

Janusz Kozak<sup>1</sup>, Piotr Suryło<sup>2</sup>

## OCENA PRZESTRZENNEGO ROZKŁADU DWUTLENKU AZOTU NA OBSZARZE BIELSKA-BIAŁEJ

**Streszczenie.** Praca ma na celu określenie rozkładu przestrzennego dwutlenku azotu na terenie Bielska-Białej. Badania przeprowadzono w okresie zimowym (luty 2011 r.) wykonując pomiary japońską metodą Amaya-Sugiura w modyfikacji D. Krochmala i L. Górskiego (PN-98 Z-04092/08) z pasywnym pobieraniem próbek. Uzyskane wyniki opracowano graficznie w formie rozkładów przestrzennych, wskazujących na obszary o dużym zagrożeniu wysokimi stężeniami NO<sub>2</sub> w imisji.

**Słowa kluczowe:** zanieczyszczenie atmosfery, dwutlenek azotu, zanieczyszczenia komunikacyjne.

### WPROWADZENIE I CEL PRACY

Aglomeracja Bielska-Białej będąca ważnym ośrodkiem przemysłowym i komunikacyjnym na Podbeskidziu jest dobrym przykładem problemów jakie dotyczą zanieczyszczenia powietrza w ostatnich latach. Prowadzone pomiary zanieczyszczeń powietrza przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach w ramach Śląskiego Monitoringu Powietrza w rejonie ul. Kossak-Szczuckiej z racji lokalizacji informują raczej o warunkach tłowych dla całego województwa śląskiego niż o faktycznej sytuacji arosanitarnej miasta. Wskaźnikowe zanieczyszczenia powietrza (pył zawieszony – PM10 oraz dwutlenek siarki czy dwutlenek azotu) w ostatnich latach utrzymują się na stałym poziomie a ich fluktuacja zależna jest głównie od pory roku oraz lokalnych warunków meteorologicznych [1]. Natomiast obstrukcja komunikacyjna obserwowana w całym kraju nie omija również w Bielska-Białej gdzie cały ruch tranzytowy północ-południe odbywa się głównie przez centrum miasta, mimo wybudowania w ostatnich latach dwóch obwodnic zachodniej i wschodniej. Wspomniany wcześniej monitoring w Bielsku-Białej informuje o dynamice dobowej badanych stężeń w jednym punkcie miasta, dla tego celem badań były szczegółowe pomiary w obszarze granic administracyjnych miasta rozkładu przestrzennego dwutlenku azotu jako wskaźnika zanieczyszczeń komunikacyjnych.

---

<sup>1</sup> Instytut Ochrony i Inżynierii Środowiska, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, 43-309 Bielsko-Biała, ul. Willowa 2, e-mail: kozak@ath.bielsko.pl

<sup>2</sup> Instytut Chemii i Technologii Nieorganicznej, Politechnika Krakowska, 31-155 Kraków, ul. Warszawska 24 (C-1), e-mail: pesur@indy.chemia.pk.edu.pl

## METODYKA

Do pomiarów zmienności przestrzennej dwutlenku azotu ( $\text{NO}_2$ ) wybrano japońską metodę Amaya-Sugiura w modyfikacji D. Krochmala i L. Gorskiego (PN-98 Z-04092/08) wykorzystująca pasywną ekspozycję materiału absorbującego [2, 3]. Dla zapewnienia dokładności pomiarów w każdym punkcie równocześnie eksponowane były 3 próbniki, natomiast wartość ślepej próby obliczono na podstawie dodatkowych nie eksponowanych próbników.



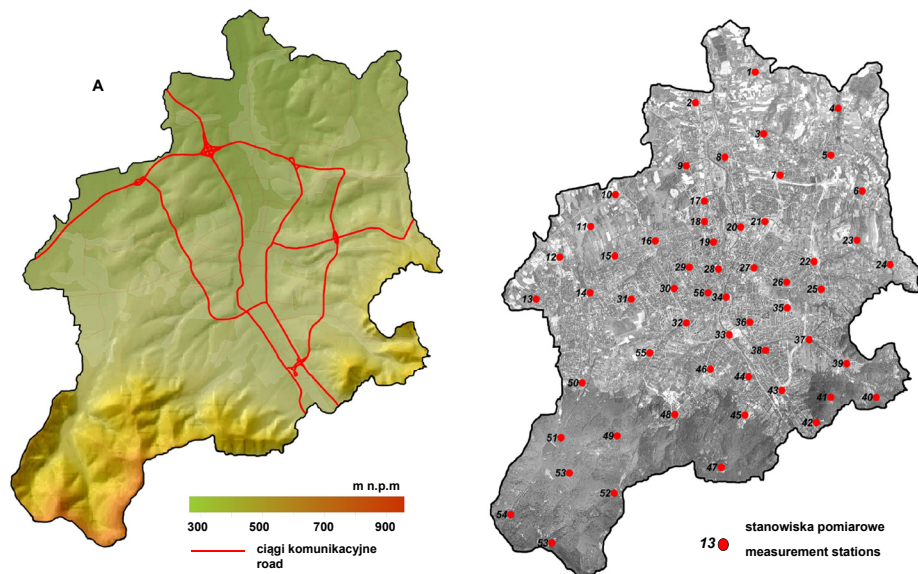
**Rys. 1.** Próbniki pasywne (PN-98 Z-04092/08)

**Fig. 1.** Passive samplers (PN-98 Z-04092/08)

Jako ostateczną wartość stężenia w danym punkcie przyjęto średnią arytmetyczną z trzech próbników, z tym że odrzucono wartości różniące się więcej niż 25% od średniej. Wszystkie oznaczenia wykonano w laboratorium Politechniki Krakowskiej. Próbniki eksponowano w terenie kierując się zasadami projektowania sieci monitoringu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska [4].

Przed instalacją próbników (rys. 1) służących do pomiarów zanieczyszczenia powietrza (ekspozycją) wybrano charakterystyczne stanowiska reprezentujące określone typy zagospodarowania przestrzennego terenu (rys. 2A). Metoda ze względu na możliwość prowadzenia pomiarów w warunkach terenowych bez potrzeby wykorzystywania zaawansowanej i drogiej aparatury pomiarowej idealnie nadaje się do analiz zmienności przestrzennej w sytuacji gdzie wystarczająca jest wartość średniej miesięcznej [5].

W ten sposób wyznaczono 56 stanowisk pomiarowych (rys. 2B), na których eksponowano próbniki w lutym 2011 r., pozyskując średnie miesięczne wartości stężeń  $\text{NO}_2$  w  $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ .

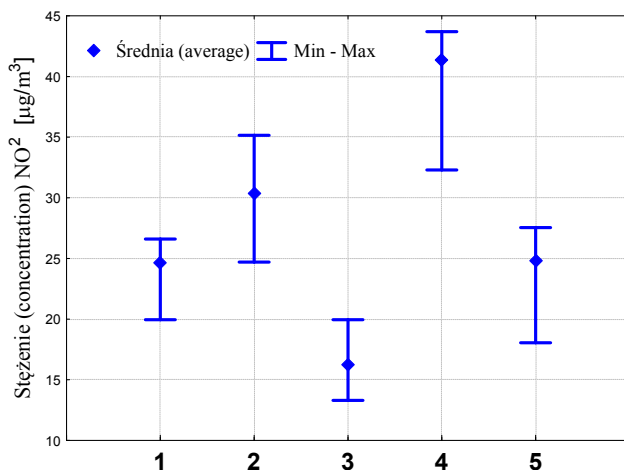


**Rys. 2.** Lokalizacja stanowisk pomiarowych (A) oraz infrastruktura miejska i warunki topograficzne (B) na obszarze Bielska-Białej  
**Fig. 2.** Location of measuring stations (A), urban infrastructure and topography (B) in the area of Bielsko-Biala

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Wybrany okres badawczy to okres zimy w którym stężenia  $\text{NO}_2$  w Bielsku-Białej osiągają najwyższe wartości, a w lutym odnotowano najwyższe wartości  $\text{NO}_2$  mierzone w ramach Śląskiego monitoringu jakości powietrza [6]. Dodatkowo w tym okresie odbywają się ferie zimowe i obserwowany jest wzmożony ruch tranzytowy przez miasto do znanych ośrodków na terenie Beskidu Śląskiego i Beskidu Żywieckiego. Ważnym aspektem wyboru okresu pomiarowego była też chęć powtórzenia pomiarów przeprowadzonych w lutym 2004 r. [6].

Podczas przeprowadzonych pomiarów stężenie  $\text{NO}_2$  (w imisji) rozkładało się odpowiednio od  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (średnio na poziomie  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Grupując wyniki zgodnie z formami użytkowania terenu, najwyższe wartości  $\text{NO}_2$  jako wskaźnika zanieczyszczeń komunikacyjnych, odnotowano w rejonie ważnych ciągów i węzłów komunikacyjnych – średnio na poziomie  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Wysokie wartości stężeń  $\text{NO}_2$  odnotowano również w centrum miasta, natomiast tereny osiedli mieszkaniowych jak i tereny leśne notują wartości prawie o połowę niższe (rys. 3). Warunki topograficzne, słabe przewietrzanie w dolinach jak i częste inwersje temperatur dodatkowo mogą wpływać na poziom stężeń  $\text{NO}_2$  na obszarze Bielska-Białej. Porównując sytuację aerosanitarną w 2011 r. związaną z



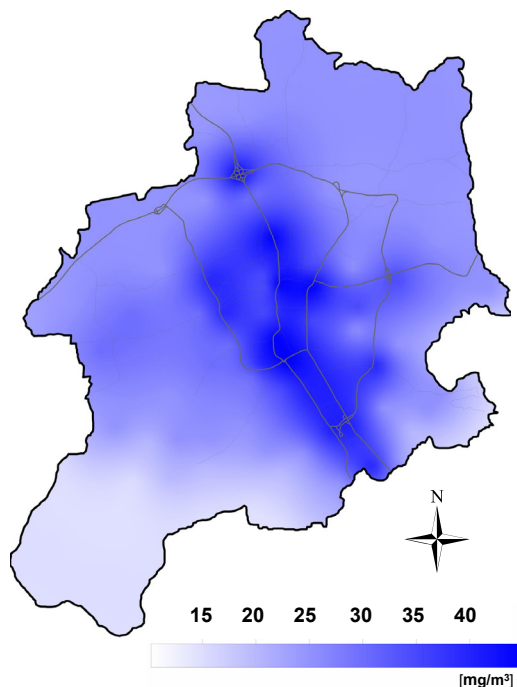
**Rys. 3.** Średnie stężenie  $\text{NO}_2$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] w lutym 2011 r. dla głównych form użytkowania terenu na obszarze Bielska-Białej: 1 – tereny mieszkaniowe, 2 – tereny centrum miasta, 3 – tereny leśne, 4 – tereny komunikacyjne, 5 – tereny pozostałe

**Fig. 3.** The average concentration of  $\text{NO}_2$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] in February 2011 for the major forms of land use in the area of Bielsko-Biala: 1 – residential areas, 2 – of the city center areas, 3 – forest areas, 4 – communication areas, 5 – other areas

obecnością podwyższonych wartości stężeń  $\text{NO}_2$  pomimo upływu ośmiu lat (średnie stężenie dla całego okresu badawczego w lutym 2004 r. wynosiło  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nie zaobserwowano istotnych zmian w poziomach stężeń [7].

W celu szczegółowej analizy zmienności stężenia  $\text{NO}_2$  dla obszaru Bielska-Białej wykorzystano metody geoprzestrzenne. Do wykonania mapy zastosowano geostatyczną interpolację przestrzenną metodą krygingu. Tak opracowana mapa dała obraz rozkładu stężeń badanego polutanta na obszarze granic administracyjnych gminy Bielsko-Biala (rys. 4).

Najwyższe stężenia  $\text{NO}_2$  osiągające wartości powyżej  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  układają się wzdłuż głównego ciągu komunikacyjnego ulic Warszawskiej, 3 Maja, Partyzantów oraz ulicy Żywieckiej, Lwowskiej i Krakowskiej. Zaobserwowano również wyższe stężenia (na poziomie  $30\text{--}35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) w rejonie powstałej „Obwodnicy Zachodniej” jednak jej lokalizacja wytyczona została rejonami miasta o dobrym przewietrzaniu i stosunkowo wysokim położeniu w stosunku do centrum miasta. Nawet przy tak dużym węźle komunikacyjnym jakim jest rondo i tunel w okolicach „Hulanki” stężenia  $\text{NO}_2$  nie osiągają takich poziomów jak w rejonie ciągu komunikacyjnego biegnącego przez centrum miasta. Dodatkowo na tak wysokie stężenie  $\text{NO}_2$  w ścisłym centrum Bielska-Białej wpływają warunki topograficzne jak i duża deniwelacja terenu pomiędzy centrum miasta a okolicznymi wzniesieniami (rys. 2A). Słabe przewietrzanie w dolinie rzeki Białej jak i częste inwersje temperatur



**Rys. 4.** Rozkład przestrzenny stężenia NO<sub>2</sub> (imisja) na terenie Bielska-Białej w lutym u 2011 r.

**Fig. 4.** The spatial distribution of NO<sub>2</sub> concentration (immission) in Bielsko-Biala in february of 2011

dotychczasowo mogą to zjawisko nasilać. Wyniki pomiarów nie uwzględniają jeszcze pomiarów po otwarciu w 2012 r. „Obwodnicy Północno-Wschodniej” miasta. Duże stężenia odnotowane w rejonie dzielnicy Straconka są prawdopodobnie powodem wzmożonego ruchu w tym rejonie podczas przebudowy węzłów komunikacyjnych w rejonie ul. Żywieckiej. Przeprowadzone badania zasługują na kontynuację ze względu na ciągłe zmiany zachodzące w zagospodarowaniu przestrzennym Bielska-Białej i mogą posłużyć w korektach planów nowych inwestycji drogowych i planowaniu przestrzennym w rejonie miasta i okolic.

## WNIOSKI

1. Najwyższe wartości stężeń NO<sub>2</sub> (40 µg/m<sup>3</sup>) w rejonie Bielska-Białej układają się wzdłuż głównych ciągów komunikacyjnych biegnących przez ścisłe centrum miasta.
2. Warunki topograficzne (częste inwersje temperatury) oraz złe przewietrzanie w centrum miasta istotnie wpływają na wysokie stężenia NO<sub>2</sub>.

3. Wyniki badań wskazują na konieczność stworzenia administracyjnie strefy ograniczonej komunikacji tranzytowej w centrum miasta, tym bardziej ze otwarto dwie duże obwodnice Bielska-Białej.
4. Bielsko-Biała jako ważny ośrodek administracyjno-komunikacyjny powinien zostać wyposażony w inne alternatywne (ekologiczne) środki komunikacji masowej do okolicznych ośrodków turystycznych i sportów zimowych.

## LITERATURA

1. Stan środowiska w województwie śląskim, 2002-2010: WIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Katowice.
2. Krochmal D., Kalina A. 1996. Zastosowanie metody z pasywnym pobieraniem próbek do pomiaru zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego przez NO<sub>2</sub> i SO<sub>2</sub> na terenie całej Polski, *Chemia i Inżynieria Ekologiczna*, 3, 325-335.
3. PN89/Z-04092/08 Oznaczanie dwutlenku azotu w powietrzu atmosferycznym (imisja) metodą spektrofotometryczną z pasywnym pobieraniem próbek.
4. Zasady projektowania elementów sieci monitoringu zanieczyszczenia atmosfery, 1991 PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
5. Śnieżek T. Degórska A., 2009. Pasywna metoda pomiaru wybranych zanieczyszczeń powietrza na potrzeby oceny jakości powietrza w Polsce, *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, 10, 19–27, Kieleckie Towarzystwo naukowe, Kielce.
6. Śląski monitoring powietrza <http://stacje.katowice.pios.gov.pl/monitoring/>
7. Kozak J. 2004. Wstępna ocena rozkładu przestrzennego dwutlenku siarki i dwutlenku azotu na obszarze Bielska-Białej i okolic. *Zeszyty Naukowe ATH – Inżynieria Włókiennicza i Ochrony Środowiska*, 14(5), 81-86.

## AN ASSESSMENT OF ASPATIAL DISTRIBUTION OF NITROGEN DIOXIDE IN BIELSKO-BIAŁA REGION

### Abstract

The aim of the work is to determine a spatial distribution of sulphate dioxide in Bielsko-Biała area. Research was carried out in february of 2011. Experiments were conducted using Amaya-Sugiura method that was modified by D. Krochmal and L. Górski (PN-98 Z-04092/08). The results obtained were graphically represented as spatial maps of regions where concentrations of NO<sub>2</sub> were high.

**Key words:** Air pollution, nitrogen dioxide, transport pollution.