

## **OKRESY TERMICZNE W POŁUDNIOWEJ CZĘŚCI WYŻYNY KRAKOWSKO-CZĘSTOCHOWSKIEJ (1991-2000)**

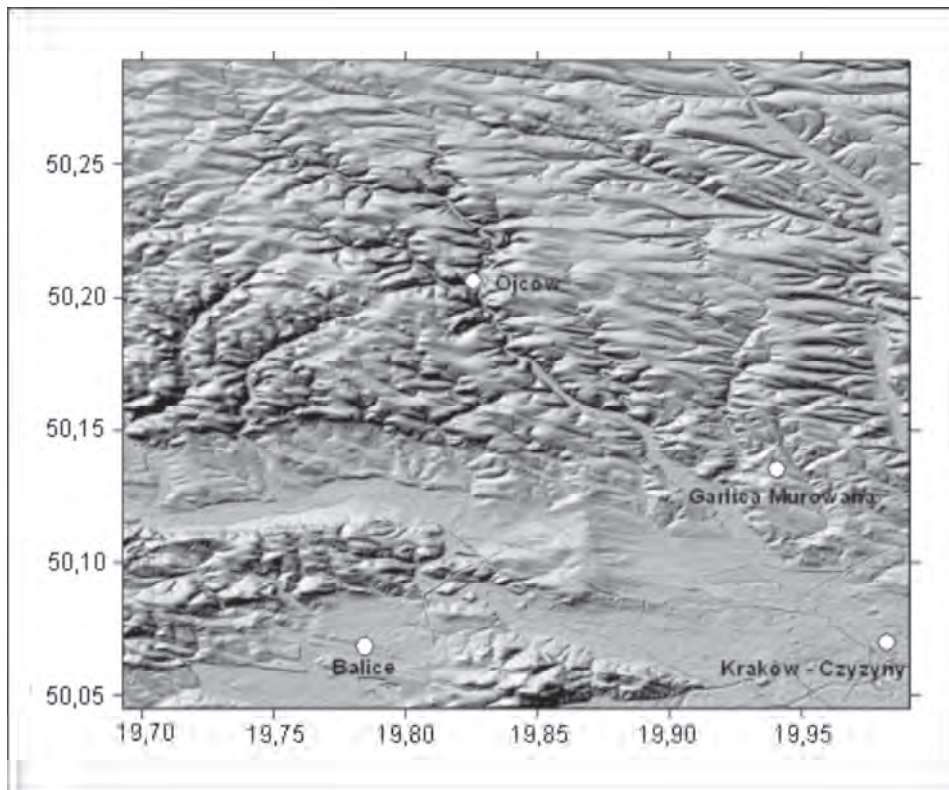
Na podstawie obserwacji klimatologicznych (1991-2000), pochodzących z czterech stacji meteorologicznych reprezentujących odmienne formy terenu, wyznaczono średnie daty początku i końca oraz czas trwania okresów termicznych w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. W badaniach wykazano duże zróżnicowanie stosunków termicznych zależne od form terenu. Stwierdzono również, że analizowane dziesięciolecie było wyraźnie cieplejsze od poprzedzających je wieloleci, czego przejawem było wydłużenie czasu trwania termicznego lata, a skrócenie okresu termicznej zimy.

### **Wstęp**

Celem niniejszej pracy była analiza zróżnicowania klimatycznego na obszarze południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej z punktu widzenia warunków termicznych. Dla różnych form terenu zróżnicowanie to określono średnią datą początku i końca oraz czasem trwania okresów termicznych.

Według Kondrackiego (1998) obszar ten należy do Wyżyny Olkuskiej, która jest zwartym płytowym blokiem wapieni górnójurajskich ograniczonych od południa Rowem Krzeszowickim i rozciętym przez krótkie głęboko wcięte doliny. Od wschodu sąsiaduje z Wyżyną Miechowską, od północy z Wyżyną Częstochowską, a od zachodu z Wyżyną Śląską (ryc. 1).

W rzeźbie badanego terenu wyróżnić można trzy zasadnicze rodzaje form, a mianowicie płaszczyznę i wierzchowinę sięgającą wysokości około



Balice ( $\varphi = 50^{\circ}04'00''$  N,  $\lambda = 19^{\circ}48'00''$  E, H = 241 m n.p.m.)

Garlica Murowana ( $\varphi = 50^{\circ}08'28''$  N,  $\lambda = 19^{\circ}55'53''$  E, H = 281 m n.p.m.)

Kraków-Czyżyny ( $\varphi = 50^{\circ}04'38''$  N,  $\lambda = 19^{\circ}59'21''$  E, H = 213 m n.p.m.)

Ojców ( $\varphi = 50^{\circ}12'35''$  N,  $\lambda = 19^{\circ}49'43''$  E, H = 321 m n.p.m.)

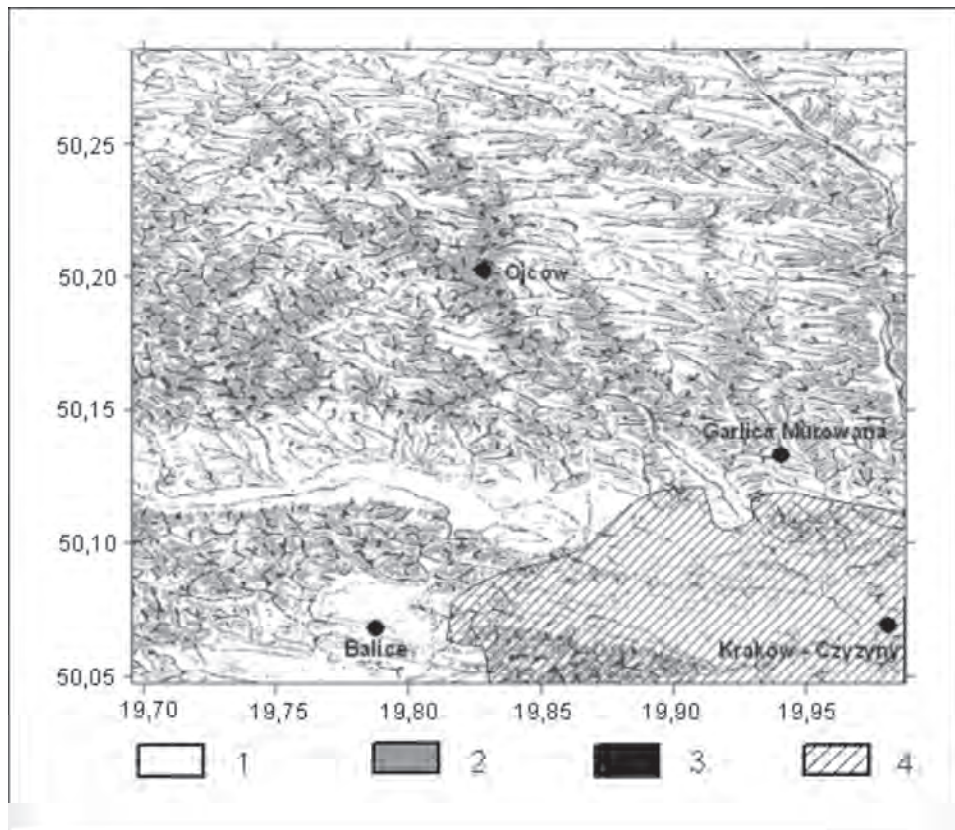
Ryc. 1. Lokalizacja stacji meteorologicznych na badanym obszarze

Fig. 1. The distribution of meteorological stations on the research area

400 m n.p.m. oraz głęboko wcięte kanionowate doliny (ryc. 2). Formy płaskie reprezentuje płaszczyna w Balicach, wklęsłe dno doliny w Ojcowie, natomiast wypukłe wierzchowina położona w Garlicy Murowanej. Ponadto wyróżniony został obszar zurbanizowany znajdujący się w zasięgu miejskiej wyspy ciepła, reprezentowany przez dzielnicę Czyżyny w Krakowie.

## Materiały i metoda badań

W badaniach posłużono się wynikami pomiarów prowadzonych na stacjach meteorologicznych w Garlicy Murowanej (należącej do Katedry Meteorolo-



1 - tereny płaskie, 2 - formy wypukłe, 3 - formy wklęsłe, 4 - obszar zurbanizowany  
 1 - flat area, 2-convex area, 3- concave area, 4 - urban area

Ryc. 2. Formy terenu na badanym obszarze  
 Fig. 2. Terrain feature on the research area

logii i Klimatologii Rolniczej AR w Krakowie) oraz stacji w Ojcowie (należącej do Ojcowskiego Parku Narodowego), a także na podstawie danych ze stacji w Balicach i Krakowie-Czyżynach, udostępnionych przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Krakowie. Stacje te zlokalizowane są w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej i reprezentują najbardziej typowe formy terenu tego obszaru.

Materiały, na podstawie których wyznaczono termiczne okresy, stanowią wartości średnich dobowych oraz średnich miesięcznych temperatur powietrza z okresu dziesięciolecia 1991-2000. Wydzielając termiczne okresy, przyjęto za Mereckim (1915) i Romerem (1949) podział według wartości średniej dobowej temperatury powietrza (tab. 1).

Tab. 1. Kryterium średniej dobowej temperatury powietrza dla poszczególnych okresów termicznych

Tab. 1. Criteria of mean daily air temperature for each thermal periods

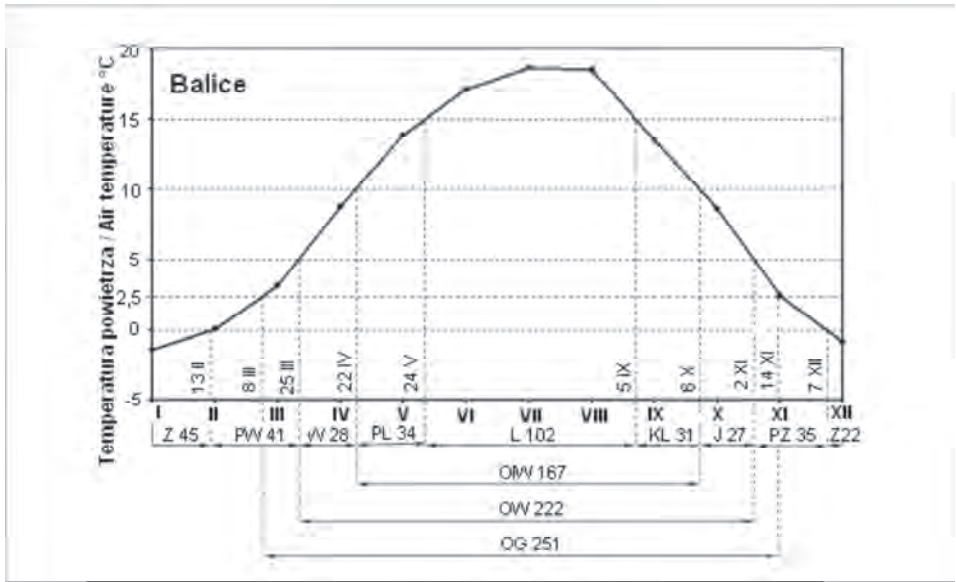
Okresy termiczne / Thermal periods		Kryterium termiczne / Thermal criteria
Zima / Winter	Z	$t_{sr\ dob} \leq 0,0^{\circ}C$
Przedwiośnie / Early spring	PW	$0,0^{\circ}C \leq t_{sr\ dob} < 5,0^{\circ}C$
Wiosna / Spring	W	$5,0^{\circ}C \leq t_{sr\ dob} < 10,0^{\circ}C$
Przedlecie / Early summer	PL	$10,0^{\circ}C \leq t_{sr\ dob} < 15,0^{\circ}C$
Lato / Summer	L	$t_{sr\ dob} \geq 15,0^{\circ}C$
Polecie / Late summer	KL	$10,0^{\circ}C \leq t_{sr\ dob} < 15,0^{\circ}C$
Jesień / Autumn	J	$5,0^{\circ}C \leq t_{sr\ dob} < 10,0^{\circ}C$
Przedzimie / Forewinter	PZ	$0,0^{\circ}C \leq t_{sr\ dob} < 5,0^{\circ}C$
Okres gospodarczy / Farming season	OG	$t_{sr\ dob} \geq 2,5^{\circ}C$
Okres wegetacyjny / Growing season	OW	$t_{sr\ dob} \geq 5,0^{\circ}C$
Okres intensywnej wegetacji / Period of intense vegetation	OIW	$t_{sr\ dob} \geq 10,0^{\circ}C$

Większość prac poświęconych zagadnieniu okresów termicznych (Merecki 1915; Romer 1949; Prawdzic i in. 1960; Hess 1965; Warszawski 1971; Niedźwiedz, Limanówka 1992; Olszewski, Jarzab 1996) z dużym przybliżeniem zakłada, że wartość średniej miesięcznej temperatury jest bliska średniej dobowej środkowego dnia miesiąca. Mając na uwadze zachowanie porównywalności wyników niniejszej pracy z badaniami innych autorów, przy wydzieleniu termicznych okresów zastosowano podobne założenie.

Średnie daty początku i końca danego okresu termicznego obliczono przy założeniu, że zmiany średnich miesięcznych temperatur powietrza w ciągu roku przebiegają prostoliniowo. Następnie z tak wyznaczonych dat obliczono średnie długości poszczególnych okresów termicznych, wyrażone liczbą dni, zawartą między przejściem średniej dobowej temperatury powietrza przez określone progi termiczne (ryc. 3, 4, 5 i 6).

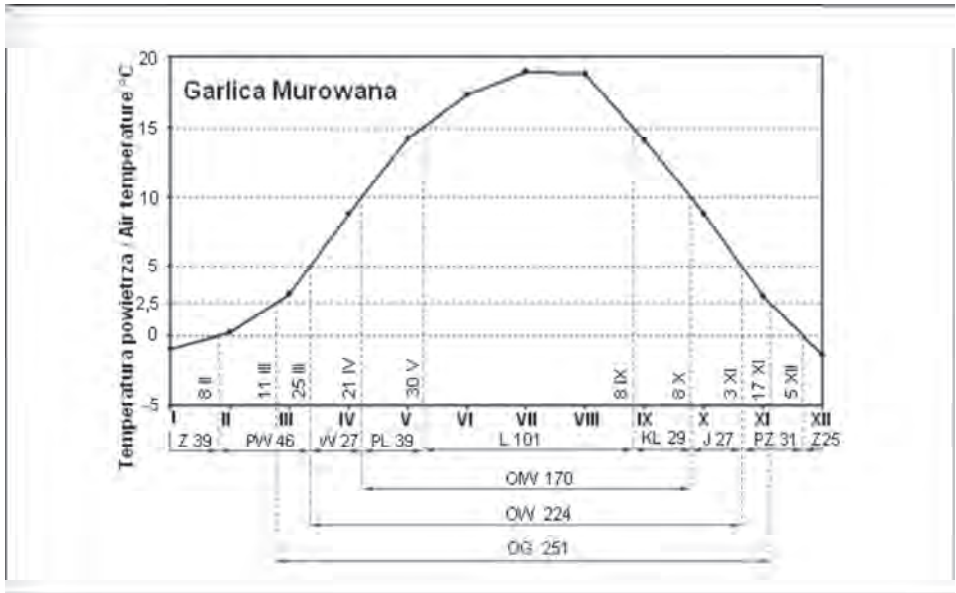
## Wyniki badań

Okresy termiczne wyrażone liczbą dni, zawartą między przejściem średniej dobowej temperatury powietrza przez określone progi termiczne, mogą należycie odzwierciedlać dynamikę ciepła na danym obszarze. Badania wykazały, że w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej występuje duże zróżnicowanie stosunków termicznych w zależności od form terenu. W termicznych porach roku zaobserwowano bardzo wyraźne zwiększanie się surowości topoklimatu w miarę zbliżania się ku dnom dolin, czego przejawem jest skrócenie pory letniej, a znaczne wydłużenie zimowej.



Ryc. 3. Przebieg roczny temperatury powietrza w Balicach (1991-2000)

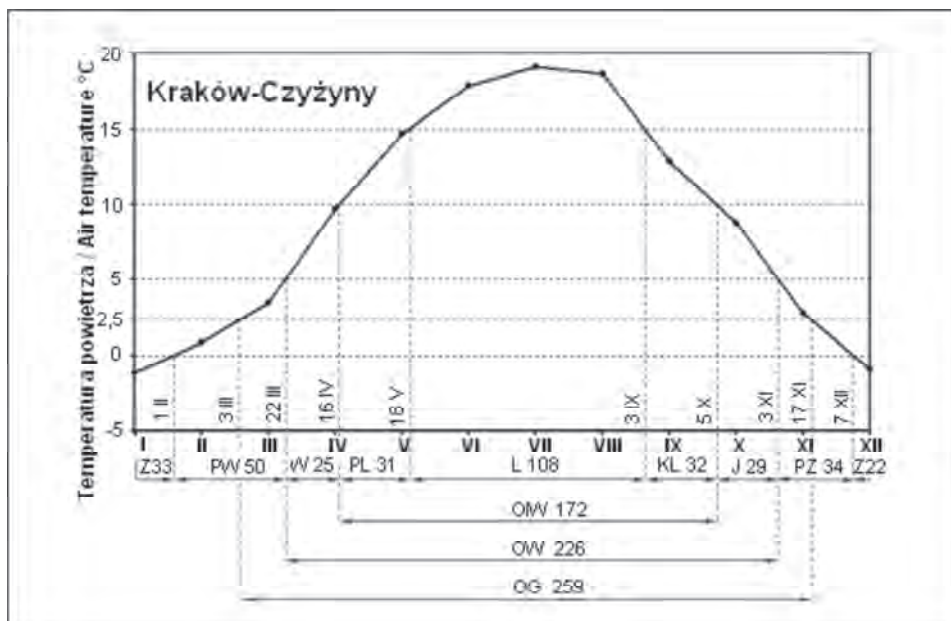
Fig. 3. Annual course of air temperature in Balice (1991-2000)



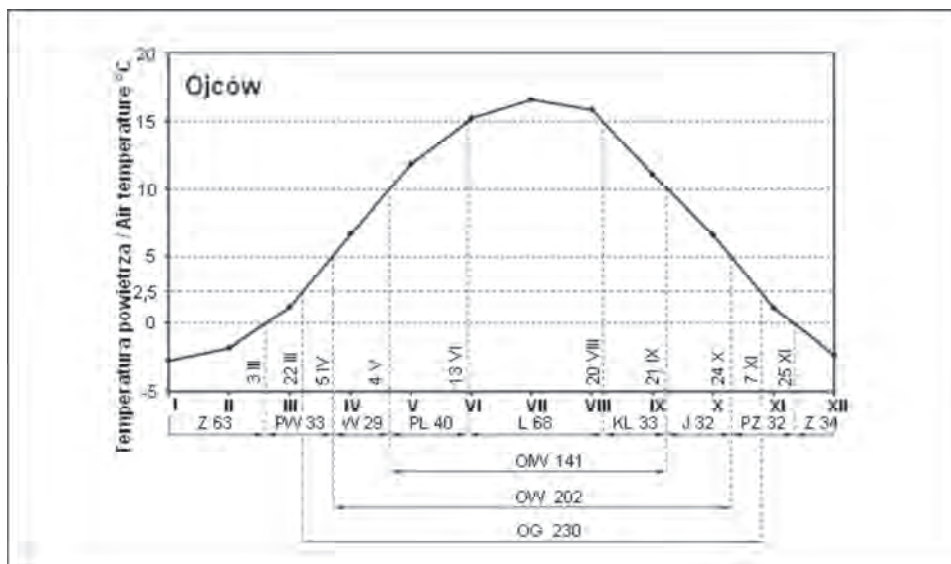
Ryc. 4. Przebieg roczny temperatury powietrza w Garlicy Murowanej (1991-2000)

Fig. 4. Annual course of air temperature in Garlica Murowana (1991-2000)





Ryc. 5. Przebieg roczny temperatury powietrza w Krakowie-Czyżynach (1991-2000)  
 Fig. 5. Annual course of air temperature in Kraków-Czyżyny (1991-2000)



Ryc. 6. Przebieg roczny temperatury powietrza w Ojcówie (1991-2000)  
 Fig. 6. Annual course of air temperature in Ojców (1991-2000)

Daty przejścia średniej temperatury powietrza przez określone progi termiczne oraz czas trwania poszczególnych okresów termicznych zestawiono w tabeli 2.

**Zima** jest jedną z najdłużej trwających termicznych pór roku (średnio 76 dni). Na wierzchowinie i terenie płaskim zaczyna się 6 grudnia i trwa 67 dni, kończąc się 11 lutego. Na dnie doliny zima trwa o ponad miesiąc dłużej (98 dni). Rozpoczyna się 25 listopada i trwa ponad 3 miesiące, a kończy się 3 marca. W obszarze zurbanizowanym zima rozpoczyna się podobnie jak na terenach płaskich, lecz trwa (55 dni) znacznie krócej niż na pozostałym obszarze.

**Przedwiośnie** termiczne trwa średnio 40 dni i najdłużej występuje na obszarze zurbanizowanym (50 dni) oraz na wierzchowinie (46 dni), gdzie rozpoczyna się 9 lutego, a kończy 25 marca. Na dnie doliny przedwiośnie jest o ponad tydzień krótsze niż na pozostałych formach.

**Wiosna** termiczna pod względem czasu trwania jest prawie równa dla wszystkich form terenu i wynosi średnio 28 dni. Najwcześniej rozpoczyna się na obszarze zurbanizowanym. Na wierzchowinie i terenie płaskim rozpoczyna się 26 marca i trwa do 22 kwietnia, natomiast na dnie doliny pojawia się o dwa tygodnie później.

**Przedlecie** termiczne trwa średnio 38 dni i nie wykazuje dużego różnicowania czasu trwania tej pory roku na badanym obszarze. Na wierzchowinie i terenie płaskim rozpoczyna się 23 kwietnia, a na dnie doliny 5 maja. Na obszarze zurbanizowanym rozpoczyna się najwcześniej i trwa najkrócej (31 dni).

**Lato** termiczne, a jednocześnie termiczny okres dojrzewania roślin, jest najdłużej trwającą porą roku na obszarze południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Najwcześniej pojawia się na obszarze zurbanizowanym i trwa tu najdłużej (108 dni). Na wierzchowinie i terenie płaskim rozpoczyna

Tab. 2. Początek (P) i koniec (K) oraz czas trwania (dni - D) poszczególnych okresów termicznych

Tab. 2. The beginning (P), the end (K) and duration (days - D) of the given thermal periods

Okresy termiczne Thermal periods	Tereny płaskie Flat areas			Formy wypukłe Convex areas			Formy wklęsłe Concave areas			Obszar zurbanizowany Urban area		
	P	K	D	P	K	D	P	K	D	P	K	D
Z	7 XII	13 II	67	5 XII	8 II	64	25 XI	3 III	98	7 XII	1 II	55
PW	14 II	25 III	41	9 II	25 III	46	4 III	5 IV	33	2 II	22 III	50
W	26 III	22 IV	28	26 III	21 IV	27	6 IV	4 V	29	23 III	16 IV	25
PL	23 IV	26 V	34	22 IV	30 V	39	5 V	13 VI	40	17 IV	16 V	31
L	27 V	5 IX	102	31 V	8 IX	101	14 VI	20 VIII	68	19 V	3 IX	108
KL	6 IX	6 X	31	9 IX	8 X	29	21 VIII	21 IX	33	4 IX	5 X	32
J	7 X	2 XI	27	9 X	3 XI	27	22 IX	24 X	32	6 X	3 XII	29
PZ	3 XI	7 XII	35	4 XI	5 XII	31	25 X	25 XI	32	4 XI	7 XII	34
CG	8 III	14 XI	251	11 III	17 XI	251	22 III	7 XI	230	9 III	17 XI	259
OW	26 III	2 XI	222	26 III	3 XI	224	6 IV	24 X	212	23 III	3 XI	226
OWA	23 IV	6 X	167	22 IV	8 X	170	25 XI	3 III	98	17 IV	5 X	172

się w ostatnich dniach maja i trwa średnio 101 dni, kończąc się 7 września. Najkrócej lato trwa na dnie doliny, zaledwie 68 dni. Początek lata w dolinach jest opóźniony w porównaniu do pozostałego obszaru o ponad dwa tygodnie (18 dni). Podobnie koniec lata przyspieszony jest w dolinie o 18 dni.

**Polecie** termiczne pod względem czasu trwania jest prawie jednakowe dla wszystkich form terenu i wynosi średnio 31 dni. Na wierzchowinie i terenie płaskim rozpoczyna się pod koniec pierwszej dekady września i trwa do 7 października, natomiast na dnie doliny pojawia się o ponad dwa tygodnie wcześniej (17 dni) i trwa tu najdłużej.

**Jesień** termiczna, podobnie jak polecie, pod względem czasu trwania jest prawie taka sama dla wszystkich form terenu i wynosi średnio 29 dni. Na wierzchowinie i terenie płaskim rozpoczyna się 8 października i trwa do 4 listopada. Na dnie doliny jesień pojawia się o dwa tygodnie wcześniej i trwa o 5 dni dłużej niż na pozostałym obszarze.

**Przedzime** termiczne jest również bardzo mało zróżnicowane pod względem czasu trwania i wynosi średnio 33 dni. Pojawia się najwcześniej na dnie doliny i trwa od 25 października do 25 listopada. Na wierzchowinie i terenie płaskim oraz na obszarze zurbanizowanym przedzime rozpoczyna się o około 9 dni później niż na dnie doliny.

**Okres gospodarczy** najwcześniej rozpoczyna się na obszarze zurbanizowanym (3 kwietnia) i trwa tu najdłużej (258 dni). Na wierzchowinie i terenie płaskim rozpoczyna się 10 marca, a kończy 16 listopada i trwa średnio 251 dni. Na dnie doliny okres gospodarczy jest krótszy o 21 dni, a jego początek jest opóźniony w stosunku do pozostałego obszaru o prawie dwa tygodnie (12 dni).

**Okres wegetacyjny** rozpoczyna się równocześnie z termiczną wiosną, a kończy z termiczną jesienią. Na wierzchowinie i terenie płaskim trwa średnio 223 dni od 26 marca do 2 listopada. Na obszarze zurbanizowanym rozpoczyna się 3 dni wcześniej i trwa najdłużej (226 dni). Na dnie doliny początek okresu wegetacyjnego opóźniony jest w stosunku do pozostałego obszaru o prawie tydzień i jest krótszy o 21 dni.

**Okres intensywnej wegetacji** (okres aktywnych procesów rozwoju roślin) rozpoczyna się jednocześnie z termicznym przedlciem, a kończy się wraz z termicznym polecie. Na wierzchowinie i terenie płaskim trwa średnio 168 dni od 22 kwietnia do 7 października. Na obszarze zurbanizowanym pojawia się o tydzień wcześniej i trwa najdłużej (172 dni). Na dnie doliny początek okresu intensywnej wegetacji opóźniony jest w stosunku do pozostałego obszaru o co najmniej dwa tygodnie i jest on krótszy o prawie miesiąc (27 dni).

Dokonując porównania z datami podanymi dla obszaru południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej przez Niedźwiedzia i Limanówkę (1992), zauważono znaczne różnice w terminach początku i końca, jak też w czasach trwania poszczególnych okresów termicznych. Wspomniani autorzy oparli się w swoich obliczeniach na średnich miesięcznych temperaturach z wcześniejszego wielolecia 1951-1980, które było nieco chłodniejsze od omawianego dziesięciolecia 1991-2000. Jak wynika z porównania dla stacji w Balicach, czasy trwania okresu gospodarczego, wegetacyjnego, intensywnej wegetacji oraz termicznego



okresu dojrzewania roślin wykazują tendencję do stopniowego przedłużania się (tab. 3).

Bardzo wyraźnemu wydłużeniu uległo lato (o 13 dni) i przedwiośnie (o 12 dni), natomiast największemu skróceniu uległ okres zimy (o 15 dni).

Podobne wyniki i jeszcze większe różnice uzyskano dla stacji Kraków-Czyżyny, porównując badane dziesięciolecie 1991-2000 z wcześniejszym wieloleciem 1931-1960 (Wiszniewski 1977). Jak wynika z tabeli 3, w badanym dziesięcioleciu największemu, bo prawie o miesiąc (27 dni), skróceniu uległ okres zimy, a znacznemu wydłużeniu uległo przedwiośnie (o 21 dni) i lato (o 12 dni). Zapewne bardzo istotny wpływ na ocieplenie tego obszaru miała dynamiczna rozbudowa miasta Krakowa w kierunku wschodnim i „wchłonięcie” podmiejskich Czyżyn w obszar tak zwanej miejskiej wyspy ciepła. W warunkach miejskich, na skutek działalności antropogenicznej, ilość energii gromadzonej i uwalnianej do atmosfery jest dużo większa niż poza miastem, skutkiem czego obszar zurbanizowany jest cieplejszy od obszarów zewnętrznych.

## Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej analizy zebranego materiału za okres dziesięciolecia 1991-2000, a także literatury dotyczącej zróżnicowania warunków termicznych na obszarze południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, sformułowano następujące wnioski:

1. W południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej występuje duże zróżnicowanie stosunków termicznych w zależności od form terenu, a termiczne okresy bardzo dobrze odzwierciedlają dynamikę ciepła na tym obszarze.
2. Stwierdzono wyraźny wzrost surowości warunków termicznych na dnie doliny w porównaniu z pozostałym obszarem. Przejawia się to znacznym skróceniem pory letniej średnio o 33 dni, a wydłużeniem pory zimowej o 34 dni.

Tab. 3. Różnice czasu trwania (w liczbach dni) poszczególnych okresów termicznych dziesięciolecia 1991-2000 w stosunku do wielolecia 1951-1980 (dla Balic) oraz 1931-1960 (dla Krakowa-Czyżyny)

Tab. 3. The difference in duration (in number of days) of thermal periods of decade 1991-2000 in comparison with 1951-1980 (for Balice) and 1931-1960 (for Kraków-Czyżyny)

Okresy termiczne Thermal periods	Zmiana długości okresu termicznego (liczba dni) The difference in duration (in number of days) of thermal periods	
	Balice (1991-2000) – (1951-1980)	Kraków-Czyżyny (1991-2000) – (1931-1960)
Z	-15	-27
PW	12	21
W	-1	-1
PL	-1	-3
L	13	12
KL	-3	2
J	-5	-1
PZ	0	-2
OG	2	11
OW	3	8
OW	9	11

3. Porównując badane dziesięciolecie 1991-2000 z wieloleciami 1931-1960 oraz 1951-1980, stwierdzono znaczne różnice w terminach początku i końca, jak i też w czasie trwania poszczególnych okresów termicznych. Wyraźnie wydłużył się czas trwania okresów: gospodarczego, wegetacyjnego, intensywnej wegetacji oraz termicznego okresu dojrzewania roślin, a także termicznego lata i przedwiośnia. Natomiast największemu skróceniu uległ okres termicznej zimy. Powyższe fakty potwierdzają głoszoną przez wielu klimatologów tezę o postępującym globalnym ocieplaniu się klimatu.
4. W przypadku obszaru zurbanizowanego wykazano, że jest on wyraźnie cieplejszy w stosunku do terenu pozamiejskiego, czego przejawem jest wydłużenie pory letniej o około tydzień i skrócenie pory zimowej o kilkanaście dni.

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki mogą stanowić podstawę do dalszych badań z zakresu klimatologii i ekologii oraz innych pokrewnych dyscyplin naukowych.

## LITERATURA

- Hess M., 1965, *Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich*, Prace Geograficzne, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego, 11, ss. 258.
- Kondracki J., 1998, *Geografia regionalna Polski*, PWN, Warszawa.
- Merecki M., 1915, *Klimatologia ziem Polskich*, Księgarnia Gebethnera i Wolffa, Warszawa, ss. 313.
- Niedźwiedz T., Limanówka D., 1992, *Termiczne pory roku w Polsce*, Prace Geograficzne, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego, 10, 53-69.
- Olszewski J.L., Jarzęb B., 1996, *Termiczne pory roku w środkowej części Gór Świętokrzyskich*, Rocznik Świętokrzyski, Seria B – Nauki Przyrodnicze, 23, Kielce, 91-108.
- Prawdź K., Koźmiński C., Kurpios K., 1960, *Regiony termiczne Pomorza*, Czasopismo Geograficzne, 31, 47, 1/60, 47-64.
- Romer E., 1949, *Okresy gospodarcze w Polsce*, Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, B, 20, Wrocław, ss. 132.
- Warszawski W., 1971, *Termiczne pory roku w Polsce*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Łódzkiego, 2, 43, 105-137.
- Wiszniewski W., 1977, *Atlas klimatyczny Polski. Temperatura powietrza – wartości średnie, miesięczne i roczne*, 2.

## THERMAL PERIODS IN THE SOUTHERN PART OF THE CRACOW-CZĘSTOCHOWA UPLAND (1991-2000)

### SUMMARY

The main aim of the research was to find out the average dates of the beginning and the end of the given thermal period, its duration and the role of the relief on the shaping of the thermal variability in the southern part of the Cracow-Częstochowa Upland.

The data used are monthly mean air temperatures from the period 1991-2000 from four stations: Balice, Garlica Murowana, Kraków-Czyżyny and Ojców. The stations are situated in the southern part of the Cracow-Częstochowa Upland and they represent the most typical land forms of the area i.e. flattened valley (Balice), hill (Garlica Murowana), deep valley (Ojców) and urban area (Kraków-Czyżyny).

The thermal periods were adopted after Merecki (1915) and Romer (1945) according to daily mean air temperature (tab. 1).

The study showed that there is a great differentiation of the thermal conditions depending on the land form. It was clearly shown that the climate conditions were turning more severe along with getting closer to the bottom of the valley. As a result the summer time is shorter for about 33 days and the winter time is longer for about 34 days there.

When the decade of 1991-2000 was compared with the periods of 1951-1980 and 1931-1960. Significant differences were found in the dates of the beginning and the end and in the duration of the thermal periods. The duration of the farming period, vegetation, intensive vegetation and growing season, summer and early spring was significantly overlong. The period of winter was reduced. The above facts may be the confirmation of the argument of the warming of the global climate.

*Translated by Agnieszka Wojkowska*

