

Kwasowość opadów atmosferycznych w Pienińskim Parku Narodowym w latach 1994-1996

Acidity of precipitation in the Pieniny National Park in 1994-1996
(Polish Western Carpathians)

JANUSZ MICZYŃSKI¹, JAKUB WOJKOWSKI¹, TOMASZ JURKIEWICZ²

¹ *Katedra Meteorologii i Klimatologii Akademii Rolniczej w Krakowie,
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków*

² *Pieniński Park Narodowy, ul. Jagiellońska 107, 34-450 Krościenko n/D.*

Abstract. The article contains the results of research on the acidity of precipitation in the Pieniny National Park. In the evaluation of the acidity of precipitation special attention was paid to two factors which have significant influence on the value of rainwater reaction: (1) synoptic situation and (2) the direction of the wind.

WSTĘP

Przyczyną zakwaszenia opadów jest emisja do atmosfery gazów kwasotwórczych, wśród których znajdują dwutlenek siarki i tlenki azotu. Zanieczyszczenie powietrza nadal odgrywa dominującą rolę w skażeniu środowiska przyrodniczego, a poziom kwasowości opadów docierających do terenów szczególnie chronionych, jakimi są parki narodowe, stanowi istotną informację przy analizie przyczyn degradacji tych obszarów.

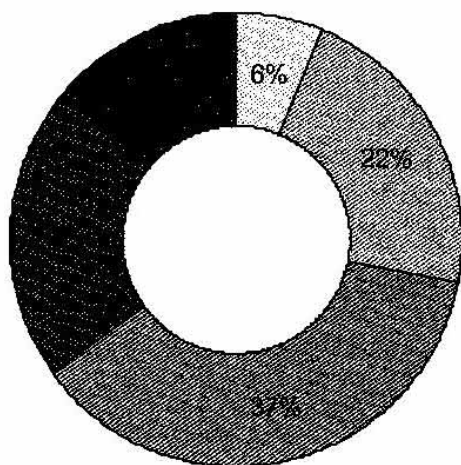
Wskaźnik pH opadów wyraża koncentrację w opadach wolnych jonów wodorowych. Naturalna wartość tych jonów w wodzie opadowej odpowiada wartości odczynu około 5.6 (Kulisz 1988). Na skutek obecności w atmosferze kwasotwórczych związków azotu i siarki, wartość pH jest mniejsza od 5.6. Niska buforowość opadów powoduje, że już minimalne ilości tych związków obniżają wyraźnie odczyn wody opadowej.

METODYKA BADAŃ

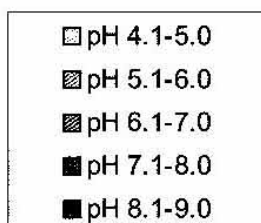
Prezentowane badania prowadzone były na stacji monitoringu środowiska w Sromowcach Niżnych, zlokalizowanej na Polanie Podłaźce u podnóża Masywu Trzech Koron. Obserwacje, które rozpoczęto w 1994 roku, trwają do dnia dzisiejszego. Każdego roku badania obejmowały miesiące na które przypada okres wegetacji roślin, tj. od kwietnia do października. Pomiary w tym okresie wykonywano codziennie rano o godz. 7⁰⁰ przy zastosowaniu specjalnego deszczomierza przystosowanego do pomiaru odczynu wody opadowej (Miczynski i in. 1996).

WYNIKI BADAŃ

W badanym okresie pH opadu występowało w zakresie od 4.3 do 8.9. Najrzadziej stwierdzano opad w zakresie pH 4.1-5.0 (6%), natomiast naj-



Przedział wartości pH:



Ryc. 1. Procentowy udział pH opadów w przyjętych przedziałach w okresie badawczym 1994–1996 r.
The percentage value of the precipitation pH in given research periods 1994–1996.

częściej pH wody opadowej kształtowało się na poziomie 6.1–7.0 (37%) (Ryc. 1).

Ocenę kwasowości opadów oparto na trzech przyjętych przedziałach wartości pH (Ryc. 2):

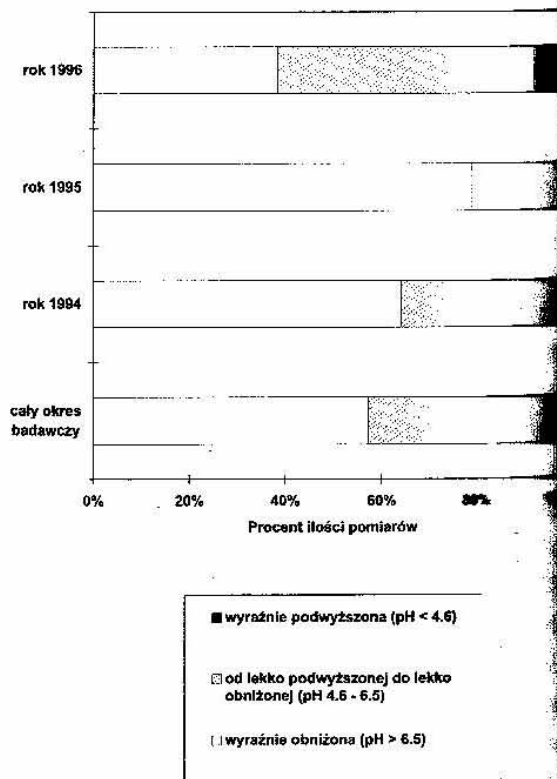
- pH \leq 4.6 opady o wyraźnie podwyższonej kwasowości,
- $4.6 < \text{pH} < 6.5$ opady o kwasowości od lekko podwyższonej do lekko obniżonej,
- pH \geq 6.5 opady o kwasowości wyraźnie obniżonej.

W omawianym okresie tylko 5% opadów miało wyraźnie podwyższoną kwasowość. Najwięcej opadów zanotowano o kwasowości wyraźnie obniżonej (57%).

W wielu regionach naszego kraju ponownie obserwuje się wzrostową tendencję zanieczyszczeń powietrza. Powodem tego stanu jest wzrost cen paliw grzewczych w ostatnich latach, doprowadzający do sytuacji, w której ludność zaopatrza się w paliwo najtańsze o dużej zawartości związków siarki i azotu. Również w Pieninach, porównując poszczególne lata badań, zauważyć

można wyraźny wzrost kwasowości opadu w ostatnim roku.

W celu wyznaczenia ponadregionalnego wpływu adwekcji powietrza na zakwaszenie opadów w Pienińskim Parku Narodowym zmierzone wartości odczynu wody opadowej zostały rozpatrzone na tle sytuacji synoptycznych. Posłużono się kalendarzem sytuacji synoptycznych dla dorzecza górnej Wisły określającym w sposób prosty i jednoznaczny stosunki cyrkulacyjne każdej doby (Niedźwiedź 1981). Poszczególnym typom sytuacji przypisano zmierzone pH opadu. Analizę związków wyróżnionych 20 sytuacji synoptycznych i pH depozytu wykonano dla całości danych jak również osobno dla 1994, 1995 i 1996 roku oraz dla okresu letniego (miesiące: VI–VII) i okresu przejściowego (miesiące: IV–V, IX–X). Analiza ta wykazała, że wyższe wartości pH wody opadowej występowały w grupie sytuacji klonalnych (Tab. I). Wartość odczynu w tych sytuacjach kształtowała się średnio na poziomie $\text{pH} = 6.8$. Najwyższe wartości pH wynoszące najczęściej 7.3–8.2 notowano w sytuacji centralnej z centrum niżu nad Polską południową lub Słowacją.



Ryc. 2. Ocena kwasowości opadów atmosferycznych w wyodrębnionych okresach.
The evaluation of the precipitation acidity in the distinguished periods.

Grupa I. Grupa sytuacji cyklonalnych.

Group of cyclone situations.

Sytuacja synoptyczna	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Nc	NEc	Ec	SEc	Sc	SWc	Wc	NWc	Cc	Bc
pH	6.2	6.7	7.3	7.1	7.4	7.1	7.1	6.7	7.9	6.7

Grupa II. Grupa sytuacji antycyklonalnych.

Group of anticyclone situations.

Sytuacja synoptyczna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Na	NEa	Ea	SEa	Sa	SWa	Wa	NWa	Ca	Ka
pH	6.3	6.6	6.4	nie wystąpiła	nie wystąpiła	5.3	6.4	6.2	nie wystąpiła	6.6

oraz w sytuacjach E_c (niż z adwekcją powietrza ze wschodu) i S_c (niż z adwekcją powietrza z południa) (Ryc. 3).

Typy sytuacji synoptycznych:

N_a, N_c – sytuacje z adwekcją powietrza z północy,

NE_a, NE_c – sytuacje z adwekcją powietrza z północnego wschodu,

E_a, E_c – sytuacje z adwekcją powietrza ze wschodu,

SE_a, SE_c – sytuacje z adwekcją powietrza z południowego wschodu,

S_a, S_c – sytuacje z adwekcją powietrza z południa,

SW_a, SW_c – sytuacje z adwekcją powietrza z południowego zachodu,

W_a, W_c – sytuacje z adwekcją powietrza z zachodu,

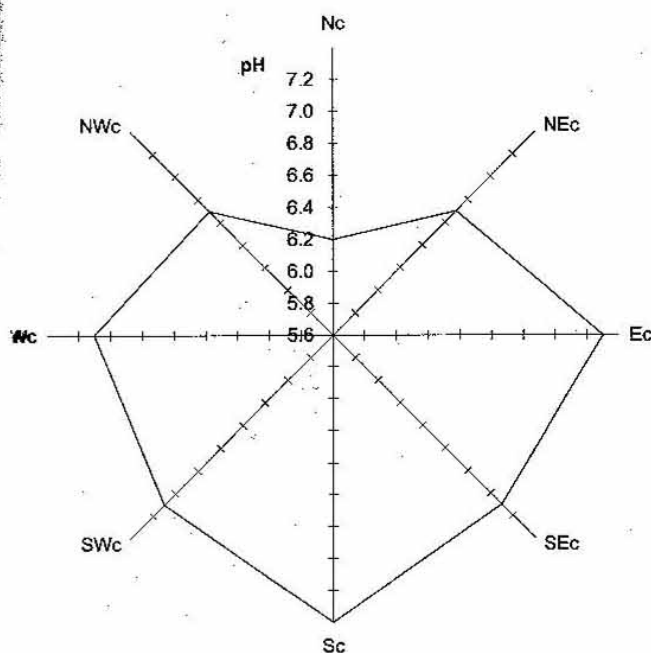
NW_a, NW_c – sytuacje z adwekcją powietrza z północnego zachodu,

C_a – sytuacja centralna antycyklonalna, brak adwekcji, centrum wyżu nad Polską południową lub Słowacją,

K_a – klin antycyklonalny, czasem kilka niewyraźnych ośrodków lub rozmyty obraz podwyższonego ciśnienia, oś wału wysokiego ciśnienia,

C_c – sytuacja centralna cyklonalna, centrum niżu nad Polską południową lub Słowacją,

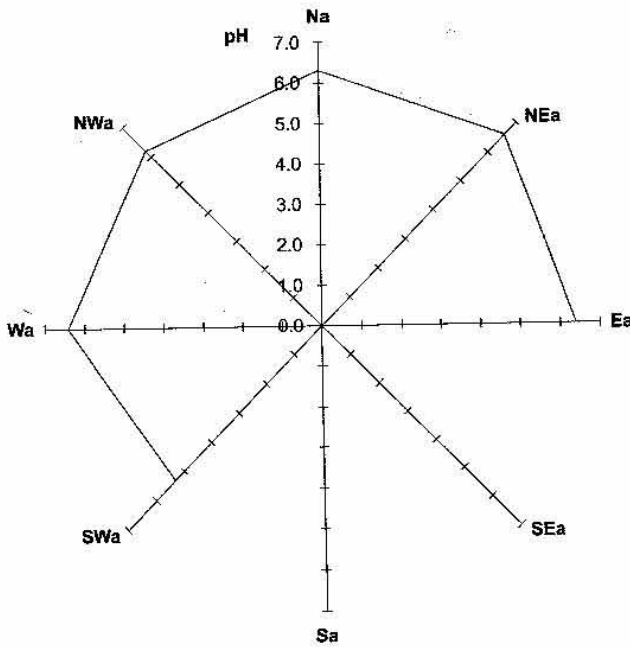
B_c – Bruzda cyklonalna, rozmyty obszar niskiego ciśnienia lub oś bruzdy niżowej z różnymi kierunkami adwekcji i systemem frontów oddzielających różne masy powietrzne.



Ryc. 3. Odczyn wody opadowej w sytuacjach niżowych przy adwekcji mas powietrza z poszczególnych kierunków.
Rainwater reaction in cyclone situations with the inflow of air from particular directions.

W sytuacjach wyżowych odczyn wody opadowej przybierał niższe wartości (Tab. II). Najniższe wartości pH wynoszące średnio 5.3–6.4 występowały w sytuacjach N_a (wyż z adwekcją powietrza z północy), SW_a (wyż z adwekcją powietrza z południowego zachodu) oraz NW_a (wyż z adwekcją powietrza z północnego zachodu) (Ryc. 4).

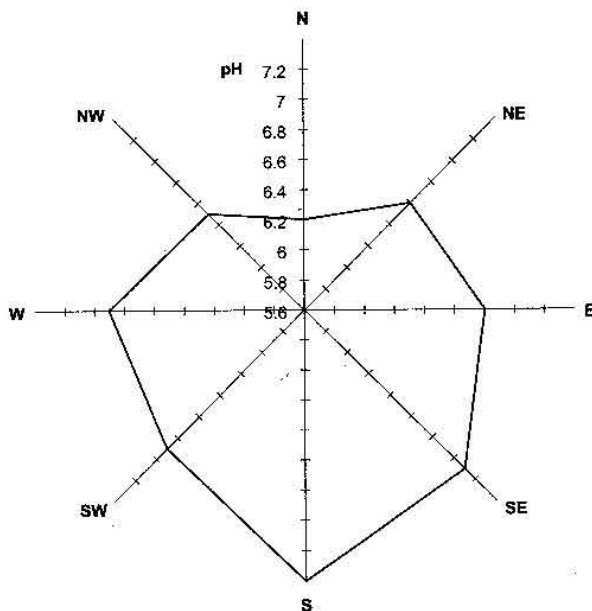
Powyższe spostrzeżenia są charakterystyczne zarówno dla całego okresu prowadzonych obser-



Ryc. 4. Odczyn wody opadowej w sytuacjach wyżowych przy adwekcji mas powietrza z poszczególnych kierunków.
Rainwater reaction in anticyclone situations with the inflow of air from particular directions.

wacji jak i dla wyodrębnionych okresów: letniego (VI-VIII) i przejściowego (IV-V, IX-X).

Ze względu na krótki okres prowadzonych badań, powtarzalność niektórych sytuacji była bardzo rzadka. W związku z tym zredukowano liczbę



Ryc. 5. Średnie wartości odczynu wody opadowej związane z ponadregionalną adwekcją mas powietrza.
Mean values of rainwater reaction connected with extraterritorial inflow of air.

typów poprzez połączenie z sobą sytuacji z tym samym kierunkiem adwekcji (Ryc. 5). W ten sposób otrzymano grupy sytuacji charakteryzujące adwekcję powietrza bez uwzględnienia sytuacji barycznej:

$$\begin{aligned} N &= N_a + N_c, \quad NE = NE_a + NE_c, \quad E = E_a + E_c, \quad SE = SE_a + SE_c, \\ S &= S_a + S_c, \\ SW &= SW_a + SW_c, \quad W = W_a + W_c, \quad NW = NW_a + NW_c, \quad C = C_a + C_c. \end{aligned}$$

Największe wartości pH wody opadowej wynoszące średnio 7.4 towarzyszyły sytuacji z adwekcją powietrza z kierunku południowego ($S_a + S_c$). Napływowi powietrza z kierunków północnych, szczególnie ($N_a + N_c$), towarzyszył opad o najniższym odczynie pH.

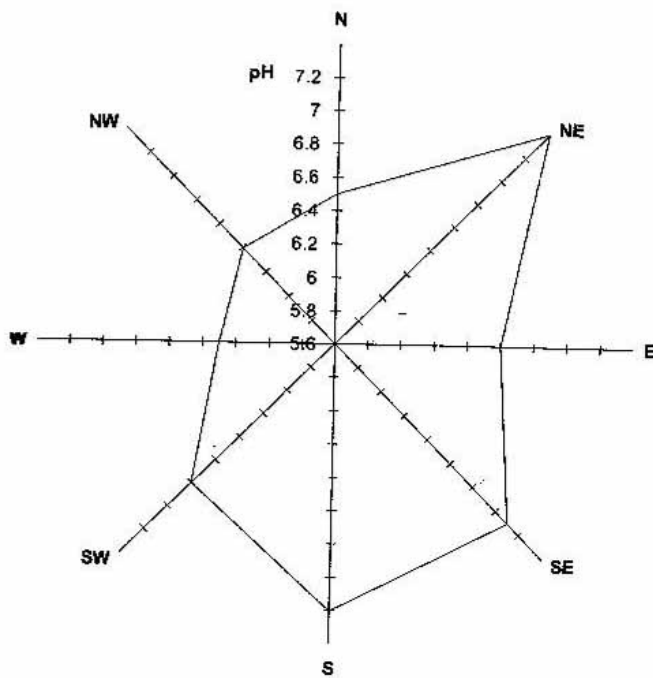
Oprócz wiatrów związanych z ogólną cyrkulacją atmosferyczną występują również w Pieniach wiatry o charakterze lokalnym. Ich kierunek uzależniony jest głównie od topografii terenu. W porównaniu do rozpatrywanych powyżej sytuacji synoptycznych, kierunek wiatru jest tym elementem, który może posłużyć do analizy w skali lokalnej związku pomiędzy kwasowością opadu, a kierunkiem napływu mas powietrza.

Wykazano, że w skali lokalnej wiatrom z kierunku północno-wschodniego NE oraz kierunków południowych SW, S, SE towarzyszą opady o wyższych wartościach pH. Niższy natomiast odczyn występuje przy wiatrach wiejących z kierunku zachodniego W, północno-zachodniego NW i północnego N (Ryc. 6).

WNIOSKI KOŃCOWE

Głównym czynnikiem wpływającym na odczyn wody opadowej jest napływ mas powietrza transportujący kwasotwórcze zanieczyszczenia powietrza. Wykazano, że w zależności od kierunku cyrkulacji mas powietrza wartość odczynu zmienia się. Porównanie kwasowości opadów w okresie różnych cyrkulacji wskazuje, że najkwaśniejsze deszcze pojawiają się w okresie napływu mas powietrza z sektora północnego, północno-zachodniego i zachodniego.

Kwasowość opadów atmosferycznych w Pienińskim Parku Narodowym w omawianym okresie świadczy o małym obciążeniu tego obszaru zanieczyszczeniami z powietrza. Dla środowiska



Ryc. 6. Średnie wartości odczynu wody opadowej związane z lokalnym kierunkiem napływu mas powietrza.

Mean values of rainwater reaction connected with the local direction of inflow of air.

naturalnego Pienin ma to zdecydowanie pozytywne znaczenie.

LITERATURA

Kulisz J. 1988. Kwaśne opady i ich wpływ na środowisko. — Wyd. Geologiczne, Warszawa.

Miczyński J., Wojkowski J., Jurkiewicz T. 1996. Monitoring kwasowości opadów w Pienińskim Parku Narodowym na tle sytuacji synoptycznych. — Materiały IX Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej, n.t. „Chemizm opadów atmosferycznych, wód powierzchniowych i podziemnych”, Uniwersytet Łódzki, Łódź, s. 27–28.

Niedźwiedź T. 1981. Sytuacje synoptyczne i ich wpływ na różnicowanie przestrzenne wybranych elementów klimatu w dorzeczu górnej Wisły. — Rozprawa habilitacyjna nr 58, Uniwersytet Jagielloński, Kraków.

SUMMARY

Air pollution plays a significant role in the contamination of the environment. The study of the acidity of precipitation reaching such protected areas as national parks is vital for the analysis of the reasons of the degradation of those areas.

Measurements of the precipitation acidity in the area of the Pieniny National Park have been carried out since 1994. The research showed that only 5% of precipitation has $\text{pH} < 4.6$ (Fig. 1, 2). The comparison of the precipitation acidity in the period of different types of circulation showed that the most acid rains occur in the period of inflow of air from the north, north-west and west (Fig. 5). It was shown that depending on the direction of the wind, the reaction value changes. The lowest pH values, between 5.3–6.4 occurred in the anticyclone situations.

Comparing research done in given years, the last year showed a significant drop of the pH reaction of rainwater. The change in the reaction in the last period does not influence the evaluation of precipitation acidity for the Pieniny National Park. The results confirm that the area is little affected air pollution. For the natural environment of Pieniny this has a positive significance.