

Z Katedry Meteorologii i Klimatologii UMCS
Kierownik: prof. dr Włodzimierz Zinkiewicz

Edward MICHNA i Stanisław PACZOS

**Zachmurzenie, usłonecznienie i promieniowanie słoneczne
w Bieszczadach Zachodnich**

Облачность, инсоляция и солнечная радиация в Западных Бещадах

Die Bewölkung, Sonnenscheindauer und globale Strahlung in dem westlichen Teil
des Bieszczady-Gebirges

Bieszczady Zachodnie — jeden z piękniejszych zakątków Polski, o bardzo dobrych warunkach krajobrazowych, turystycznych i wypoczynkowych — nie posiadają do tej pory pełnego opracowania klimatologicznego. Wynika to z wielu przyczyn. Jedną z nich, być może najważniejszą, jest to, że ilość stacji meteorologicznych, pracujących na tym obszarze przez dłuższy okres czasu, była bardzo mała. W rezultacie materiały obserwacyjne dla tego regionu są skąpe. Inną przyczyną, która pogarsza sytuację w tym zakresie, są częste przerwy w obszernościach, zmiany położenia i lokalizacji stacji meteorologicznych.

Momentem utrudniającym wykonanie pełnego opracowania klimatu Bieszczadów jest również to, że stacje meteorologiczne zlokalizowane są prawie wyłącznie w dolinach lub obniżeniach terenu. Brak stacji meteorologicznych zlokalizowanych w partiach szczytowych Bieszczadów wpływa w pewnym stopniu ujemnie na całość badań.

W niniejszym opracowaniu podano ogólną charakterystykę zachmurzenia, usłonecznienia i promieniowania całkowitego w Bieszczadach Zachodnich. Charakterystykę zachmurzenia oparto na wynikach pomiarów dokonywanych w latach 1956—1965 w jedenastu stacjach oraz na wynikach pomiarów w latach 1961—1965 w dwóch stacjach meteorologicznych.¹

¹ Okres pomiarowy 1961—1965 dotyczy stacji Myczkowce i Ustrzyki Górne.

Wybór okresu pomiarów, na których oparto opracowanie, nie był przypadkowy. W trakcie przygotowywania materiałów obserwacyjnych okazało się, że trzy stacje meteorologiczne, zlokalizowane na obszarze Bieszczadów, rozpoczęły systematyczne pomiary w latach 1954—1955, a stacja meteorologiczna w Ustrzykach Górnych rozpoczęła pracę dopiero od września 1958 r. W pozostałych zaś stacjach materiały obserwacyjne sprzed 1956 r. mają wiele luk. Ponieważ autorom zależało na tym, aby opracowanie oparte było na możliwie największym i całkowicie jednorodnym materiale pomiarowym, wspomniany okres uznano ostatecznie za najlepszy.

W wykazach miesięcznych kilku stacji meteorologicznych są drobne luki. Uzupełniono je metodą różnic lub na drodze interpolacji w stosunku do danych z najbliższej położonych punktów pomiarowych.

Stacje meteorologiczne Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego, na których oparto opracowanie, nie prowadzą pomiarów heliograficznych (oprócz Leska i Iwonicza-Zdroju). Dane heliograficzne z tych stacji nie wystarczają do charakterystyki usłonecznienia tego regionu, dlatego też w niniejszym opracowaniu obliczono również usłonecznienie względne w oparciu o znaną zależność wielkości usłonecznienia od zachmurzenia (8, 10). Zależność tę określono metodą najmniejszych kwadratów, aproksymując wyniki do prostej. Otrzymane równania prostej miesiący i roku dla Leska wykorzystano do obliczenia wielkości usłonecznienia dla punktów pomiarowych, które nie posiadają danych heliograficznych, a jedynie dysponują materiałem nefologicznym.

Ponadto dla porównania obliczono również usłonecznienie względne, posługując się wzorem podanym przez Stenz a (11). Przy obliczeniach zastosowano w tym wzorze wartość współczynnika „a” zaproponowaną przez Zinkiewicza (15).

Ponieważ w Bieszczadach Zachodnich w latach 1956—1965 nie prowadzono systematycznych pomiarów aktynometrycznych, przeto dla określenia wielkości i rozkładu rocznego promieniowania całkowitego posłużono się wzorem Ångströma—Sawinowa:

$$Q_n = Q_0 [1 - (1 - k)^n]$$

gdzie:

Q_n = wielkość natężenia promieniowania słonecznego całkowitego w kcal/cm² mies.

Q_0 = suma promieniowania całkowitego przy niebie bezchmurnym

k = współczynnik określający stosunek usłonecznienia rzeczywistego do możliwego w danym miejscu

n = średnia wielkość zachmurzenia nieba.

Wartości Q_0 i k określono z tablic B e r ł a n d po uprzednim ich wyinterpolowaniu dla tych szerokości geograficznych, na których leżą miejscowości przyjęte w opracowaniu (1).

ZACHMURZENIE

Średnie roczne zachmurzenie Polski obliczone przez Stenza wyniosło 64% (11), a według W a r a k o m s k i e g o — 66% (14). Z naszych obliczeń wynika, że w Bieszczadach Zachodnich — wraz z przylegającymi terenami — średnie zachmurzenie roczne w okresie 1956—1965 wyniosło 65% (64,7%), a więc było ono mniejsze od średniego rocznego zachmurzenia Polski obliczonego przez W a r a k o m s k i e g o dla lat 1950—1959.

Tab. 1. Średnie zachmurzenie w poszczególnych miesiącach i w roku (w %) w okresie 1956—1965

Mittlere Bewölkung in den einzelnen Monaten des Jahres (in %/%) im Zeitraum 1956—1965

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
1	Baligród	73	72	66	60	63	58	57	56	51	53	73	78	63
2	Barwinek	85	82	73	63	66	59	61	59	56	62	82	94	70
3	Bircza	71	73	68	58	62	57	59	56	55	58	76	75	64
4	Brzegi Dolne	73	75	71	67	66	64	63	62	60	60	80	79	69
5	Dynów	73	74	68	63	64	58	60	58	59	59	75	78	66
6	Iwonicz-Zdrój	70	73	66	60	63	59	60	54	53	55	74	78	64
7	Komańcza	80	80	67	61	65	61	62	58	54	54	79	85	67
8	Krosno	73	76	66	62	64	59	60	56	54	57	75	79	65
9	Lesko	71	72	68	62	65	60	59	57	54	56	74	77	64
10	Myczkowce	64	71	68	54	63	57	53	53	45	50	74	79	61
11	Przemyśl	69	71	67	60	60	54	55	52	50	56	76	75	62
12	Rymanów-Zdrój	70	68	62	53	58	53	53	50	48	51	71	76	59
13	Ustrzyki Górne	73	76	76	57	63	61	60	57	53	52	83	86	67

Z izonef rocznych (ryc. 1) wynika, że średnie zachmurzenie na omawianym terenie wahało się od 59 do 70%. Najmniejsze wartości izonef występują nad centralnym partiami Dołów Jasielsko-Sanockich (Rymanów — 59%) i nad obszarami otaczającymi zbiorniki wodne w Solinie i Myczkowcach (Myczkowce — 61%).

Potwierdzeniem walorów bioklimatycznych Myczkowiec i Soliny — przyszłych centralnych ośrodków turystyczno-wypoczynkowych Bieszczadów — jest fakt, że nad tymi terenami średnie zachmurzenie roczne należy prawie do najniższych w Polsce.

W przebiegu rocznym wyraźnie zaznacza się wzrost zachmurzenia w miesiącach zimowych. Największe średnie miesięczne zachmurzenie



Ryc. 1. Średnie roczne zachmurzenie w procentach (izonefy roczne)
 Jahresmittelwerte der Bewölkung in %%% (Jahresisonephen)

występuje w grudniu (w 10 stacjach meteorologicznych) i w listopadzie (w 3 stacjach). Miesiącem o najmniejszym zachmurzeniu w Bieszczadach jest wrzesień (np. Myczkowce — 45%), znacznie rzadziej październik (Ustrzyki Górne — 52%). Wyjątkiem był Dynów, leżący zresztą już poza obrębem Bieszczadów, gdzie średnie 10-letnie minimum zachmurzenia przypadło na czerwiec i sierpień (58%).

Podobnie jak w większej części południowo-wschodniej Polski, tak i w Bieszczadach najczęściej występują chmury warstwowo-kłębiaste (*stratocumulus*) i średnie-kłębiaste (*altocumulus*). Niewiele mniejszą częstość występowania wykazują chmury kłębiaste, pierzaste i warstwowe (odpowiednio: *cumulus*, *cirrus* i *stratus*), dalej chmury średnie-warstwowe (*altostratus*), warstwowo-deszczowe (*nimbostratus*) oraz kłębiasto-deszczowe, burzowe — *cumulonimbus* (4, 5, 6, 13).

Na podstawie wcześniej opracowanych materiałów dotyczących zachmurzenia stwierdzono, że w przebiegu dobowym średnie najwyższe wartości zachmurzenia występują w godzinach południowych, a najmniejsze — w wieczornych (5, 7).

Zmiany średnich rocznych wartości zachmurzenia w poszczególnych latach okresu 1956—1965 były duże, np. w miejscowości Brzegi Dolne najwyższe średnie roczne zachmurzenie, wynoszące 76%, zanotowano w r. 1958, a najniższe — 61% — w r. 1963.

Tab. 2. Średnia miesięczna i roczna liczba dni pogodnych w okresie 1956—1965
Monatsmittelwert und die Zahl der heiteren Tage im Jahr während
des Zeitraumes 1956—1965

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
1	Baligród	2,6	3,2	4,2	4,7	2,0	4,0	4,5	4,4	7,6	7,5	2,3	2,0	49,0
2	Barwinek	1,6	1,8	3,4	3,6	1,3	2,6	3,3	3,2	6,3	5,0	1,2	0,7	34,0
3	Bircza	2,4	2,2	3,3	5,0	2,1	4,4	3,7	3,2	6,6	4,8	1,7	1,6	40,9
4	Brzegi Dolne	3,2	2,6	3,5	3,8	1,8	3,0	3,8	2,9	5,6	5,6	1,7	2,2	39,7
5	Dynów	1,8	2,6	3,4	4,0	2,2	3,9	3,1	1,9	3,1	3,8	1,4	1,7	32,9
6	Iwonicz-Zdrój	3,5	2,7	4,7	5,1	3,0	4,4	4,4	4,6	7,3	7,6	2,7	2,2	52,2
7	Komańcza	2,0	2,8	4,0	3,3	2,5	4,3	4,4	4,3	7,1	6,5	1,9	1,6	45,7
8	Krosno	1,8	1,6	4,8	4,8	3,1	4,5	4,0	4,0	6,3	6,1	1,9	2,0	45,1
9	Lesko	2,4	2,8	3,7	4,5	1,6	4,0	3,7	3,3	6,2	5,9	2,2	2,0	42,3
10	Przemyśl	3,1	2,7	3,8	5,0	2,9	5,4	4,6	5,3	7,2	5,8	1,5	1,9	49,2
11	Rymanów-Zdrój	3,1	3,2	5,4	6,2	4,2	6,4	5,5	6,1	8,1	8,9	3,1	1,9	61,1
12	Ustrzyki Górne	4,2	2,4	2,0	5,0	1,2	3,0	4,2	5,0	6,0	7,4	1,2	1,2	42,6

Znacznie większe zmiany w wielkości zachmurzenia obserwuje się w wartościach średnich tych samych miesięcy w poszczególnych latach. W Baligrodzie w październiku 1962 r. średnie miesięczne zachmurzenie wyniosło 36%, a w tymże miesiącu r. 1960 — aż 72%.

Jeśli chodzi o liczbę dni pogodnych (to jest dni o średnim zachmurzeniu dziennym $\leq 20\%$), najbardziej uprzywilejowanymi są okolice Iwonicza-Zdroju, Rymanowa-Zdroju i Baligrodu. Przeciętnie w roku notuje się tam około 50 dni pogodnych. Pewne zastrzeżenia budzi wiarygodność danych dla Rymanowa-Zdroju, w którym zanotowano aż 61 dni pogodnych. Jednakże obraz izolampr, uzyskany w przypadku pominięcia danych z tej stacji, nie ulegnie większym zmianom w stosunku do obrazu, jaki przedstawia załączona ryc. 2.

Największą średnią liczbę dni pogodnych stwierdzono we wrześniu i październiku. Wyjątkiem znów jest Dynów, gdzie maksimum dni pogodnych w przebiegu rocznym przypada w kwietniu. Miesiącami o najmniej-



Ryc. 2. Średnia liczba dni pogodnych — izolampry roczne
Mittelwerte der heiteren Tage — Jahresisolampren

szej liczbie dni pogodnych są głównie grudzień i listopad. W niektórych częściach Bieszczadów minimum notowane jest w maju, styczniu lub lutym (tab. 2).

Liczba dni pochmurnych (o średnim zachmurzeniu dziennym $\geq 80\%$) na rozpatrywanym obszarze jest bardzo zróżnicowana. W Rymanowie-Zdroju średnio w roku notuje się takich dni 124, w Brzegach Dolnych — 166, w Baligrodzie — 134, w Komańczy — 162, a w Barwinku — aż 172.

W przebiegu rocznym największą liczbę dni pochmurnych ma przeważnie grudzień, rzadziej listopad, styczeń lub luty. Minimalną liczbę dni pochmurnych ma zwykle sierpień, wrzesień, znacznie rzadziej czerwiec (tab. 3).

Liczba dni pogodnych i pochmurnych w poszczególnych miesiącach i latach okresu 1956—1965 była bardzo zmienna. Analiza danych po-

Tab. 3. Średnia miesięczna i roczna liczba dni pochmurnych w okresie 1956—1965
 Monatsmittelwert und die Zahl der trüben Tage im Jahr während des Zeitraumes 1956—1965

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
1 Bałigród	16,1	15,3	13,7	8,6	8,9	8,4	7,2	6,3	6,8	8,7	16,0	18,4	134,4
2 Barwinek	21,7	18,9	16,5	10,8	10,4	8,7	9,9	8,3	8,9	10,5	20,3	26,0	171,9
3 Bircza	14,5	14,5	14,4	9,7	8,2	7,0	7,7	6,4	7,2	8,9	16,2	16,2	130,0
4 Brzegi Dolne	16,6	16,5	15,5	12,6	11,0	10,7	11,5	10,0	10,5	11,8	19,4	19,2	165,5
5 Dynów	15,6	14,6	13,3	10,2	9,5	6,1	8,1	6,5	8,1	9,9	15,2	17,4	136,7
6 Iwonicz-Zdrój	15,4	14,8	14,3	9,7	10,0	9,3	10,1	6,6	7,6	9,6	14,0	19,3	143,1
7 Komańcza	19,7	18,6	14,2	10,4	12,1	10,3	11,1	8,5	7,9	9,1	18,4	22,2	162,3
8 Krosno	15,8	16,0	13,5	10,7	11,3	9,6	9,1	7,1	9,0	9,4	16,1	18,3	144,8
9 Lesko	15,0	15,7	14,4	10,0	9,5	9,6	7,9	6,5	6,5	9,1	15,6	17,6	136,1
10 Przemysł	14,0	14,2	13,9	10,5	8,7	6,4	7,4	6,1	6,1	9,0	16,9	16,9	130,1
11 Rymaków-Zdrój	15,3	12,9	13,0	8,3	8,2	6,8	6,4	6,1	5,7	8,1	14,8	18,5	124,1
12 Ustrzyki Górne	16,4	16,6	18,6	* 9,0	9,0	9,8	9,6	9,2	9,0	8,8	20,6	22,8	159,4 *



Ryc. 3. Średnia liczba dni pochmurnych — izonefy roczne
Mittelwerte der bewölkten Tage — Jahresisonephen

zwala stwierdzić, że np. w październiku 1960 r. w Baligrodzie zanotowano tylko 1 dzień pogodny, a w roku następnym tego samego miesiąca — aż 11 takich dni. W kwietniu 1958 r. było w Baligrodzie 18 dni pochmurnych, a w roku następnym (1959) — tylko 2 dni.

USŁONECZNIENIE

Średnie roczne usłonecznienie Leska, obliczone na podstawie danych heliograficznych z lat 1956—1965, wynosi 1485 godzin. Porównanie tej wartości z danymi dla Zakopanego i Krynicy (tab. 4) wykazuje, że w Lesku średnie roczne usłonecznienie jest mniejsze od usłonecznienia w Zakopanem o 56 godzin i mniejsze od usłonecznienia w Krynicy—Parkowej Górze — o 46 godzin; jest natomiast większe od usłonecznienia w Kry-

Tab. 4. Średnie sumy miesięczne i roczne usłonecznienia w godzinach w okresie 1956—1965
 Mittlere Monats- und Jahressummen der Sonnenscheindauer in Stunden während des Zeitraumes 1956—1965

	H n.p.m.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
1 Lesko	386	54,3	66,6	104,6	139,6	156,8	191,6	204,1	199,0	156,4	126,5	56,5	39,2	1485,4
2 Krynica	613	59,1	76,1	106,3	138,3	154,1	167,7	183,0	177,9	161,2	129,4	60,0	35,1	1448,7
3 Krynica — Góra Parkowa	740	56,3	73,3	107,3	149,0	166,0	187,0	202,1	194,9	167,2	135,4	60,1	37,3	1531,4
4 Zakopane	844	73,9	71,0	121,3	144,4	145,9	165,0	175,3	177,6	163,9	149,6	70,1	52,9	1541,5

nicy-Mieście o prawie 37 godzin. Powyższe porównanie jest obarczone błędem z uwagi na różny stopień przesłonięcia horyzontu w poszczególnych miejscowościach (długość dni bardzo podobna ze względu na zbliżone wartości szer. geogr.). Zdecydowano się jednak — celem oceny warunków bioklimatycznych badanego obszaru — na dokonanie porównania stosunków usłonecznienia znanych miejscowości uzdrowiskowo-wypoczynkowych w odniesieniu do mało poznanego pod tym względem Regionu Bieszczadzkiego.

Roczne sumy usłonecznienia w Lesku różniły się dość znacznie między sobą w poszczególnych latach omawianego dziesięciolecia. Najwyższą roczną wartość usłonecznienia dla Leska, wynoszącą 1677 godzin, zanotowano w r. 1963, natomiast wartość najniższą, wynoszącą tylko 1284 godziny, zanotowano w r. 1965. Różnica między tymi ekstremalnymi wartościami wyniosła aż 393 godziny. Bardzo niskie usłonecznienie Leska w r. 1965 było rezultatem wyjątkowo dużego zachmurzenia miesięcy zimowych i wiosennych, które wystąpiło w tym roku nad znacznymi obszarami południowo-wschodniej Polski.

Przebieg usłonecznienia w ciągu roku wykazuje całkowitą zależność od długości dnia. Ze wzrostem długości dnia od stycznia do czerwca rosną sumy miesięczne usłonecznienia: od 54 godzin do 204 godzin w lipcu, następnie powoli obniżają się, osiągając w grudniu zaledwie 39 godzin.

Najbardziej usłonecznionym miesiącem w Lesku był lipiec (średnie dzienne usłonecznienie tego miesiąca wynosi 6,6 godz.), najmniej usłoneczniony był natomiast grudzień, którego średnia dzienna wartość usłonecznienia wynosi 1,3 godz.

Tab. 5. Maksima i minima miesięcznych sum godzin usłonecznienia w Lesku w okresie 1956—1965
Maximal- und Minimalmonatssummen der Sonnenscheindauer in Lesko während des Zeitraumes 1956—1965

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Maksimum	97,7	99,3	161,7	186,4	208,2	246,1	251,0	215,1	191,0	164,7	78,2	53,0
Minimum	23,5	34,0	54,1	78,6	112,0	138,2	153,6	164,8	100,9	88,2	34,3	16,4
Różnica	74,2	65,3	107,6	107,8	96,2	107,9	97,4	50,3	90,1	76,5	43,9	36,6

Z tab. 5, w której podane są ekstremalne wartości usłonecznienia poszczególnych miesięcy, wynika, że różnice w usłonecznieniu latem dochodzić mogą do 108 godzin, a zimą — do 37 godzin.

Usłonecznienie rzeczywiste nie jest dobrym miernikiem oceny stosunków solarnych w kilku porównywanych ze sobą miejscowościach, gdyż jest, jak wiadomo, zależne od zmian długości dnia w ciągu roku oraz od stopnia przesłonięcia horyzontu. Aby wyniki pomiarów usłonecznienia były porównywalne, należy wyeliminować wpływ długości dnia i różnego horyzontu fizycznego w miejscu obserwacji. Można osiągnąć to przez określenie stosunku usłonecznienia rzeczywistego do możliwego, czyli przy pomocy tzw. usłonecznienia względnego.

Tab. 6. Usłonecznienie rzeczywiste w %% możliwego w Lesku w okresie 1956—1965
Effektive, mögliche Sonnenscheindauer in %% für Lesko im Zeitraum 1956—1965

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
1956	26,4	22,0	43,8	24,1	23,6	38,0	43,9	48,2	49,4	27,8	24,8	18,0	33,8
1957	13,7	18,4	33,7	37,0	25,7	50,6	38,5	41,2	26,7	42,4	27,4	19,3	32,9
1958	8,7	15,1	19,8	19,1	40,5	36,2	48,7	41,2	38,3	32,9	21,6	17,3	30,6
1959	16,9	30,3	40,8	44,5	43,8	39,5	44,9	41,6	37,8	45,0	28,5	6,4	37,1
1960	14,6	32,1	40,0	35,9	31,2	30,6	34,6	42,8	42,3	26,4	12,5	20,5	31,7
1961	27,5	24,2	21,3	45,2	28,1	43,6	41,7	46,0	50,5	49,1	18,8	14,8	35,9
1962	26,2	12,1	15,6	39,8	27,1	28,4	31,4	39,3	43,8	49,3	17,8	12,9	29,8
1963	17,3	35,2	29,0	36,6	43,5	43,1	51,3	47,4	45,3	29,4	26,5	20,8	37,5
1964	36,4	25,8	14,7	35,2	42,7	47,4	44,9	39,3	35,6	37,8	12,7	7,7	33,8
1965	15,0	17,5	24,9	21,3	23,5	36,7	37,2	37,0	43,8	38,9	15,4	15,8	28,7
Średnie	20,3	23,3	28,4	33,9	33,0	39,4	41,7	42,4	41,4	37,9	20,6	15,4	33,2

W niniejszym opracowaniu za usłonecznienie możliwe przyjęto astronomiczną długość dnia od wschodu do zachodu Słońca, wyznaczoną z Roczników Astronomicznych (9). Z dziennych długości dnia zestawiono możliwe sumy usłonecznienia w Lesku dla każdego miesiąca.

W tab. 6 w odsetkach wartości możliwego usłonecznienia podano zarejestrowane przez heliograf rzeczywiste sumy usłonecznienia. Z liczb zawartych w tej tabeli wynika, że średnio w dziesięcioleciu najbardziej usłonecznionym miesiącem w Lesku był sierpień, z usłonecznieniem względnym wynoszącym 42%, oraz ustępujący mu o 2,3% — lipiec. Najmniej usłoneczniony był grudzień, w którym usłonecznienie względne wyniosło zaledwie 15%.

W latach 1956—1965 maksimum usłonecznienia względnego przypadło na 1963 r. (37,5%), minimum — na 1965 r. (28,7%).

W poszczególnych miesiącach dziesięciolecia wartości usłonecznienia względnego znacznie się różniły. Najwyższą wartość usłonecznienia względnego zanotowano w lipcu 1963 r. — wyniosło ono 51,3%. Najniższe usłonecznienie, wynoszące zaledwie 6,4%, zanotowano w grudniu 1959 r.



Ryc. 4. Średnie usłonecznienie względne w roku (obliczone metodą najmniejszych kwadratów)

Mittelwerte relativen Sonnenscheindauer — im Jahr (nach der Methode kleinster Quadrate errechnet)

W oparciu o rzeczywisty materiał heliograficzny dla Leska dokonano porównania wielkości usłonecznienia względnego otrzymanego na drodze wyliczenia wzorem Sten za (11) i metodą najmniejszych kwadratów.

Wyniki przeliczeń zawarte w tab. 7 wykazały, że wartości usłonecznienia względnego, otrzymane przy pomocy metody najmniejszych kwadratów, są bardzo zbliżone do danych wynikających z pomiarów usłonecznienia rzeczywistego. Maksymalne różnice w ciągu roku nie przekraczają 0,4%. Natomiast przy zestawieniu danych otrzymanych ze wzoru Sten za (przy wartości współczynnika zaproponowanego przez Zinkiewicza) różnice są znaczne. Uzewnętrzniają się one szczególnie w wartościach miesięcy zimowych (do 9,2% usłonecznienia względnego).

Otrzymane równania prostych, określone metodą najmniejszych kwadratów, wykorzystano — z uwagi na ich dużą wiarygodność — do wyznaczenia wielkości usłonecznienia względnego dla punktów pomiarowych, które nie posiadały danych heliograficznych, a jedynie dysponowały materiałem nefologicznym.

Tab. 7. Usłonecznienie względne dla Leska
Relative Sonnenscheindauer für Lesko

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
a)	20,3	23,3	28,4	33,9	33,0	39,4	41,7	42,4	41,4	37,9	20,6	15,4	33,2
b)	20,7	23,4	28,6	33,8	33,3	39,6	41,5	42,4	41,0	37,6	20,3	15,1	33,5
c)	29,5	28,5	32,5	38,6	35,6	40,6	41,6	43,6	46,6	44,6	26,5	23,4	36,6

a) wg danych heliograficznych

b) obl. metodą najmniejszych kwadratów

c) ze wzoru Stenza (współczynnik „a” wg W. Zinkiewicza).

Usłonecznienie względne jest jakby — w ogólnych zarysach — negatywnym obrazem zachmurzenia. Potwierdza to mapa rozkładu usłonecznienia względnego w Bieszczadach Zachodnich. Okazuje się, że okolice Rymanowa-Zdroju i Myczkowiec należą do tych terenów, gdzie notuje się prawie najwyższe wartości usłonecznienia względnego w Polsce. Średnie roczne usłonecznienie względne wynosi tu od 36 do 38% (ryc. 4). Znacznie mniejsze wartości usłonecznienia względnego stwierdza się w okolicach Barwinka (28%), Brzegów Dolnych (29%) i Ustrzyk Górnych (31%).

Najbardziej usłonecznionym miesiącem w Bieszczadach jest sierpień, a następnie lipiec, czerwiec i wrzesień. Miesiącami o najmniejszym usłonecznieniu względnym są grudzień i listopad. Z miesięcy zimowych stosunkowo duże wartości usłonecznienia przypadają na luty, co ma duże znaczenie dla turystyki zimowej (tab. 8).

PROMIENIOWANIE CAŁKOWITE

Średnie roczne wartości natężenia promieniowania całkowitego wynoszą w Bieszczadach Zachodnich od 97 kcal/cm² (w okolicy Brzegów Dolnych) do 105 kcal/cm² (w rejonie Myczkowiec).

Największe wartości promieniowania całkowitego występują w czerwcu (tab. 9). Wyjątkiem są Myczkowce, gdzie maksimum promieniowania całkowitego przypada w lipcu. Sumy miesięczne promieniowania całkowitego w czerwcu i lipcu mieszczą się w granicach od 13,6 kcal/cm² do

Tab. 8. Ustępnienie względne obliczone wg zależności zachmurzenia i usłonecznienia metodą najmniejszych kwadratów
 Relative Sonnenscheindauer errechnet nach der Abhängigkeit von Bewölkung und Sonnenscheindauer,
 nach der Methode der kleinsten Quadrate

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
1	19,3	23,5	30,4	35,8	35,3	40,7	43,3	42,9	43,2	39,8	21,0	14,3	34,5
2	10,5	14,2	23,3	32,9	32,4	40,2	39,7	41,5	39,4	33,3	14,4	4,1	28,1
3	20,7	22,5	28,4	37,5	36,2	41,3	41,5	42,9	40,2	36,2	18,8	16,6	33,5
4	19,3	20,7	25,4	29,3	32,4	37,4	37,9	40,2	36,3	34,7	15,9	13,5	29,0
5	19,3	21,6	28,4	38,3	34,3	40,7	40,6	42,0	37,1	35,4	19,6	14,3	31,7
6	21,4	22,5	30,4	35,6	35,3	40,2	40,6	43,8	41,7	38,3	20,3	14,3	33,5
7	14,2	16,0	29,4	34,7	33,3	39,0	38,8	42,0	40,9	39,1	16,6	8,8	30,3
8	19,3	19,8	30,4	33,8	34,3	40,2	40,6	42,9	40,9	37,9	19,6	13,5	32,6
9	20,7	23,4	28,6	33,8	33,3	39,6	41,5	42,4	41,0	37,6	20,3	15,1	33,5
10	25,8	24,4	26,4	41,0	35,3	41,3	47,0	44,2	47,8	42,0	20,3	13,5	36,3
11	22,2	24,4	24,3	40,1	38,1	43,0	45,2	44,7	44,0	37,6	19,8	16,8	35,4
12	21,4	27,2	34,5	41,9	40,0	43,5	47,0	45,6	45,5	41,2	22,5	15,8	38,1
13	19,3	19,8	20,3	38,3	35,3	39,0	40,6	42,4	41,7	40,5	13,7	8,0	30,8



Ryc. 5. Promieniowanie całkowite w roku
Globale Strahlung — im Jahr

15,4 kcal/cm². Najmniejsze wartości przypadają na grudzień i styczeń, przy czym minimum wynosi 1,7 kcal/cm² (Barwinek, tab. 1).

Największe wartości, w ujęciu według kalendarzowych pór roku, posiada lato, na które przypada przeciętnie około 40—42% sumy rocznej promieniowania całkowitego. Spośród 13 miejscowości, jakie wzięto pod uwagę w niniejszym opracowaniu, Rymanów i Myczkowce mają największe wartości promieniowania całkowitego (odpowiednio 43,7 i 42,7 kcal/cm²). Znaczne ilości dopływu promieniowania całkowitego w okresie lata są wynikiem szeregu przyczyn, z których najistotniejszymi są: małe zachmurzenie, długość dnia i wysokość słońca. Być może, pewne znaczenie ma także rodzaj podłoża (zwłaszcza albedo dużych połaci lasów).

Jesienią natężenie promieniowania całkowitego obniża się bardzo znacznie. W tej porze roku na skutek znacznego wzrostu zachmurzenia

Tab. 9. Średnie miesieczne i roczne sumy promieniowania całkowitego w kcal/cm²
Mittlere Monats- und Jahressummen der absoluten Strahlung in kcal/m²

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
1 Baligród	2,72	4,20	7,87	11,21	13,38	14,59	14,53	12,48	9,62	7,34	2,99	2,12	103,05
2 Barwinek	2,30	3,67	7,22	10,84	12,94	14,44	13,92	12,08	9,14	6,01	2,77	1,66	96,99
3 Bircza	2,72	4,08	7,63	11,40	13,51	14,74	14,20	12,42	9,19	6,21	2,95	2,14	101,19
4 Brzegi Dolne	2,70	4,02	7,40	10,36	12,93	13,68	13,62	11,70	8,76	6,81	2,84	2,08	96,90
5 Dynów	2,63	4,01	7,61	10,79	13,21	14,58	14,04	12,16	8,80	6,12	2,97	2,04	98,96
6 Iwonicz-Zdrój	2,78	4,10	7,83	11,18	13,37	14,44	14,06	12,70	9,40	6,44	3,05	2,08	101,43
7 Komańcza	2,49	3,79	7,78	11,09	13,09	14,14	13,78	12,22	9,34	6,55	2,77	1,93	98,97
8 Krosno	2,66	3,93	7,81	10,93	13,95	14,43	14,05	12,43	9,28	6,28	2,99	2,03	100,77
9 Lesko	2,76	4,17	7,67	10,95	13,08	14,29	14,22	12,33	9,32	6,39	3,07	2,13	100,38
10 Myczkowce	3,01	4,23	7,67	11,91	13,38	14,75	15,12	12,85	10,17	6,79	3,08	2,08	105,04
11 Przemysł	2,76	4,16	7,70	11,15	13,80	15,19	14,79	12,92	9,63	6,32	2,93	2,12	103,47
12 Rymanów-Zdrój	2,78	4,36	8,19	12,01	14,11	15,35	15,11	13,21	9,86	6,70	3,17	2,14	106,99
13 Ustrzyki Górne	2,77	4,04	7,01	11,59	13,39	14,14	14,09	12,37	9,47	6,74	2,83	1,94	100,98

(przy równoczesnym zmniejszeniu się długości dnia) dopływ promieniowania słonecznego dość gwałtownie maleje. W Bieszczadach Zachodnich jesienią suma promieniowania całkowitego wynosi przeciętnie około 19 kcal/cm².

Okres zimy jest porą, w której natężenie promieniowania całkowitego jest najmniejsze w roku, mimo dużej wartości albedo, spowodowanego długotrwałym występowaniem pokrywy śnieżnej. Suma promieniowania całkowitego zimą wynosi na tym obszarze od 8 do 9 kcal/cm². Czynniki decydującymi o wielkości dopływu promieniowania są w tym przypadku krótkość dnia i duże zachmurzenie, które w tej porze nad Bieszczadami jest największe (7, 11, 14).

Na wiosnę wartości promieniowania całkowitego gwałtownie wzrastają, osiągając w niektórych częściach Bieszczadów Zachodnich około 33 kcal/cm², a więc są one około 50% większe niż w jesieni (np. w Bali-grodzie wynosiło ono na wiosnę 32,5 kcal/cm² a w jesieni tylko 20 kcal/cm²).

W zakończeniu podkreślić należy, że według Tomlajna (12) wartości promieniowania całkowitego na obszarach przylegających od południa kształtują się podobnie. Bardzo zbliżone wyniki otrzymał Gójsa (2) dla terenów położonych na wschód od obszaru badań.

UWAGI KOŃCOWE

Podsumowując to wszystko, co zostało powiedziane na temat stosunków nefologicznych i insolacyjnych Bieszczadów Zachodnich, należy stwierdzić, co następuje:

Na obszarze tym notuje się stosunkowo małe wartości zachmurzenia rocznego, miesięcy letnich i wczesno-jesiennych (rzędu minimum krajowego — Myczkowce, Solina). Obserwuje się tu też stosunkowo dużą liczbę dni pogodnych i dość pogodnych oraz odwrotnie — stosunkowo małą liczbę dni chmurnych i pochmurnych. W związku z tym na obszarze Bieszczadów, a przede wszystkim w rejonie Myczkowiec, stwierdza się stosunkowo wysokie wartości rocznego usłonecznienia względnego i całkowitego promieniowania słonecznego. Usłonecznienie względne w niektórych rejonach Bieszczadów Zachodnich jest bardzo wysokie. Są to wartości rzędu maksymalnych dla Polski.

Najbardziej korzystnym okresem do wypoczynku i kąpeli słonecznych jest późne lato. Dla turystyki zimowej najprzydatniejszym okresem wydaje się luty, który z miesięcy zimowych posiada stosunkowo najlepsze usłonecznienie i stosunkowo duże wartości promieniowania całkowitego.

Wspomniane korzystne cechy klimatyczne Bieszczadów Zachodnich, w połączeniu z ich bardzo dużymi walorami krajobrazowymi określają

rolę, jaką tereny te powinny spełnić, a mianowicie predysponują je do roli głównego regionu wypoczynkowo-turystycznego Polski południowo-wschodniej.

LITERATURA

1. Bierland T.: Raspredelenie solnecznoj radiacji na kontinentach. Gidrometeorologičeskoe Izdatelstwo, Leningrad 1961.
2. Gojsa N.: Radiacynnye faktory klimata [w:] Klimat Ukrainy, Leningrad 1967.
3. Michalczewski J.: Usłonecznienie i zachmurzenie Zakopanego w latach 1924—1948. Cloud Amount and Duration of Sunshine at Zakopane 1924—1948. Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej, t. VI, z. 4, Warszawa 1959.
4. Michna E.: Częstość występowania rodzajów chmur w Lublinie. Über die Frequenz der in Lublin auftretenden Wolken. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. X (1955), 6, Lublin 1957.
5. Michna E.: Zachmurzenie Przemyśla. Die Bewölkung über Przemyśl. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XII (1957), 5, Lublin 1959.
6. Michna E.: Zachmurzenie Rzeszowa w latach 1947—1958. Die Bewölkung über Rzeszów in den Jahren 1947—1958. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XIII (1958), 8, Lublin 1960.
7. Michna E.: Klimat Przemyśla. Rocznik Przemyski, t. XI, Kraków 1967.
8. Morawska M.: Zachmurzenie i usłonecznienie Krakowa w latach 1859—1958. Prace Państw. Inst. Hydr. Met., z. 81, Warszawa 1963.
9. Rocznik Astronomiczny 1960. Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych, Warszawa 1959.
10. Słomka J.: Usłonecznienie we Wrocławiu. Prace Wrocl. Tow. Nauk., seria B, nr 79, Wrocław 1957.
11. Stenz E.: Zachmurzenie Polski (Cloudiness in Poland). Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny, t. V, z. 1—2, Warszawa 1952.
12. Tomlain J.: Geografické rozloženie globalneho žiarenia na uzemi CSSR (La répartition géographique du rayonnement global sur le territoire de la République socialist. Tchécoslovaque). Meteorologické Zprávy, t. XVII, c. 6, Praha 1964.
13. Warakomski W.: Częstość występowania rodzajów chmur w Polsce w okresie 1950—1959 (Frequence d'apparition des genres des nuages en Pologne dans la periode 1950—1959). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XVI (1961), 8, Lublin 1963.
14. Warakomski W.: Izonefy miesięczne Polski (Monthly Isonephys in Poland). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XVII (1962), 11, Lublin 1964.
15. Zinkiewicz W.: Usłonecznienie względne Polski (Relative Sunshine Duration in Poland). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XVII (1962), 10, Lublin 1964.

РЕЗЮМЕ

В работе дается характеристика облачности, инсоляции и полной радиации в Западных Бещадах. Величина, распределение и годовой ход упомянутых климатологических элементов основывается на материалах 13 метеостанций за 1956—1965 гг.

Относительная инсоляция высчитывалась на основании известной зависимости величины инсоляции от облачности. Эта зависимость определялась методом наименьших квадратов, сводя результаты к прямой. Основанием вычислений являлись измерения (гелиографические) метеостанции в г. Леско. Кроме того, для сравнения подсчитывалась также относительная инсоляция по формуле Стенца (11).

Величина и распределение полной радиации определялись при помощи формулы Ангстрема - Савинова (1).

Средняя годовая облачность Западных Бещад колебалась от 59 до 70%. Наименьшая облачность наблюдалась в районе, предназначенном для центрального туристично-рекреационного центра (от 59 до 61%). Пониженная облачность является ценным биоклиматическим качеством этого района. В течение года наблюдалось резкое увеличение облачности в зимние месяцы. Максимальная облачность наблюдалась главным образом в декабре. Наименьшая облачность отмечена в конце лета и в начале осени (напр., в Мычковцах, сентябрь — 45%).

В среднем в году было около 45—50 безоблачных дней и 140—150 пасмурных.

Средняя годовая инсоляция для Леска (по данным измерениям за 1956—1965 гг.) составляет 1485 часов. Она здесь меньше, чем для Закопане приблизительно на 55 часов и почти на 37 часов больше, чем в г. Крыница. Сопоставление инсоляции Леска с инсоляцией указанных выше в Польше курортов может оказаться полезным, так как в этом отношении район Бещад был недостаточно изучен.

Наиболее солнечными месяцами в Бещадах были в рассматриваемое время август, июль и сентябрь, наименее солнечными — декабрь и ноябрь.

Средняя годовая относительная инсоляция в районе Бещадов составляла около 32—33%. В окрестностях Мычковец и Рыманова отмечались самые высокие величины относительной инсоляции в Польше (от 36 до 38%), а в Бжегах Дольных и Барвинке — наименьшие величины инсоляции — около 29%.

Средние годовые величины полной радиации составляли в Западных Бещадах от 97 ккал/см² в окрестности Бжеги Дольне до 105 ккал/см² в районе Мычковец. Максимальные величины интенсивности полной радиации наблюдались в июне, а минимальные — в декабре и январе.

Следует отметить, что в смежных с Западными Бещадми территориях СССР и Чехословакии годовые суммы полной радиации по

данным Гойса (2) и Томляйна (12) очень близки к полученным нами результатам.

Гойса (2) и Томляйна (12) очень близки к полученным нами результатам.

ОБЪЯСНЕНИЯ ТАБЛИЦ И РИСУНКОВ

Табл. 1. Средняя облачность в отдельные месяцы и за 1956—1965 гг. (в процентах).

Табл. 2. Среднемесячное и годовое число безоблачных дней за 1956—1965 гг.

Табл. 3. Среднемесячное и годовое число пасмурных дней за 1956—1965 гг.

Табл. 4. Среднемесячные и годовые суммы инсоляции в часах за 1956—1965 гг.

Табл. 5. Максимум и минимум месячных сумм часов инсоляции в Леско за 1956—1965 гг.

Табл. 6. Процентное отношение действительной инсоляции к возможной в Леско за 1956—1965 гг.

Табл. 7. Относительная инсоляция для Леско.

Табл. 8. Относительная инсоляция вычисленная на основе зависимости инсоляции от облачности методом наименьших квадратов.

Табл. 9. Среднемесячные и годовые суммы полной радиации в кал/см².

Рис. 1. Средняя годовая облачность в процентах (годовые изонезы).

Рис. 2. Среднее число безоблачных дней — годовые изолямпы.

Рис. 3. Среднее число пасмурных дней — годовые изонезы.

Рис. 4. Средняя относительная инсоляция за год (вычисленная методом наименьших квадратов).

Рис. 5. Полная радиация за год.

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Abhandlung befasste man sich mit der Charakteristik der Bewölkung, der Sonnenscheindauer und der globalen Strahlung in dem westlichen Teil des Bieszczady-Gebirges. Die Grösse, die Verteilung und der jährliche Verlauf der erwähnten klimatologischen Elemente bezeichnete man für 13 meteorologische Stationen, die über ein Messungsmaterial für die Jahre 1956—1965 verfügten.

Die relative Sonnenscheindauer errechnete man an Hand der bekannten Abhängigkeit der Intensität der Sonnenscheindauer von der Bewölkung. Diese Abhängigkeit bezeichnete man mit der Methode kleinster Quadrate in dem man die Werte zur Geraden annäherte. Die Grundlage der Berechnungen waren Messungsmaterialien (heliographische) der meteorologischen Station in Lesko. Zur Vergleichung berechnete man auch die relative Sonnenscheindauer nach dem Muster von Stenz (11).

Die Grösse und Verteilung der grössten absoluten Strahlung bezeichnete man mit Hilfe des Musters von Ångström-Sawinow (1).

Die Jahresmittelwerte für den westlichen Teil der Bieszczady

schwankten von 59 bis 70%. Die geringste Bewölkung trat über dem Gebiet auf, welches als Touristen- und Erholungszentren vorgesehen wird (von 59 bis 61%). Dies ist ein wichtiger bioklimatischer Wert dieser Gegend. Im Jahresablauf zeichnet sich hier sehr deutlich ein Bewölkungsanwuchs in den Wintermonaten an. Eine maximale Bewölkung beobachtete man hauptsächlich im Dezember, die minimalste zum Sommerende und am Herbstbeginn (z. B. Myczkowce, September — 45%).

Durchschnittlich notierte man im Jahre etwa 45—50 heiterer Tage und 140—150 trüber Tage.

Die Jahresmittelwerte der Sonnenscheindauer in Lesko (auf Grund von Messungswerten der Jahre 1956—1965) betragen 1485 Stunden. Sie sind von denen in Zakopane nur um etwa 55 Stunden minderer und um ungefähr 37 Stunden höher als in der Stadt Krynica. Der Vergleich der Sonnenscheindauer in Lesko mit der Sonnenscheindauer in Polen bekannter Freizeitorte kann nützlich sein, da man verhältnismässig wenig in dieser Beziehung die Region der Bieszczady kennt.

Der reichste Monat an Sonnenschein war in den besprochenen Jahren August, Juli und September. Am wenigsten Sonnenschein hatten Dezember und November.

Die relativen Jahresmittelwerte im Gebiet der Bieszczady betragen etwa 32—33%. In der Umgebung von Myczkowce und Rymanów trug man fast die höchsten relativen Sonnenscheindauerwerte in Polen auf (von 36—38%), in den Orten Brzegi Dolne und Barwinek — die niedrigsten, etwa 29%.

Die Jahresmittelwerte der absolut höchsten Strahlung betragen in dem westlichen Teil der Bieszczady 97 kcal/cm² in der Umgebung von Brzegi Dolne und 105 kcal/cm² im Rayon Myczkowce. Maximalwerte der höchsten absoluten Strahlung traten im Juni auf, Minimalwerte beobachtete man im Dezember und Januar.

Es sei hier noch erwähnt, dass in den an die westlichen Bieszczady angrenzenden Nachbargebiete der UdSSR und CSSR, die Jahressumme der absoluten Strahlung, welche Gojsa (2) und Tomlain (12) errechnete sich den von uns erhaltenen sehr annähern.

