

# PORÓWNANIE WIELKOŚCI DEPOZYCJI MOKREJ I CAŁKOWITEJ W CENTRALNEJ CZĘŚCI GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH

Rafał Kozłowski

**Kozłowski R., 2011:** Porównanie wielkości depozycji mokrej i całkowitej w centralnej części Gór Świętokrzyskich (*A Quantitative Comparison of Wet and Total Deposition in the Central Part of the Świętokrzyskie Mountains*), *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, Vol. 12, s. 85–91, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce.

**Zarys treści:** Właściwości fizyczno-chemiczne i chemizm opadów atmosferycznych, będących pod wpływem zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, są jednym z głównych elementów wpływających na współczesną degradację środowiska przyrodniczego. Wiadomo bowiem, że woda poza funkcją partnera reakcji fizycznych jest także nośnikiem antropogenicznego przekształcania środowiska przyrodniczego. W pracy dokonano analizy wyników wielkości depozycji mokrej i całkowitej w latach 2008–2009. Do tego celu wykorzystano automatyczny kolektor opadu mokrego Eigenbrodt UNS 130 E oraz deszczomierz Hellmanna. Dokonana analiza wykazała istotne różnice zarówno w właściwościach fizyczno-chemicznych, jak i składzie chemicznym wód opadu mokrego i całkowitego.

**Słowa kluczowe:** kolektor opadu mokrego, depozycja całkowita, depozycja mokra, opady atmosferyczne.

**Key words:** wet-only collector, bulk deposition, wet deposition, precipitations.

Rafał Kozłowski, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska, ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce, e-mail: rafalka@ujk.edu.pl

## 1. Wprowadzenie

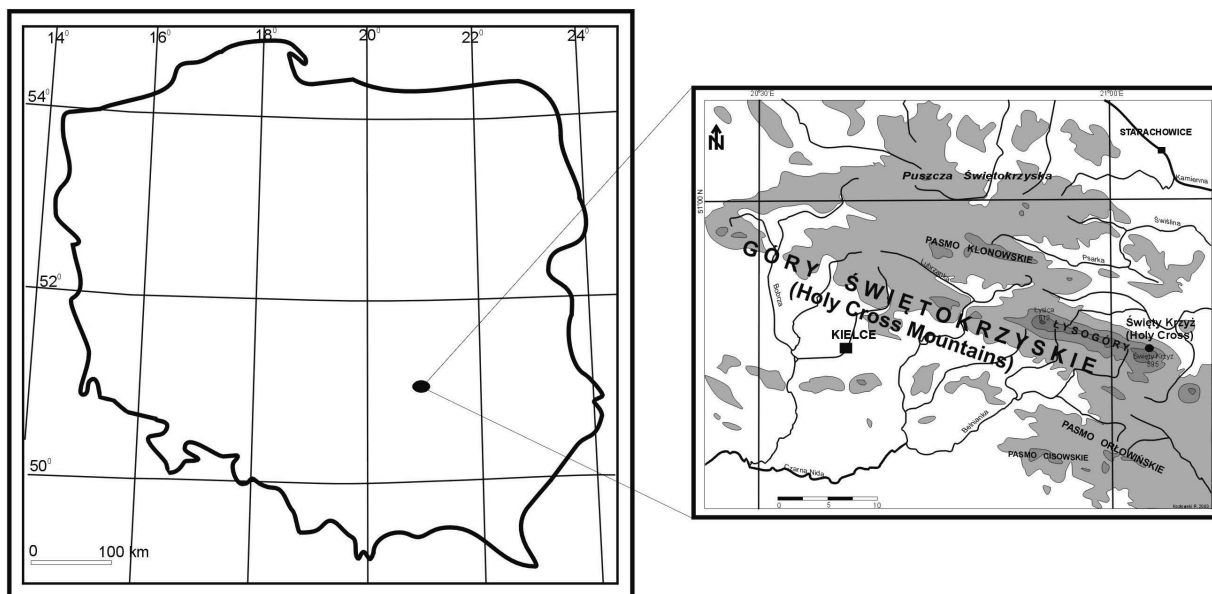
Zgodnie z zapisami zawartymi w Polskiej Normie PN-ISO 5667 próbki opadu atmosferycznego pobierać można za pomocą różnego rodzaju kolektorów. Mogą to być kolektory opadu mokrego oraz stosowane powszechnie do pomiaru opadu całkowitego deszczomierze Hellmanna lub Vaisala. Niemniej jednak należy pamiętać, że aby uzyskać szczegółowe dane dotyczące jakości opadu atmosferycznego (skład chemiczny i właściwości fizyczno-chemiczne), wskazane jest stosowanie automatycznego kolektora opadu mokrego. Urządzenia te stosuje się w Stacji Bazowej Święty Krzyż, funkcjonującej w ramach Zintegrowanego Mo-

onitoringu Środowiska Przyrodniczego, będącego podsystemem Państwowego Monitoringu Środowiska.

Celem niniejszej pracy jest analiza wysokości, właściwości fizyczno-chemicznych oraz składu chemicznego opadu całkowitego i mokrego. Do badań wykorzystano dane z dwóch lat kalendarzowych 2008 i 2009.

## 2. Obszar i metody badań

Badania prowadzono na terenie Stacji Monitoringu Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, położonej w Górach Świętokrzyskich na wysokości 595 m n.p.m. (ryc. 1).



Ryc. 1. Lokalizacja Stacji Monitoringu  
 Fig. 1. Localization of Monitoring Station

Wody opadu atmosferycznego – całkowitego (mokry + suchy) mierzono na wysokości 30 m, tj. 4 m ponad koronami drzew. Do tego celu stosowano zgodnie z zaleceniami programu pomiarowego ZMŚP deszczomierz Hellmana oraz deszczomierz firmy Vaisala. Opad mokry mierzono za pomocą kolektora opadu mokrego. Pomiary dokonywano w cyklu tygodniowym. Bezpośrednio w terenie mierzono właściwości fizyczno-chemiczne (pH, przewodność elektryczną właściwą) oraz wysokość opadu. Do pomiaru właściwości fizyczno-chemicznych wykorzystywano czujnik U-10 firmy Horiba, kalibrowany każdorazowo przed serią pomiarów.

Do badań laboratoryjnych pobierano próbę wody do pojemnika polietylenowego o pojemności 1 l firmy Brand. Próbkę tę natychmiast przewożono do laboratorium, gdzie przechowywano w temperaturze 4°C. Z próbek tygodniowych wykonywano próbę miesięczną, w której oznaczano skład chemiczny. Badania składu chemicznego wykonywano w laboratorium Instytutu Ochrony Środowiska w Warszawie wykorzystując chromatograf jonowy Dionex.

Do pomiaru wielkości depozycji mokrej wykorzystano kolektor UNS 130 E niemieckiej firmy EIGENBRODT. Urządzenie posiada powierzchnię chwytą o wymiarze 500 cm<sup>2</sup>, a jego wlot znajdował się na wysokości 2 m n.p.g. Lejek wykonany jest z chemicznie neutralnych składników (HD-PE). Kolektor wyposażony jest w sterowane termostatem ogrzewanie. Urządzenie umożliwia pobór prób w cyklach dobowych dzięki zastosowaniu programatora i 2 butli zbior-

czych o pojemności 5 litrów lub tygodniowych – z zastosowaniem butli 10-litrowej. W niniejszych badaniach wykorzystano dane tygodniowe, zgodnie z metodyką stosowaną w Zintegrowanym Monitoringu Środowiska Przyrodniczego. Pobór prób opadu mokrego możliwy jest dzięki zastosowaniu w urządzeniu czujnika opadu RS 85. Czujnik ten o kształcie piramidy zaopatrzonej jest w cztery rzędy igieł, które dają impuls do otwarcia urządzenia nie tylko w przypadku wystąpienia opadu ciekłego, ale również stałego – śniegu. Kolektor zaczyna działać w momencie wystąpienia opadu, a dokładnie jego kontaktu z ww. czujnikiem opadu, wówczas następuje otwarcie urządzenia. Jest ono aktywne do czasu, kiedy czujnik rejestruje opad na swojej powierzchni. W momencie odparowania wody urządzenie zamyka się automatycznie. Dzięki temu możliwe jest pozyskanie prób opadu mokrego, w odróżnieniu od deszczomierza Hellmana, w którym deponowany jest opad całkowity (mokry + suchy). Jak wykazały badania przeprowadzone przez Plaisance i wsp. (1998) czujnik RS 85 zapewnia wysoką wydajność poboru prób opadu oraz ogranicza dopływ do wnętrza kolektora suchej depozycji.

Dzięki analizie składu chemicznego wyliczono wskaźnik ekochemicznego stanu analizowanych wód, tj. pojemność zobojętniania kwasów ANCaq (μEq·dm<sup>-3</sup>) według wzoru (Lorz, 1999):

$$\begin{aligned} \text{ANCaq } (\mu\text{Eq}\cdot\text{l}^{-1}) &= \\ &= 2\text{Ca}^{2+} + 2\text{Mg}^{2+} + \text{Na}^{+} + \text{K}^{+} - 2\text{SO}_4^{2-} - \text{NO}_3^{-} - \text{Cl}^{-} \end{aligned}$$

### 3. Analiza i dyskusja wyników

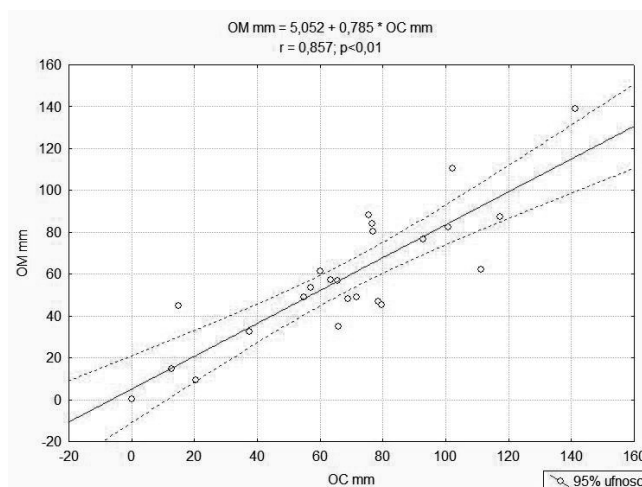
#### 3.1. Wysokość opadu

W trakcie okresu przyjętego do analizy suma opadu zebrana w deszczomierzu Hellmana była wyższa niż w kolektorze opadu mokrego i wyniosła odpowiednio 1647,0 mm i 1418,4 mm. Dysproporcje między sumami analizowanych rodzajów opadów obserwowano również m.in. w Wielkiej Brytanii (Stedman i in., 1990), Szwecji (Lövbld i in., 2000) oraz Belgii (Staelens i in., 2005). Jak wynika z badań przeprowadzonych przez Stedmana i wsp. (1990) sumy opadu mokrego stanowiły od 71 do 92% opadu całkowitego. Z kolei Lövbld i in. (2000) na podstawie badań przeprowadzonych w Szwecji stwierdzili różnice między analizowanymi typami opadu na poziomie 10%. W przypadku badań prowadzonych w Górach Świętokrzyskich opad mokry stanowił 86% opadu zmierzonego za pomocą deszczomierza Hellmana. Stwierdzone różnice wynikać mogą m.in. z czułości sensora dającego impuls do otwarcia kolektora, czasu ruchu pokrywy i związanych z tym oporów aerodynamicznych (Staelens i in., 2005) oraz ewentualnych przerw w zasilaniu kolektora (Dęgórska, 2003).

Przeprowadzona analiza statystyczna między rodzajami opadu wykazała istotnie statystyczną ( $p < 0,01$ ) zależność na poziomie  $r = 0,857$ , co wskazuje na korelację bardzo wysoką (ryc. 2).

#### 3.2. Właściwości fizyczno-chemiczne i skład chemiczny

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów wartości pH należy stwierdzić, że wody opadu całkowitego



Ryc. 2. Przebieg zależności między wysokością opadu mokrego i całkowitego

Fig. 2. Correlation between the volume of wet and total precipitation

w okresie badawczym charakteryzowały się niższymi wartościami w porównaniu do opadu mokrego (tab. 1). Według klasyfikacji Jansena i in. (1988) opady w 2008 roku zaliczone zostały do wód o odczynie lekko obniżonym wobec normalnego dla wód opadu mokrego. W roku 2009 oba typy zaliczono do wód o odczynie normalnym.

W trakcie okresu badawczego zebrano 95 prób opadu mokrego oraz 88 prób opadu całkowitego. Przeprowadzona analiza wykazała, że w obu rodzajach opadu największy udział miały opady o pH w zakresie od 5,1–6,1, określane według klasyfikacji Jansena i in. (1988) jako normalne (ryc. 3). Przeprowadzona analiza wykazała wyraźne zróżnicowanie wód opadu mokrego i całkowitego pod względem rozkładu wartości pH. W opadzie mokrym próby o pH powyżej 6,1 stanowiły

Tab. 1. Zestawienie wyników opadu mokrego i całkowitego w latach 2008 i 2009

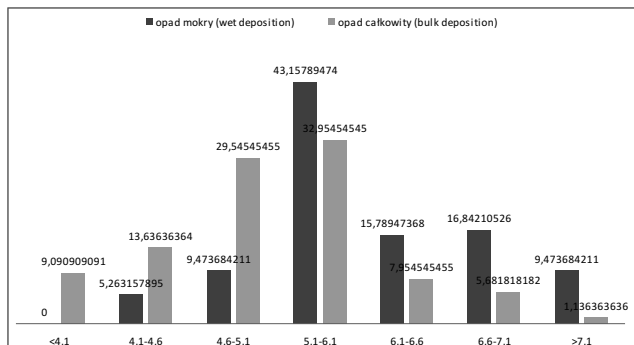
Tab. 1. List of quantitative results for wet and total precipitation in the years 2008 and 2009

Rok Year	Rodzaj Type	pH	SEC [mS•m <sup>-1</sup> ] Conductivity	Wyso- kość opadu [mm] Preci- pitation	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
					μEq•l <sup>-1</sup>							
2008	OC	4,84	3,39	844,4	51,7	76,3	28,1	40,9	107,4	24,7	22,3	5,0
	OM	5,71	1,94	635,9	21,3	52,4	43,8	5,3	43,6	14,2	22,1	4,0
2009	OC	5,24	3,31	802,6	41,7	122,7	42,1	12,4	121,3	59,3	46,4	9,2
	OM	5,87	1,98	778,9	23,9	53,9	40,8	3,4	55,9	19,4	26,9	6,2

OC – ładunek opadu całkowitego, *bulk precipitation*

OM – ładunek opadu mokrego, *wet precipitation*

ponad 44%, podczas gdy w opadzie całkowitym jedynie 14,8%. Z kolei opady o pH poniżej 5,1 w opadzie całkowitym stanowiły ponad 52%, a w opadzie mokrym jedynie 14,8%. Należy zaznaczyć, że nie zanotowano opadu mokrego o pH poniżej 4,1.



Ryc. 3. Procentowy udział opadów mokrych i całkowitych w latach 2008–2009 w określonych klasach pH według klasyfikacji Jansena i in. (1988)

Fig. 3. Percentage share of wet and total precipitation in the years 2008–2009 in specified pH classes according to the classification of Jansen et al. (1988)

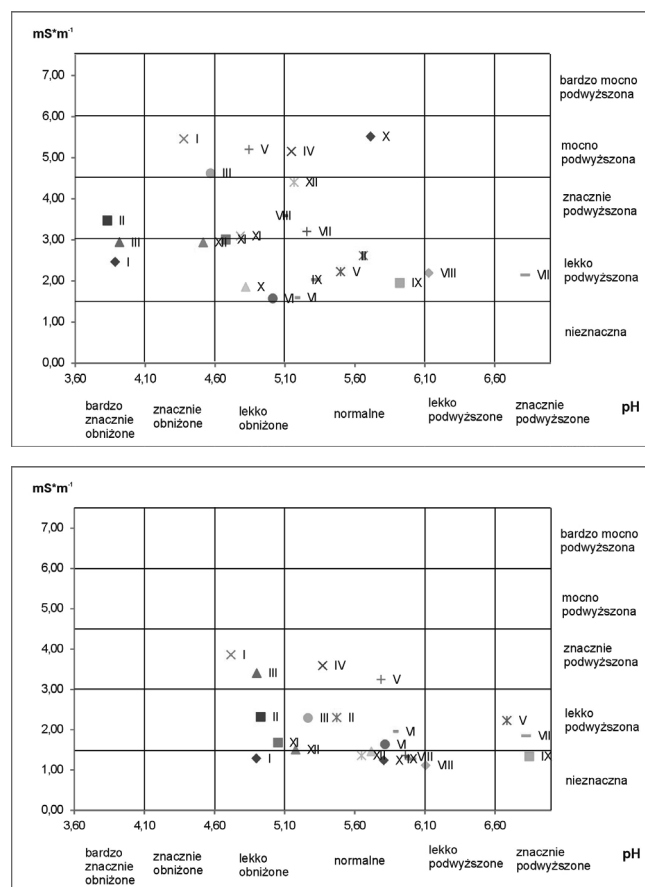
Wyraźna dysproporcja zaznacza się w przypadku analizy przewodności elektrolitycznej. Wody opadu mokrego w obu analizowanych latach zaliczyć można do opadów klasy przewodności lekko podwyższonej, a wody opadu całkowitego do klasy znacznie podwyższonej. Fakt ten wynika ze znacznego udziału depozycji suchej, zwłaszcza substancji zakwaszających na analizowanym obszarze. Wyższe wartości przewodności elektrolitycznej w opadzie całkowitym w porównaniu do opadu mokrego stwierdzili również m.in. w Wielkiej Brytanii Stedman i in. (1990) oraz w Tajlandii Chantara i Chunsuk (2008). Badania Kozłowskiego i in. (2011) wykazały, że znaczący udział w wielkości emisji  $SO_2$  na analizowanym obszarze mają odległe ośrodki miejsko-przemysłowe położone w Polsce oraz Czechach. Wymieszenie Gór Świętokrzyskich ponad otaczające tereny powoduje ich ekspozycję na depozycję zanieczyszczeń zarówno pochodzenia lokalnego, jak i zdalnego z dominujących kierunków wiatrów S, SW i W. Przeprowadzona analiza zależności wielkości stężenia  $S-SO_2$  i kierunku napływu mas powietrza wykazała, że wzrost stężeń obserwowany jest w sytuacjach, kiedy nad obszar Gór Świętokrzyskich napływają masy powietrza z kierunku SW. Wskazują na to analizy wykreślonych trajektorii wstecznych za pomocą modelu HYSPLIT.

W trakcie analizy pH stwierdzono sezonową jej zmienność. Najniższe wartości pH notowano w miesią-

cach zimowych (I–III), kiedy wody charakteryzowały się odczynem kwaśnym (ryc. 4). Dotyczy to zarówno wód opadu mokrego, jak i całkowitego. Według klasyfikacji Jansena i in. (1988) opad mokry w tym okresie zaliczyć można do lekko obniżonego, natomiast opad całkowity do znacznie i bardzo znacznie obniżonego. Najniższe wartości wyniosły odpowiednio, opad mokry pH 4,72, opad całkowity pH 3,83. Fakt ten wyraźnie wskazuje na wpływ kwaśnej suchej depozycji związanej m.in. z trwającym sezonem grzewczym.

Analiza składu chemicznego wykazała wyższe wartości stężeń większości analizowanych jonów w wodach opadu całkowitego (ryc. 5). Największe dysproporcje stwierdzono dla jonów wodoru, wapnia oraz siarczanów.

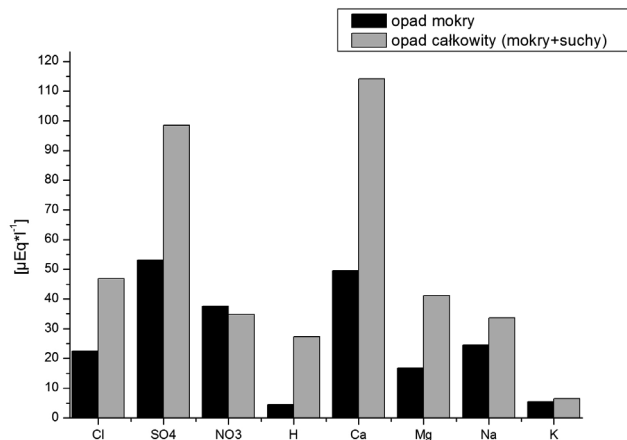
Analiza wielkości depozycji wykazała, że w analizowanym okresie z opadem całkowitym średnio dotarło  $16,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  jonów wapnia,  $12,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  chlorków oraz  $12 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  jonów siarczanowych. W przypadku depozycji mokrej uzyskane wartości były wielokrotnie



Ryc. 4. Klasyfikacja opadu całkowitego i mokrego w latach 2008–2009 pod względem pH i przewodności elektrolitycznej według Jansena i in. (1987)

Fig. 4. Classification of total and wet precipitation in the years 2008–2009 in terms of pH and electrolytic conductivity according to Jansen et al. (1987)

niższe i wyniosły  $6,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  jonów wapnia,  $5,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  jonów siarczanowych oraz  $5,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  chlorków (ryc. 4).



Ryc. 5. Średnie koncentracje wybranych składników w wodach opadu całkowitego i mokrego

Fig. 5. Average concentrations of selected components in total and wet precipitation waters

Wyliczone wskaźniki wzbogacenia ( $WW = OC/OM$ , gdzie – OC ładunek opadu całkowitego, OM – ładunek opadu mokrego) wskazują, że największe różnice, a co za tym idzie – największy udział depozycji suchej, są charakterystyczne dla jonów manganu (9,5), wodoru (8,5) oraz glinu (4,0). W przypadku tych jonów krotności ładunku deponowanego z opadem całkowitym były największe w porównaniu do opadu mokrego.

W przypadku pozostałych jonów wskaźniki wzbogacenia kształtowały się odpowiednio: 1,24 dla jonów potasu, 1,57 dla jonów sodu, 2,14 dla siarczanów, 2,30 dla chlorków, 2,54 dla wapnia oraz 2,94 dla jonów magnezu. Akkoyunlu i Tayanç (2003) podają, że źródłem jonów wapnia i potasu może być m.in. zjawisko erozji gleb. Niemniej w przypadku Gór Świętokrzyskich należy uwzględnić funkcjonujący na terenie tzw. Białego Zagłębia przemysł wydobywczo-przetwórczy surowców skalnych, który jest znaczącym źródłem emisji jonów wapnia oraz magnezu.

Przeprowadzona analiza statystyczna za pomocą testu rang Spearmana wykazała, że między ładunkiem wybranych jonów notowanym w opadzie całkowitym i mokrym występuje istotnie statystyczna koreacja (tab. 2). Najwyższą wartość zanotowano dla ładunku jonów wodoru oraz sodu.

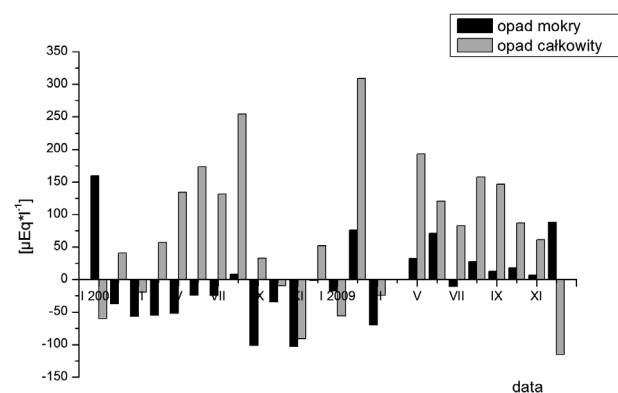
Analiza wskaźnika ekochemicznego, jakim jest ANCaq, wykazała, że w analizowanym okresie średnia wartość dla opadu mokrego wyniosła  $-4,0 \mu\text{Eq}\cdot\text{l}^{-1}$  wobec  $72,0 \mu\text{Eq}\cdot\text{l}^{-1}$  dla opadu całkowitego. Fakt ten

wskazuje, że w analizowanych opadach (całkowitych) istotnym źródłem kwaśnej depozycji, poza jonami siarczanowymi i towarzyszącymi im jonami wodoru, są jony glinu. Wiadomo bowiem, że w naturalnie kwaśnych wodach dominują kwasy organiczne, a w zakwaszonych przez czynniki antropogeniczne – siarczany oraz jony gliny (Kowalkowski, 2002), co stwierdzili w swoich badaniach centralnej części Gór Świętokrzyskich Józwiak i Kozłowski (2008). Jak podaje Chernogaeva (1994), wysoka zawartość siarczanów antropogenicznej genezy jednak nie zawsze jest równoznaczna z ujemnymi wartościami wskaźnika ANCaq i jednoczesnym zakwaszeniem roztworu. Tę sytuację stwierdzono w Górach Świętokrzyskich, gdzie przy kwaśnych wodach opadowych o pH oscylującym w okolicach 5,0 (z minimum pH 3,83 i maksimum pH 6,82) notuje się dodatnie wartości wskaźnika ANCaq (z maksimum  $309,1 \mu\text{Eq}\cdot\text{l}^{-1}$ ) (ryc. 6).

Tab. 2. Wyniki testowania statystycznego opadu mokrego (OM) i całkowitego (OC) z wykorzystaniem testu r-Spearmana ( $p < 0,05$ )

Tab. 2. Results of statistical testing of wet (OM) and total precipitation (OC) with the use of r-Spearman test ( $p < 0.05$ )

Lp.	Jon	R
OC/OM	H <sup>+</sup>	0,784
OC/OM	Na <sup>+</sup>	0,650
OC/OM	Mg <sup>2+</sup>	0,618
OC/OM	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,551
OC/OM	Ca <sup>2+</sup>	0,522
OC/OM	K <sup>+</sup>	0,451



Ryc. 6. Miesięczna zmienność wskaźnika ANCaq w wodach opadu mokrego i całkowitego

Fig. 6. Monthly changes to ANCaq indicator of wet and total precipitation waters

Utrzymujące się przez większą część okresu badawczego dodatnie wartości wskaźnika ANCaq w opadzie całkowitym wskazują na znaczący udział kationów zasadowych pochodzących z funkcjonującego, jak już wcześniej wspomniano, na terenie tzw. Białego Zagłębia przemysłu cementowo-wapienniczego. Depozycja cząstek pyłu zachodząca na drodze suchej powoduje, że w wodach opadu całkowitego, poza miesiącami zimowymi, dominują pozytywne wartości wskaźnika ANCaq.

#### 4. Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzona analiza wykazała znaczące różnice zarówno we właściwościach fizyczno-chemicznych, jak i składzie chemicznym wód opadu całkowitego i mokrego. Wody opadu całkowitego odznaczają się większą kwasowością, co wynika ze znaczącej wielkości depozycji suchej związków zakwaszających (jony glinu, jony siarczanowe oraz towarzyszące im jony wodoru). Stwierdzono również, że istotny wpływ na skład chemiczny wód opadu całkowitego wywiera funkcjonujący na terenie tzw. Białego Zagłębia przemysł wydobywczo-przetwórczy surowców skalnych. Uwidacznia się on w wartościach wskaźnika ANCaq, które w przeważającej części okresu badawczego przyjmowały wartości dodatnie. Wskazuje to, że na stan jakości środowiska w centralnej części Gór Świętokrzyskich znaczący wpływ poza imisją zdalną mają również lokalne źródła. Stwierdzono, że depozycja całkowita dla analizowanych jonów była wyższa od depozycji mokrej o 89%, co jest wartością większą od zanotowanej przez Granuta i wsp. (1996), który stwierdził 30-procentowy wzrost. W składzie chemicznym analizowanych typów opadów wśród anionów dominowały siarczany, a wśród kationów – jony wapnia. Wyniki takie uzyskała również Degórska (2003) na podstawie 6-miesięcznych badań w Puszczy Boreckiej.

Podsumowując, należy stwierdzić, że zastosowanie automatycznego kolektora opadu mokrego jest dobrą metodą do zbadania różnic między analizowanymi typami opadów (Plaisence i in., 1998; Staelnes i in., 2005; Dämmgen i in., 2005) oraz określenia wielkości depozycji suchej. Niemniej należy zwrócić szczególną uwagę na ciągłość dostawy energii elektrycznej z uwagi na mogące pojawić się problemy z otwarciem lub zamknięciem pokrywy kolektora.

#### 5. Literatura

- Akkoyunlu B.O., Tayanç M., 2003:** *Analysis of wet and bulk deposition in four different regions of Istanbul, Turkey.* Atmospheric Environment 37, 3571–3579.
- Chantara S., Chunsuk N., 2008:** *Comparison of wet-only and bulk deposition at Chiang Mai (Thailand) based on rainwater chemical composition.* Atmospheric Environment 42: 5511–5518.
- Chernogaeva G.M., 1994:** *Impact of atmospheric precipitation on the sulphate concentration in surface waters of the Eastern European Plain.* IAHS-Public., 219: 311–316.
- Dämmgen U., Erisman J.W., Cape J.N., Grünhage L., Fowler D., 2005:** *Practical considerations for addressing uncertainties in monitoring bulk deposition.* Environmental Pollution 134: 535–548.
- Degórska A., 2003:** *Porównanie chemizmu opadu mokrego i całkowitego.* W: W. Bochenek, E. Gil (red.). *Funkcjonowanie i monitoring geosystemów Polski ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk ekstremalnych*, BMŚ, Warszawa: 71–75
- Granut L., Suksomsankh K., Simachaya S., Tabucanon M., Rodhe H., 1996:** *Regional background acidity and chemical composition of precipitation in Thailand.* Atmospheric Environment 30: 1589–1596.
- Jansen W., Block A., Knaack J., 1998:** *Acid rain. History, generation, results.* Aura, 4: 18–19.
- Józwiak M., Kozłowski R., 2008:** *Deposition of selected metals in the Świętokrzyskie Mountains and their influence on changes of soil pH.* Ecological Chemistry and Engineering A, Vol. 15, nr 11: 1239–1256.
- Kowalkowski A., 2002:** *Wskaźniki ekochemicznego stanu gleb leśnych zagrożonych przez zakwaszenie.* Regionalny Monitoring Środowiska Przyrodniczego, 3: 31–44.
- Kozłowski R., Józwiak M., Józwiak M.A., Rabajczyk A., 2011:** *Chemism of Atmospheric Precipitation as a Consequence of Air Pollution: the Case of Poland's Holy Cross Mountains.* Pol. J. Environ. Stud., Vol. 20, No. 4: 919–924.
- Lorz C., 1999:** *Gewässerversauerung und Bodenstatus im Westerzgebirge.* UFZ-Bericht, Leipzig, 14: 1–154.
- Lötblad G., Persson C., Roos E., 2000:** *Deposition of base cations in Sweden. Report 5119.* Swedish Environmental Protection Agency, Trelleborg: 1–59.
- Plaisance H., Sauvage S., Coddeville P., Guillermo R., 1998:** *Comparison of precipitation sensors*

*used on the wet-only collectors. Environmental Monitoring and Assessment* 51: 657–671.

**Staelens J., De Schrijver A., Van Avermaet P., Genouw G., Verhoest N., 1995:** *A comparison of bulk and wet-only deposition at two adjacent sites in Melle (Belgium).* *Atmospheric Environment* 39: 7–15.

**Stedman J.R., Heyes C.J., Irwin J.G., 1990:** *A comparison of bulk and wet-only precipitation collectors at rural sites in the United Kingdom.* *Water, Air, and Soil Pollution* 52: 377–395.

#### A QUANTITATIVE COMPARISON OF WET AND TOTAL DEPOSITION IN THE CENTRAL PART OF THE ŚWIĘTOKRZYSKIE MOUNTAINS

##### *Summary*

The physico-chemical properties as well as the chemism of atmospheric precipitation affected by the pollution of atmospheric air are among the major elements which influence present-day degradation of the natural environment. It is a fact that water, apart from acting as a partner for physical reactions, is also a carrier of anthropogenic transformation of the natural environment. The present study offers a quantitative analysis of results of wet and total deposition in the years 2008-2009. To this end, the Eigenbrodt UNS 130 E automatic collector of wet precipitation and the Hellmann rain gauge have been used. The conducted analysis has shown significant discrepancies both in the physico-chemical properties and the chemical composition of wet and total precipitation waters.