

LESZEK OŚRÓDKA<sup>1</sup>, EWA KRAJNY<sup>1</sup>, KRZYSZTOF KLEJNOWSKI<sup>2</sup>, WIOLETTA ROGULA-KOZŁOWSKA<sup>2</sup>, JADWIGA BŁASZCZYK<sup>2</sup>, DAMIAN KOBUS<sup>3</sup>, AGNIESZKA WYPYCH<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Krakowie, Zakład Monitoringu i Modelowania Zanieczyszczeń Powietrza

<sup>2</sup>Institut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze, Zakład Ochrony Powietrza

<sup>3</sup>Institut Ochrony Środowiska, Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Monitoringu Zanieczyszczenia Powietrza

<sup>4</sup>Institut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

## INDEKS JAKOŚCI POWIETRZA JAKO MIARA ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA W POLSCE\*

**Streszczenie.** Celem pracy było zastosowanie dobowego wskaźnika indeksu zanieczyszczeń powietrza do diagnozy jakości powietrza w Polsce przy wykorzystaniu metod interpolacji przestrzennej. W pierwszej kolejności wyznaczono wspólny dobowy indeks jakości powietrza dla wybranych zanieczyszczeń (NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, CO, SO<sub>2</sub>) i wybranych stacji monitoringu jakości powietrza w latach 2006–2008. Wyznaczone indeksy jakości powietrza wizualizowano techniką GIS. Wyniki badań potwierdziły, że obszarami o podwyższonym ryzyku zagrożenia sanitarnego powietrza w Polsce są obszary miejskie, zwłaszcza aglomeracja krakowska i górnośląska. W chłodnej połowie roku substancją decydującą o wartości indeksu jakości powietrza jest pył zawieszony PM<sub>10</sub>, którego dominującym źródłem jest emisja powierzchniowa (niezorganizowana). W ciepłej połowie roku zaś na stan jakości powietrza wpływ ma poziom ozonu troposferycznego, który jest zanieczyszczeniem ponadregionalnym.

**Słowa kluczowe:** indeks jakości powietrza, zanieczyszczenie powietrza, interpolacja przestrzenna

---

\*Praca powstała w wyniku realizacji zadania pn. „Stan zanieczyszczeń powietrza w Polsce i jego wpływ na jakość życia – możliwości ograniczenia skutków”, wykonanego w projekcie pt. „Wpływ zmian klimatu na środowisko, gospodarkę i społeczeństwo (zmiany, skutki i sposoby ich ograniczania, wnioski dla nauki, praktyki inżynierskiej i planowania gospodarczego)” przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, nr umowy POIG.01.03.01-14-011/08-00 w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, Projekt 1, Działanie 1.3. Poddziałanie 1.3.1 i współfinansowanego przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

## Wprowadzenie

Wieloletnie obserwacje potwierdzają, że stan powietrza w Europie w ostatnim ćwierćwieczu znacząco się poprawił. Mimo to w dalszym ciągu, zwłaszcza w obszarach zurbanizowanych, obserwowane są negatywne skutki zanieczyszczenia powietrza (SPURNY 1996, DOCKERY i IN. 1996, SAMET i IN. 2000). Z punktu widzenia oddziaływania na zdrowie kluczowym problemem jest pył zawieszony (PM), w tym głównie jego frakcja respirabilna  $PM_{2,5}$ , oraz ozon troposferyczny (SPURNY 1996, HINDS 1998, MONN 2001, HEALTH... 2001). Alternatywą do wykorzystywania wartości bezwzględnych stężeń zanieczyszczeń w ocenie oddziaływania zanieczyszczenia powietrza na zdrowie ludzi jest zastosowanie dla jednego lub wielu poszczególnych zanieczyszczeń zespołu zanieczyszczeń, zwanego jego indeksem. Metoda ta, stosowana często w świecie, ma coraz większe znaczenie i w Polsce (PYTA i SZYMAŃSKA 2008). Na świecie funkcjonuje wiele indeksów dotyczących jakości powietrza. Ich tworzenie rozpoczęto wraz z utworzeniem pierwszych sieci automatycznego monitoringu jakości powietrza. Najlepiej znany i stosowany jest amerykański AQI (ang. *Air Quality Index*). W krajach Unii Europejskiej w ramach projektu CITEAIR opracowano europejski, dostosowany do obowiązującego systemu standardów jakości powietrza wskaźnik AQI, zwany wspólnym indeksem jakości powietrza CAQI (ang. *Common Air Quality Index*). Celem pracy była ocena jakości powietrza w Polsce w oparciu o CAQI dla wybranych zanieczyszczeń ( $NO_2$ ,  $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $CO$ ,  $SO_2$ ) i wybranych stacji monitoringu jakości powietrza w latach 2006-2008.

## Metodyka

Wspólny indeks jakości powietrza CAQI wyliczono jednocześnie dla  $NO_2$ ,  $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $CO$ ,  $SO_2$ <sup>1</sup>. Granice między kategoriami są związane z wartościami występującymi w Dyrektywie 2008/50/WE (2008). W tabeli 1 zawarto zakresy stężeń zanieczyszczeń odpowiadające poszczególnym klasom indeksu CAQI. Klasy 1-3 odpowiadają zadowalającej jakości powietrza, którego zanieczyszczenie nie stwarza zagrożenia zdrowia dla ludzi. Klasy 4 i 5 oznaczają powietrze złej jakości – o poziomie zanieczyszczenia stwarzającym zagrożenie zdrowotne, szczególnie dla grup wrażliwych (klasa 4) lub całej populacji (klasa 5). Do wyznaczenia indeksu dobowego (24 h) wykorzystano dane, które zostały poddane przetworzeniu, zgodnie z obowiązującymi dla indeksu CAQI zasadami:

- dla  $SO_2$ ,  $NO_2$  i  $O_3$  – uwzględniono maksymalne w ciągu doby stężenia średnie 1-godzinne, uzyskane za pomocą pomiarów automatycznych,
- dla  $CO$  – uwzględniono maksymalne w ciągu doby stężenia średnie 8-godzinne, obliczone jako średnia krocząca ze stężeń średnich 1-godzinnych, uzyskanych za pomocą pomiarów automatycznych,

---

<sup>1</sup>Kiedy wszystkie wymienione zanieczyszczenia były monitorowane na danej stacji monitoringu, CAQI obliczano na podstawie stężeń  $NO_2$ ,  $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $CO$ ,  $SO_2$ ; jeśli natomiast nie wszystkie zanieczyszczenia były monitorowane, to CAQI obliczano wyłącznie na podstawie stężeń zanieczyszczeń monitorowanych.

Tabela 1. Kategorie i przedziały indeksu CAQI  
Table 1. Categories and ranges of CAQI

Indeks CAQI	Kolor	Klasa	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>		O <sub>3</sub>	CO	SO <sub>2</sub>
			1 h	1 h	24 h	1 h	8 h średnia krocząca	1 h
			µg/m <sup>3</sup>					
0-25	zielony	1 – bardzo niski	0-50	0-25	0-12	0-60	0-5000	0-50
25-50	żółty	2 – niski	51-100	26-50	13-25	61-120	5001-7500	51-100
50-75	pomarańczowy	3 – średni	101-200	51-90	26-50	121-180	7501-10000	101-300
75-100	czerwony	4 – wysoki	201-400	91-180	51-100	181-240	10001-20000	301-500
> 100	purpurowy	5 – bardzo wysoki	> 400	> 180	> 100	> 240	> 20 000	> 500

- dla PM<sub>10</sub> – uwzględniono średnie 24-godzinne, pochodzące z pomiarów metodą manualną wagową lub obliczone ze stężeń średnich 1-godzinnych, uzyskanych za pomocą pomiarów automatycznych.

W obliczeniach indeksu jakości powietrza dla Polski wykorzystano zweryfikowane dane Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska zawarte w bazie AirBase. Dane te pochodzą z pomiarów prowadzonych przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska (WIOŚ) w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ). Część wyników pochodziła również ze stacji pomiarowych należących do innych instytucji, jak Instytut Ochrony Środowiska (IOŚ) i Instytut Geofizyki PAN (IGF PAN), włączonych do wojewódzkich systemów oceny jakości powietrza. W sumie analizę warunków jakości powietrza w Polsce przeprowadzono dla 48 stacji pomiarowych PMŚ, zlokalizowanych w 38 miejscowościach i 16 województwach, z tego:

- 24 stacje tła miejskiego,
- 15 posterunki stacje tła pozamiejskiego,
- 8 stacje komunikacyjne,
- 1 stacja była tła podmiejskiego.

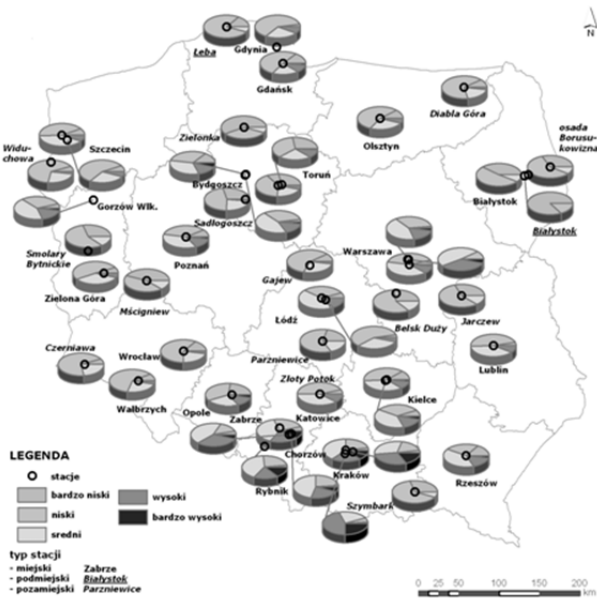
Baza danych tych wielkości stanowiła podstawę opracowania. Dodatkowo do tworzenia map oceny rozkładu przestrzennego wykorzystano dane z następujących źródeł:

- informacje o pokryciu terenu – baza danych CORINE Land Cover (CLC),
- dane dotyczące gęstości zaludnienia – baza danych GUS,
- dane meteorologiczne – baza danych IMGW (odpowiednio opracowane dane dotyczące warunków przewietrzania oparte na wskaźniku występowania ciszy i wiatru słabego  $v \leq 2$  m/s z 48 stacji rozmieszczonych na terenie Polski).

Wizualizację opracowano w środowisku ArcGIS (oprogramowanie firmy ESRI), wykorzystując dane rastrowe (format \*.img), dane wektorowe (format *shapefile*) i dane liczbowe zapisane po przetworzeniu w formacie dbf. Wykorzystano przy tym metodę odwrotnych odległości.

## Wyniki

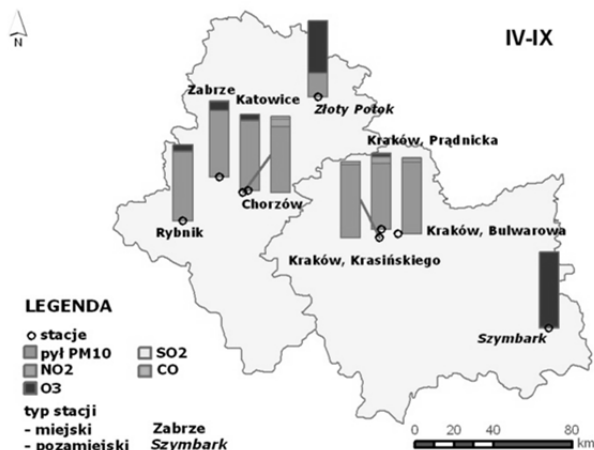
Na rysunku 1 pokazano procentowy udział każdej z występujących klas jakości powietrza. Na rysunkach 2 i 3 pokazano udział każdej z substancji decydujących o klasie indeksu jakości powietrza dla stacji monitoringu jakości powietrza w dwóch województwach o największej częstości występowania wysokiego i bardzo wysokiego indeksu jakości powietrza – śląskim i małopolskim, w latach 2006-2008, osobno dla ciepłej i chłodnej połowy roku. Rysunki 4 i 5 przedstawiają kolejno rozkład indeksu jakości powietrza CAQI na obszarze Polski oraz rozkład związanego z zanieczyszczeniem powietrza zagrożenia dla zdrowia ludzi.



Rys. 1. Częstość występowania określonych klas indeksu jakości powietrza dla stacji monitoringu jakości powietrza w Polsce w latach 2006-2008 jako wartości średniodobowe  
 Fig. 1. Frequency of certain classes of daily CAQI for air quality monitoring stations in Poland in 2006-2008 years

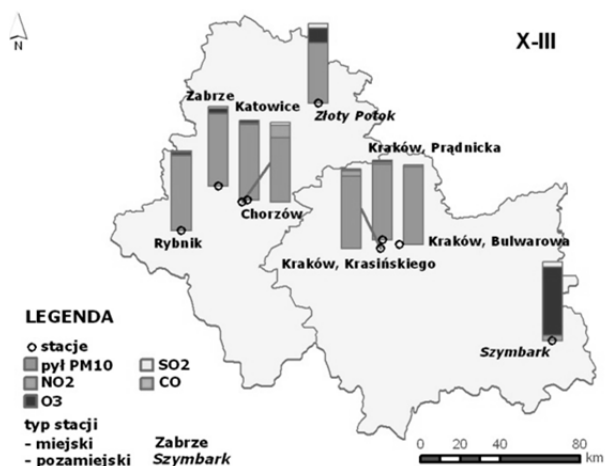
## Omówienie wyników

W obszarach tła miejskiego klasy wspólnego indeksu jakości powietrza CAQI są zróżnicowane przestrzennie, co jest spowodowane lokalnymi warunkami emisyjnymi i meteorologicznymi. CAQI 'bardzo wysoki', a więc wskazujący na duże ryzyko zagrożeń zdrowotnych, sklasyfikowano w lokalizacjach stacji tła miejskiego i komunikacyjnego (tab. 2 i 3). Jak wynika z analizy, najdłużej utrzymujące się bardzo niekorzystne warunki imisyjne, wyrażone dużą wartością CAQI, występują głównie w dużych miastach



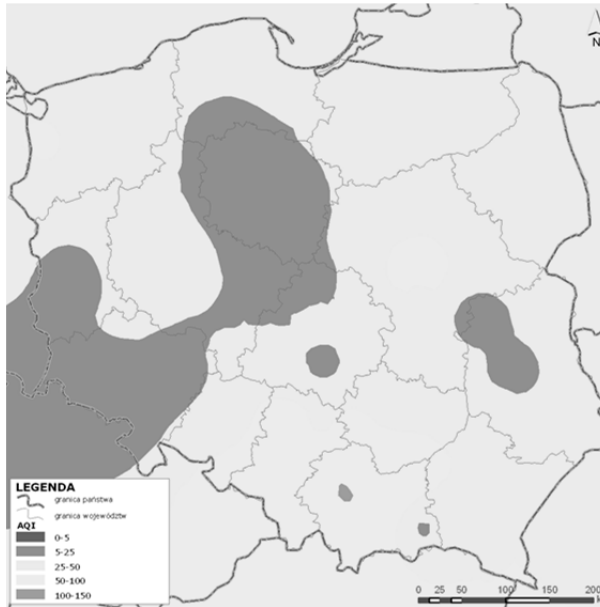
Rys. 2. Udział substancji decydujących o klasie indeksu jakości powietrza dla stacji monitoringu jakości powietrza w województwach śląskim i małopolskim w latach 2006-2008 dla ciepłej połowy roku (IV-IX)

Fig. 2. Participation of determining pollutant of CAQI for air quality monitoring stations in the Silesia and Małopolska Voivodeship in the period 2006-2008 for the warm half-year (IV-IX)



Rys. 3. Udział substancji decydujących o klasie indeksu jakości powietrza dla stacji monitoringu jakości powietrza w województwach śląskim i małopolskim w latach 2006-2008 dla chłodnej połowy roku (X-III)

Fig. 3. Participation of determining pollutant of CAQI for air quality monitoring stations in the Silesia and Małopolska Voivodeship in the period 2006-2008 for the cold half year (X-III)

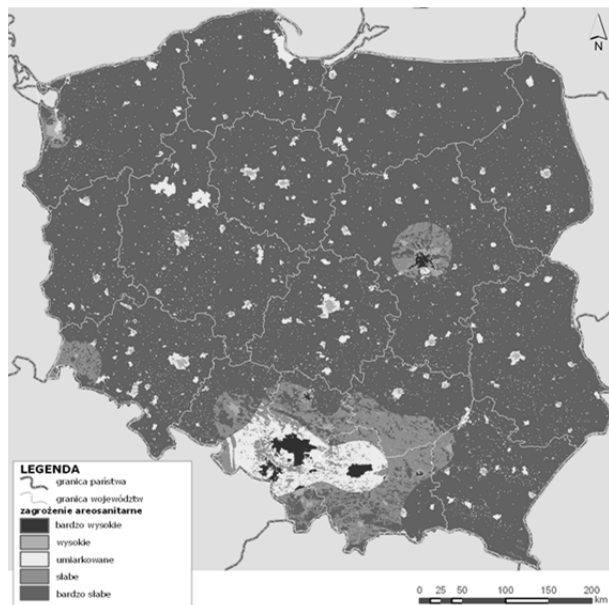


Rys. 4. Zróżnicowanie przestrzenne indeksu jakości powietrza w Polsce w latach 2006-2008 (wartość indeksu: 0-5 odpowiada klasie 1, 5-25 klasie 2, 25-50 klasie 3, 50-100 klasie 4, 100-150 klasie 5)

Fig. 4. Spatial variations of air quality index in the years 2006-2008 in Poland (index value: 0-5 corresponds to class 1, 5-25 – class 2, 25-50 – class 3, 50-100 – class 4, 100-150 – class 5)

województwa śląskiego (np. Zabrze, Rybnik, Katowice) i małopolskiego (Kraków), a w mniejszym stopniu województwa świętokrzyskiego (Kielce) czy mazowieckiego (Warszawa). W charakteryzujących się największym zagrożeniem aerosanitarnym (rys. 5) województwach śląskim i małopolskim substancją decydującą o zakwalifikowaniu CAQI do klasy 5 był pył zawieszony  $PM_{10}$  (rys. 2 i 3).

Zarówno w zimie, jak i w lecie wysokie stężenia pyłu zawieszzonego w powietrzu wpływają w dużych miastach na obniżenie klasy jakości powietrza w Polsce. Pozostaje to w zgodzie z przekraczaniem dopuszczalnych średniodobowych i rocznych norm ustalonych dla  $PM_{10}$ , zwłaszcza w sezonie zimowym (OŚRÓDKA i IN. 2006, KLEJNOWSKI i IN. 2009). W ekstremalnych wypadkach zimą w miastach obserwuje się sytuacje smogowe, jak np. w styczniu 2006 roku (OŚRÓDKA i IN. 2006, PASTUSZKA i IN. 2010). Częstość występowania takich epizodów jest związana z warunkami meteorologicznymi. Ich niekorzystne oddziaływanie obserwuje się zazwyczaj w chłodnej połowie roku, zwłaszcza w styczniu (OŚRÓDKA i IN. 2010), a szczególna uciążliwość takich sytuacji notowana jest na obszarach miejskich położonych w trudno przewietrzanych kotlinach i dobrze wykształconych dolinach rzecznych w pasie wyżyn i gór Polski południowej (rys. 5). O ile epizody występowania podwyższonych stężeń pyłu zawieszzonego występują w całej Europie (np. RODRIGUEZ i IN. 2004, MEMMESHEIMER i IN. 2004), a także na



Rys. 5. Zróżnicowanie przestrzenne obszarów zagrożenia sanitarnego powietrza w Polsce (zmienne: gęstość zaludnienia, pokrycie terenu, tło meteorologiczne)

Fig. 5. Spatial differentiation of air health hazard in Poland (variables: population density, land cover, meteorological background)

świecie (np. HOSIOKANGAS i IN. 1999), o tyle należy podkreślić, że w Polsce w miastach są one wyraźniej niż w innych rejonach (za wyjątkiem południowo-wschodniej Europy i krajów azjatyckich) związane z niską emisją komunalną i spalaniem paliw kopalnych (BEM i IN. 2003, PASTUSZKA i IN. 2003). Piątą klasę czystości powietrza, czyli 'bardzo wysoki' indeks CAQI, otrzymano również dla czterech stacji tła pozamiejskiego, to jest: Czerniawa (dolnośląskie), Grajewo (łódzkie), Złoty Potok (śląskie) i Widuchowa (zachodniopomorskie). Tu substancją decydującą o klasie indeksu jakości powietrza był ozon, a w następnej kolejności  $PM_{10}$  (rys. 2 i 3). Najlepsze warunki sanitarne powietrza panowały na stacji w Belsku (mazowieckie) – rysunek 1. Klasyfikowana jedna stacja tła podmiejskiego, zlokalizowana w Białymstoku, wykazała jedynie w 2006 roku 0,3% czasu z dużymi wartościami indeksu jakości powietrza. Stacje komunikacyjne ze względu na swoją lokalizację są reprezentatywne dla obszarów narażonych na bezpośrednie oddziaływanie emisji zanieczyszczeń powietrza z transportu kołowego: emisji pyłu i jego prekursorów, zanieczyszczeń gazowych (głównie  $CO$ ,  $NO_x$  i węglowodory) ze spalania paliw w silnikach samochodowych (KEMP 2002, MORAWSKA i ZHANG 2002), emisji gazów i pyłu towarzyszącej spalaniu i parowaniu olejów i smarów samochodowych (POSTRZEDNIK i ŻMUDKA 2007) oraz emisji pyłu i resuspensji pyłu drogowego oraz gleby związanych z ruchem samochodowym i towarzyszącymi mu procesami mechanicznymi (WAHLIN i IN. 2006). Na siedmiu z ośmiu (wyjątkiem jest stacja

Tabela 2. Procentowy udział trwania ‘bardzo wysokiego’ CAQI w ciągu całego roku w obszarach tła miejskiego w latach 2006-2008

Table 2. The percentage of duration of ‘very high’ CAQI throughout the year in the areas of urban background in 2006-2008 years

Stacja monitoringu jakości powietrza	Rok (%)		
	2006	2007	2008
Kraków (Bulwarowa)	21,2	15,2	13,2
Kraków (Prądnicka)	14,6	12,1	9,0
Rybnik (Borki)	18,4	9,0	10,9
Zabrze (Skłodowskiej-Curie)	14,5	7,4	6,3
Katowice (Kossutha)	8,5	4,9	3,3
Bydgoszcz (Warszawska)	11,0	1,2	1,1
Opole (Minorytów)	6,8	0,8	1,1
Rzeszów (Chopina)	5,2	0,8	1,6
Kielce (Jagiellońska)	5,2	2,8	1,6
Gdańsk (Leczkowa)	4,7	–	0,3
Poznań (Polanki)	3,8	1,1	0,8
Gorzów Wielkopolski (Kosynierów Gdyńskich)	3,6	0,5	3,6
Warszawa (Krucza)	4,9	2,5	0,8
Warszawa (Ursynów)	3,0	–	0,5
Szczecin (Andrzejewskiego)	1,9	–	0,3
Toruń (Dziewulskiego)	1,9	0,4	0,4
Gdynia (Porębskiego)	1,6	–	0,3
Lublin (Kraśnicka)	1,4	–	–
Zielona Góra (Krótka)	1,1	–	–
Łódź (Czernika)	–	0,5	–
Wrocław (Korzeniowskiego)	0,5	–	–
Wałbrzych (Wysockiego)	0,5	–	–

komunikacyjna w Toruniu) rozpatrywanych stacji komunikacyjnych stwierdzono występowanie bardzo dużych wartości indeksu jakości powietrza. Czas utrzymywania się 5 klasy jakości powietrza w tych punktach wahał się w granicach od 29,2% (Kraków, 2006 rok) do 0,3% (Łódź, 2008 rok) czasu całego roku.

W rejonach ciągów komunikacyjnych ze względu na lokalizację punktów pomiarowych oraz specyfikę emisji komunikacyjnej, a także w związku z sumowaniem się tła (sumy stężeń powodowanych emisją komunalną i przemysłową) i dodatkowych stężeń



Ośródką L., Krajny E., Klejnowski K., Rogula-Kozłowska W., Błaszczuk J., Kobus D., Wypych A., 2011. Indeks jakości powietrza jako miara zanieczyszczenia powietrza w Polsce. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 4, #43.

Tabela 3. Procentowy udział trwania 'bardzo wysokiego' CAQI w ciągu całego roku w obszarach tła komunikacyjnego w latach 2006-2008

Table 3. The percentage of duration of 'very high' CAQI throughout the year in the areas of traffic background in 2006-2008 years

Stacja monitoringu jakości powietrza	Rok (%)		
	2006	2007	2008
Kraków (Al. Krasińskiego)	29,2	23,4	23,2
Bydgoszcz (Plac Poznański)	4,7	0,6	0,5
Warszawa (Al. Niepodległości)	5,9	3,3	2,7
Kielce (Al. IX Wieków Kielc)	3,9	1,1	1,1
Chorzów (Trasa A4, dz. Batory)	4,9	4,7	4,1
Szczecin (Piłsudskiego)	1,1	–	0,5
Łódź (Zachodnia)	2,5	–	0,3

zanieczyszczeń wywołanych emisją komunikacyjną, substancjami decydującymi o klasie indeksu jakości powietrza były  $PM_{10}$  i tlenki azotu. Sporadycznie w kształtowaniu klasy jakości powietrza w tych stacjach dominowały dwutlenek siarki i tlenek węgla.

## Podsumowanie

Analiza uzyskanych w pracy wyników jednoznacznie wskazuje, że najwyższe udziały 'bardzo wysokich' indeksów jakości powietrza, klasyfikujących go jako klasa 5 (jakość kwalifikująca powietrze jako niezdrowe dla populacji), w Polsce odnotowuje się na obszarach miejskich. Stan taki występuje zwłaszcza w chłodnej połowie roku podczas epizodów dużych stężeń zanieczyszczeń. Przyczyną występowania dużych i bardzo dużych wartości wspólnego indeksu CAQI jest  $PM_{10}$ . Najniższa jakość powietrza występuje w aglomeracji krakowskiej i południowej części województwa śląskiego, obejmującego obszar aglomeracji górnośląskiej, podregion rybnicki i podregion bielski. Na wartość indeksu jakości powietrza oprócz dominującego tu  $PM_{10}$  wpływ ma także poziom stężenia w powietrzu dwutlenku siarki czy tlenku węgla. W ciepłej połowie roku decydujący udział w klasyfikacji indeksu jakości powietrza ma ozon i tlenki azotu, np. w okolicy Białegostoku.

Wykazano, że indeks jakości powietrza jest doskonałym wskaźnikiem syntetycznie opisującym warunki sanitarne powietrza w Polsce, a dzięki łatwemu zrozumieniu jego znaczenia dla społeczeństwa wprowadzenie go do codziennej praktyki informowania mieszkańców o stanie jakości powietrza ma także znaczenie edukacyjne.

## Literatura

- BEM H., GALLORINI M., RIZZIO E., KRZEMINSKA M., 2003. Comparative studies on the concentrations of some elements in the urban air particulate matter in Lodz City of Poland and in Milan, Italy. *Environ. Intern.* 29: 423-428.
- DOCKERY D.W., CUNNINGHAM J., DAMOKOSH A.I., NEAS L.M., SPENGLER J.D., KOUTRAKIS P., WARE J.H., RAIZENNE M., SPEIZER F.E., 1996. Health effects of acid aerosols on North American children: respiratory symptoms. *Environ. Heal. Perspect.* 104: 500-505.
- DYREKTYWA 2008/50/EC Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 maja 2008 roku w sprawie jakości powietrza i czystszeo powietrza dla Europy.
- HEALTH impact assessment of air pollution in the WHO European Region. WHO, 2001.
- HINDS W.C., 1998. Aerosol technology. Properties, behaviour, and measurement of airborne particles. Second Edition. John Wiley&Sons, Inc. New York.
- HOSIOKANGAS J., RUUSKANEN J., PEKKANEN J., 1999. Effects of soil dust episodes and mixed fuel sources on source apportionment of PM10 particles in Kuopio, Finland. *Atmos. Environ.* 33: 3821-3829.
- KEMP K., 2002. Trends and sources for heavy metals in urban atmosphere. *Nuc. Instr. Methods in Phys. Res. Section B: Beam Interact. Mat. At.* 189: 227-232.
- KLEJNOWSKI K., ROGULA-KOZŁOWSKA W., KRASA A., 2009. Structure of atmospheric aerosol in Upper Silesia (Poland) – contribution of PM2.5 to PM10 in Zabrze, Katowice and Częstochowa in 2005-2007. *Arch. Environ. Prot.* 35: 3-13.
- MEMMESHEIMER M., JAKOBS H.J., FRIESE E., MÜLLER W.J., EBEL A., FELDMANN H., 2004. Episodes of high concentrations of PM10 and PM2.5 over Europe in winter 2002/2003. Meteorological conditions and chemical composition as calculated with a complex operational short-term air-quality model. *J. Aero. Sci.* 35: 1251-1262.
- MONN C., 2001. Exposure assessment of air pollutants: a review on spatial heterogeneity and indoor/outdoor/personal exposure to suspended particulate matter, nitrogen, dioxide and ozone. *Atmos. Environ.* 35: 1-32.
- MORAWSKA L., ZHANG J., 2002. Combustion sources of particles. Health relevance and source signatures. *Chemosphere* 49: 1045-1058.
- OŚRÓDKA L., KRAJNY E., WOJTYŁAK M., 2006. Analiza epizodów smogowych w sezonie zimowym na Górnym Śląsku. W: *Ochrona powietrza w teorii i praktyce, Tom II, IPIŚ PAN, Zabrze: 197-206.*
- OŚRÓDKA L., KRAJNY E., WOJTYŁAK M., 2010. Odtwarzanie scenariuszy potencjalnych sytuacji z wysokimi stężeniami PM przy wykorzystaniu analizy wielowymiarowej. W: *Ochrona powietrza w teorii i praktyce, Tom II, IPIŚ PAN, Zabrze: 231-245.*
- PASTUSZKA J.S., ROGULA-KOZŁOWSKA W., ZAJUSZ-ZUBEK E., 2010. Characterization of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> and associated heavy metals at the crossroads and urban background site in Zabrze, Upper Silesia, Poland, during the smog episodes. *Environ. Monit. Assess.* 168: 613-627.
- PASTUSZKA J.S., WAWROŚ A., TALIK E., PAW U.K.T., 2003. Optical and chemical characteristics of the atmospheric aerosol in four towns in southern Poland. *Sci. Total Environ.* 309: 237-251.
- POSTRZEDNIK S., ŻMUDKA Z., 2007. Termodynamiczne oraz ekologiczne uwarunkowania eksploatacji tłokowych silników spalinowych. *Wyd. P. Śl.*
- PYTA H., SZYMAŃSKA K., 2008. Indeks jakości powietrza w Aglomeracji Gdańskiej i Górnośląskiej. *Ochr. Pow. Probl. Odp.* 3-4: 65-69.
- RODRIGUEZ S., QUEROL X., ALASTUEY A., VIANA M., ALARCON M., MANTILLA E., RUIZ C.R., 2004. Comparative PM10-PM2.5 source contribution study at rural, urban and industrial sites during PM episodes in Eastern Spain. *Sci. Total Environ.* 328: 95-113.
- SAMET J.M., DOMINICI F., CURRIERO F.C., COURSAK I., ZEGER S.L., 2000. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987-1994. *The New Engl. J. Med.* 343: 1742-1749.

Ośródk L., Krajny E., Klejnowski K., Rogula-Kozłowska W., Błaszczyk J., Kobus D., Wypych A., 2011. Indeks jakości powietrza jako miara zanieczyszczenia powietrza w Polsce. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 4, #43.

---

SPURNY K.R., 1996. Chemical mixtures in atmospheric aerosols and their correlation to lung diseases and lung cancer occurrence in the general population. *Toxic. Lett.* 88: 271-277.

WAHLIN P., BERKOWICZ R., PALMGREN F., 2006. Characterisation of traffic-generated particulate matter in Copenhagen. *Atmos. Environ.* 40: 2151-2159.

## AIR QUALITY INDEX AS A MEASURE OF AIR POLLUTION IN POLAND

**Summary.** The aim of this study was the diagnosis of air quality in Poland, using the methods of spatial interpolation. First, a common daily air quality index was set for selected pollutants (NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, CO, SO<sub>2</sub>) and selected air quality monitoring stations in 2006-2008 years. Designated air quality indexes were visualized using GIS techniques. The results confirmed that air-related high-risk health areas in Poland are in urban areas particularly, the agglomeration of Cracow and the Upper Silesia. In the cold half-year the substance which determines the air quality index value is the particulate matter PM<sub>10</sub>, which is generally the dominant source of surface emitting (fugitive discharge). However, in the warm half-year the air quality state affects the level of tropospheric ozone, which is pollution of global character.

**Key words:** air quality index, air pollution, spatial interpolation

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Leszek Ośródk, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Krakowie, Zakład Monitoringu i Modelowania Zanieczyszczeń Powietrza, ul. Bratków 10, 40-045 Katowice, Poland, e-mail: leszek.osrodka@imgw.pl*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*11.05.2011*

*Do cytowania – For citation:*

*Ośródk L., Krajny E., Klejnowski K., Rogula-Kozłowska W., Błaszczyk J., Kobus D., Wypych A., 2011. Indeks jakości powietrza jako miara zanieczyszczenia powietrza w Polsce. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 4, #43.*