

ROCZNE I DZIENNE WAHANIA PRZEZROCZYSTOŚCI ATMOSFERY NA POGÓRZU WIELICKIM

Wstęp

Strumień energii słonecznej, przechodząc przez atmosferę, ulega osłabieniu na skutek pochłaniania i rozpraszania. Wielkość tego osłabienia zależy od wysokości Słońca i przezroczystości atmosfery. Wysokość Słońca nad horyzontem kształtuje długość drogi, jaką pokonuje wiązka promieni słonecznych od górnej granicy atmosfery do powierzchni Ziemi. Najkrótszą drogę mają do pokonania promienie słoneczne wówczas, gdy Słońce znajduje się w zenicie. Jest to tzw. masa optyczna atmosfery – $m = 1$. W miarę zmniejszania się wysokości Słońca długość tej drogi zwiększa się, rośnie więc liczba mas optycznych atmosfery do około 35, gdy Słońce znajduje się blisko horyzontu.

Przezroczystość atmosfery uzależniona jest od jej właściwości fizycznych, głównie od zawartości pary wodnej i koncentracji zanieczyszczeń, które powodują zmętnienie powietrza. Odzwierciedla ona zatem procesy zachodzące w atmosferze i jest jednym z istotnych czynników kształtujących warunki radiacyjne. Celem tego opracowania jest charakterystyka zmian, jakim podlega przezroczystość atmosfery w cyklu rocznym oraz w ciągu dnia na podstawie pomiarów aktynometrycznych prowadzonych na Stacji Naukowej Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ w Gaiuku-Brzezowej.

Stacja położona w terenie rolniczym, poza zasięgiem oddziaływania antropogenicznych źródeł zanieczyszczenia atmosfery, reprezentuje naturalne warunki Pogórza Wielickiego. Jej współrzędne to: $\varphi = 49^{\circ}52'$, $\lambda = 20^{\circ}04'$. W latach 1966-1982 była zlokalizowana w dolinie rzeki Raby na wysokości 259 m nad poziomem morza. W związku z wybudowaniem i uruchomieniem zbiornika

wody pitnej dla Krakowa w Dobczycach została przeniesiona poza jego zasięg i od 1983 r. znajduje się na wysokości 302 m n.p.m. w odległości około 600 m od poprzedniego miejsca lokalizacji.

Metoda opracowania

Ogólne osłabienie strumienia energii słonecznej w atmosferze w zależności od jej przezroczystości i wysokości Słońca określa prawo Bouguera-Lamberta:

$$I_m = I_o \cdot p^m$$

w którym: I_m - natężenie promieniowania bezpośredniego na powierzchnię prostopadłą po przejściu przez atmosferę,

I_o - wartość stałej słonecznej,

p - współczynnik przezroczystości atmosfery,

m - liczba mas optycznych atmosfery.

Wyznaczone na podstawie tego równania wartości współczynników przezroczystości atmosfery wskazują jaka część stałej słonecznej dociera do powierzchni Ziemi po pokonaniu określonej liczby mas optycznych atmosfery.

Tab. 1. Wysokość Słońca nad horyzontem (h) i liczba mas optycznych atmosfery (m) w Gaiku-Brzezowej w wybranych dniach
Tab. 1. Sun elevation over the horizon (h) and number of atmospheric optical mass (m) in Gaik-Brzezowa in chosen days

Godzina Hour	21.06		21.12		21.03; 23.09	
	h	m	h	m	h	m
6 ³⁰ (6:30 a.m.)	22,4	2,6	.	.	5,0	10,4
9 ³⁰ (9:30 a.m.)	50,5	1,3	9,5	5,9	31,0	1,9
12 ³⁰ (12:30 a.m.)	63,0	1,1	16,5	3,5	40,0	1,6
15 ³⁰ (3:30 a.m.)	41,5	1,5	3,0	15,4	23,2	2,6
18 ³⁰ (6:30 a.m.)	13,0	4,4	.	.	4,5	11,4

Zmieniającą się wysokość Słońca nad horyzontem i odpowiadającą jej liczbę mas optycznych w wybranych terminach w Gaiku-Brzezowej przedstawia tab. 1. O ile liczba mas optycznych latem, szczególnie w pełni dnia, zmienia się nieznacznie, to w miesiącach zimowych droga wiązki promieni słonecznych przez atmosferę znacząco się wydłuża. Aby zapewnić porównywalność wartości współczynników przezroczystości atmosfery, zarówno w przebiegu dziennym, jak i rocznym, konieczne jest sprowadzenie ich do jednej określonej wysokości Słońca. Najbardziej

wygodną w tym przypadku jest wysokość Słońca 30°, odpowiadają jej bowiem dwie masy optyczne atmosfery. Dlatego też do charakterystyki przezroczystości atmosfery w cyklu dziennym i rocznym wartości współczynników przezroczystości zostały przeliczone dla warunków dwóch mas optycznych (Olecki 1992).

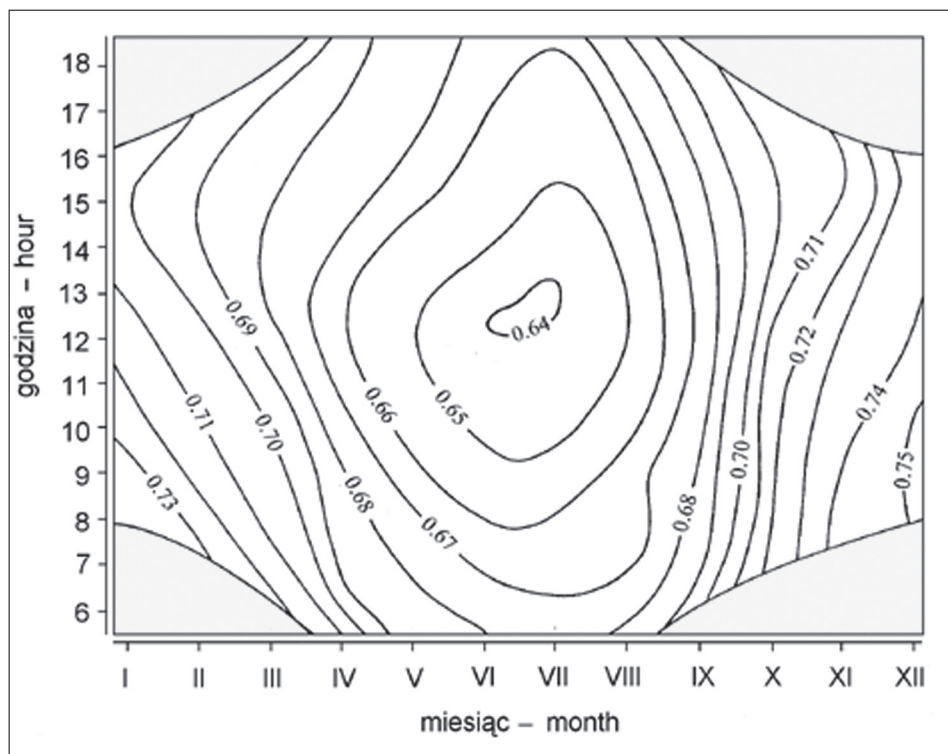
Roczne i dzienne wahania przezroczystości atmosfery

Właściwości optyczne atmosfery podlegają okresowym zmianom. Ogólnie w ciągu roku największą przezroczystością odznacza się atmosfera w miesiącach zimowych, w pełni lata natomiast osiąga ona roczne minimum. W przebiegu dziennym,

tak w zimie, jak i latem, atmosfera jest zwykle bardziej przezroczysta w godzinach przedpołudniowych niż po południu, a minimum dzienne przypada na godziny południowe. Letnie i południowe minima przezroczystości są efektem większej w tym czasie zawartości pary wodnej w powietrzu oraz intensywnej konwekcji i turbulencji, zwiększających koncentrację zanieczyszczeń w dolnych warstwach powietrza.

Wieloletnie średnie wartości współczynników przezroczystości atmosfery w Gaiku Brzezowej wahają się od 0,750 w grudniu i 0,730 w styczniu, do około 0,640 na przełomie czerwca i lipca (ryc. 1). W przebiegu rocznym zmiany przezroczystości atmosfery są stosunkowo niewielkie od kwietnia do sierpnia, współczynniki przezroczystości zmieniają się bowiem w tej części roku w granicach 0,670-0,640. Od sierpnia do listopada następuje szybki wzrost przezroczystości powietrza, a wartości współczynników zwiększają się wówczas od 0,680 do 0,740. Największą przezroczystość w ciągu roku osiąga atmosfera w grudniu, a następnie wolno zmniejsza się do kwietnia.

W poszczególnych latach omawianego okresu 1966-1995 przezroczystość atmosfery wahała się w dość szerokich granicach, zmieniała się bowiem zarówno



Ryc. 1. Zróżnicowanie przezroczystości atmosfery w Gaiku-Brzezowej w latach 1966-1995
Fig. 1. Variability of atmospheric transparency in Gaik-Brzezowa in the years 1966-1995

wilgotność powietrza, jak również stopień jego zanieczyszczenia. Największe średnie miesięczne wartości współczynników przezroczystości wahały się w tym okresie od około 0,700 do ponad 0,800. W półroczu zimowym nie spadały one jednak poniżej 0,750, w listopadzie i w styczniu przekraczały 0,780, a w grudniu nawet 0,800. W półroczu letnim, kiedy zmętnienie powietrza jest największe, współczynniki określające jego przezroczystość kształtowały się w granicach 0,700-0,730, a jedynie w sierpniu i we wrześniu przekraczały wartość 0,730. Najmniejsze średnie miesięczne wartości w miesiącach zimowych mieściły się w przedziale 0,630-0,670, latem natomiast spadały poniżej 0,600, a sporadycznie nawet poniżej 0,550. Wyjątkowo mała przezroczystość atmosfery wystąpiła w miesiącach półroczu letniego 1981 r., spowodowana dużym zapyleniem powietrza związanym z budową wspomnianego wcześniej zbiornika wodnego w pobliżu stacji aktynometrycznej w Gaiku-Brzezowej (Olecki 1992).

W przebiegu dziennym najkorzystniejsze dla promieniowania słonecznego właściwości optyczne atmosfery występują w godzinach przedpołudniowych w ciągu całego roku, najmniej korzystne są natomiast w porze popołudniowej zimą, a w południe latem. Jednak, jak wykazuje analiza ryc. 1, wieloletnie średnie miesięczne współczynniki od listopada do lutego zmieniają się w listopadzie od 0,740 przed południem (9^{30}), 0,730 w południe do 0,710 po południu (15^{30}), a w styczniu i w lutym kształtują się w tych terminach w przedziale wartości odpowiednio: 0,730-0,710, 0,710-0,700 i 0,700-0,690. W półroczu letnim dzienne maksimum przezroczystości atmosfery przesuwają się na godziny poranne, minimum natomiast (szczególnie w pełni lata) występuje w godzinach południowych. W terminie porannym (6^{30}) wieloletnie średnie wartości współczynników przezroczystości wahały się od 0,720 w marcu i 0,690 w kwietniu oraz we wrześniu, do 0,670-0,680 od maja do sierpnia.

W terminie porannym wystąpiła największa przezroczystość atmosfery, jaka została zanotowana w całym wieloleciu 1966-1995. W dniu 15 lipca 1975 r. współczynnik przezroczystości osiągnął wartość 0,870. W porównaniu do przezroczystości atmosfery idealnej, a więc suchej i czystej, dla której współczynnik przezroczystości przy dwóch masach optycznych wynosi 0,915 (Chromov, Mamotowa 1968), stanowił aż 95,1%. Wysokie, bo przekraczające 0,800 wartości współczynników przezroczystości w godzinach porannych występowały w poszczególnych dniach omawianego wielolecia wielokrotnie. Z wyjątkiem czerwca były notowane we wszystkich miesiącach, w których wysokość Słońca w tej porze dnia jest większa niż 5° , a więc od marca do września.

W półroczu letnim dzienne minimum przezroczystości atmosfery przypada na godziny okołopołudniowe. Wieloletnie średnie miesięczne współczynniki przezroczystości osiągają w tej części dnia wartości 0,660-0,670 w kwietniu i wrześniu, a w czerwcu i lipcu w godzinach 12-13 spadają do 0,640 (ryc. 1). Zmiany, jakim podlega przezroczystość atmosfery w ciągu dnia, są w miesiącach letnich niewielkie. Małe są także różnice w wartościach współczynników przezroczystości w godzinach przed- i popołudniowych, szczególnie w okresie od maja do sierpnia.

Częstość występowania określonych wartości współczynników przezroczystości atmosfery

Przezroczystość atmosfery dla promieniowania słonecznego w omawianym wieloleciu 1966-1995 była w Gaiku Brzezowej bardzo zmienna. Charakteryzując ją współczynniki w poszczególnych latach i w różnych porach dnia wielokrotnie przekraczały wartość 0,800, a niekiedy nawet 0,850. Łącznie w latach 1966-1995 zanotowano 103 takie przypadki, z czego 12 wystąpiło w godzinach porannych, 53 w porze przedpołudniowej, 31 w południe i 7 w terminie popołudniowym. Równocześnie zdarzały się przypadki, kiedy wartości współczynników przezroczystości spadały poniżej 0,550. Ich liczba była jednak niewielka, najczęściej występowały w południe w miesiącach letnich, nie były natomiast notowane zimą.

Analizując częstość występowania określonych wartości współczynników przezroczystości atmosfery, można ogólnie stwierdzić, że w większości przypadków mieściły się one niezależnie od pory dnia w przedziale 0,651-0,750, a tylko w miesiącach letnich spadały poniżej tego przedziału. Zróżnicowane wartości współczynników przezroczystości atmosfery w Gaiku Brzezowej w latach 1966-1995 w określonych przedziałach w poszczególnych porach dnia zostały przedstawione w tab. 2-5.

O korzystnych dla dopływu promieniowania słonecznego właściwościach optycznych atmosfery w godzinach porannych i przedpołudniowych, świadczy duża częstość wysokich wartości współczynników przezroczystości. W terminie porannym (6³⁰) od 50 do 60% wszystkich wartości zamyka się w przedziale 0,651-0,750, a 13% to wartości przekraczające 0,800 (tab. 2). W porze przedpołudniowej (9³⁰) w tym przedziale mieści się od około 50 do prawie 60% wartości, jedynie w miesiącach letnich (od czerwca do sierpnia) ich udział spada w tym przedziale poniżej 50%, a w czerwcu nawet do 37%, ale w listopadzie i w grudniu

Tab. 2. Częstość występowania (%) określonych wartości współczynników przezroczystości atmosfery w godzinach porannych (6³⁰) w Gaiku-Brzezowej w latach 1966-1995
 Tab. 2. Frequency of occurrence (in %) of the determined values of the atmospheric transparency coefficient in early morning hours (6:30 a.m.) in Gaik-Brzezowa in the years 1966-1995

Przedział wartości Range of values	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
> 0,800	.	.	6,5	3,4	0,4	.	1,6	0,5	0,9	.	.	.
0,751-0,800	.	.	22,6	9,7	8,4	7,4	6,8	9,2	13,5	.	.	.
0,701-0,750	.	.	32,2	31,0	26,4	22,9	22,9	22,6	28,9	.	.	.
0,651-0,700	.	.	29,0	26,2	35,1	26,4	37,0	27,6	24,3	.	.	.
0,601-0,650	.	.	9,7	22,1	20,9	28,2	20,1	28,6	19,8	.	.	.
0,551-0,600	.	.	.	7,6	8,8	14,7	10,8	10,6	12,6	.	.	.
≤ 0,550	0,4	0,8	0,9	.	.	.	.

Tab. 3. Częstość występowania (%) określonych wartości współczynników przezroczystości atmosfery w godzinach przedpołudniowych (9³⁰) w Gaiku-Brzezowej w latach 1966-1995
 Tab. 3. Frequency of occurrence (in %) of the determined values of the atmospheric transparency coefficient in morning hours (9:30 a.m.) in Gaik-Brzezowa in the years 1966-1995

Przedział wartości Range of values	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
> 0,800	12,6	5,7	2,0	0,5	.	.	.	.	1,2	3,2	7,3	17,1
0,751–0,800	20,5	22,3	15,2	10,2	5,3	3,0	3,7	5,6	8,7	30,2	34,0	33,3
0,701–0,750	32,5	32,4	28,3	26,0	16,6	15,1	17,2	16,8	24,9	31,5	37,4	33,3
0,651–0,700	24,5	23,6	26,7	27,0	36,8	22,1	29,7	28,0	34,9	24,6	17,3	14,3
0,601–0,650	8,6	11,5	20,2	26,0	29,7	39,3	34,4	34,6	20,7	8,5	2,7	2,0
0,551–0,600	1,3	4,6	6,6	8,4	10,2	19,2	13,9	14,7	7,5	1,6	1,3	.
≤ 0,550	.	.	1,0	1,9	1,4	1,1	1,1	0,3	2,1	0,4	.	.

Tab. 4. Częstość występowania (%) określonych wartości współczynników przezroczystości atmosfery w godzinach południowych (12³⁰) w Gaiku-Brzezowej w latach 1966-1995
 Tab. 4. Frequency of occurrence (in %) of the determined values of the atmospheric transparency coefficient at noon (12:30 p.m.) in Gaik-Brzezowa in the years 1966-1995

Przedział wartości Range of values	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
> 0,800	6,8	2,2	0,5	1,1	.	.	.	.	.	1,2	2,7	9,6
0,751–0,800	28,9	22,2	13,6	6,5	4,4	3,8	2,0	3,6	8,1	22,7	36,1	35,9
0,701–0,750	27,7	32,3	33,4	23,7	1,3	16,7	17,2	13,5	23,6	40,9	40,8	28,2
0,651–0,700	20,3	24,4	28,3	28,5	30,6	21,1	22,4	26,7	29,0	23,9	12,9	17,9
0,601–0,650	9,6	12,8	14,6	28,5	30,6	40,2	38,4	33,5	25,3	8,1	6,1	5,8
0,551–0,600	5,6	4,4	7,6	9,0	15,3	13,4	14,8	15,5	8,6	2,0	1,4	2,6
≤ 0,550	1,1	1,7	2,0	1,7	3,8	4,8	5,2	7,2	5,4	1,2	.	.

40-50% to wartości wyższe od 0,800 (tab. 3). W tej części dnia notuje się najwięcej przypadków z bardzo wysokimi współczynnikami przezroczystości atmosfery przekraczającymi wartość 0,800. W latach 1966-1995 występowały one głównie w jesieni i w zimie, a ich liczba zwiększała się stopniowo w poszczególnych miesiącach: 7 w październiku, 9 w listopadzie i po 12 w grudniu i styczniu. W lutym było ich jeszcze 8, natomiast w marcu i kwietniu oraz we wrześniu pojawiły się sporadycznie, a od maja do sierpnia nie wystąpiły w tym terminie w ogóle. Szczególnie dużą przezroczystością odznaczała się atmosfera późną jesienią i zimą. Jak wynika z tab. 3, w październiku 65% wartości współczynników przezroczystości przekraczało wartość 0,700, a ponad 33% wartości było wyższych od 0,750. W listopadzie i w grudniu częstość występowania wysokich współczynników przezroczystości była jeszcze większa, bo wartość 0,700 przekraczały one w 78,7% w listopadzie i w 83,7% przypadków w grudniu.

Tab. 5. Częstość występowania (%) określonych wartości współczynników przezroczystości atmosfery w godzinach popołudniowych (15³⁰) w Gaiku-Brzezowej w latach 1966-1995
 Tab. 5. Frequency of occurrence (in %) of the determined values of the atmospheric transparency coefficient in afternoon hours (3:30 p.m.) in Gaik-Brzezowa in the years 1966-1995

Przedział wartości Range of values	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
> 0,800	2,2	1,4	.	.	.	.	0,4	.	1,1	1,0	.	.
0,751– 0,800	28,9	20,1	15,4	6,5	3,3	2,6	4,0	2,7	8,5	19,7	16,7	.
0,701– 0,750	33,3	28,5	32,1	30,0	19,2	16,3	16,1	17,9	25,0	30,6	45,2	.
0,651– 0,700	22,2	25,0	26,5	28,8	35,7	32,6	35,3	31,8	33,0	33,2	26,2	.
0,601– 0,650	6,7	17,4	16,7	24,2	31,0	33,2	28,6	35,1	19,7	9,8	9,5	.
0,551– 0,600	6,7	7,6	9,3	9,2	10,3	14,7	15,2	12,1	10,6	5,2	2,4	.
≤ 0,550	.	.	.	1,3	0,5	0,6	0,4	0,4	2,1	0,5	.	.

Tab. 6. Najwyższe wartości współczynników przezroczystości atmosfery zanotowane w poszczególnych miesiącach w Gaiku-Brzezowej w latach 1966-1995
 Tab. 6. Highest values of the atmospheric transparency coefficient in particular months in Gaik-Brzezowa in the years 1966-1995

Pora dnia Time of the day	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
6 ³⁰ (6: 30 a.m.)	.	.	0,813	0,844	0,829	0,795	0,870	0,816	0,847	.	.	.	0,870
9 ³⁰ (9:30 a.m.)	0,850	0,832	0,810	0,810	0,789	0,789	0,776	0,792	0,807	0,823	0,826	0,853	0,853
12 ³⁰ (12:30 a.m.)	0,820	0,810	0,798	0,804	0,792	0,779	0,799	0,792	0,798	0,835	0,856	0,838	0,856
15 ³⁰ (3:30 a.m.)	0,813	0,829	0,795	0,782	0,765	0,762	0,813	0,776	0,816	0,804	0,795	.	0,829

W godzinach południowych i popołudniowych udział współczynników przezroczystości, których wartości są wyższe od 0,750, nie przekracza latem 4%, a wyższe od 0,800 nie występują (tab. 4 i 5), natomiast w zimie stanowią 2-10% w południe, a w godzinach popołudniowych pojawiają się sporadycznie.

Warto podkreślić, że najwyższe wartości współczynników przezroczystości atmosfery, jakie zostały zanotowane w poszczególnych dniach omawianego okresu, wystąpiły głównie w terminach przedpołudniowych – to jest o godzinie 6³⁰ i 9³⁰. Ze wszystkich 103 przypadków, w których współczynniki przezroczystości atmosfery przekraczały wartość 0,800, aż 65 przypadków przypadło na pierwszą połowę dnia. W porze porannej (6³⁰) pojawiały się one od wiosny do jesieni, a więc w tej części roku, w której nie występowały w pozostałych porach dnia. W tym terminie zanotowano wspomnianą już maksymalną w całym omawianym wielolecu wartość 0,870 w lipcu, a także 0,844 i 0,847 odpowiednio w kwietniu i we wrześniu (tab. 6). Wprawdzie druga co do wielkości najwyższa wartość współ-

czynnika przezroczystości wystąpiła w porze południowej 29 listopada 1984 r., ale bardzo zbliżone do niej miały miejsce w godzinach przedpołudniowych (9^{30}), osiągnęły bowiem wartość 0,853 w dniu 22 grudnia 1985 r. i 0,850 14 stycznia 1968 r. Tak więc maksymalne wartości współczynników przezroczystości atmosfery, jakie zostały zanotowane w latach 1966-1995 w poszczególnych miesiącach, wystąpiły w półroczu letnim w godzinach porannych, w zimie – w porze przedpołudniowej, a w południe tylko w październiku i w listopadzie. Z kolei najniższe wartości, spadające poniżej 0,550, występowały głównie w miesiącach letnich w porze południowej.

Podsumowanie

Przezroczystość atmosfery w Gaiku-Brzezowej w latach 1966-1995 podlegała znacznym wahaniom okresowym, zarówno w cyklu rocznym, jak i w przebiegu dziennym. Ogólnie w ciągu roku najbardziej przezroczysta była atmosfera w półroczu zimowym – praktycznie we wszystkich porach dnia, wahania dzienne natomiast wskazują na wyraźne uprzywilejowanie przedpołudniowej części dnia, a w półroczu letnim – godzin porannych. Średnie wieloletnie wartości współczynników przezroczystości atmosfery, wyznaczone dla warunków odpowiadającym dwóm masom optycznym ($m = 2$), w celu wyeliminowania ich zależności od wysokości Słońca, zmieniały się w szerokim zakresie. Najczęściej mieściły się one w przedziale 0,651-0,750, niemniej zimą w przedpołudniowej części dnia w 30-40%, a w grudniu nawet w 50% przypadków przekroczyły wartość 0,750. W półroczu letnim najkorzystniejsze dla promieniowania słonecznego właściwości optyczne wykazywała atmosfera w godzinach porannych. W tej porze dnia wystąpiła najwyższa, jaka została zanotowana w całym wieloleciu 1966-1995, wartość współczynnika przezroczystości równa 0,870, a częstość przypadków z wartościami wyższymi od 0,800 przekraczała 14% we wrześniu i 6% w marcu.

Zmiana lokalizacji i otoczenia stacji może spowodować, jak wiadomo, naruszenie jednorodności serii pomiarów. Porównanie średnich miesięcznych wartości współczynników przezroczystości atmosfery z poszczególnych lat w okresie 1966-1982 i 1983-1995, jak również ich odchyień od wartości średnich wieloletnich, nie wykazały większych różnic. Porównywalna jest także częstość występowania bardzo wysokich i bardzo niskich ich wartości przed i po zmianie lokalizacji stacji. Można zatem przyjąć, że jednorodność serii pomiarów nie została w tym przypadku zakłócona. Dlatego też charakterystykę wahań przezroczystości atmosfery w Gaiku-Brzezowej, dokonaną na podstawie analizy trzydziestoletniej serii jednorodnych pomiarów, można uznać za reprezentatywną dla tej części Pogórza Karpat Zachodnich.

LITERATURA

- Chromov S.P., Mamotova L.I., 1968, *Meteorologičeskij Slovar*, Gidrometeorologičeskoje, Izdatielstwo, Leningrad, 249.
- Olecki Z., 1992, *Przezroczystość atmosfery w krakowskiej aglomeracji miejsko-przemysłowej*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, 90, 23-34.

ANNUAL AND DAILY VARIATIONS IN ATMOSPHERIC TRANSPARENCY IN THE WIELICZKA FOOTHILLS

SUMMARY

The data used comprise the results of direct solar radiation measurements from the Research Station in Gaik-Brzezowa ($\varphi = 49^{\circ}52'N$, $\lambda = 20^{\circ}04'E$, $H_s = 302$ m a.s.l.), which belongs to the Institute of Geography and Spatial Management, Jagiellonian University. The station is located in the Carpathian foreland, in the Wieliczka Foothills. Atmospheric transparency in Gaik-Brzezowa in the years 1966-1995 was a subject of large variations, both in annual and daily cycle. During the year, the atmosphere was the most transparent in cold half-year, at all times of the day. Daily variations show higher transparency in the morning hours and in summer - in early morning hours. Mean multi-annual values of atmospheric transparency coefficient, calculated for the conditions characterized by 2 atmospheric optical masses ($m = 2$) in order to eliminate the dependence from Sun elevation, changed in a large range. Most often they varied from 0.651 to 0.750, but in winter, in morning hours, they exceeded the value of 0.750 in 30-40% of cases, and in December even in 50% of cases. In warm half-year, the best atmospheric optical conditions occurred in the morning. The atmospheric transparency coefficient reached the value of 0.870, the highest in the period 1966-1995, and the frequency of cases with values higher than 0.800 exceeded 14% in September and 6% in March.

Translated by Anita Bokwa

