

Katedra Agrometeorologii, Akademia Rolnicza w Lublinie  
ul. Akademicka 15, 20-033 Lublin, Poland

Józef Kołodziej, Alicja Węgrzyn

**Zróźnicowanie czasu trwania okresu wegetacyjnego  
w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie  
w pięćdziesięcioleciu 1951–2000**

---

Differentiation of vegetation season duration in the Agrometeorological Observatory at Felin  
in a fifty-year period (1951–2000)

ABSTRACT. Characteristics of variation of vegetation period duration at the Agrometeorological Observatory at Felin constitutes an attempt to confirm scientific reports on increasing dispersion of vegetation duration over many years and on its tendency to terminate earlier in the SE Poland. A series of observations of mean daily air temperatures from a many-year period of 1951–2000 was analyzed. Using the method of Huculak and Makowiec, the dates of passing the threshold value of air temperature of 5°C were determined. This threshold value fences the start – in spring, and the end – in autumn of the vegetation period. The applied method explicitly determines these dates and eliminates incomparability of the results. The data obtained were analyzed statistically and classified into 5 classes, basing on standard deviation values. The number of years in an individual class allow us to calculate the occurrence frequency of vegetation periods of a specific type, attributed to a given class. As a result of the division of the last 50-year period into successive

10-year intervals it appeared that the last two decades are characterized as follow: the period 1981–1990 shows most stable dates of the start and the end of vegetation period, while the last decade, i.e. 1991–2000 has wide amplitude of the beginning of the season and the highest of the ending (45 days). Standard deviation for the seasons end in this decade equals to 14.8 days and is considerably higher both in relation to the preceding decade (8.4 days) and to the entire 50-year period (11.4 days). The trend line confirms a distinct tendency to earlier ending of the vegetation season in this part of the country. Also, the duration time of the vegetation period stands for significant differentiation over many years. It can be either shorter by 41 days as compared to average duration time (215 days) or longer by 36 days. However, the classification adopted (where the anomaly criterion was considered  $x_{sr} = 2\delta$ ) proved that only the year 1997 was exceptionally short, as far as the seasons duration time is concerned. On the other hand, the year long did not occur at all. Most vegetation periods (76%) represented average duration time. Only 10% can be

classed as long and 12% as short. This seems to prove the differentiation typical transition climate of Poland. It is worthy to note that possible anomalous phenomena should be analyzed for more measurement sites, including spatial characteristics.

KEY WORDS: vegetation period, duration time, differentiation, variability of the beginning and the end dates, temporal trends (tendencies)

Wobec obserwowanego zwiększenia się ekstremów pogodowych, będących udokumentowanymi zwiastunami zmian klimatu w kierunku ocieplenia lub przeciwnie – oziębienia, ocena wpływu warunków meteorologicznych w okresie wegetacyjnym na kształtowanie wysokości i jakości plonów nabiera coraz większego znaczenia. Doniesienia naukowe, bazując na modelach wielu zmiennych, przedstawiają wizje przyszłych zmian i ich konsekwencje między innymi na czasową i przestrzenną zmienność okresu wegetacyjnego na obszarze Europy i Polski. Hubert Lamb [Kurowski 2002] dowodzi, że długotrwałe ochłodzenie południowej Anglii o zaledwie  $0,5^{\circ}$  skraca okres wegetacyjny o 14 dni. Kolejny spadek o pół stopnia skróciłby czas wykorzystywany rolniczo o cały miesiąc, a to w tamtejszych warunkach wystarczyłoby do spowodowania klęski.

Postęp w badaniu klimatu w wymiarze globalnym pozwolił na sprecyzowanie związków zachodzących pomiędzy procesami w skali regionalnej z formami funkcjonowania cyrkulacji atmosferycznej, która uważana jest obecnie za jedną z głównych, znaczących ogniw zmian klimatycznych [Parczewski 1974 i in.; Kożuchowski, Marciniak 1986; Kożuchowski 1996, 2000, 2002, 2003; Wibig 2000].

Wpływ cyrkulacji atmosferycznej nad północnym Atlantykiem na zmienność warunków termicznych, których odzwierciedleniem jest czas trwania wegetacji, w Polsce jest bogato udokumentowany [Parczewski 1974; Kożuchowski 1989, 1997, 2002, 2003; Żmudzka 1997; Marsz, Żmudzka 1999, 2002; Żmudzka, Dobrowolska 2001; Olszewski, Żmudzka 2000]. Wśród wielu aspektów tych badań, szczegółowymi powiązaniem zagadnień związanych z okresem wegetacyjnym (rozumianym tu jako okres o temperaturze średniej dobowej  $\geq 5,0^{\circ}\text{C}$ ) i wskaźnikiem oscylacji północnego Atlantyku (NAO) zajęli się Żmudzka i in. [1999, 2000, 2001, 2002]. Dowodzą oni, że zmienność NAO warunkuje od 13 do 46% zmienność długości okresu wegetacyjnego na obszarze kraju i od kilkunastu do 61% zmienność momentu początku tego okresu. Wpływu NAO na czas trwania sezonu wegetacyjnego i jego początek zmniejsza się od północno-zachodnich i zachodnich granic Polski ku południowemu-wschodowi wraz z nakładającym się dodatkowo – ujemnym wpływem wysokości nad poziom morza.

Dalsze analizy [Olszewski, Żmudzka 2000; Żmudzka, Dobrowolska 2001] pozwalają stwierdzić, że długość okresu wzrasta w tempie od 1 do 3 dni na

10 lat, średnio o około 8 dni w ostatnim 50-leciu. Największy przyrost obejmuje rejony północno-zachodnie – ok. 20 dni i – co ciekawe – na krańcach Polski południowo-wschodnich odnotowuje się dwudniowe skrócenie okresu wegetacyjnego.

Początek wegetacji na przeważającym obszarze Polski cechuje się większą zmiennością niż jej zakończenie. Jednak wschodnie krańce, w tym Polesie Lubelskie, odznaczają się większą zmiennością końca niż początku okresu wegetacyjnego [Żmudzka, Dobrowolska 2001].

Celem niniejszej pracy jest prześledzenie czasowego zróżnicowania zarówno długości trwania, jak i początku oraz końca okresu wegetacyjnego w Felinie k/Lublina, reprezentującego charakterystyczne cechy sezonu wegetacyjnego na obszarach Polski południowo-wschodniej.

#### METODY

Opracowanie oparto na wynikach pomiarów temperatury powietrza z lat 1951–2000 w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie, podlegającym Katedrze Agrometeorologii Akademii Rolniczej w Lublinie

Daty przejścia temperatury powietrza przez wartość progową  $5^{\circ}\text{C}$ , która na wiosnę wyznacza początek, a jesienią – koniec okresu wegetacyjnego, określono metodą Huculaka i Makowca [1977]. Na podstawie jednorocznych szeregów średnich temperatur dobowych, ustala ona w sposób jednoznaczny kryteria oznaczania tych terminów. Eliminuje ponadto, możliwą przy zastosowaniu innych metod, nieporównywalność wyników.

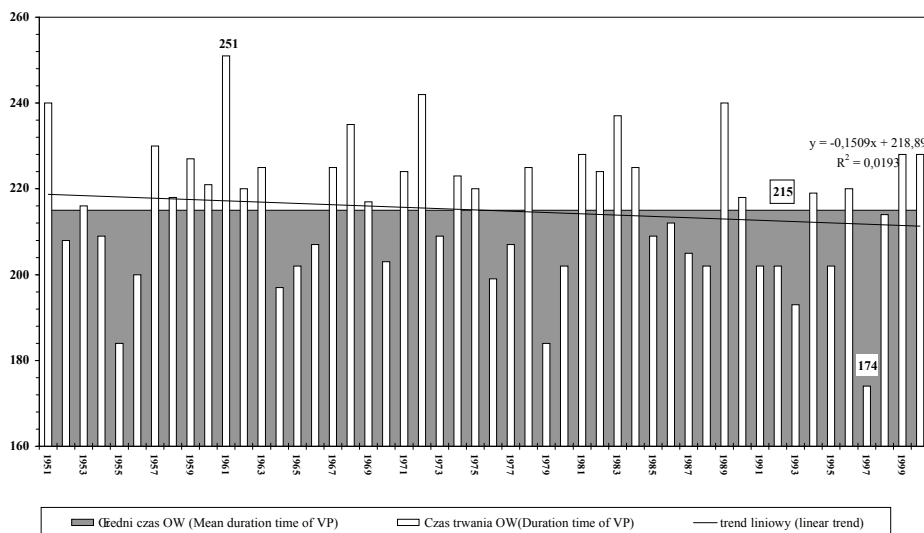
Ścisłe określone tą metodą daty początku, końca i czasu trwania okresu wegetacyjnego poddano następnie usystematyzowaniu. A mianowicie przyporządkowano do jednej z pięciu klas, utworzonych dla analizowanej serii danych w oparciu o obliczone z tej próby, wartości odchylenia standardowego. Obejmują one następujące przedziały: Klasa A:  $> -2\delta$  anomalnie wczesny początek, koniec lub bardzo krótki okres wegetacyjny; Klasa B:  $(-1\delta \div -2\delta)$  wczesny początek, koniec lub krótki okres wegetacyjny; Klasa C:  $(-1\delta \div 1\delta)$  normalny początek, koniec lub czas trwania okresu wegetacyjnego; Klasa D:  $(1\delta \div 2\delta)$  późny początek, koniec lub długi okres wegetacyjny; Klasa E:  $> 2\delta$  anomalnie późny początek, koniec lub bardzo długi okres wegetacyjny. Liczebność lat mieszczących się w poszczególnych klasach pozwoliła na obliczenie częstości występowania okresów wegetacyjnych o określonych wyżej typach.

Zastosowanie statystyk opisowych (wartości średnie maksymalne i minimalne), współczynników dyspersji (odchylenie standardowe i współczynnik zmienności), analizy trendów czasowych, a także podziału analizowanego pół-

wieczna na kolejne dziesięciolecia umożliwiło wnikliwe przesledzenie czasowego zróżnicowania zmienności okresu wegetacyjnego w okolicach Lublina.

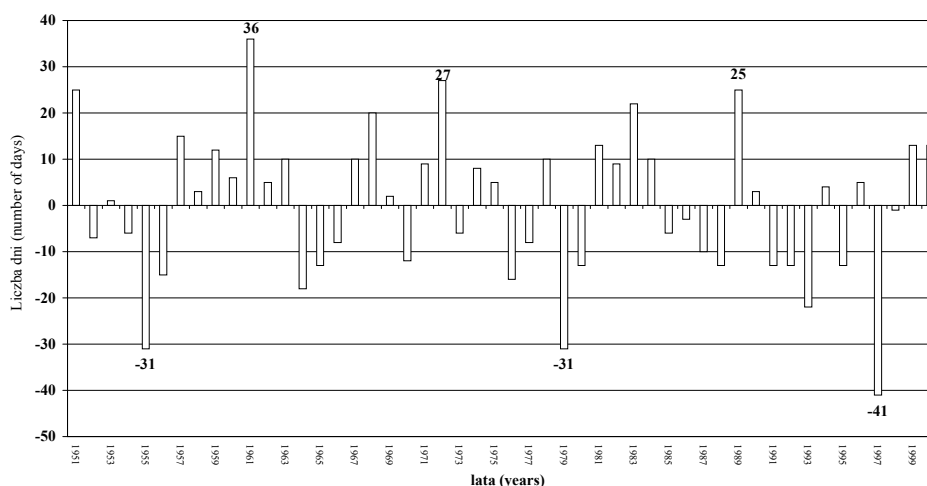
#### WYNIKI

W analizowanym pięćdziesięcioleciu meteorologiczny okres wegetacyjny w Felinie trwał średnio 215 dni. Rozpoczął się średnio 3 kwietnia i kończył 3 listopada. Jednak jego zmienność na przestrzeni lat, tak istotna w cyklu rozwojowym roślin uprawnych, odznaczała się dużymi wahaniami. Świadczą o tym skrajne wartości analizowanych charakterystyk omawianego wielolecia, jak również duże różnice w czasie trwania oraz datach początku i końca okresu wegetacyjnego z roku na rok. Najdłuższy, bo trwający aż 251 dni, okres wegetacyjny wystąpił w roku 1961. Najkrótszy wystąpił w roku 1997 i trwał tylko 174 dni, a więc o 10 dni mniej niż kolejny minimalny, równy 184 dni w roku 1955 (ryc. 1). Tak więc zakres wahań czasu trwania okresu wegetacyjnego w Felinie wyniósł aż 77 dni. Stopień dyspersji tego zjawiska potwierdza wartość odchylenia standardowego i współczynnika zmienności, które dla średniej długości okresu wegetacyjnego wyniosły odpowiednio 15,8 dnia, tj. 7,4%. Skalę zmienności odzwierciedla rycina 2, z której wynika, że liczby przypadków powyżej



Rycina 1. Długość okresu wegetacyjnego w Felinie w latach 1951–2000

Figure 1. Duration of vegetation period in Felin in the years 1951–2000



Rycina 2. Odchylenia od średniej wieloletniej długości trwania okresu wegetacyjnego w Felinie w latach 1951–2000

Figure 2. Deviations from the many-year mean duration time of vegetation period in Felin in the years 1951–2000

(27) i poniżej (23) w stosunku do wartości średniej czasu trwania okresu wegetacyjnego rozkładały się mniej więcej połowicznie (54% do 46%). Przy tym w 30 przypadkach (60%) odchylenia były większe lub równe 10 dni i tylko w sześciu (12%) nie przekraczały 3 dni.

Jeszcze większe wahania w liczbie dni okresu wegetacyjnego zanotowano z roku na rok. Trzydzieści dwa razy przekraczały one 10 dni, w tym 16 razy 20 i 7 razy 30 dni. Podobnie jak w porównaniu ze średnią, tu również tylko 6 razy zmiana ta nie przekraczała trzech dni (ryc. 2). Rekordowy skok związany był z najkrótszym sezonem, kiedy to różnica w długości okresu wegetacyjnego między rokiem 1996 (220 dni) i 1997 (174 dni) wyniosła 46 dni, a następnie między latami 1997 i 1998 (214 dni) 40 dni.

Niewątpliwie wyjątkowo krótki okres wegetacyjny roku 1997 wpłynął na najniższą średnią długość czasu trwania wegetacji w ostatnim dziesięcioleciu. Wyniósł on 208 dni i w porównaniu z dekadą 1981–1990, o najdłuższym okresie wegetacyjnym spośród analizowanych dziesięć lat (tab. 1), był krótszy o 12 dni. Obie sąsiadujące ze sobą dekady lat na tle pozostałych trzech dziesięcioleci wyróżniają się: jedna (1981–1990) największą stabilnością dat początku i końca okresu wegetacyjnego, druga (1991–2000) dużą amplitudą początku i największą spośród analizowanych dziesięć lat, końca – 45 dni. W dekadzie tej bowiem, najwcześniej okres wegetacyjny skończył się w 1992 roku, już 11 paź-

Tabela 1. Charakterystyki klimatologiczne i współczynniki dyspersji dla okresu wegetacyjnego w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felnie w latach 1951–2000

Table 1. Climatic characteristics and dispersion coefficients for vegetation periods at the Agrometeorological Observatory in Felin in the years 1951–2000

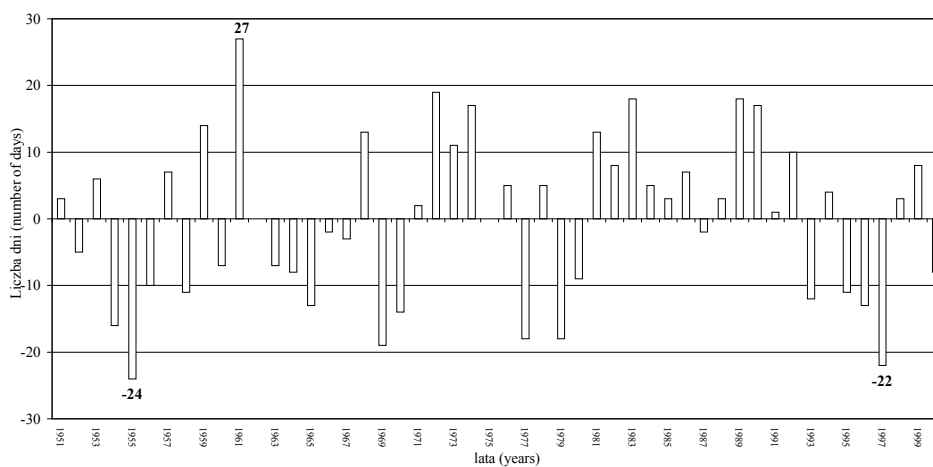
	Półwiecze i dekady lat Half-century and decades of years	Średnio Mean	Odczylenie standardowe (w dniach) Standard deviation (days)	Współczynnik zmienności (%) Coefficient of variation (%)	Minimalny czas trwania i najwcześniejsze daty Minimum duration time and earliest dates	Maksymalny czas trwania i najpóźniejsze daty Maximum duration time and latest dates	Zakres wahań (w dniach) Range of variation (days)
Czas trwania okresu wegetacyjnego Duration time of vegetation period	1951-2000	215 dni	15,8	7,4	174 dni	251 dni	77 dni
	1951-1960	215	16,0	7,4	184	240	56
	1961-1970	218	16,8	7,7	197	251	54
	1971-1980	213	16,4	7,7	184	242	58
	1981-1990	220	13,1	5,9	202	240	38
1991-2000	208	17,0	8,1	174	228	54	
Data początku Date of the beginning	1951-2000	3,04	12,1	13,0	7,03	27,04	51
	1951-1960	7,04	11,7	12,0	20,03	27,04	38
	1961-1970	6,04	13,7	14,3	7,03	22,04	46
	1971-1980	2,04	13,1	14,3	15,03	21,04	37
	1981-1990	25,03	7,1	8,5	16,03	5,04	20
1991-2000	7,04	10,6	10,9	24,03	25,04	32	
Data końca Date of the end	1951-2000	3,11	11,4	3,7	11,10	25,11	45
	1951-1960	8,11	10,1	3,2	27,10	25,11	29
	1961-1970	9,11	9,8	3,1	24,10	24,11	31
	1971-1980	31,10	11,4	2,8	13,10	13,11	31
	1981-1990	30,10	8,4	2,8	18,10	10,11	23
1991-2000	31,10	14,8	4,9	11,10	25,11	45	

dziernika, a najpóźniej w 2000 roku – 25 listopada. Wartość odchylenia standardowego była równa 14,8 dnia, podczas gdy w poprzedniej dekadzie lat tylko 8,4 dnia.

O ile w dekadach lat 1981–1990 i 1991–2000 większą zmiennością dat, równą odpowiednio 3 i 45 dni, charakteryzowały się daty końca, a mniejszą (20 i 23 dni) daty początku (tab. 1), o tyle w dziesięcioleciach 1951–1960, 1961–1970 i 1971–1980 było odwrotnie. Większe były zakresy wahań dat początku – odpowiednio 38, 46, 37 dni, a mniejsze końca – odpowiednio 29, 31 i 31 dni (tab. 1). Rekordowo dużym zróżnicowaniem dat początku: 46 dni, wyróżniło się wielolecie 1961–1970. Wartości odchylenia standardowego dla dat początku w tych dekadach mieściły się w przedziale 11,7–13,7 dnia, podczas gdy w dziesięcioleciu 1981–1990 było ono równe 7,1 dnia, a w 1991–2000 – 10,6 dnia (tab. 1).

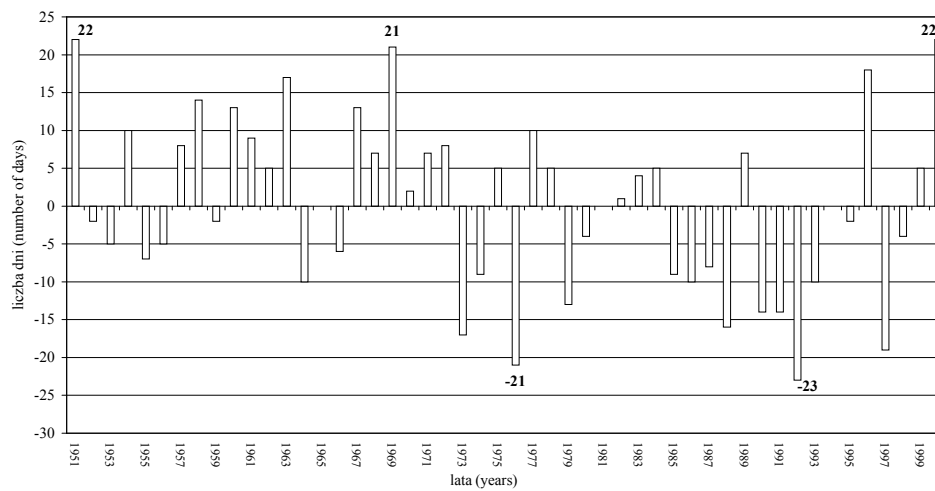
W skali całego półwiesza odchylenia standardowe dla średniej daty początku i końca okresu wegetacyjnego wynosiły odpowiednio 12,1 i 11,4 dnia i tym samym dowiodły dużych wahań tych terminów w czasie (tab. 1).

Aż 51 dni wyniosła rozpiętość dat początku, gdyż najwcześniej okres wegetacyjny rozpoczął się w roku 1961 (3 marca), a najpóźniej 27 kwietnia 1955 roku (ryc. 5). Równie wysokie wahania zmienności dat zaobserwowano z roku na rok. Między 1960 i 1961 różnica wyniosła 34 dni, a między 1968 a 1969 – 32 dni.



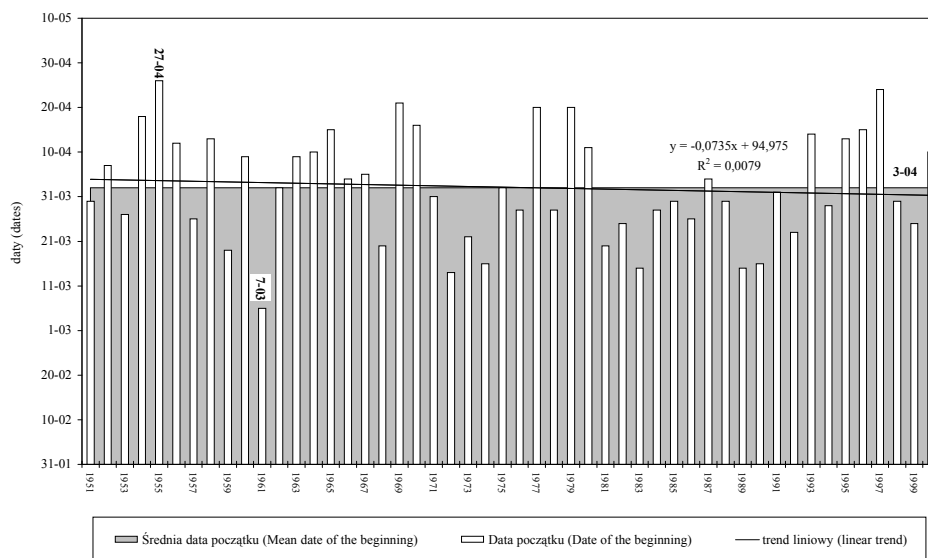
Rycina 3. Odchylenia (w dniach) od średniej daty początku okresu wegetacyjnego w Felinie w latach 1951–2000

Figure 3. Deviations from the many-year mean date of the beginning of the vegetation period in Felin in the years 1951–2000



Rycina 4. Odchylenia (w dniach) od średniej wieloletniej daty końca okresu wegetacyjnego w Felinie w latach 1951–2000

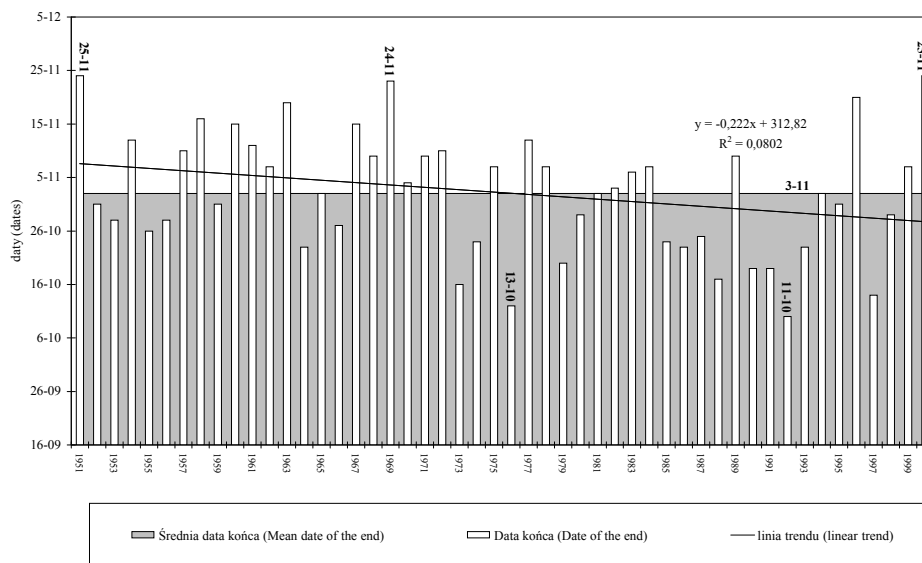
Figure 4. Deviations from the many-year mean date of the end of vegetation period in Felin in the years 1951–2000



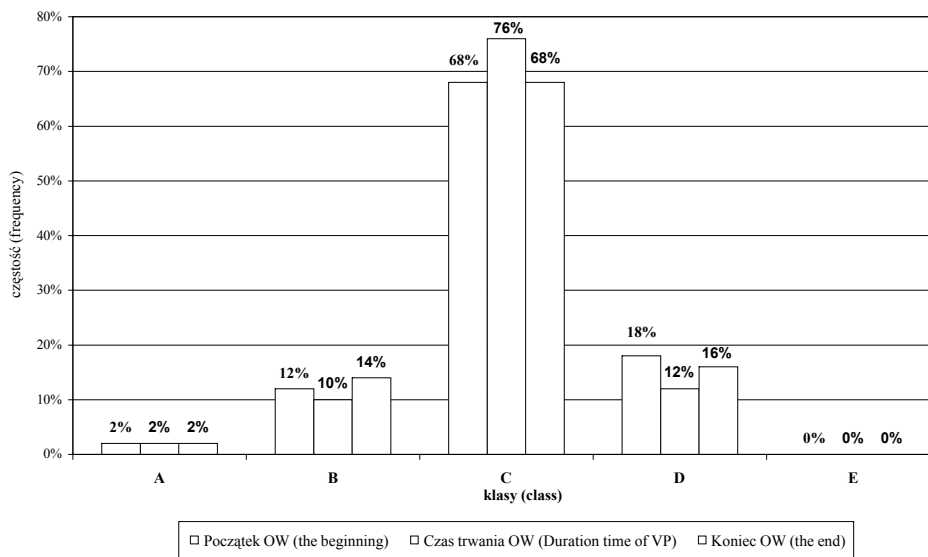
Rycina 5. Daty początku okresu wegetacyjnego w Felinie w latach 1951–2000

Figure 5. Dates of the beginning of vegetation period in Felin in the years 1951–2000





Rycina 6. Dаты końca okresu wegetacyjnego w Felinie w latach 1951–2000  
 Figure 6. Dates of the end of vegetation period in Felin in the years 1951–2000



Rycina 7 Procentowy udział początku, czasu trwania i końca okresu wegetacyjnego w klasach (A, B, C, D, E)  
 Figure 7. Percentage contribution of the beginning, the end and the duration time of the vegetation period in the classes (A, B, C, D, E)

Niewiele mniejszy zakres rozproszenia dat, równy 45 dniom, wystąpił między skrajnymi datami końca okresu wegetacyjnego badanego pięćdziesięciolecia (ryc. 4). Najwcześniej okres wegetacyjny kończył się 11 października 1992 roku, natomiast najpóźniej 25 listopada w latach 1951 i 2000. Wyjątkowo wysoką zmianę z roku na rok (37 dni) zanotowano między latami 1996 i 1997 (ryc. 4).

Współczynnik korelacji dla wykreślonego trendu czasowego dat końca okresu wegetacyjnego wyniósł:  $r = -0,283$  i okazał się istotny statystycznie na poziomie  $\alpha = 0,05$ . Brak istotności stwierdzono w przypadku współczynnika korelacji dla trendu czasowego dat początku ( $r = -0,088$ ) oraz czasu trwania ( $r = -0,139$ ). Jednak na podstawie równania linii trendu (ryc. 1) można wnioskować, że długość okresu wegetacyjnego skracała się o 0,16 dnia na rok, choć zastosowany test t-Studenta nie wykazał istotności statystycznej.

Dokonane analizy trendu są potwierdzeniem wyników badań Żmudzkiej i Dobrowolskiej [2001], gdyż w analizowanej stacji mamy istotnie do czynienia z minimalnym skróceniem czasu trwania (ryc. 1) i wyraźną tendencją do wcześniejszego terminu końca okresu wegetacyjnego (ryc. 6). Czy wobec tak wyraźnego zróznicowania omawianych tu charakterystyk i narastającej – szczególnie w ostatnim dziesięcioleciu – dyspersji można mówić o ewentualnych anomaljach? Opracowana do tego celu klasyfikacja, w której za kryterium anomalności przyjęto  $x_{sr} \pm 2\delta$ , pozwoliła stwierdzić, że tylko rok 1997 pod względem czasu trwania można uznać za wyjątkowo krótki, a więc odbiegający od normy. Nie wystąpił natomiast rok anomalnie długi. W 38 przypadkach, tj. w 76%, okresy wegetacyjne były normalne oraz odpowiednio 10% i 12% stanowiły okresy tzw. krótkie i długie (ryc. 7)

W przypadku początku okresu wegetacyjnego w klasie A znalazł się rok 1961, jako anomalnie wczesny. Klasa E, przekraczająca wartość dwu odchyłeń w kierunku wyjątkowo późnego terminu, pozostała pusta. W 68 % terminy początku sezonu jako przeciętne znalazły się w klasie C oraz w 12% i 18% w klasach B i D jako odpowiednio daty wczesne i późne (ryc. 7).

Niemal identyczny rozkład charakteryzował koniec okresu wegetacyjnego. Anomalnie wcześnie zakończyła się wegetacja w roku 1992 (klasa A). Nie odnotowano daty w klasie E. Również i tu w 68% terminy zakończenia zmieściły się w przedziale przeciętnych (klasa C), 14% stanowiły wczesne daty końca okresu wegetacyjnego i 16% – późne (ryc. 7).

#### WNIOSKI

1. Przeciętny czas trwania okresu wegetacyjnego w Felinie wynosi 215 dni. Rozpoczyna się średnio 3 kwietnia, a kończy 3 listopada. Jednak dyspersja dat

początku i końca oraz czasu trwania sezonu świadczą o znaczącym zróżnicowaniu czasowym zarówno w skali półwiecza, jak i z roku na rok.

2. Stwierdzono równowagę w częstości występowania terminów wcześniejszych i późniejszych w stosunku do średniej daty początku lub końca okresu wegetacyjnego. Jednak współczynnik zmienności dat początku sezonu (13%) jest 3,5-krotnie większy niż dat końca (3,7%). Na tej podstawie można wnioskować, że o długości czasu trwania okresu wegetacyjnego bardziej decyduje początek niż koniec.

3. Z analizy trendów czasowych wynika, że w Felinie okres wegetacyjny ma tendencję do wcześniejszego zakończenia o 2,2 dnia na 10 lat. Wartość ta jest istotna statystycznie na poziomie  $\alpha = 0,05$ . Również czas trwania okresu wegetacyjnego wykazuje trend do skracania się o 1,6 dnia na 10 lat. Jednak zastosowany test t-Studenta wykazał, że nie jest on istotny statystycznie.

4. Przybliżony rozkład normalny analizowanej próby wydaje się świadczyć jedynie o typowym zróżnicowaniu dla przejściowego klimatu Polski. Ewentualne zjawiska anomalne powinny być przeanalizowane dla większej liczby punktów pomiarowych z uwzględnieniem charakterystyki przestrzennej.

#### PIŚMIENNICTWO

- Huculak W., Makowiec M. 1977. Wyznaczanie meteorologicznego okresu wegetacyjnego na podstawie jednorocznych materiałów obserwacyjnych. Zesz. Nauk. SGGW-AR w Warszawie, Leśnictwo 25, 65–72.
- Kożuchowski K. 1996. Współczesne zmiany klimatyczne w Polsce na tle zmian globalnych. Przegł. Geogr. 68, 1-2, 79–97.
- Kożuchowski K., Marciniak K. 1986. Fluktuacje kontynentalizmu klimatu Polski na tle warunków cyrkulacyjnych i solarnych. Przegł. Geof. 31, 2, 139–152.
- Kożuchowski K., Żmudzka E. 2000. Vegetation and climate in Poland in the 1990S: variations of the normalised difference vegetation index air temperature, sunshine and resipitation. Pr. Geograf. 107, Inst. Geograf. UJ Kraków, 235–242.
- Kożuchowski K., Żmudzka E. 2002. Cyrkulacja atmosferyczna i jej wpływ na zmienność temperatury powietrza w Polsce. Przegł. Geogr. 74, 4, 591–604.
- Kożuchowski K. 2003. Cyrkulacyjne czynniki klimatu Polski. Czas. Geogr. 74, 1/2, 93–105.
- Kurowski A. 2002. „Wieści“ o przyszłości klimatu świata. I w co wierzyć?. Gaz. Obs. IMGW 2, 15–17.
- Marsz. A.A., Żmudzka E. 1999. Oscylacja północnego Atlantyku a długość okresu wegetacyjnego w Polsce. Przegł. Geof. 66, 4, 199–210.
- Marsz A.A., Żmudzka E. 2002. Związki początku termicznego okresu wegetacyjnego w Polsce z anomaliami temperatury powierzchni wody na Atlantyku Północnym (Problem prognozy długoterminowej). Przegł. Geof. 67, 3/4, 165–201.
- Olszewski K. Żmudzka E. 2000. Variability of the vegetative period in Poland. *Miscellanea Geographica*, vol. 9, Warszawa, 59–70.

- 
- Parczewski W. 1974. Dynamiczne aspekty klimatu Polski. *Przeł. Geogr.* 43, 4, 507–520.
- Wybig J. 2000. Oscylacja północnoatlantycka i jej wpływ na kształtowanie pogody i klimatu. *Przeł. Geof.* 65, 2, 121–137.
- Żmudzka E. 1997. Zmiany okresu wegetacyjnego w Polsce. *Prace i Studia Geograficzne* 20, Warszawa, 93–103.
- Żmudzka E. Dobrowolska M. 2001. Termiczny okres wegetacyjny w Polsce- zróźnicowanie przestrzenne i zmienność czasowa. *Przeł. Nauk. SGGW. Wydz. Inż. i Kszt. Środ.* 21, 75–80.