

Monika SPOREK¹ i Kazimierz SPOREK¹

MONITORING ODCZYNU ŚNIEGU W AGLOMERACJI MIEJSKIEJ OPOŁA

MONITORING OF THE REACTION OF SNOW IN THE URBAN AREA OF OPOLE

Streszczenie: Badanie świeżej pokrywy śnieżnej (ponowy) przeprowadzono na obszarach miejskich Opola. Punktem odniesienia w wyznaczeniu miejsc pobrania próbek śniegu był obliczeniowy środek emitorów Cementowni Odra, położonej przy ul. Budowlanych. Wyznaczono 80 stanowisk na ośmiu osiach róży wiatrów. Na podstawie pomiarów odczynu i konduktywności wyznaczono obszary wpływu cementowni z podziałem na trzy strefy: silnego, średniego i słabego oddziaływania. Ponieważ mierzono świeży opad śniegu, poddany zaledwie kilkugodzinnej ekspozycji na miejskie źródła zanieczyszczeń, należy przyjąć, że uzyskane wyniki pomiarów dostarczają informacji o krótkookresowych (średniodobowych) zanieczyszczeniach miasta. Monitoring pokrywy śnieżnej wraz z monitoringiem opadu deszczu oraz monitoringiem biologicznym zapewnia ciągłość obserwacji deponowanych zanieczyszczeń z powietrza atmosferycznego na terenach miejskich przez cały rok, a także dostarcza informacji o stopniu zagrożenia imisjami.

Słowa kluczowe: monitoring, śnieg, odczyn, miasto, Opole

Zanieczyszczenia powietrza mają wpływ na skład chemiczny opadów atmosferycznych zarówno tych, które występują w postaci ciekłej, jak i stałej. Problem ten dotyczy więc także pokrywy śnieżnej. Skład chemiczny pokrywy śnieżnej zmienia się w zależności od czasu jej zalegania oraz panujących w tym okresie warunków meteorologicznych.

Do specyficznych skażeń środowiska należą zanieczyszczenia powietrza, powstałe w wyniku działalności przemysłu materiałów budowlanych. Cementownie i zakłady wapiennicze są źródłem głównie zanieczyszczeń pyłowych, takich jak: pyły margli, wapieni, cementu, węgla, skaleni itp., które zawierają mieszaninę minerałów krzemianowych, wapniowych i glinowych [1]. Ponadto podczas procesów termicznych zachodzących w piecach obrotowych przy produkcji cementu następuje emisja do atmosfery CO₂ i SO₂, a przy produkcji wapienia wydzielają się duże ilości CaO i CO₂ [2].

Na terenach znajdujących się pod silnym wpływem przemysłu na odczyn opadów silniej oddziałują zasadowe pyły niż gazy. Większy wpływ gazów niż pyłów na pH opadów daje się zauważyć dopiero w dużej odległości od silnych źródeł emisji [3]. Z porównania zawartości składników w opadach atmosferycznych na terenach położonych stosunkowo daleko od emitora i położonych w aglomeracjach miejsko-przemysłowych wynika, że w tych ostatnich występuje większa zawartość metali ciężkich (Fe, Zn, Al, Ca i inne), a więc zanieczyszczeń znajdujących się w pyłach. Natomiast na obszarach znajdujących się w dużej odległości od źródeł emisji odnotowano większe stężenie: siarczanów, azotanów i chlorków [1]. Wielu autorów [4, 5] uważa, że w warunkach zwiększonego zapylenia atmosfery spadek odczynu jest na ogół nieznaczny, gdyż w pyłach znajdują się związki o właściwościach alkalicznych, w tym również metali alkalicznych (Na, K) i ziem alkalicznych (Ca, Mg), które skutecznie neutralizują kwasy. Dlatego też w okęgach przemysłowych, gdzie w powietrzu licznie występują cząstki popiołów lotnych, opady

¹ Zakład Ekologii i Ochrony Przyrody, Uniwersytet Opolski, ul. kard. B. Kominka 4, 45-035 Opole, tel. 077 401 60 40, email: mebis@uni.opole.pl, ksporek@uni.opole.pl

mogą być obojętne lub nawet zasadowe. Tam, gdzie występują cementownie lub wapienniki, opady mogą mieć pH powyżej 7,0.

W przeprowadzonych badaniach podjęto próbę odpowiedzi na pytanie, w jakim stopniu przemysłowe zanieczyszczenia atmosfery kształtują skład chemiczny pokrywy śnieżnej i jak skład ten zmienia się w zależności od warunków meteorologicznych.

Celem niniejszego opracowania było stwierdzenie przydatności świeżej pokrywy śnieżnej do monitoringu techniczno-biologicznego w aglomeracjach miejskich.

Metody badań

Stałe punkty pobierania próbek śniegu naniesiono na mapie z przypisaniem identyfikatora (kodu). Punktem odniesienia w wyznaczeniu miejsc pobierania próbek śniegu był obliczeniowy środek (punkt zerowy dla wszystkich osi) dla źródeł emisji Cementowni Odra, położonej przy ul. Budowlanych. Wyznaczono 80 stanowisk na ośmiu osiach róży wiatrów, a zatem na każdej osi znajdowało się 10 stałych punktów pobierania próbek. Przyjęto stałą odległość 200 m wyznaczoną koncentrycznie dla przyjętych kierunków róży wiatrów. Ten sposób postępowania umożliwił zastosowanie analizy regresji i korelacji do wyznaczenia stref zagrożenia wywołanych imisjami zanieczyszczeń w pierwszej kolejności pyłowych. Próbki śniegu z poszczególnych stanowisk pobierano metodą kopertową, mianowicie wyznaczano kwadrat o boku 10 m, na rogach którego i w miejscu przecięcia przekątnych pobierano ujednoczoną jedną średnią próbkę z pięciu punktów. Tak pobraną próbkę z przypisanym kodem stanowiska umieszczano w woreczku foliowym, a następnie w warunkach laboratoryjnych po stopieniu i doprowadzeniu wody do temperatury pokojowej poddawano dalszej analizie. Jednym z analizowanych parametrów był odczyn wody. W okresie badawczym pobrano 405 próbek świeżego śniegu z pięciu niezależnych opadów atmosferycznych, a mianowicie dwa opady w styczniu, dwa opady w lutym i jeden opad z początkiem marca. Analizą regresji i korelacji wyznaczono cztery strefy oddziaływania zanieczyszczeń na śnieg na podstawie pomierzonego odczynu pH, przyjmując następujące wartości:

- 7,0 - strefa silnego oddziaływania,
- 6,5 - strefa średniego oddziaływania,
- 5,5 - strefa słabego oddziaływania,
- 4,5 - brak dostrzegalnego oddziaływania.

Wyniki badań

Monitoring pokrywy śnieżnej wykazał spadek odczynu świeżego śniegu wraz z oddalaniem się od obliczeniowego środka cementowni. Z histogramu rozkładu odczynu śniegu odczytujemy wartości skrajne, gdzie minimalny odczyn wyniósł $\text{pH} = 4,46$, a maksymalny $\text{pH} = 7,75$. Z badań przeprowadzonych przez autorów pokrywy śnieżnej w Sudetach Zachodnich wynika, że odczyn świeżo spadłego śniegu oscylował wokół wartości $\text{pH} = 4,5$ [6]. Taka wartość odczynu uznawana jest przez wielu autorów za naturalną. W badanej aglomeracji miejskiej średni odczyn śniegu wynosi $\text{pH} = 6,17$ dla całego zbioru danych, a na poszczególnych kierunkach róży wiatrów oscyluje wokół wartości $\text{pH} = 6,5$, zatem dostrzegamy wyraźny wpływ imisji zanieczyszczeń na pokrywę śniegu. Mediana ($\text{pH} = 6,2$) informuje, iż połowa z 400 uzyskanych wyników mieści się w przedziale wartości $\text{pH} = 6,2 \div 7,75$. Promień wyraźnego oddziaływania głównego źródła

zanieczyszczeń, tj. cementowni, sięga 1,5 km (tab. 1). Obszar miejski Opola o silnym wpływie oddziaływania wynosi 132 hektary. Łącznie strefa oddziaływania obejmuje 658 hektarów (tab. 2)

Tabela 1

Zróznicowanie odczynu śniegu w zależności od położenia względem emitorów cementowni

pH	Osie róży wiatrów							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Odległości [m]							
$y_{7,0}$	702	622	555	600	668	879	634	522
$y_{6,5}$	1062	997	888	927	881	931	828	799
$y_{5,5}$	1781	1748	1553	1580	1306	1035	1215	1353
$y_{4,5}$	2500	2498	2218	2234	1731	1138	1602	1908

Tabela 2

Strefy i obszar wpływu imisji średniodobowych z aglomeracji miejskiej na odczyn pokrywy śnieżnej (styczeń-marzec)

Lp.	Odczyn śniegu (pH)	Powierzchnia [ha]	Strefa oddziaływania
1	2	3	4
1	7,0	132	Silna
2	6,5	131	Średnia
3	5,5	395	Słaba
	razem	658	

Wnioski

1. Świeży śnieg (próbka pobrana do 48 godzin) stanowi doskonałe uzupełnienie monitoringu biologiczno-technicznego w aglomeracjach miejskich, zwłaszcza w ocenie jakościowej i ilościowej imisji zanieczyszczeń alkalizujących.
2. W badanej aglomeracji miejskiej średni odczyn śniegu wynosi pH = 6,17 dla całego zbioru danych, a na poszczególnych kierunkach róży wiatrów oscyluje wokół wartości pH = 6,5, zatem dostrzegamy wyraźny wpływ imisji zanieczyszczeń na pokrywę śniegu.
3. Obszar miejski Opola o silnym wpływie oddziaływania zanieczyszczeń o charakterze alkalicznym wynosi 132 hektary. Łącznie strefa oddziaływania obejmuje 658 hektarów.

Literatura

- [1] Greszta J.: Wpływ przemysłowego zanieczyszczenia powietrza na lasy. Wyd. SGGW, Warszawa 1987.
- [2] Małecki Z.: Ochrona i zarządzanie środowiskiem. Wyd. Śląskiej Wyższej Szkoły Zarządzania, Katowice 2000.
- [3] Kasina S.: Procesy przemieszczania, transformacji oraz usuwania związków siarki z atmosfery. Zakł. Wyd. IKŚ, Warszawa 1981.
- [4] Grodziński W., Weiner J. i Maycock P.F.: Forest ecosystems in industrial regions. Ecological Studies 49. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo 1984, [w:] Malzahn E. i Rachwald H.: Analiza kwasowości opadów atmosferycznych w Puszczy Białowieskiej w latach 1986-1992. Pr. Inst. Bad. Leśn., Seria A, Warszawa 1995.
- [5] Lisowski A.: Wymywanie zanieczyszczeń z powietrza przez opady deszczu w pobliżu elektrowni węglowej. Ochr. Powiet., 1984, (5), 97-99.

- [6] Sporek K., Laskowski L. i Łopusiewicz R.: *Odczyn śniegu w Karkonoszach i Górach Izerskich jako wynik obecności zanieczyszczeń przemysłowych w atmosferze*. Sylwan, 1993, (10), 1-63.

MONITORING OF THE REACTION OF SNOW IN THE URBAN AREA OF OPOLE CITY

Summary: Monitoring of the fresh snow cover was conducted urban areas of Opole. The central reference point to determine sampling points of snow was the calculated centre of the Odra Cement Works, located at Budowlanych Str. We established 80 collection points along eight main axes at the directions of the wind rose. Based on the reaction and conductivity the areas of influence of the cement works were assigned and divided into three zones: strong, medium and weak effect. Because the fresh snow cover was collected, subjected only to several-hour exposure to urban sources of pollution, it should be assumed that the obtained values provide information on short-term (24-hour-mean) pollution of the city. Monitoring of the snow cover, combined with the monitoring of rainfall and biological monitoring provides the continuous whole-year observation of pollution deposited from the air in urban areas and provides information about the status of threats of imissions.

Keywords: monitoring, snow, reaction, urban areas, Opole city