

MAREK BŁAŚ, MIECZYSLAW SOBIK

## OSOBLIWOŚCI KLIMATU KARKONOSZY I GÓR IZERSKICH

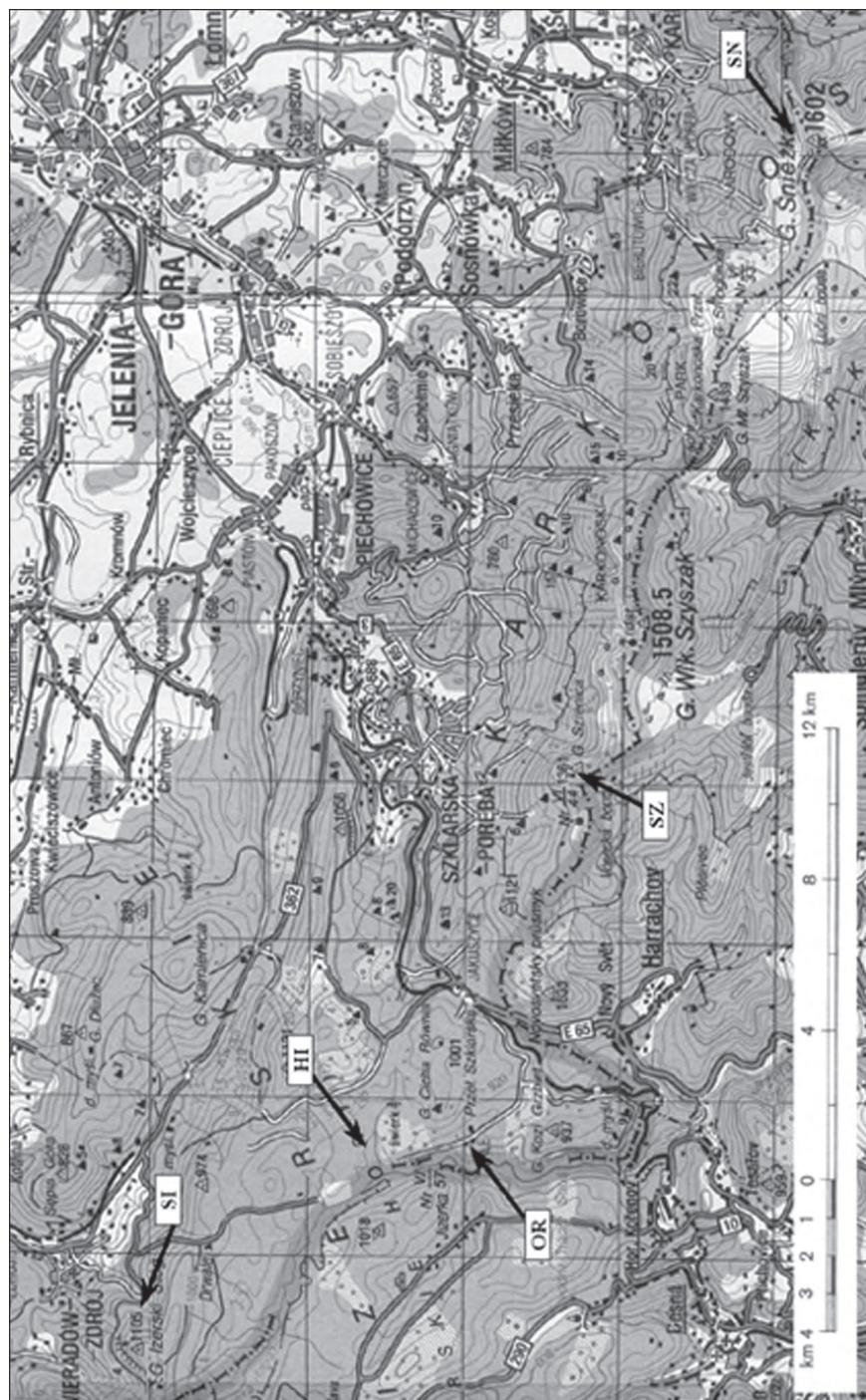
*Abstrakt:* Osobliwości klimatu Karkonoszy i Gór Izerskich wynikają ze specyficznych cech morfologii terenu. Obszar ten wyróżnia charakter partii wierzchowinowych, wyrazistość krawędzi morfologicznych oraz ich położenie na NW obrzeżu Sudetów. Dzięki temu dochodzi do znacznej deformacji pola przepływu powietrza, która prowadzi do wzrostu prędkości wiatru, bardzo częstego powstawania chmur/mgieł orograficznych oraz stosunkowo dużych opadów atmosferycznych charakteryzujących się równomiernym rozkładem w przebiegu rocznym. Z drugiej strony usytuowanie płaskodennych kotlin śródgórskich w partiach wierzchowinowych Gór Izerskich sprzyja powstawaniu wyjątkowo intensywnych radiacyjnych inwersji termicznych oraz występowaniu rekordowych wartości dobowych amplitud temperatury.

*Słowa kluczowe:* Góry Izerskie, Karkonosze, Sudety, zjawiska ekstremalne, klimat gór.

### 1. Wprowadzenie

Wysokość nad poziomem morza w powiązaniu z orografią kształtują charakterystyczne cechy klimatu określanego jako klimat górski. Jego specyfika wiąże się z dużym zróżnicowaniem przestrzennym, wynikającym z charakteru morfologii terenu, a przede wszystkim: wysokości bezwzględnej i względnej, ekspozycji, odległości i wysokości sąsiednich masywów górskich oraz kształtu, rozmiaru i typu formy terenu.

Celem tej pracy jest wskazanie na szczególne cechy klimatu Gór Izerskich i Karkonoszy oraz powiązanie ich z rzeźbą terenu. Istotną rolę w kształtowaniu się osobliwości klimatu obu tych masywów górskich odgrywa położenie na NW obrzeżu Sudetów oraz wyrazistość ich krawędzi morfologicznych. Są one pierwszymi progami orograficznymi dla przeważającej cyrkulacji z sektora WSW-NW i łącznie odpowiadają za częste i intensywne spiętrzanie napływającej masy powietrznej z wszystkimi jego konsekwencjami. Różnicują się między sobą pod względem warunków termicznych, co wynika z odmiennej specyfiki rzeźby. Karkonosze to



stosunkowo długi i zwarty grzbiet górski, podczas gdy centralną część blokowo wyniesionych Gór Izerskich zajmuje rozległe plateau z licznymi płaskodennymi nieckami w strefie wierzchwinowej.

Czynniki te sprawiają, że Góry Izerskie i Karkonosze wyróżniają się ostrymi kontrastami w przestrzennym zróżnicowaniu warunków topoklimatycznych, przy wyjątkowej intensywności niektórych parametrów meteorologicznych, takich jak: temperatura (częste i wyjątkowo intensywne inwersje termiczne oraz duże amplitudy dobowe), opady atmosferyczne (wysokie sumy roczne oraz wyrównany ich przebieg roczny), prędkość wiatru, frekwencja dni z mgłą oraz wydajność osadów mgielnych. Analizowane w kolejnych rozdziałach cechy klimatu są unikatowe nie tylko w skali Polski, ale również Europy.

Szczególne znaczenie dla badań topoklimatycznych, obejmujących poza Karkonoszami także Góry Izerskie, ma funkcjonujące od 1957 roku Obserwatorium Meteorologiczne Zakładu Meteorologii i Klimatologii Uniwersytetu Wrocławskiego na Szrenicy (1364 m n.p.m.; ryc. 1) w Karkonoszach. Dzięki swojej blisko 45-letniej serii danych dostarcza ono cennych informacji o klimacie subalpejskiego piętra Karkonoszy, a także pełni rolę reperu, do którego odnoszone są wszelkie wyniki pomiarów terenowych. Ponadto Obserwatorium jest miejscem w którym prowadzone są badania dotyczące struktury przychodu wody z atmosfery i mokrej depozycji zanieczyszczeń. W niniejszej pracy wykorzystano także wyniki pomiarów temperatury powietrza w Górach Izerskich prowadzonych od 1996 roku przez Zakład Meteorologii i Klimatologii Uniwersytetu Wrocławskiego (Sobik, Urban 2000). Sumy miesięczne i dobowe opadu pochodzą z 50-letniej serii danych niemieckich z lat 1881-1930 (Klimakunde 1939). Informacje dotyczące prędkości wiatru oraz liczby dni z mgłą pozyskano z globalnej bazy danych NCDC (2000). Wielkości dotyczące roli mgły w całkowitym przychodzie wody uzyskano z pomiarów przeprowadzonych przez autorów artykułu (Błaś 2001; Błaś, Sobik 2001).

## 2. Polski „biegun zimna”

W przeciwieństwie do innych masywów Sudeckich, w tym Karkonoszy, wierzchovina Gór Izerskich nie jest rozcięta dolinami rzecznyymi, które są tu szerokie i płytkie i w wielu miejscach mają charakter rozległych kotlin śródgórskich, położonych ponad 750 m n.p.m. Zamknięte obniżenia na tej wysokości są elementem

---

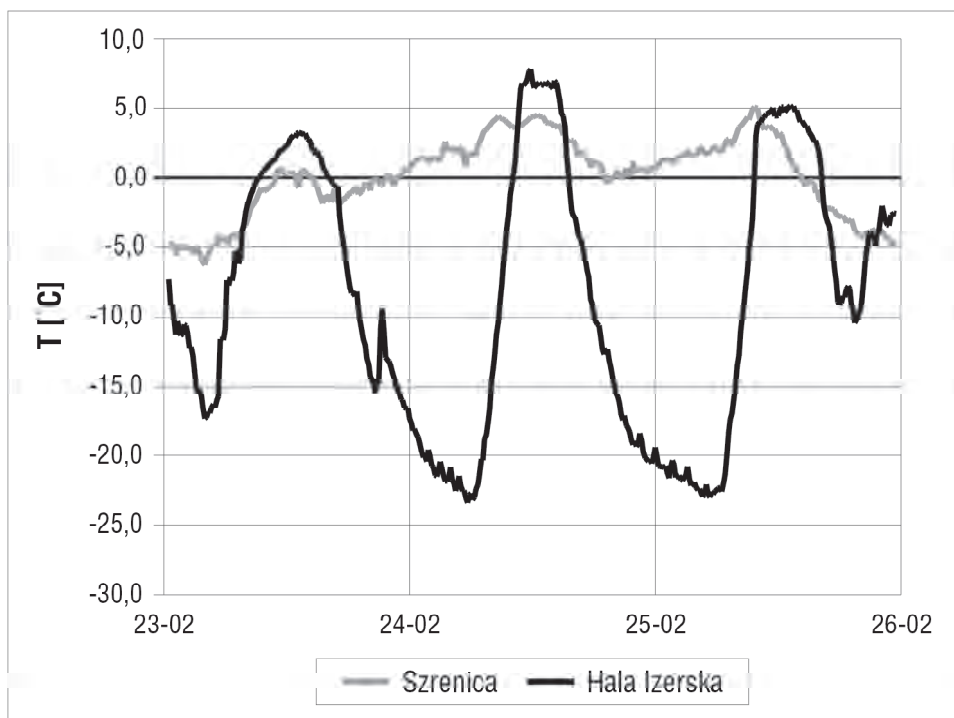
Ryc. 1. Karkonosze oraz Góry Izerskie – rozmieszczenie punktów pomiarowych (fragment mapy topograficznej Polski w skali 1:200 000, arkusz M-33-X)

Fig. 1. Giant Mts. and Ilera Mts. – measurement points distribution (excerpt of Polish topographic map in the scale 1:200 000, sheet M-33-X)

Sl – Stóg Izerski (1107 m n.p.m.;  $\alpha = 15^{\circ}17'$ ,  $\varphi = 50^{\circ}53'$ ); SZ – Szrenica (1364 m n.p.m.;  $\alpha = 15^{\circ}31'$ ,  $\varphi = 50^{\circ}48'$ ); SN – Śnieżka (1602 m n.p.m.;  $\alpha = 15^{\circ}44'$ ,  $\varphi = 50^{\circ}44'$ ); HI – Hala Izerska, ujęcie Jagnięcego Potoku do Izery (824 m n.p.m.;  $\alpha = 15^{\circ}20'$ ,  $\varphi = 50^{\circ}49'$ ); OR – Orle (828 m n.p.m.;  $\alpha = 15^{\circ}38'$ ,  $\varphi = 50^{\circ}82'$ ).

unikatowym nie tylko na skalę Sudetów (Migoń 1998). Stwarzają one optymalne warunki do tworzenia się nocnych inwersji radiacyjnych. Istotne znaczenie dla wyjątkowo dużych spadków temperatury ma także ograniczona szorstkość podłoża (niewielki procent powierzchni obejmującej wierzchołki i stoki porośnięty jest wysokim i zwartym lasem), co ułatwia spływanie zimnego powietrza w doliny. Nie bez znaczenia jest także brak osad i zabudowań we wnętrzu Gór Izerskich, które w innych obszarach, poprzez emisję z palenisk domowych dymów i zanieczyszczeń gazowych, przyczyniają się do zmniejszenia ucieczki ciepła drogą nocnego promieniowania.

Największą kotliną śródgórską usytuowaną w obrębie rozległego plateau Gór Izerskich jest Hala Izerska o powierzchni przekraczającej 10 km<sup>2</sup>, której dno położone jest na wysokości 800-840 m n.p.m. (ryc. 1). Osią obniżenia przepływa rzeka Izera, która w centralnej części kotliny charakteryzuje się spadkiem wynoszącym zaledwie 2‰ (2 m na 1 km). Z pomiarów temperatury powietrza prowadzonych na Hali Izerskiej wynika, że zmierzone dotychczas absolutne minimum



Ryc. 2. Przebieg temperatury powietrza na Szrenicy i Hali Izerskiej w dniach 23-25.02.2003

Fig. 2. Temporal variations of air temperature at the Szrenica Mountain and Hala Izerska during 23-25 Feb., 2003

temperatury wynosi  $-36,8^{\circ}\text{C}$  i odnotowano je 24 I 2004 roku. Z kolei Głowicki (1998) przytacza  $-29,0^{\circ}\text{C}$  jako minimum absolutne w sąsiednich Jakuszycach za okres 1973-1997. Jeszcze bardziej spektakularne są duże spadki temperatury, które mogą wystąpić nawet w trakcie okresu wegetacyjnego. Dobrym przykładem jest dzień 20 VII 1996 roku, kiedy na Hali Izerskiej minimalna temperatura dobowa powietrza osiągnęła  $-5,5^{\circ}\text{C}$  (pomiar na 2 m nad gruntem; Sobik, Urban 2000). W dnach dolin i kotlin notowane są w takich sytuacjach poważne szkody leśne w postaci obmarzniętych świeżych przyrostów rocznych drzew.

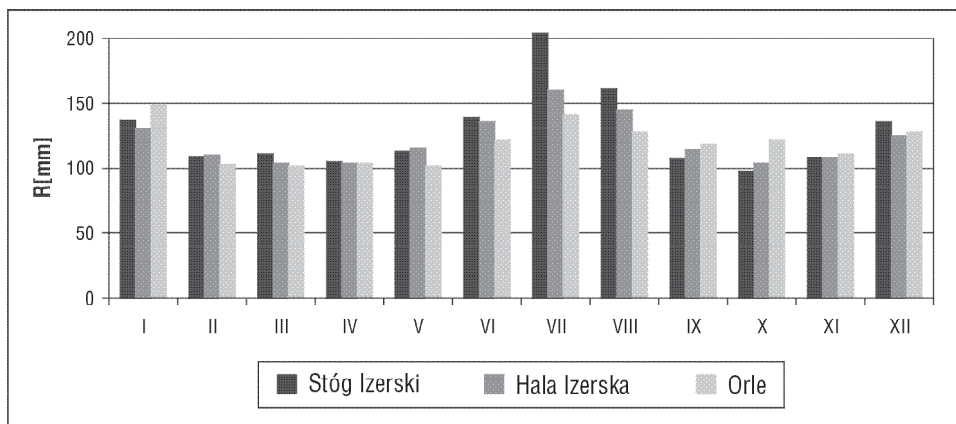
Osobliwością warunków termicznych Gór Izerskich są także dość często notowane dobowe amplitudy temperatury przekraczające  $25^{\circ}\text{C}$ . Rekordową, bo wynoszącą  $31,2^{\circ}\text{C}$ , zmierzono 24 II 2003 roku (ryc. 2). Jest to wielkość nie notowana i wyjątkowa co najmniej w skali Europy środkowej. Wynik ten jest tym ciekawszy, że nie odnotowano tego dnia przejścia frontu ani zmiany cyrkulacji atmosferycznej, co oznacza, że tak duże wahania temperatury odbyły się w tej samej masie powietrznej.

### 3. Wyjątkowo wysokie opady atmosferyczne w Górach Izerskich

Poza prostym związkiem z wysokością bezwzględną czy względną, istotne dla wielkości opadów atmosferycznych jest także uprzywilejowanie dowietrznej części masywu górskiego. Na stokach dowietrznych dochodzi bowiem do intensywniejszego spiętrzania napływających mas powietrznych i w dalszej konsekwencji do intensyfikacji opadu.

W przypadku Sudetów taką rolę odgrywają położone na ich NW skraju Góry Izerskie. Peryferyjne położenie od strony dowietrznej oraz charakterystyczna rzeźba krawędziowa przekładają się na wyjątkowo wysokie średnie roczne sumy opadów atmosferycznych w całym Górach Izerskich. Jednak największe wielkości notowane są w wąskim pasie nieco przesuniętym na zawietrzną stronę i przebiegającym równoległe do NW krawędzi Gór Izerskich. W tej strefie na Stogu Izerskim notowano roczną sumę opadów 1528 mm (Klimakunde 1939), i aż 1705 mm w stanowisku U Studanky (900 m n.p.m., Syrový 1958). Jednakże w całej centralnej części Gór Izerskich w stacjach położonych nieco ponad 800 m n.p.m. sumy roczne przekraczają 1400 mm (ryc. 3). Tak wysokie opady atmosferyczne występujące także w obniżeniach centralnej części Gór Izerskich należy tłumaczyć tym, że nieckowate zagłębienia w partiach wierzchołków są zbyt płytkie i mają zbyt małe rozmiary horyzontalne aby zaznaczył się w nich cień opadowy (Sobik i in. 2001).

Dość istotną ciekawostką, z klimatologicznego punktu widzenia, jest także równomierny rozkład opadów atmosferycznych w przebiegu rocznym. W kilku stacjach reprezentujących wnętrze Gór Izerskich, we wszystkich miesiącach roku, notowane są sumy opadu przekraczające 100 mm oraz wtórne maksimum przypadające na styczeń (ryc. 3).



Ryc. 3. Przebieg roczny opadów atmosferycznych w trzech wybranych stanowiskach Gór Izerskich (1881-1930; źródło: Klimakunde 1939)

Fig. 3. Annual variations of precipitation at three selected sites in the Izera Mts. (1881-1930; source: Klimakunde 1939)

#### 4. Największa prędkość wiatru w kontynentalnej części Europy

W górach, szczególnie na wypukłych formach terenu, wzrasta prędkość wiatru. Wynika to z deformacji pola przepływu powietrza do jakiej dochodzi na barierze górskiej lub kanalizowania się przepływu w obniżeniach, przełęczach. Na notowaną prędkość wiatru ma wpływ przede wszystkim rozmiar i kształt przeszkody orograficznej oraz przebieg pasm górskich w stosunku do przeważającego kierunku cyrkulacji atmosferycznej.

Zwarty i wysoko wyniesiony grzbiet Karkonoszy o przebiegu WNW-ESE usytuowany jest niemal prostopadle do przeważającego kierunku wiatru (SW). To przekłada się na bardzo wyraźny efekt deformacji linii prądu i znacznie większą prędkość wiatru niż występująca na tej samej wysokości w swobodnej atmosferze. Średnia roczna prędkość wiatru na Śnieżce i Szrenicy wynosi odpowiednio 12,5 i 9,5  $\text{ms}^{-1}$  (tab. 1). Wykluczając stacje brytyjskie (gdzie dużym prędkościom wiatru sprzyja bezpośrednie sąsiedztwo oceanu) Karkonosze należy zaliczyć do najbardziej wietrznych gór w kontynentalnej części Europy. Mniejsze prędkości wiatru w Alpach (Sonnblick, Saentis, Zugspitze: od 5 do 7  $\text{ms}^{-1}$ ) czy Karpatach należy tłumaczyć tym, że ich wysokie, ale izolowane i „piramidalne” szczyty wywołują znacznie mniejszą deformację przepływu powietrza, które w znacznie większym stopniu opływa taką przeszkodę. W przypadku długiego, zwartego grzbietu górskiego efekt opływania przeszkody ma marginalne znaczenie przez co wzrasta dynamika przepływu ponad barierą górską.

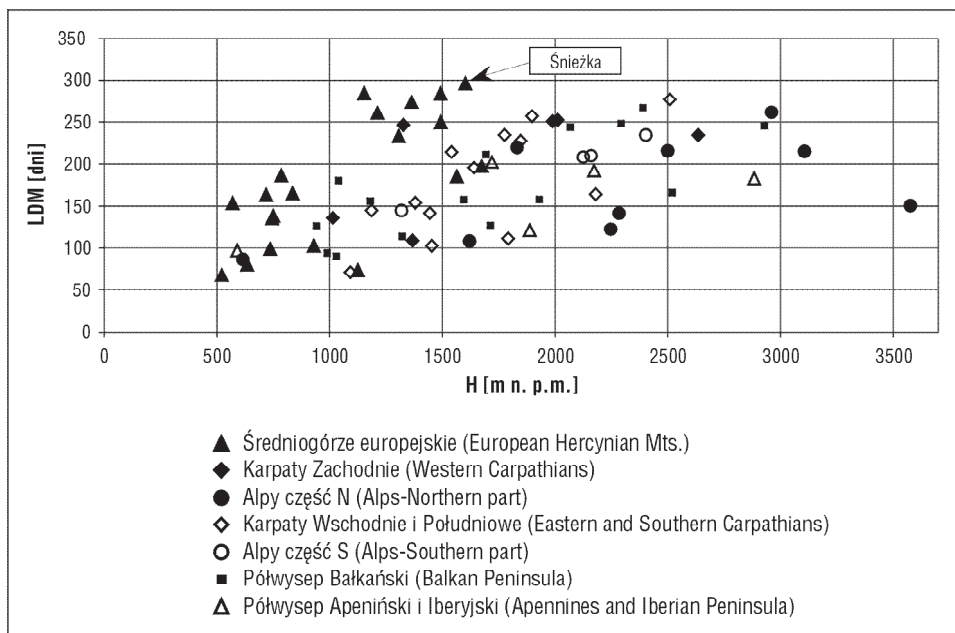
Tab. 1. Stacje synoptyczne z największymi średnimi rocznymi prędkościami wiatru w Europie (1994-2000; źródło: NCDC 2000)

Table 1. Synoptic stations with the highest average annual wind speed in Europe (1994-2000; source: NCDC 2000)

NR	KRAJ	STACJA	$\varphi$	$\lambda$	H [m n.p.m.]	V [M*s <sup>-1</sup> ]
1	Wlk. Brytania	<b>CAIRNGORM</b>	57°07' N	3°38' W	1245	<b>15,2</b>
2	Polska	<b>ŚNIEŻKA</b>	50°44' N	15°44' E	1602	<b>12,5</b>
3	Wlk. Brytania	<b>NORTH RONA</b>	59°07' N	5°49' W	98	<b>10,9</b>
4	Wlk. Brytania	<b>GREAT DUNSELL</b>	54°41' N	2°27' W	847	<b>10,9</b>
5	Wlk. Brytania	<b>AONACH</b>	56°49' N	4°58' W	1130	<b>10,4</b>
6	Islandia	<b>VESTMANNAEYJAR</b>	63°24' N	20°17' W	124	<b>9,6</b>
7	Polska	<b>SZRENICA</b>	50°48' N	15°31' E	1364	<b>9,5</b>
8	Rumunia	<b>CEAHLAU TOACA</b>	46°56' N	25°55' E	1898	<b>9,3</b>
9	Francja	<b>AIGOUAL</b>	44°07' N	3°35' E	1565	<b>9,2</b>
10	Hiszpania	<b>TARIFA</b>	36°00' N	5°36' W	37	<b>9,2</b>
11	Wlk. Brytania	<b>SULE SKERRY</b>	44°07' N	3°35' E	16	<b>9,0</b>
12	Dania	<b>ROESNAES</b>	55°45' N	10°52' E	11	<b>8,8</b>
13	Francja	<b>CAPE BEAR</b>	42°31' N	3°08' E	86	<b>8,8</b>
14	Wlk. Brytania	<b>FOULA ISLAND</b>	60°09' N	2°04' W	22	<b>8,6</b>
15	Francja	<b>PERTUSATO</b>	41°22' N	9°11' E	110	<b>8,5</b>
16	Norwegia	<b>FUGLOYKALVEN</b>	70°19' N	20°09' E	37	<b>8,4</b>
17	Bułgaria	<b>BOTEV</b>	42°40' N	24°50' E	2389	<b>8,3</b>
18	Bułgaria	<b>CHERNI</b>	42°35' N	23°16' E	2292	<b>8,3</b>
19	Wlk. Brytania	<b>CAPE WRATH</b>	58°38' N	5°00' W	112	<b>8,2</b>
20	Rumunia	<b>OMU</b>	45°27' N	25°27' E	2509	<b>8,2</b>
21	Rumunia	<b>TARCU</b>	45°17' N	22°32' E	2180	<b>8,2</b>
22	Wlk. Brytania	<b>ORSAY</b>	55°40' N	6°30' W	23	<b>8,1</b>
23	Wlk. Brytania	<b>BUTT OF LEWIS</b>	58°31' N	6°16' W	23	<b>8,1</b>
24	Szwajcaria	<b>JUNGFRAU</b>	46°33' N	7°59' E	3576	<b>8,1</b>
25	Dania	<b>CHRISTIANSO</b>	55°19' N	15°11' E	15	<b>8,1</b>

## 5. Europejski lider frekwencji dni z mgłą

Największa liczba dni z mgłą (LDM) jest charakterystyczna dla stacji ulokowanych na eksponowanych szczytach gdzie efekty spiętrzania napływającej masy powietrznej są najbardziej intensywne i najmniej zależne od kierunku cyrkulacji atmosferycznej. Obserwowane duże różnice LDM w tej kategorii formy terenu przy podobnej wysokości stacji mogą wynikać z odmiennej wysokości względnej, z przynależności do różnych regionów geograficznych, a także z usytuowania szczytu w stosunku do całego pasma górskiego. Mniejszą częstość mgły obserwuje się na osłoniętych szczytach, a najmniejszą w stacjach ulokowanych na stokach górskich.



Ryc. 4. Liczba dni z mgłą (LDM) w obszarach górskich Europy w funkcji wysokości nad poziomem morza (1994-2000; za Błaś, Sobik 2001)

Fig. 4. Number of days with fog (LDM) in some European mountainous areas versus altitude (1994-2000; from Błaś, Sobik 2001)

Największą LDM wśród wszystkich górskich stacji synoptycznych w kontynentalnej części Europy charakteryzuje się Śnieżka (296 dni w roku), a piąte miejsce w kolejności zajmuje Szrenica (274 dni; ryc. 4; Błaś, Sobik 2004). Karkonosze przewyższają pod tym względem stacje alpejskie i karpackie: Zugspitze (262), Kasprowy Wierch (251) i Omu (277). O mniejszej LDM w Alpach czy Karpatach decyduje to, że są na tyle wysokie, że często wystają ponad niezbyt miąższą warstwę chmur piętra dolnego (dotyczy to szczególnie chłodnej części roku). Charakteryzują się także znacznie większą „konkurencją” tzn. są osłaniane ze strony innych masywów, które znajdują się w ich sąsiedztwie.

Rekordowo wysokiej frekwencji dni z mgłą w Karkonoszach sprzyja głównie: stosunkowo niewielka odległość od linii brzegowej, korzystna ekspozycja na adwekcję wilgotnego powietrza atlantyckiego oraz brak istotnej konkurencji ze strony innych masywów górskich.

## 6. Osady z mgłą dorównujące sumie opadu atmosferycznego

Podstawowym źródłem wody z atmosfery są opady atmosferyczne. Całkowity przychód wody uzupełniają osady atmosferyczne. O ile rosa i szron są względnie



ważniejsze na terenach nizinnych, o tyle w warunkach górskich przy dużej częstotliwości mgieł, którym towarzyszy wiatr, wzrasta rola osadu ciekłego i sadzi. Potencjalna wydajność osadów mgielnych jest zależna od warunków meteorologicznych i morfologicznych.

Rzeczywisty przychód wody z mgły może odbywać się poprzez sedymentację kropelek mgły lub ich zderzenia inercyjne (bezwładnościowe). Sedymentacja polega na osiadaniu kropelek mgły wprost na powierzchni ziemi lub też powierzchni roślin (np. drzew, krzewów, traw) pod wpływem siły ciężkości, kiedy składowa pionowa ich ruchu (osiadanie) jest znacznie większa niż pozioma. Wydajność sedymentacji jest istotna jedynie w warunkach ciszy atmosferycznej lub przy bardzo słabym wietrze (np. podczas występowania mgły o genezie radiacyjnej). Zderzenia inercyjne polegają na pasywnym wychwytywaniu przez receptor kropelek niesionych siłą wiatru. Składowa pozioma ich ruchu jest wtedy znacznie większa niż składowa pionowa. O wydajności rzeczywistego przychodu wody decyduje czynnik środowiskowy tj. pokrycie terenu, typ receptora. Do najbardziej wydajnych receptorów należy zaliczyć drzewa z uwagi na ich wysokość i znaczną powierzchnię recepcyjną. Wśród nich wyróżniają się świerki, które poza swoją ogromną powierzchnią recepcyjną cechują się wysokim stopniem jej rozwinięcia (tj. stosunkiem całkowitej powierzchni naziemnej części rośliny do powierzchni jej rzutu pionowego).

Tab. 2. Miejsca z największą wydajnością osadów mgielnych na świecie  
Table 2. Locations with the highest intensity of fog precipitation worldwide

KRAJ	JEDNOSTKA GEOGRAFICZNA	H [m n.p.m.]	POKRYCIE TERENU	ROCZNY PRZYCHÓD WODY Z MGŁY	PRZYCHÓD WODY Z MGŁY W ODNIESIENIU DO SUMY OPADU	AUTOR
<b>Polska</b>	Góry Izerskie Stóg Izerski	1100	świerk	2250-1014 mm	(123-56%)	Biaś M. 2001
<b>Anglia</b>	Great Dun Fell	847	świerk	880-240 mm	(44-12%)	Fowler D. i in., 1990
<b>Polska</b>	Karkonosze NW stok Szrenicy	1050	świerk	567-300 mm	(29-15%)	Biaś M. 2001
<b>Niemcy</b>	Waldstein	800	las iglasty	564 -163 mm	(50-20%)	Wrzesiński T., Klemm O. 2000
<b>RPA</b>	Natal	1800	brak informacji	400 mm	(133%)	Le Houerou H. 1998
<b>Anglia</b>	Dunslair Heits	602	świerk	390 mm	(30%)	Crossley A. i in., 1998
<b>Kolumbia</b>	Andy - Cali-Pichinde	1500	roślinność krzaczasta	351 mm	(15%)	Jimenez H. 1998
<b>Australia</b>	Queensland SE	1100	tropikalny las górski	343 mm	(35 %)	Yates D. i in., 1998
<b>Kenia</b>	Mt. Kulal	1450	brak informacji	336 mm	(24%)	Le Houerou H. 1998
<b>Kanada</b>	Nowa Fundlandia Cape Race	80	las iglasty	305 mm	(16%)	Beauchamp S. 1998
<b>RPA</b>	zlewnia rzeki Olifants	350	roślinność krzaczasta	300-100 mm	(300-100%)	Le Houerou H. 1998

Wielkości rzeczywistego przychodu wody z mgły zmierzone w Górach Izerskich i Karkonoszach osiągają wielkości od 500 do ponad 2000 mm rocznie. To oznacza, że osady mgielne mają lokalnie większe znaczenie w przychodzie wody niż sam opad atmosferyczny. Jednocześnie są to jedne z największych wielkości prezentowanych w literaturze światowej (tab. 2). Sprzyjają temu bardzo korzystne warunki meteorologiczne i środowiskowe. Opisana w poprzednim rozdziale frekwencja dni z mgłą w wierzchwinowych partiach Gór Izerskich i Karkonoszach przekracza 250 dni w roku, a obecności mgły towarzyszy wyjątkowo duża średnia prędkość wiatru. Jednocześnie dominującym gatunkiem drzew w obu tych masowach jest świerczyna - najbardziej skuteczna z punktu widzenia wydajności osadu mgielnego.

## 7. Podsumowanie

Na obszarze obejmującym Góry Izerskie oraz Karkonosze występuje niezwykle mozaika topoklimatyczna z intensywnością zjawisk meteorologicznych wyróżniająca ten obszar nie tylko w skali Polski, ale nawet Europy.

Paradoksalnie w tych samych miejscach na obszarze Gór Izerskich zaznacza się zjawisko tzw. nadoceanizmu gór i kontynentalizmu kotlin. Zjawisko nadoceanizmu wiąże się z dużymi opadami atmosferycznymi, równomiernym ich rozkładem w ciągu roku, wyjątkową w skali Europy częstością mgieł, co w powiązaniu z wyjątkowo dużą prędkością wiatru i obecnością wydajnych receptorów mgły przekłada się na podwyższoną depozycję wody z mgielnych osadów atmosferycznych. Z drugiej strony płaskodenne kotliny śródgórskie stwarzają optymalne warunki do tworzenia się intensywnych nocnych zastoisk zimnego powietrza oraz występowania rekordowych dobowych amplitud temperatury. Tymczasem w Karkonoszach w tym samym pasie wysokościowym (750–900 m n.p.m.) notowane jest zjawisko cieplej strefy stokowej (ang. *warm belt*). To porównanie uzasadnia konieczność rozdzielenia Gór Izerskich i Karkonoszy w regionalizacji klimatycznej w której nie wolno kierować się jedynie kryterium wysokościowym, ponieważ o warunkach termicznych w dużej mierze decyduje rzeźba i typ formy terenu.

## Podziękowania

Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2004-2005 jako projekt badawczy.

### LITERATURA:

Beauchamp S., Tordon R., Pinette A., 1998, *Chemistry and deposition of acidifying substances by marine advection fog in atlantic Canada*, [w:] R.S. Schemenauer, H. Bridgman (red.), 1st Int. Conf. on Fog and Fog Collection, July 19-24, 1998, Vancouver, Canada, 171-174.

- Błaś M., 2001, *Rola mgły w przychodzie wody i mokrej depozycji zanieczyszczeń w Sude-tach*, maszynopis pracy doktorskiej, Wrocław, Uniw. Wroc., Inst. Geogr., ZMiK.
- Błaś M., Sobik M., 2001, *Mgła w Karkonoszach i wybranych masywach górskich Europy*, Opera Corcontica, Proceedings of the Int. Conf.: *Geoecological Problems of the Giant Mountains*, Vrchlabi, 1, 35-46.
- Błaś M., Sobik M., 2004, *The distribution of fog frequency in the Carpathians*, Geogr. Polon., 77, 1, 19-34.
- Crossley A., Harvey F.J., Cape J.N., Guillevic C., Binnie J., Wilson D.B., Fowler D., 1998, *Long-term measurements of cloud frequency and chemical composition in an upland forest in Scotland*, [w:] R.S. Schemenauer, H. Bridgman (red.), 1st Int. Conf. on Fog and Fog Collection, July 19-24, 1998, Vancouver, Canada, 321-324.
- Fowler D., Morse A.P., Gallagher M.W., Choularton T.W., 1990, *Measurements of cloud water deposition on vegetation using a lysimeter and a flux gradient technique*, Tellus, 42B (3), 285-293.
- Głowicki B., 1998, *Ekstremalne zjawiska termiczne w Jakuszycach w latach 1973-1997*, Sem. Nauk. *Problemy klimatyczno-botaniczne Gór Izerskich*, Świeradów Zdrój, 21-23 IX 1998, 10.
- Jimenez H., 1998, *Fog as a water source for foggy forest at the Colombian andean watersheds*, [w:] R.S. Schemenauer, H. Bridgman (red.), 1st Int. Conf. on Fog and Fog Collection, July 19-24, 1998, Vancouver, Canada, 97-100.
- Klimakunde, 1939, *Klimakunde des Deutschen Reiches*, Tabellen. Verlag von Dietrich Reimer, Berlin.
- Le Houerou H.N., 1998, *Fog-dependent vegetation and ecosystems in the dry lands of Africa*, [w:] R.S. Schemenauer, H. Bridgman (red.), 1st Int. Conf. on Fog and Fog Collection, July 19-24, 1998, Vancouver, Canada, 175-178.
- Migoń P., 1998, *Rzeźba Gór Izerskich jako podłoże topoklimatycznego i ekologicznego zróżnicowania obszaru*, Sem. Nauk. *Problemy klimatyczno-botaniczne Gór Izerskich*, Świeradów Zdrój, 21-23 IX 1998, 17.
- NCDC 2000, *National Climatic Data Center*, Global Daily Summary, [www.ncdc.noaa.gov/ol/climate/climatedata.html](http://www.ncdc.noaa.gov/ol/climate/climatedata.html).
- Sobik M., Netzel P., Quiel F., 2001, *Zastosowanie modelu rastrowego do określenia pola rocznej sumy opadów atmosferycznych na Dolnym Śląsku*, Rocz. Fiz.-Geogr., Uniw. Gdański, VI, 27-34.
- Sobik M., Urban G., 2000, *Charakterystyka warunków termicznych zlewni Kamionka*, Acta Univ. Wratislaviensis, Studia Geogr., 74, Ser. C, Meteorologia i Klimatologia, 2269, 143-157.
- Syrový S., 1958, *Atlas podnebí Československé Republik*, Praga.
- Wrzesiński T., Klemm O., 2000, *Summertime fog chemistry at a mountainous site in central Europe*, Atmos. Envir., 34, 1487-1496.
- Yates D.J., Hutley L.B., Doley D., Boonsaner A., 1998, *The ecological and physiological significance of occult precipitation in an Australian rainforest* [w:] R.S. Schemenauer, H. Bridgman (red.), 1st Int. Conf. on Fog and Fog Collection, July 19-24, 1998, Vancouver, Canada, 81-84.

## CLIMATIC PECULIARITIES OF THE IZERA AND GIANT MOUNTAINS (WESTERN SUDETES)

### SUMMARY

Orography and altitude play an important role controlling specific features of mountain climate. It is characterized by considerable spatial variability of topoclimatic conditions issuing from absolute and relative height, aspect and inclination of slopes, distance from surrounding mountain massifs and their size as well as shape, dimension and type of landform. The following factors are crucial to control climatic peculiarities of the Western Sudetes: exposure to advection of humid Atlantic air masses implied by position at the NW rim of the whole Sudetes ridge; the absence of other mountain massifs on the windward side and typical for the Iżera Mts wide flat-bottomed concave landforms situated at relatively high altitude.

One of the most interesting climatic curiosities is expressed by rapid and very deep nocturnal temperature drop at cloudless and calm nights during anticyclonic situations. So called "cold air lakes" situated at the bottom of flat valleys in the Iżera Mts plateau is the result of negative radiation balance of land surface, gravity-induced drainage of cold air along slopes towards valley bottom and very poor flux of sensible heat from the ground. Since 1995 when temperature measurements (2 meters above the ground level) had been started at Hala Iżerska, the lowest value was  $-36,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  on January 24st 2004 (Fig. 1). Low minima of air temperature are characteristic also the for vegetation period. In July 1996 temperature dropped to  $-5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . The following unusual feature is extreme diurnal temperature range at Hala Iżerska. The largest was observed on 24 February 2003 equal to  $31\text{ }^{\circ}\text{C}$  and was not connected with any air mass change (Fig. 2).

Due to distinct airflow deformation produced by a conspicuous landform situated on a windward side of the Sudetes, the highest annual precipitation at the scale of whole Sudetes exceeding 1500 mm are observed in the Iżera Mts. Additional features of precipitation pattern are exceptionally high totals in the cool part of year and their quasi constant annual variations (Fig. 3). At three selected stations (Stóg Iżerski, Orle and Hala Iżerska – Fig. 1) average monthly precipitation exceeds 100 mm during the whole year.

The main ridge of the Giant Mts. oriented WNW-ESE is perpendicular to prevailing wind directions. Because of their length and compact orography, the Giant Mts. are characterised by the highest wind speed in continental part of Europe. At Śnieżka (the highest summit, Fig. 1) and Szrenica (where Meteorological Observatory of the Wrocław University is situated) the average annual wind speed exceeds 12 and  $9\text{ ms}^{-1}$  respectively (Tab. 1). It is much higher than at isolated and screened peaks like in the Alps or Carpathians where the air flows rather around the barrier than above – which is in contrast to the Giant Mts.

Altitude, morphology, location related to circulation pattern, distance to sea, type of landform - favour occurrence of fog. A very good example of the role of these factors are Giant Mts. that show the number of days with fog near 300 per year (Fig. 4). It is the largest fog frequency in continental Europe. These facts (high wind speed and number of days with fog) make the Giant Mts. the area with huge additional water flux in the form of horizontal precipitation (Tab. 2). The efficiency of fog droplets deposition varies depending on size and surface area index of any receptor present. In the Iżera Mts. the role of fog in total water flux could be locally greater than precipitation. Such situation is observed under trees at the edge of a spruce forest stand which belongs to the most efficient type of receptors.

Summarising, the climatic conditions in the Western Sudety Mts. show great spatial variability. Paradoxically in some places of the Iżera Mts. like flat-bottomed concave landforms situated on a mountain plateau, typical features of both maritime and continental

climate are clearly visible. Maritime character of climate is expressed by relatively high sum of precipitation, high frequency of fog and its important role in a total water flux. On the other hand frequent and extremely intense inversions, very deep nocturnal temperature drop and extreme diurnal temperature range are observed there.

*Marek Błaś, Mieczysław Sobik*  
*Zakład Meteorologii i Klimatologii*  
*Uniwersytet Wrocławski*  
*Wrocław*

