

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA

VOL. LXIII, 13

SECTIO B

2008

Instytut Nauk o Ziemi, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej

Sylwester WERESKI

*Zróżnicowanie warunków topoklimatycznych w wyższych partiach
Bieszczadów Zachodnich w wybranych dniach czerwca 2002 roku*

Diversity of topoclimate conditions in higher parts of the West Bieszczady Mountains
in selected days of June 2002

WSTĘP

Zróżnicowanie warunków klimatycznych obszarów górskich stanowi obiekt zainteresowania klimatologów od przeszło dwustu lat. Warunki klimatyczne danego miejsca zależą nie tylko od wysokości bezwzględnej, ale również od ukształtowania terenu.

Rozwój badań dotyczących klimatologii gór nastąpił w Polsce w latach sześćdziesiątych XX wieku. M. Hess (1965, 1966, 1968, 1969) wykazał zależność pomiędzy średnią temperaturą roku a innymi elementami i wskaźnikami klimatu, uwzględniając przy tym wpływ podstawowych form rzeźby terenu i ekspozycji na zróżnicowanie warunków klimatycznych obszarów górskich. J. Lewińska (1967) badała wpływ form rzeźby terenu na rozkład minimalnych temperatur powietrza. B. Obrębska-Starkłowa (1969) podjęła próbę wydzielenia regionów mezoklimatycznych w Beskidach, przyjmując za kryterium dobowy przebieg temperatury powietrza. Analizując średnie temperatury dnia i nocy, amplitudy dobowe oraz różnice pomiędzy średnimi wartościami dobowymi a wartościami godzinnymi temperatury powietrza w profilu doliny Jaszczu, w Gorcach, autorka stwierdziła istnienie trzech regionów: chłodnych wierzchołków, ciepłych ponadniewersyjnych stoków, inwersyjnych części dolin.

Informacje dotyczące wpływu rzeźby terenu na zróżnicowanie warunków klimatycznych obszaru Bieszczadów można znaleźć w pracach E. Michny i S. Paczosa (Michna, Paczos 1972; Michna 1978; Michna, Paczos 1987/1988) oraz M. Nowosada (2000, 2001). Na podstawie istniejącej sieci stacji meteorologicznych autorzy dokonali wydzielenia następujących pięter klimatycznych: umiarkowa-

ne-ciepłe, umiarkowane-chłodne, chłodne i bardzo chłodne. Z prac powstałych w ośrodku krakowskim (Hess i in. 1979) wynika, że granice pięter klimatycznych we wschodniej części polskich Karpat mogą być położone nawet o 60 metrów niżej, niż ma to miejsce w części zachodniej (pomiędzy piętrami umiarkowanym a chłodnym).

W latach 60. XX wieku członkowie Koła Naukowego Geografów Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie prowadzili w Bieszczadach badania topoklimatyczne (Nowosad 1998). Brak niestety wiedzy na temat ich wyników. W latach 80. i 90. ponownie miały miejsce badania topoklimatyczne na tym obszarze. Tym razem prowadzone były przez ośrodek lubelski, a ich wyniki można odnaleźć m.in. w pracach M. Nowosada (1983a, 1983b, 1998, 2000, 2001).

Informacji o zróżnicowaniu warunków klimatycznych Bieszczadów dostarczają pojedyncze rozdziały prac dotyczących dorzecza górnej Wisły (Niedźwiedz, Obrębska-Starkłowa 1991) oraz Karpat Polskich (Obrębska-Starkłowa i in. 1995).

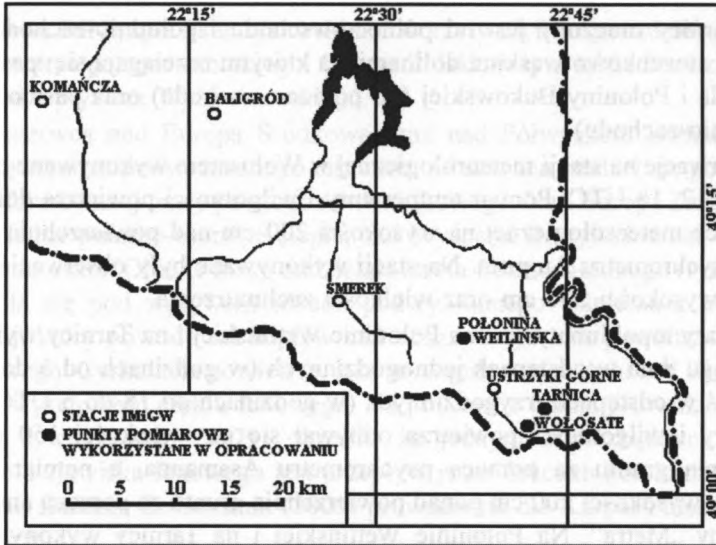
Jak pisze Janina Trepieńska (2002, s. 9): „Wszystkie formy ukształtowania rzeźby terenu wpływają na klimat, nawet jeżeli góry są niewysokie, a wysokości względne rzędu zaledwie dziesiątek metrów”. Zasięg oddziaływania mniejszych pasm jest oczywiście nieporównywalny do wielkich łańcuchów górskich, niemniej jednak istnieje i kształtuje lokalne warunki klimatyczne.

Ekosystemy górskie, podobnie jak inne części globu, podlegają zmianom klimatu. K. Migąła (2005) przedstawił zmiany pluwio-termiczne, jakie miały miejsce w górach Europy w XX wieku. Autor jako główną przyczynę podał zmiany w częstości występowania poszczególnych typów cyrkulacji atmosferycznej nad tym kontynentem.

Jako że związek pomiędzy roślinnością a klimatem jest silniejszy na obszarach górskich niż na nizinach, zmiany klimatu w górach najwyraźniej są widoczne w obrębie pięter roślinnych. Niektórzy naukowcy uważają, iż zmiany te mogą doprowadzić nawet do zanikania lasów na obszarach górskich, a to z kolei do uaktywnienia wielu procesów geomorfologicznych, w tym wpływających negatywnie na bytowanie człowieka (Migąła 2005).

CEL, MATERIAŁ I METODY

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie przykładu zróżnicowania warunków topoklimatycznych w wyższych partiach Bieszczadów na podstawie danych pochodzących z Połoniny Wetlińskiej, Tarnicy i Wołosatego (ryc. 1). Dotychczasowe opracowania dotyczące warunków klimatycznych obszaru Bieszczadów Zachodnich opierają się głównie na materiale pochodzącym ze stacji znajdujących się na wysokości nieprzekraczającej 700 m n.p.m. (Michna, Paczos 1972; Niedźwiedz 1983; Nowosad 1998). Jednakże istnieje wiele prac uwzględniających badania topoklimatyczne z obszarów położonych powyżej tej wysokości (Nowosad 1986, 2000).



Ryc. 1. Lokalizacja punktów pomiarowych: Wołosate, Połonina Wetlińska i Tarnica
Location of measurement sites: Wołosate, Połonina Wetlińska and Tarnica

Materiał, który posłużył do charakterystyki warunków topoklimatycznych Bieszczadów, pochodzi ze stacji meteorologicznej w Wołosatem, należącej do Bieszczadzkiego Parku Narodowego, oraz punktów pomiarowych na Połoninie Wetlińskiej oraz na Tarnicy, w których w dniach 25–29 czerwca 2002 roku wykonywane były pomiary topoklimatyczne.

Stacja meteorologiczna w Wołosatem znajduje się na wysokości 745 m n.p.m., na spłaszczeniu podstokowym, w dolinie rzeki Wołosatka. Położenie stacji wyznaczają współrzędne: $49^{\circ}03'N$ i $22^{\circ}41'E$. Dolina śródgórska, gdzie znajduje się Wołosate, ma przebieg WNW-ESE. Otaczają ją od północo-wschodu masyw Tarnicy (1346 m n.p.m.), a od południo-zachodu i południa pasmo graniczne (Kańczowa – 1115 m n.p.m., Wołkowe Berdo – 1121 m n.p.m., Menczył – 1008 m n.p.m.). Szerokość doliny pomiędzy przeciwległymi szczytami wynosi od 3 do 5 km.

Punkt pomiarowy na Połoninie Wetlińskiej zlokalizowany został na szczycie, 483 m powyżej stacji w Wołosatem, na wysokości 1228 m n.p.m., w sąsiedztwie schroniska PTTK „Chatka Puchata”. Położenie punktu pomiarowego wyznaczają współrzędne: $49^{\circ}09'N$ i $22^{\circ}37'E$. Kierunek pasma Połoniny Wetlińskiej ma przebieg WNW-ESE. Od północo-wschodu, poprzez liczne niższe wzniesienia, graniczy z doliną Sanu, od południo-zachodu zaś przechodzi w dolinę rzeki Wetlinka, za którą znajduje się pasmo graniczne.

Punkt pomiarowy na Tarnicy zlokalizowano na szczycie, na wysokości 1346 m n.p.m., a więc 118 m wyżej niż Połonina Wetlińska i 601 m nad doliną Wołosatki. Położenie punktu pomiarowego wyznaczają współrzędne: $49^{\circ}04'N$ i $22^{\circ}43'E$.

Masyw Tarnicy otoczony jest od północo-wschodu i południo-zachodu głęboko wciętymi i stosunkowo wąskimi dolinami, za którymi rozciągają się: pasma Bukowego Berda i Połoniny Bukowskiej (od północo-wschodu) oraz pasmo graniczne (od południo-zachodu).

Obserwacje na stacji meteorologicznej w Wołosatem wykonywane były w godzinach 6, 12, 18 UTC. Pomiar temperatury i wilgotności powietrza dokonywany był w klatce meteorologicznej na wysokości 200 cm nad powierzchnią gruntu za pomocą psychrometru Augusta. Na stacji wykonywane były obserwacje kierunku wiatru na wysokości 200 cm oraz wielkości zachmurzenia.

Pomiary topoklimatyczne na Połoninie Wetlińskiej i na Tarnicy wykonywane były w ciągu dnia w odstępach jednogodzinnych (w godzinach od 6 do 18 UTC) w nocy zaś w odstępach trzygodzinnych (w godzinach od 18 do 6 UTC). Pomiar temperatury i wilgotności powietrza odbywał się na wysokości 150 cm ponad powierzchnią gruntu za pomocą psychrometru Assmanna, a pomiar prędkości wiatru – na wysokości 200 cm ponad powierzchnią gruntu za pomocą anemotachometru firmy „Metra”. Na Połoninie Wetlińskiej i na Tarnicy wykonywane były również obserwacje kierunku wiatru na wysokości 200 cm oraz określano wielkość i rodzaj zachmurzenia.

Analizy sytuacji synoptycznej, jaka miała miejsce w wybranych dniach czerwca, dokonano na podstawie map synoptycznych Europy z godziny 00 UTC, zamieszczanych w Codziennym Biuletynie Meteorologicznym wydawanym przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

ANALIZA SYTUACJI SYNOPTYCZNEJ NAD BIESZCZADAMI W DNIACH 25–29 CZERWCA 2002 ROKU

W przeddzień rozpoczęcia badań terenowych warunki pogodowe nad znaczną częścią kontynentu europejskiego, w tym nad południowo-wschodnią Polską, związane były z rozległą strefą frontową przebiegającą od Helsinek, przez Kijów i Berno, po Madryt.

25 czerwca nad Wyspy Brytyjskie napłynęła masa powietrza polarno-morskiego znad północnego obszaru Oceanu Atlantyckiego. Strefa frontalna, która rozciągała się uprzednio nad Europą, uległa przesunięciu na południe. Nad Półwyspem Apenińskim i Bałkańskim utworzył się obszar obniżonego ciśnienia (ryc. 2).

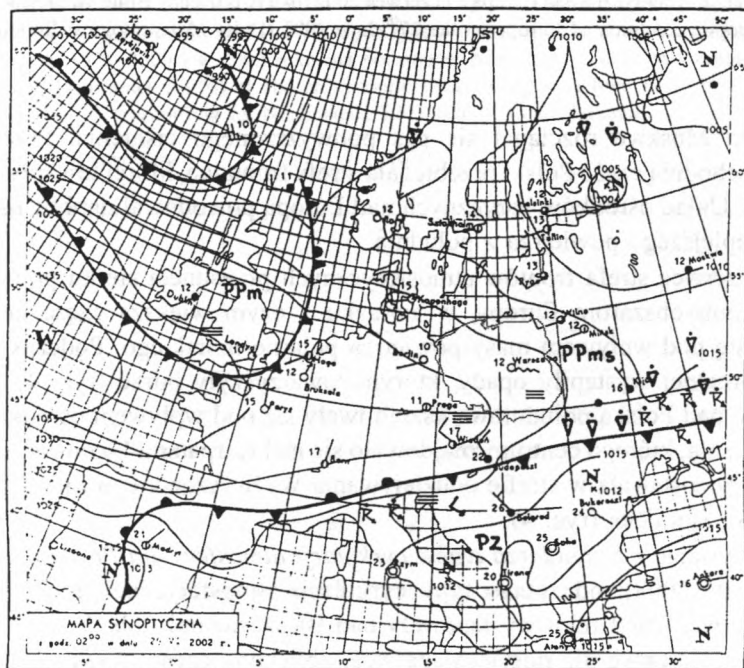
Polska pozostawała pod wpływem umacniającego się Wyżu Azorskiego. Ciśnienie wynosiło od ponad 1025 hPa w południowo-zachodniej części kraju do poniżej 1020 hPa na północo-wschodzie. W południowo-wschodniej części kraju wystąpiły mgły. Pogoda w Bieszczadach, podobnie jak na obszarze całej Polski, kształtowana była pod wpływem powietrza polarno-morskiego napływającego z zachodu (ryc. 2).

26 czerwca Europa znajdowała się pod wpływem powietrza polarno-morskiego, związanego z oddziaływaniem Wyżu Azorskiego. W basenie Morza Bałtyc-

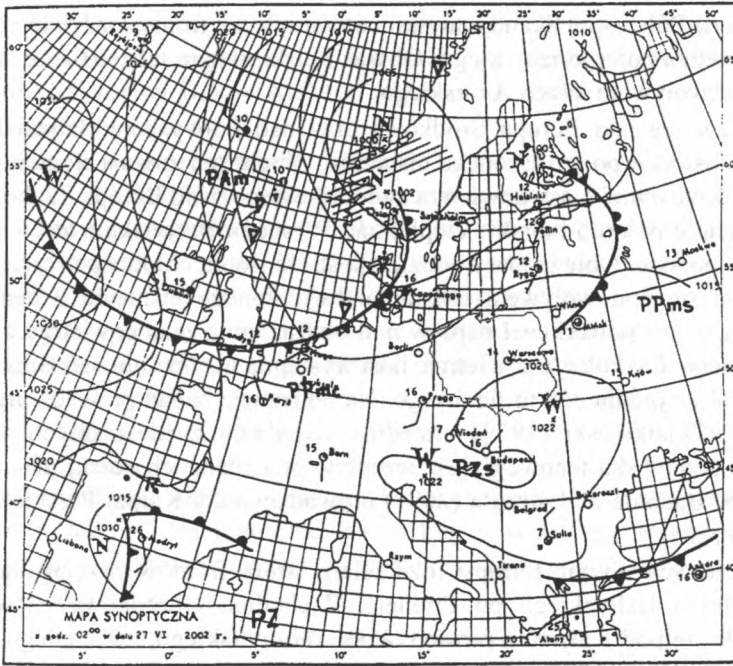
kiego oraz na Półwyspie Skandynawskim utworzyły się fronty rozdzielające kolejne masy powietrza polarno-morskiego. Obszar Polski, w tym także Bieszczady, pozostawał pod wpływem Wyżu Azorskiego.

27 czerwca nad Europą Środkową oraz nad Półwyspem Bałkańskim uformował się ośrodek podwyższonego ciśnienia. Obszar ten znalazł się pod wpływem przetransformowanej masy powietrza zwrotnikowego. Nad Europą Zachodnią zalegało powietrze polarno-morskie ciepłe, nad Wyspami Brytyjskimi zaś – powietrze arktyczne morskie. Obie te masy oddzielała strefa frontu chłodnego (ryc. 3). Polska znajdowała się pod wpływem układu podwyższonego ciśnienia z centrum nad Karpatami, który powodował napływ nad obszar kraju mas powietrza z kierunku południowego. Cyrkulacja powietrza, jaka wystąpiła w tym dniu nad Bieszczadami, sprzyjała wystąpieniu efektu fenowego. Na podstawie badań prowadzonych w Sudetach J. Kwiatkowski (1979) określił, że jednym z niezbędnych warunków wystąpienia zjawiska fenowego jest przepływ przez łańcuch górski mas powietrza z południa. Badania Z. Ustrnula (2001) prowadzone dla Karpat Polskich potwierdzają tę tezę.

28 czerwca obszar Europy rozdzielała strefa frontów rozciągająca się od basenu Morza Bałtyckiego po Pireneje. Zachodnia i środkowa część Europy znajdowała się pod wpływem powietrza polarno-morskiego, związanego z oddziaływaniem Wyżu Azorskiego i niżu z centrum nad Zatoką Botnicką. Natomiast od



Ryc. 2. Sytuacja synoptyczna nad Europą 25 czerwca 2002 roku (Codzienny Biuletyn Meteorologiczny)
Synoptic condition of Europe on the 25th June 2002 (Daily Meteorological Bulletin)

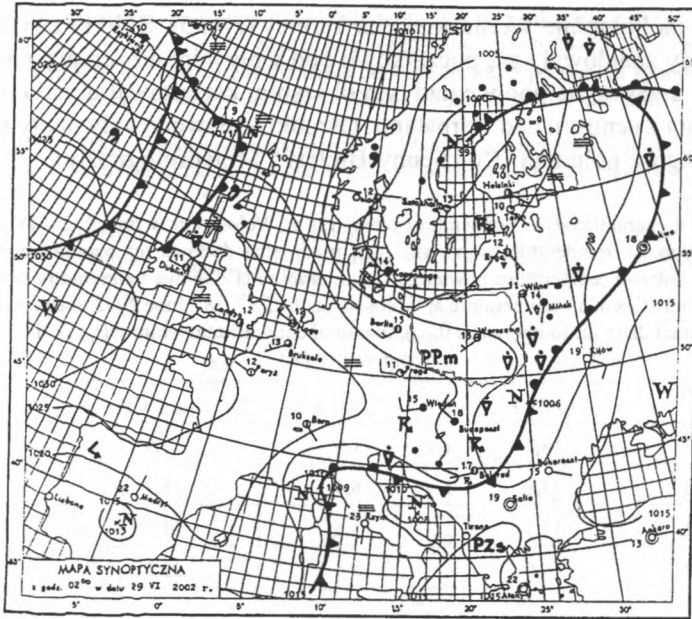


Ryc. 3. Sytuacja synoptyczna nad Europą 27 czerwca 2002 roku (Codzienny Biuletyn Meteorologiczny)
Synoptic condition of Europe on the 27th June 2002 (Daily Meteorological Bulletin)

Sycylii po Moskwę rozciągał się pas podwyższonego ciśnienia. Przez południowo-wschodnią część Polski przebiegała strefa frontalna, której towarzyszył opad przelotny. Układ ośrodków barycznych nad Europą powodował napływ nad obszar Polski cieplejszego powietrza z południa.

29 czerwca strefa frontów atmosferycznych przesunęła się ku południowym i wschodnim obszarom Europy, w związku z czym większa część kontynentu znalazła się pod wpływem masy powietrza polarno-morskiego. Podczas przejścia strefy frontalnej wystąpiły opady, którym towarzyszyły burze (ryc. 4). Warunki pogodowe nad Polską południową kształtowały się pod wpływem ośrodka obniżonego ciśnienia, którego centrum znajdowało się nad Karpatami Ukraińskimi. Polska północna pozostawała w strefie oddziaływania Wyżu Azorskiego i niżu z centrum nad Zatoką Botnicką (ryc. 4).

Korzystając z *Kalendarza typów cyrkulacji atmosfery dla Polski południowej* (Niedźwiedź 2008), odczytano typy cyrkulacji atmosferycznej, które w dniach 24–29 czerwca 2002 roku występowały nad Bieszczadami (tab. 1). Aby określić, czy były one typowe dla miesiąca czerwca, obliczono częstość ich występowania dla tego miesiąca w 2002 roku i w wieloleciu 1971–2000. Wyniki zestawione zostały w tabeli 1.



Ryc. 4. Sytuacja synoptyczna nad Europą 29 czerwca 2002 roku (Codzienny Biuletyn Meteorologiczny)
Synoptic condition of Europe on the 29th June 2002 (Daily Meteorological Bulletin)

Tab. 1. Częstość występowania (w %) wybranych typów cyrkulacji atmosfery w miesiącu czerwcu w wieloleciu 1971–2000 i w 2002 roku (na podstawie: Niedźwiedź 2008, obliczenia własne)
Frequency of occurrence (in %) of chosen synoptic situation types in June 1971–2000 and 2002 (according to: Niedźwiedź 2008, author's calculations)

Typ cyrkulacji atmosfery	1971–2000	2002
Bc	17,7	13,3
Ka	17,6	13,3
Wc	8,6	3,3
NWc	7,9	0,0
Nwa	6,0	6,7
Wa	4,4	16,7
SWc	2,9	3,3

WYNIKI

TEMPERATURA POWIETRZA

W analizowanym okresie średnia dobowa temperatura powietrza w Wołosatem zmieniała się w dniach 27 czerwca – 28 czerwca od 13,3°C do 16,0°C (tab. 2). Wzrost wartości tego elementu widoczny jest również w przebiegu dobowym

temperatury na Połoninie Wetlińskiej i na Tarnicy (ryc. 5). Było to związane z tym, że Bieszczady znajdowały się początkowo pod wpływem umacniającego się Wyżu Azorskiego, a następnie pogodę nad tym obszarem kształtował układ podwyższonego ciśnienia z centrum nad Karpatami. Ośrodki te powodowały napływ powietrza zwrotnikowego z południa (Codzienny Biuletyn Meteorologiczny).

Tab. 2. Wybrane charakterystyki temperatury powietrza w Wołosatem w dniach 25–28 czerwca 2002 roku: średnia dobową temperatura powietrza (t_{sr}), minimalna dobową temperatura powietrza (t_{min}), maksymalna dobową temperatura powietrza (t_{max}), amplituda dobową temperatury powietrza (A)
Selected characteristics of air temperature at Wołosate on the 25th–28th June 2002: mean daily air temperature (t_{sr}), minimal daily air temperature (t_{min}), maximal daily air temperature (t_{max}), daily amplitude of temperature (A)

Data	t_{sr} (°C)	t_{min} (°C)	t_{max} (°C)	A (°C)
25.06.2002	13,7	11,0	18,9	7,9
26.06.2002	13,8	6,4	18,2	11,8
27.06.2002	13,3	3,6	21,0	17,4
28.06.2002	16,0	10,5	22,2	11,7

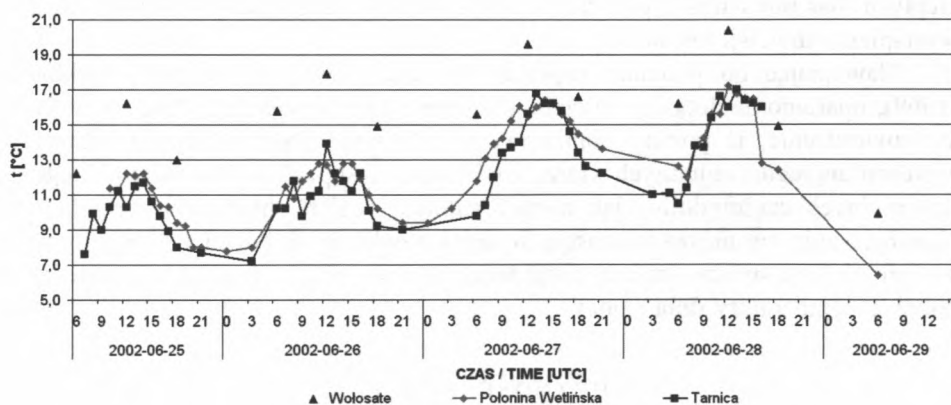
Wyższe temperatury notowane były w dolinie śródgórskiej, natomiast szczyty pozostawały chłodniejsze (ryc. 5). Różnice pomiędzy temperaturą powietrza w Wołosatem a na Połoninie Wetlińskiej wynosiły od 2,1°C do 5,6°C, natomiast pomiędzy temperaturą powietrza w Wołosatem i na Tarnicy wynosiły od 3,2°C do 5,9°C. Największe różnice pomiędzy szczytami bieszczadzskimi a doliną śródgórską notowano 26 czerwca w godzinach porannych. Kształtowanie warunków termicznych odbywało się głównie wskutek oddziaływania przez czynnik insolacyjny. W tym dniu występował typ cyrkulacji K_a , który sprzyjał utrzymywaniu się od godzin porannych małego zachmurzenia. Dzięki temu dno doliny mogło ulec szybszemu ogrzaniu. Najmniejsze różnice temperatury występowały natomiast w godzinach wieczornych 27 czerwca. Zmniejszenie kontrastów termicznych między partiami szczytowymi a dnem doliny związane było z tym, że w bilansie cieplnym doliny zaczęła zaznaczać się przewaga czynnika radiacyjnego nad insolacyjnym. Ponadto obszar Bieszczadów znalazł się pod wpływem ciepłych mas powietrza z południa, co spowodowało utrzymanie się wysokich temperatur na Połoninie Wetlińskiej i na Tarnicy (ryc. 5, tab. 3).

Analiza różnic temperatury powietrza na szczytach bieszczadzskich wykazała, że Tarnica była chłodniejsza niż położona o 118 m niżej Połonina Wetlińska. Średni pionowy gradient temperatury pomiędzy tymi dwoma punktami, dla całego analizowanego okresu, wynosił 0,51°C/100 m.

Warto w tym miejscu zaznaczyć, iż średni pionowy gradient temperatury wyznaczony przez T. Niedźwiedzia dla tej części Karpat mieści się w przedziale od 0,46°C/100 m do 0,50°C/100 m (Niedźwiedź 1983).

Tab. 3. Różnice temperatury powietrza i gradienty termiczne pomiędzy punktami pomiarowymi oraz typy cyrkulacji atmosfery wg T. Niedźwiedzia (2008) w dniach 25–29 czerwca 2002 roku
Air temperature differences and thermal gradients between measure points and synoptic situation types according to T. Niedźwiedź (2008) on the 25th–29th June 2002

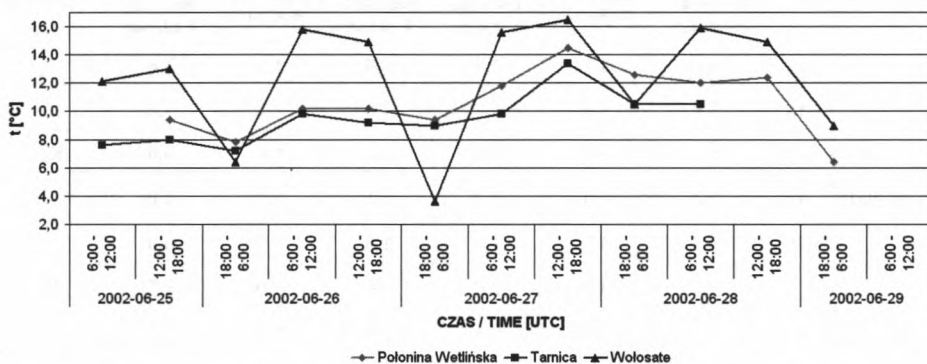
Data	Czas (UTC)	Różnice temperatury powietrza pomiędzy punktami pomiarowymi (°C)			Wartości gradientów termicznych pomiędzy punktami pomiarowymi (°C/100 m)			Typ cyrkulacji atmosferycznej
		Połonina Wetlińska–Wołosate	Tarnica–Wołosate	Tarnica–Połonina Wetlińska	Połonina Wetlińska–Wołosate	Tarnica–Wołosate	Tarnica–Połonina Wetlińska	
25.06.2002	12	4,0	5,9	1,9	0,8	1,0	1,6	W _a
	18	3,6	5,0	1,4	0,8	0,8	1,2	
26.06.2002	6	5,6	5,6	0,0	1,2	0,9	0,0	K _a
	12	5,2	4,0	-1,2	1,1	0,7	-1,0	
	18	4,7	5,7	1,0	1,0	1,0	0,9	
27.06.2002	6	3,8	5,8	2,0	0,8	1,0	1,7	SW _c
	12	4,1	4,0	-0,1	0,9	0,7	-0,1	
	18	2,1	3,2	1,1	0,4	0,5	0,9	
28.06.2002	6	3,6	5,7	2,1	0,8	1,0	1,8	W _c
	12	3,2	4,4	1,2	0,7	0,7	1,0	
	18	2,5	–	–	0,5	–	–	
29.06.2002	6	3,5	–	–	0,7	–	–	NW _a



Ryc. 5. Przebieg dobowy temperatury powietrza w Wołosate, na Połoninie Wetlińskiej i na Tarnicy w dniach 25–29 czerwca 2002 roku

Daily course of air temperature at Wołosate, Połonina Wetlińska and Tarnica on the 25th–29th June 2002

Analiza najniższych zanotowanych wartości temperatury powietrza w Wołosatem, na Połoninie Wetlińskiej i na Tarnicy wykazała, że w nocy z 26 na 27 czerwca w dolinie śródgórskiej mogła wystąpić inwersja termiczna (ryc. 6). W miesiącach letnich inwersje termiczne zdarzają się znacznie rzadziej niż zimą, jednak, jak pisze J. Trepieńska (2002, s. 64), „ozębienie radiacyjne powierzchni stoków i dolin [...] oraz adwekcja ciepłych mas powietrza nad chłodniejszą warstwą zalegającą w obniżeniach dolin” mogą się przyczynić do jej wystąpienia.



Ryc. 6. Przebieg dobowy najniższej zanotowanej temperatury powietrza w Wołosatem, na Połoninie Wetlińskiej i na Tarnicy w dniach 25–29 czerwca 2002 roku
Daily course of minimal noted values of air temperature at Wołosate, Połonina Wetlińska and Tarnica on the 25th–29th June 2002

W nocy z 26 na 27 czerwca warunki atmosferyczne sprzyjały intensywnemu wychładzaniu dna doliny poprzez wypromieniowanie ciepła do atmosfery na skutek małego stopnia zachmurzenia nieba. Ponadto w tym okresie miał miejsce napływ ciepłych mas powietrza z południa, co w efekcie stwarzało dogodne warunki dla wystąpienia inwersji termicznej.

Nawiązując do podziału zaproponowanego przez B. Obręską-Starkłową (1969), opartego na dobowym przebiegu temperatury powietrza, właściwe wydaje się stwierdzenie, iż punkty pomiarowe na Połoninie Wetlińskiej i na Tarnicy reprezentują region chłodnych wierzchołków, natomiast punkt w Wołosatem – region inwersyjnych części dolin. Jak podaje autorka, region chłodnych wierzchołków charakteryzuje się niższą wartością średniej amplitudy dobowej od zanotowanej w dnie doliny, niższą średnią amplitudą dobową oraz niższą różnicą średniej dobowej temperatury dnia i nocy.

WILGOTNOŚĆ WZGLĘDNA

Przebieg dobowy wilgotności względnej powietrza atmosferycznego nawiązywał do dobowego przebiegu temperatury powietrza. Podczas wzrostu temperatury powietrza w ciągu dnia następował spadek wilgotności powietrza, natomiast spad-

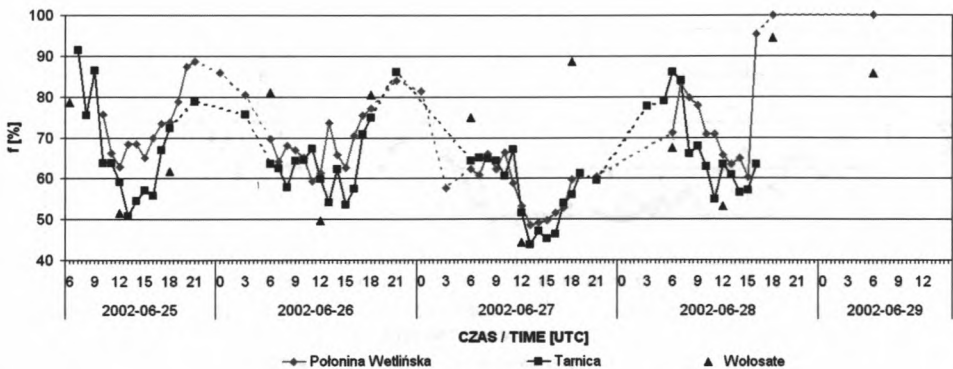
kowi temperatury powietrza w godzinach wieczornych towarzyszył wzrost wilgotności powietrza (ryc. 5 i 7). W ciągu pierwszych dni pomiarów notowany był niewielki spadek wartości tego elementu, natomiast 28 czerwca wystąpił kilkuprocentowy wzrost wilgotności względnej (ryc. 7).

W analizowanym okresie średnie dobowe wartości wilgotności względnej w Wołosatem wykazywały znaczne zróżnicowanie w przebiegu dobowym. W godzinach popołudniowych wilgotność względna w tym punkcie wynosiła około 50%, natomiast w nocy przekraczała 80% (ryc. 7). Różnice wilgotności względnej w ciągu doby dochodziły do 45%, różnice zaś w średnich dobowych wartościach pomiędzy pierwszym a ostatnim dniem pomiarów wynosiły około 10% (tab. 4). Na Połoninie Wetlińskiej i na Tarnicy dobowe różnice w wilgotności względnej notowane w godzinach nocnych i popołudniowych wynosiły ponad 20%. Analiza przebiegu wilgotności względnej wykazała, że 27 czerwca w godzinach popołudniowych wartości wilgotności względnej były około 10% niższe od tych, które wystąpiły 26 i 28 czerwca (ryc. 7).

Na Połoninie Wetlińskiej i na Tarnicy najniższą wartość wilgotności względnej zanotowano 27 czerwca o godzinie 13 UTC i wynosiła odpowiednio: 49% i 44%.

Tab. 4. Średnia dobowa wartość wilgotności względnej powietrza atmosferycznego (f) w Wołosatem w dniach 25–28 czerwca 2002 roku
Mean daily value of relative humidity (f) at Wołosate on the 25th–28th June 2002

Data	f (%)
25.06.2002	64,0
26.06.2002	70,5
27.06.2002	69,2
28.06.2002	73,8



Ryc. 7. Przebieg wilgotności względnej w Wołosatem, na Połoninie Wetlińskiej i na Tarnicy w dniach 25–29 czerwca 2002 roku

Daily course of relative humidity at Wołosate, Połonina Wetlińska and Tarnica on the 25th–29th June 2002

Natomiast w Wołosatem najniższa wartość wilgotności względnej została zanotowana, w tym samym dniu, w drugim terminie obserwacji (12 UTC) i wynosiła 44% (ryc. 7). W tym czasie Bieszczady znajdowały się pod wpływem ośrodka podwyższonego ciśnienia z centrum nad Karpatami (Codzienny Biuletyn Meteorologiczny).

Najwyższa wartość wilgotności względnej związana była z przejściem frontu w godzinach wieczornych 28 czerwca (Codzienny Biuletyn Meteorologiczny). O godzinie 18 UTC na Połonie Wetlińskiej wartość tego elementu wynosiła 100%, a w Wołosatem – 95%. W związku z zakończeniem pomiarów na Tarnicy o godzinie 16 UTC, czyli bezpośrednio przed przejściem frontu i wystąpieniem opadu, w punkcie tym nie zanotowano tak wysokich wartości wilgotności względnej.

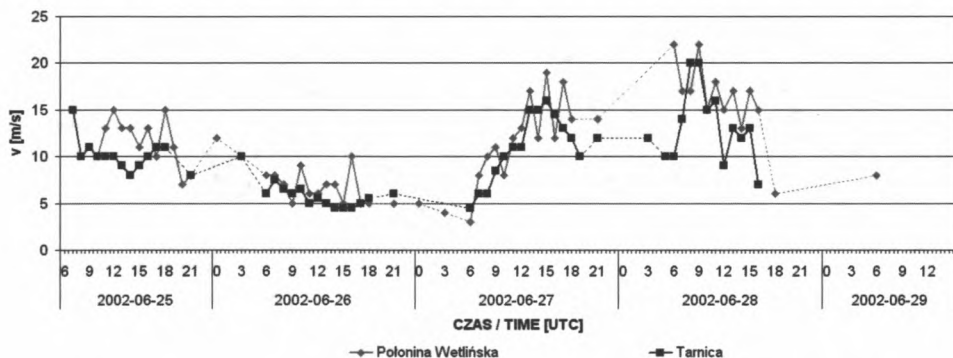
KIERUNEK I PRĘDKOŚĆ WIATRU

W związku z brakiem danych dotyczących pomiarów prędkości wiatru w Wołosatem analiza tego elementu została ograniczona do punktów położonych na Połonie Wetlińskiej i na Tarnicy.

Średnia prędkość wiatru w analizowanym okresie, obliczona na podstawie terminów obserwacji wspólnych dla obydwu punktów, wynosiła: na Połonie Wetlińskiej – 11,7 m/s, a na Tarnicy – 9,8 m/s.

Zarówno na Połonie Wetlińskiej, jak i na Tarnicy obserwowano duże zróżnicowanie prędkości wiatru w poszczególnych dniach. Najniższe wartości notowano 26 czerwca: od 5 do 12 m/s na Połonie Wetlińskiej oraz od 4,5 do 10 m/s na Tarnicy, najwyższe zaś 28 czerwca, kiedy dochodziły do 20 m/s (ryc. 8). Porywy w tym dniu przekraczały 25 m/s.

Na Połonie Wetlińskiej największą częstością występowania charakteryzował się wiatr z kierunku południowego (44% zanotowanych przypadków) oraz



Ryc. 8. Przebieg prędkości wiatru na Połonie Wetlińskiej i na Tarnicy w dniach 25–29 czerwca 2002 roku

Daily course of wind speed at Wołosate, Połonia Wetlińska and Tarnica on the 25th–29th June 2002

północo-wschodniego (40% zanotowanych przypadków). Natomiast na Tarnicy najczęściej notowano wiatr z północo-wschodu (40% zanotowanych przypadków) i południo-zachodu (37% zanotowanych przypadków). Podczas trwania pomiarów topoklimatycznych nie zanotowano wiatru z kierunku wschodniego, południo-wschodu, a na Tarnicy także północo-zachodu. Kierunki wiatru na Połoninie Wetlińskiej i na Tarnicy były zbliżone, a zmiana ich odbywała się synchronicznie.

Najniższe prędkości notowano dla wiatru z sektora północnego (tab. 5). Było to związane z oddziaływaniem ośrodka podwyższonego ciśnienia, w jakim znalazł się obszar Bieszczadów w dniach 26–27 czerwca (Codzienny Biuletyn Meteorologiczny). Natomiast najwyższe prędkości wystąpiły od godzin popołudniowych 27 czerwca do godzin wieczornych 28 czerwca dla wiatru z sektora południowego (tab. 5).

Na strukturę kierunku wiatru w Wołosatem duży wpływ miała topografia terenu. Zaznaczyło się to występowaniem wiatru z kierunku wschodniego, nawiązującego do kierunku osi doliny (WNW-ESE), oraz notowaniem ciszy, gdy w partiach szczytowych wystąpiły niewielkie prędkości wiatru (tab. 5).

Jak podaje J. Kwiatkowski (1979), niezbędnym warunkiem dla wystąpienia efektu fenowego jest przepływ nad łańcuchem górskim mas powietrza z kierunku prostopadłego do pasma górskiego. Również tożsamość masy powietrza, która zstępuje do niższych partii hipsometrycznych, po przekroczeniu bariery orograficznej świadczy o tym, iż efekt fenowy miał miejsce (Kwiatkowski 1979).

Tab. 5. Kierunek i prędkość wiatru w Wołosatem, na Połoninie Wetlińskiej i na Tarnicy w dniach 25–28 czerwca 2002 roku

Wind direction and wind speed at Wołosate, Połonina Wetlińska and Tarnica on the 25th–28th June 2002

Dzień	Czas (UTC)	Wołosate	Połonina Wetlińska		Tarnica	
		kierunek	kierunek	prędkość (m/s)	kierunek	prędkość (m/s)
25.06.2002	6	N	–	–	–	–
	12	NE	NE	15	NE	10
	18	N	NE	15	NE	11
26.06.2002	6	S	NE	8	NE	6
	12	CISZA	NE	6	NE	5,5
	18	S	N	5	NE	5,5
27.06.2002	6	S	SW	3	W	4,5
	12	E	S	13	SW	11
	18	E	S	14	SW	12
28.06.2002	6	E	S	22	SW	10
	12	S	S	15	SW	9
	18	E	SW	6	–	–

Według Z. Ustrnula (1992) potencjalne warunki do wystąpienia wiatru feno-
wego w Karpatach Polskich występują, gdy prędkość wiatru na Kasprowym
Wierchu przekracza 10 m/s, a kierunek wiatru zawiera się pomiędzy 140° a 220° (od
SE do SW). Jednocześnie autor podaje, że czas trwania takiego wiatru musi wynosić
co najmniej 6 godzin.

Warunki meteorologiczne panujące 28 czerwca 2002 roku na Połoninie Wetliń-
skiej i na Tarnicy oraz w Wołosatem zdają się potwierdzać wystąpienie efektu
fenowego.

ZACHMURZENIE

Na przebieg dobowy zachmurzenia duży wpływ miała cyrkulacja atmosferyczna. Podczas wystąpienia pogody antycyklonalnej, w dniach 26 i 27 czerwca, najniższe zachmurzenie notowano w godzinach nocnych, a najwyższe w godzinach popołudniowych (tab. 6). Taka sytuacja występuje w związku z nagrzewaniem dna doliny i unoszeniem ciepłego powietrza ku górze do późnych godzin popołudniowych. Wieczorem zaś, w wyniku ustąpienia bodźców powodujących występowanie prądów wznoszących – rozwój chmur zanika (Trepńska 2002). W pozostałe dni zaznaczył się wpływ ośrodków niżowych przemieszczających się nad Karpatai, które przyniosły wzrost zachmurzenia i opady atmosferyczne.

W ciągu dnia obserwowano przewagę chmur z rodzaju *Cumulus*. Gatunki *fractus* i *humilis* pojawiały się w godzinach porannych, a następnie, wraz ze

Tab. 6. Zachmurzenie (w skali 1–10) w Wołosatem, na Połoninie Wetlińskiej i na Tarnicy w dniach 25–28 czerwca 2002 roku

Cloudiness (1–10) at Wołosate, Połonina Wetlińska and Tarnica on the 25th–28th June 2002

Data	Czas (UTC)	Połonina Wetlińska	Tarnica	Wołosate
25.06.2002	6	brak pomiaru	brak pomiaru	8
	12	8	6	6
	18	6	7	6
26.06.2002	6	3	2	2
	12	9	8	9
	18	2	1	5
27.06.2002	6	1	1	2
	12	4	6	3
	18	3	4	3
28.06.2002	6	7	6	10
	12	9	6	9
	18	mgła	brak pomiaru	10

wzmocnieniem procesów konwekcyjnych, pojawiały się gatunki *mediocris* oraz *congestus*. W godzinach popołudniowych pojawiły się również chmury *Stratocumulus*, będące efektem łączenia pojedynczych chmur *Cumulus*. W godzinach wieczornych następował zanik chmur z gatunku *Cumulus*. Od godzin nocnych, przez cały okres obserwacji notowano występowanie chmur piętra wysokiego – *Cirrus uncinus* i *fibratus*. Chmury *AltoCumulus lenticularis* obserwowano od godziny 18 UTC 27 czerwca, do przejścia frontu około godziny 16:30 UTC 28 czerwca. Zaobserwowanie tej chmury może świadczyć o wystąpieniu efektu fenowego (Trepieńska 2002).

WNIOSKI

Analiza wyników badań topoklimatycznych prowadzonych w dniach 25–29 czerwca 2002 roku w Wołosatem na Połoninie Wetlińskiej oraz na Tarnicy potwierdziła znaczne zróżnicowanie warunków topoklimatycznych w tej części Polskich Karpat i doprowadziła do następujących wniosków:

Na zróżnicowanie przestrzenne elementów meteorologicznych bezpośredni wpływ miała wysokość bezwzględna punktów pomiarowych oraz rzeźba terenu.

Na szczytach górskich, reprezentowanych przez punkty pomiarowe na Połoninie Wetlińskiej i na Tarnicy, notowane były niższe temperatury powietrza niż w dolinie śródgórskiej, w której znajduje się Wołosate.

Wydaje się, że w poszczególnych porach doby różnice termiczne pomiędzy punktami pomiarowymi wynikały ze zmiennego natężenia promieniowania słonecznego związanego z małym zachmurzeniem w godzinach porannych oraz wzrostem zachmurzenia w godzinach popołudniowych. Wieczorne zmniejszenie kontrastów termicznych pomiędzy szczytem a dnem doliny należy zapewne wiązać z zaznaczeniem się przewagi czynnika radiacyjnego nad insolacyjnym w kształtowaniu bilansu cieplnego dna doliny w tej porze doby.

W istotny sposób na warunki termiczne wpływała również cyrkulacja atmosferyczna, w wyniku której nad obszar Bieszczadów napływały zróżnicowane pod względem termiczno-wilgotnościowym masy powietrza.

Średnia wartość temperatury powietrza, wyznaczona ze wszystkich terminów pomiarów, była niższa o 0,6°C na Tarnicy (1346 m n.p.m.) niż na Połoninie Wetlińskiej (1228 m n.p.m.).

W nocy z 26 na 27 czerwca zanotowano możliwość wystąpienia inwersji termicznej w dolinie śródgórskiej, w której położona jest miejscowość Wołosate.

Kierunek wiatru, w punktach pomiarowych zlokalizowanych na szczytach górskich, był związany z kierunkiem adwekcji mas powietrza (z sektora południowego i północnego), wiatr zaś w Wołosatem, położonym w dolinie śródgórskiej, przyjmował kierunki nawiązujące do przebiegu osi doliny (z sektora wschodniego).

Najwyższe wartości prędkości wiatru przekraczały 20 m/s i były notowane 28 czerwca.

Obserwowany w Wołosatem stopień zachmurzenia nieba był w ciągu dnia o 10–20% wyższy w stosunku do Połoniny Wetlińskiej i Tarnicy. Mogło to być związane z zasłonięciem części nieba przez pasma górskie. Jednocześnie w przebiegu dobowym obserwowano wzrost zachmurzenia i rozwój chmur kłębiastych w godzinach dziennych, a spadek w godzinach wieczornych i nocnych.

28 czerwca zanotowano, we wszystkich punktach pomiarowych, wystąpienie efektu fenowego. Napływ mas powietrza z południa oraz przeważający w tym dniu kierunek wiatru z sektora południowego, a także duże prędkości wiatru (powyżej 10 m/s) zdają się przemawiać za tym twierdzeniem.

Wielu autorów podkreśla fakt niewystarczającej liczby punktów pomiarowych na obszarach górskich, zwłaszcza zlokalizowanych w partiach szczytowych. Wpływa to niekorzystnie na poznanie bardzo zróżnicowanych warunków klimatycznych tych obszarów. W związku z tym zaznacza się potrzeba prowadzenia dalszych, bardziej szczegółowych studiów nad tym zagadnieniem.

LITERATURA

- Codzienny Biuletyn Meteorologiczny, 25–29 czerwca 2002, IMGW, Warszawa.
- Hess M., 1965: Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich, *Prace Geograficzne UJ*, z. 11, Kraków.
- Hess M., 1966: O mezoklimacie wypukłych i wklęsłych form terenu w Polsce Południowej, *Przegląd Geofizyczny, Rocznik XI (XIX)*, z. 1, Kraków, 23–35.
- Hess M., 1968: Metoda określania ilościowego zróżnicowania mezoklimatycznego w terenach górskich, *Zeszyty Naukowe UJ CLXXIX*, Kraków, 7–26.
- Hess M., 1969: Główne problemy klimatologiczne Karpat, *Zeszyty Naukowe UJ CCXVIII*, Kraków, 7–47.
- Hess M., Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa B., 1979: O zróżnicowaniu stosunków termicznych w dorzeczu Górnej Wisły, *Folia Geogr., ser. Geogr.-Physica*, XII, 97–110.
- Kwiatkowski J., 1979: Zjawiska fenowe w Sudetach i na przedpołu Sudetów, *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich*, z. 20, Wrocław, 243–280.
- Lewińska J., 1967: Wpływ rzeźby terenu na kształtowanie temperatur minimalnych powietrza w polskich Karpatach Zachodnich, *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich, KZZG PAN*, Kraków, 145–164.
- Michna E., 1978: Zróżnicowanie klimatyczne obszaru Południowo-Wschodniej Polski w świetle temperatury powietrza, *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, z. 125, 63–79.
- Michna E., Paczos S., 1972: Zarys klimatu Bieszczadów Zachodnich, *LTN, Zakład Narodowy im. Ossolińskich*, Wrocław, Warszawa, Kraków, Gdańsk.
- Michna E., Paczos S., 1987/1988: Zróżnicowanie temperatury powietrza i opadów atmosferycznych na obszarze wschodniej części Karpat Polskich, *Annales UMCS, sec. B, vol. XLII/XLIII*, 111–142.
- Migała K., 2005: Piętra klimatyczne w górach Europy a problem zmian globalnych, *Studia Geograficzne* 78, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław.
- Niedźwiedz T. (red.), 1983: Klimat województwa krośnieńskiego, *mnps.*, IMGW, Kraków.
- Niedźwiedz T., 2008: Kalendarz typów cyrkulacji atmosfery dla Polski południowej – zbiór komputerowy, *Uniwersytet Śląski, Katedra Klimatologii*, Sosnowiec.
- Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa B., 1991: Klimat, [w:] Dynowska I., Maciejewski M. (red.), *Dorzecze Górnej Wisły*, PWN, Warszawa.

- Nowosad M., 1983a: Przykład zróźnicowania prędkości wiatru na Połoninie Wetlińskiej, na Holicy i w Równi, Prace SKNG UMCS Lublin, t. II, 43–50.
- Nowosad M., 1983b: Badania klimatu lokalnego w Bieszczadach w sierpniu 1981, Prace SKNG UMCS Lublin, t. II, 51–60.
- Nowosad M., 1998: Z historii badań klimatu Bieszczadzkiego Parku Narodowego, Roczniki Bieszczadzkie 7, 145–157.
- Nowosad M., 2000: Z badań nad zróźnicowaniem klimatycznym Bieszczadów, Acta Agrophysica 34, 125–135.
- Nowosad M., 2001: Badania topoklimatyczne prowadzone na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego, [w:] M. Kuchcik (red.) Współczesne badania topoklimatyczne, Dokumentacja Geograficzna, nr 23, Warszawa, 53–58.
- Obrebska-Starkłowa B., 1969: Przebieg temperatury powietrza jako podstawa wydzielenia regionów mezoklimatycznych w Beskidach, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, z. 25, Kraków, 49–61.
- Obrebska-Starkłowa B., Hess M., Olecki Z., Trepńska J., Kowanetz L., 1995: Klimat. [w:] J. Warszńska (red.), Karpaty Polskie, Uniwersytet Jagielloński, Kraków.
- Trepńska J., 2002: Górskie klimaty, Wydawnictwo Instytutu Geografii i Gospodarki Przemysłowej UJ, Kraków.
- Ustrnul Z., 1992: Potencjalne warunki występowania wiatrów fenowych w Karpatach Polskich, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, z. 90, Kraków, 97–112.

SUMMARY

In this paper the author presented characteristics of topoclimatic conditions in the higher parts of the Bieszczady Mountains in selected days of June 2002. The data used for this study come from three measurement points. Two of them were located at mountain tops: Połonina Wetlińska and Tarnica and the third measurement point was located in a mountain valley at Wołosate village. The range of measurements was: air temperature, relative humidity, wind direction and speed and cloudiness.

The measurements at Połonina Wetlińska and Tarnica were made every hour from 6 till 18 UTC and every three hours from 18 till 6 UTC, whereas at Wołosate village the measurements were made three times a day: at 6, 12 and 18 UTC.

During the day the air temperature was lower at the mountain tops than in the mountain valley. On the night of the 26th June inversion of temperature was recorded in the mountain valley.

Wind direction was consistent with the direction of air masses at mountain tops and with the orientation of valley axis in Wołosate village.

On the 28th June the wind reached the speed of twenty meters per second. It was connected with foehn effect which occurred that day.