62,5	2	12,25	1	6,25
Felin 1951-1990 (40 lat/years)	217	2	5,0	3	7,5	29	72,5	5	12,5	1	2,5
Felin 1991-2006 (16 lat/years)	212	1	6,25	2	12,5	11	68,8	1	6,25	1	6,25



Rys. 10. Odchylenia od średniej wieloletniej (1951-1990) długości okresu wegetacyjnego w Bezku w latach 1951-2006

Fig. 10. Deviation from mean vegetation season length for the period 1951-1990 in Bezek in the years 1951-2006



Rys. 11. Odchylenia od średniej wieloletniej (1951-1990) długości okresu wegetacyjnego w Felinie w latach 1951-2006

Fig. 11. Deviation from mean vegetation season length for the period 1951-1990 in Felin in the years 1951-2006

WNIOSKI

1. Przeciętna długość okresu wegetacyjnego na Lubelszczyźnie wynosi od 201 do 232 dni. Długi sezon obejmuje przedział od 233 do 248 dni, natomiast krótki od 186 do 200 dni. Anomalnie długi sezon trwa powyżej 248 dni, a anomalnie krótki nie przekracza 185 dni.

2. W czterdziestoleciu 1951-1990 normalne pod względem czasu trwania okresy wegetacyjne stanowiły 71,7%. Długie i krótkie okresy zaznaczały swoją obecność udziałem 11,1% i 11,4%. Sporadycznie występowały sezony anomalnie długie (2,5 %) i anomalnie krótkie (3,3%).

3. Ze zróżnicowania przestrzennego wynika, że część zachodnią regionu charakteryzują dłuższe okresy wegetacyjne. W części północno-wschodniej ze względu na późne daty początku i wczesne końca okresy wegetacyjne są znacznie krótsze. W części południowo-wschodniej regionu terminy początku okresu wegetacyjnego są przeciętne a końca – wczesne, co skraca nieco czas ich trwania. Na Roztoczu, należącym do tej części regionu, istotną rolę w skracaniu sezonu odgrywa wysokość nad poziom morza.

4. W wieloleciu 1991-2006 średni czas trwania sezonu nie wydłużył się natomiast istotnie rozszerzył się zakres jego zmienności. Otrzymane wyniki badań potwierdzają prognozowany wpływ zmian klimatu na wzrost częstości występowania nietypowych długości okresu wegetacyjnego.

PIŚMIENNICTWO

- Bartoszek K., Banasiewicz I., 2007. Agrometeorologiczna charakterystyka okresu wegetacyjnego 2005 w rejonie Lublina na tle wielolecia 1951-005, *Acta Agrophysica*, 9(2), 275-283.
- Huculak W., Makowiec M., 1977. Wyznaczanie meteorologicznego okresu wegetacyjnego na podstawie jednorocznych materiałów obserwacyjnych. *Zesz. Nauk. SGGW*, 25, 65-72.
- Kondracki J., 2000. Podział fizjograficzny w: *Geografia regionalna Polski*. Wyd. Nauk PWN, Warszawa.
- Kossowska-Cezak U., 1993. Lato roku 1992 na tle sezonów letnich ostatnich 120 lat. *Prz. Geof.*, 38, 1, 67-74.
- Kossowska-Cezak U., 2005. Zmiany termicznych pór roku w Warszawie w okresie 1933-2004. *Prz. Geof.*, 50, 3-4, s. 265-277.
- Koźuchowski K., 1996. Współczesne zmiany klimatyczne w Polsce na tle zmian globalnych. *Prz. Geogr.*, 31, 2, 139-152.
- Kuchcik M., 2006. Fale upałów w Polsce w latach 1993-2002. *Prz. Geogr.*, 78, 3, 296-412.
- Łomnicki A., 1995. *Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników*. PWN, Warszawa.
- Marsz A.A., 2005. O przyczynach „wcześniejszego następowania zimy” na obszarze Europy nadbałtyckiej w ostatnim 30-leciu XX wieku, *Prz. Geogr.*, 3, 289-310.
- Miętus M., 2005. Ekstremalne zjawiska klimatyczne z perspektywy IPCC [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne*. PTG, IMGW, Warszawa.

- Trepińska J., 1999. Zróżnicowanie tendencji i intensywności fluktuacji termicznych na obszarze Polski i Europy. Materiały z ogólnopolskiej konferencji nt. "Zmiany i zmienność klimatu Polski-Ich wpływ na gospodarkę, ekosystemy i człowieka", Łódź, 263-268.
- Zeliaś A., 2000. Metody statystyczne. PWE, Warszawa.

TYPICAL AND ABNORMAL DURATION OF VEGETATION SEASON IN THE LUBLIN REGION

Alicja Węgrzyn

Department of Agrometeorology, University of Life Sciences, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: alicja.wegrzyn@up.lublin.pl

Abstract. Expressing through intensification of extreme weather phenomena, climatic fluctuations during recent decades seem to exceed limits of typical weather variations. Increase of time and spatial variation of vegetation period duration is also observed. The goal of this paper is determination of frequency of typical and abnormal, with respect to their duration, vegetation seasons appearance in the Lublin Region. For this purpose, classification based on value of standard variation, calculated for analysed sample, was elaborated. It enabled classification of 396 seasons into following groups: A: ≤ 185 days – abnormally short vegetation season, class B: 185-200 days – short, class C: 220-232 days – average, class D: 232-248 days – long, E: > 248 days – abnormally long. Results of conducted analysis seem to suggest typical for this region variation of vegetation season duration. However, in series from the years 1990–2006, examples of increasing range of variation, exceeding up to ten days range from years 1951-1990, were noted.

Key words: duration of vegetation season, classification, frequency of appearance