

June 1, 1995

Ocena i weryfikacja lokalizacji stanowisk pomiarowych imisji zanieczyszczeń powietrza w województwie kieleckim

Marian Mazur
Robert Oleniacz

Marian MAZUR

Robert OLENIACZ

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

OCENA I WERYFIKACJA LOKALIZACJI STANOWISK POMIAROWYCH IMISJI ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA W WOJEWÓDZTWIE KIELECKIM

Czynnikiem bardzo istotnym w ocenie jakości powietrza jest lokalizacja stacji pomiarowych. Dotyczy to zwłaszcza stanowisk pracujących w ramach sieci nadzoru ogólnego w miastach. W wielu przypadkach umiejscowienie stanowisk pomiarowych jest przypadkowe i decyduje o nich orientacyjne położenie źródeł emisji zanieczyszczeń, róża wiatrów oraz warunki techniczne.

W ramach monitoringu zanieczyszczeń powietrza województwa kieleckiego przeprowadzono próbę weryfikacji lokalizacji istniejących stanowisk pomiarowych. Wykorzystano do tego celu obliczenia propagacji zanieczyszczeń oraz analizę statystyczną wyników pomiarów uzyskanych na istniejących stanowiskach pomiarowych. W obliczeniach statystycznych posłużono się analizą jednorodności wariancji, bazującą na testach Cochran, Bartletta i Hartleya. Przeprowadzone obliczenia potwierdziły przypuszczenia, że w niektórych przypadkach lokalizacja stanowisk pomiarowych jest niewłaściwa i nie odzwierciedla przestrzennej zmienności stężeń zanieczyszczeń powietrza.

1. Zasady lokalizacji stanowisk pomiarowych

Jednym z zasadniczych elementów monitoringu środowiska jest monitoring powietrza atmosferycznego, będący systemem pomiarów, analiz i ocen stopnia zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego oraz czynników wpływających na jego jakość.

W ramach monitoringu powietrza, jako podsystemu państwowego monitoringu środowiska, funkcjonuje sieć krajowa oraz sieci regionalne i lokalne. Krajową sieć tworzą stacje podstawowe i stacje nadzoru ogólnego,

a także tworzona dopiero sieć monitoringu mokrej depozycji i stacje monitorujące stan warstwy ozonowej nad Polską [1].

Stanowiska pomiarowe tworzone w ramach krajowej sieci monitoringu powietrza bazują głównie na pomiarach manualnych (zwłaszcza sieci nadzoru ogólnego) i stanowią podstawowe systemy pomiarowe w obszarach zurbanizowanych. Lokalizacja punktów pomiarowych oraz program badań muszą być ściśle związane z celem badań i planowanym wykorzystaniem wyników. Proces wyboru lokalizacji każdej stacji monitoringu jest złożony i wymaga przygotowania wielu materiałów i informacji oraz - jeśli to konieczne - przeprowadzenia obliczeń pozwalających na wstępną ocenę przestrzennego zróżnicowania poziomów stężeń zanieczyszczeń powietrza na danym obszarze. Po wstępnej selekcji potencjalnych obszarów nadających się na lokalizację należy dokonać wyboru najlepszego wariantu, spełniającego założone cele i wymagania.

Właściwe zlokalizowanie punktu pomiarowego i czerpni powietrza w miejscu poboru próby powinno pozwolić na:

- wyeliminowanie lokalnych zaburzeń przepływu powietrza (wywołanych np. przez nierówności terenu, zabudowę, drzewa, lokalne źródła ciepła, duże zbiorniki wody itp.) i zapewnienie swobodnego jego dopływu,
- uniknięcie zniekształcenia wyników pomiarów stężeń wywołanego oddziaływaniem niepożądanych lokalnych źródeł emisji (pojedyncze kominy, ruchliwe ulice, parkingi, hałdy itp.),
- ujednolicenie warunków poboru próby we wszystkich ewentualnych punktach pomiarowych (np. w obrębie sieci monitoringowej).

Uniknięcie niepożądanych wpływów powinno odbyć się poprzez odpowiednie oddalenie się od ich źródeł, określone odrębnymi zaleceniami. Niezmiernie ważny jest też dobór właściwej wysokości umieszczenia czerpni powietrza nad poziomem terenu. Wysokość poboru próby powinna wynosić 3-10 m ponad terenem, dopuszcza się jednak też pobór z wysokości 2-15 m. Aparatura pomiarowa może być zlokalizowana zarówno w wolno stojącym, specjalnie przygotowanym kontenerze, jak i też w istniejących budynkach z sondą wyprowadzoną przez ścianę zewnętrzną lub dach budynku [2].

2. Sieć pomiarowa zanieczyszczeń powietrza w województwie kieleckim

Kontrolę jakości powietrza na obszarze województwa kieleckiego prowadzi kilka instytucji. Wymienić tu można:

- Wojewódzką Stację Sanitarno-Epidemiologiczną,
- Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska,
- Wyższą Szkołę Pedagogiczną,
- Urząd Miasta Ostrowca Świętokrzyskiego.

Każda z tych instytucji posiada inne wyposażenie aparaturowe oraz różną lokalizację i liczebność punktów pomiarowych. Trzeba tutaj jednak brać pod uwagę fakt, że odmienne są też cele, zadania oraz możliwości organizacyjne i finansowe w/w jednostek.

W tablicy 1 przedstawiono lokalizację punktów pomiarowych na terenie województwa kieleckiego i rodzaj mierzonych zanieczyszczeń. W zestawieniu uwzględniono główne zanieczyszczenia: pył zawieszony, dwutlenek siarki (SO_2) i dwutlenek azotu (NO_2). Stosunkowo najrzadziej mierzone są stężenia NO_2 .

Najbardziej rozbudowaną jest sieć pomiarowa eksploatowana przez Wojewódzką Stację Sanitarno-Epidemiologiczną. Obejmuje ona:

- 8 punktów pomiaru stężenia dobowego pyłu zawieszonego i SO_2 (jeden pracujący w sieci podstawowej, pozostałe - w sieci nadzoru ogólnego w miastach), w pyłach zebranych na filtrach oznaczana jest zawartość metali ciężkich;
- 1 punkt pomiaru stężenia dobowego dwutlenku azotu,
- 145 punktów opadu pyłu.

Pomiary stężeń zanieczyszczeń są wykonywane metodami manualnymi. Liczba dni pomiarowych stężeń dobowych waha się na różnych stanowiskach od stu kilkudziesięciu do trzystu kilkudziesięciu. Z tablicy 1 wynika, że punkty pomiarowe WSSE znajdują się tylko w kilku miastach rozpatrywanego regionu, głównie w północnej i centralnej części województwa.

Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska prowadzi pomiary jakości powietrza (metodami manualnymi) następujących zanieczyszczeń:

- pyłu zawieszonego (stężenia dobowe) w dwóch punktach pomiarowych: w Busku-Zdroju i na Św. Krzyżu,
- pyłu zawieszonego, dwutlenku siarki i dwutlenku azotu (stężenia 30-minutowe) w dwóch punktach pomiarowych w Kielcach.

Tablica 1

Położenie i zakres pomiarowy głównych punktów pomiaru stężeń zanieczyszczeń powietrza w województwie kieleckim

Prowadzący pomiary	Miejscowość	Lokalizacja (ulica)	Pomiar zanieczyszczeń		
			Pył	SO ₂	NO ₂
WSSE	Kielce	Gałczyńskiego 7	+	+	-
	Kielce	Al. IX Wieków Kielc 3	+	+	-
	Kielce	Jagiellońska 68	+	+	+
	Ostrowiec Świętokrzyski	Smolna 3 * ¹	+	+	-
	Ostrowiec Świętokrzyski	Os. Słoneczne 43 * ²	+	+	-
	Starachowice	Borkowskiego 2	+	+	-
	Skarżysko-Kamienna	Czerwonego Krzyża 10	+	+	-
	Końskie	Sportowa 5	+	+	-
	Jędrzejów	Małogoska 25 * ³	+	+	-
	Busko-Zdrój	Świerczewskiego 2 * ³	+	+	-
	Busko-Zdrój	Rzewuskiego 2 * ⁴	+	+	-
WIOŚ	Kielce	Os. Na Stoku 55 * ²	+	+	+
	Kielce	Os. Pakosz * ² (Marmurowa/Granitowa)	+	+	+
	Busko-Zdrój	Łagiewnicka 1 * ³	+	-	-
	Busko-Zdrój	Mickiewicza 10 * ⁴	+	-	-
	Św. Krzyż	Muzeum	+	-	-
WSP	Św. Krzyż	Stacja Geoekologiczna * ⁵	+	+	+
Urząd Miasta	Ostrowiec Świętokrzyski	Głogowskiego 3/5 * ⁶	+	+	-

*¹ - pomiary były prowadzone do 1993 r. (włącznie)

*² - pomiary są wykonywane od 1994 r.

*³ - pomiary były prowadzone do 1992 r. (włącznie)

*⁴ - pomiary są wykonywane od 1993 r.

*⁵ - wykonuje się także pomiary stężeń CO i O₃

*⁶ - pomiary prowadzi się: w przypadku pyłu zawieszonego od września 1993 r., w przypadku SO₂ od stycznia 1994 r.

Instytut Geografii Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Kielcach prowadzi badania monitorigowe w jednym punkcie. Stacja badawcza zlokalizowana jest na Św. Krzyżu i posiada w wyposażeniu najlepszą aparaturę pomiarową w całym województwie. Pomiary są prowadzone w sposób ciągły analizatorami automatycznymi i obejmują następujące zanieczyszczenia powietrza: SO₂, CO,

O₃, NO₂ oraz pył. Przedmiotowa stacja została włączona w 1994 r. do sieci podstawowej monitoringu powietrza.

W Ostrowcu Świętokrzyskim obok punktu pomiarowego WSSE znajduje się stacja pomiarowa Urzędu Miejskiego prowadząca pomiary średniodobowe pyłu, dwutlenku siarki oraz czternastodniowe pomiary zawartości metali ciężkich w pyłach.

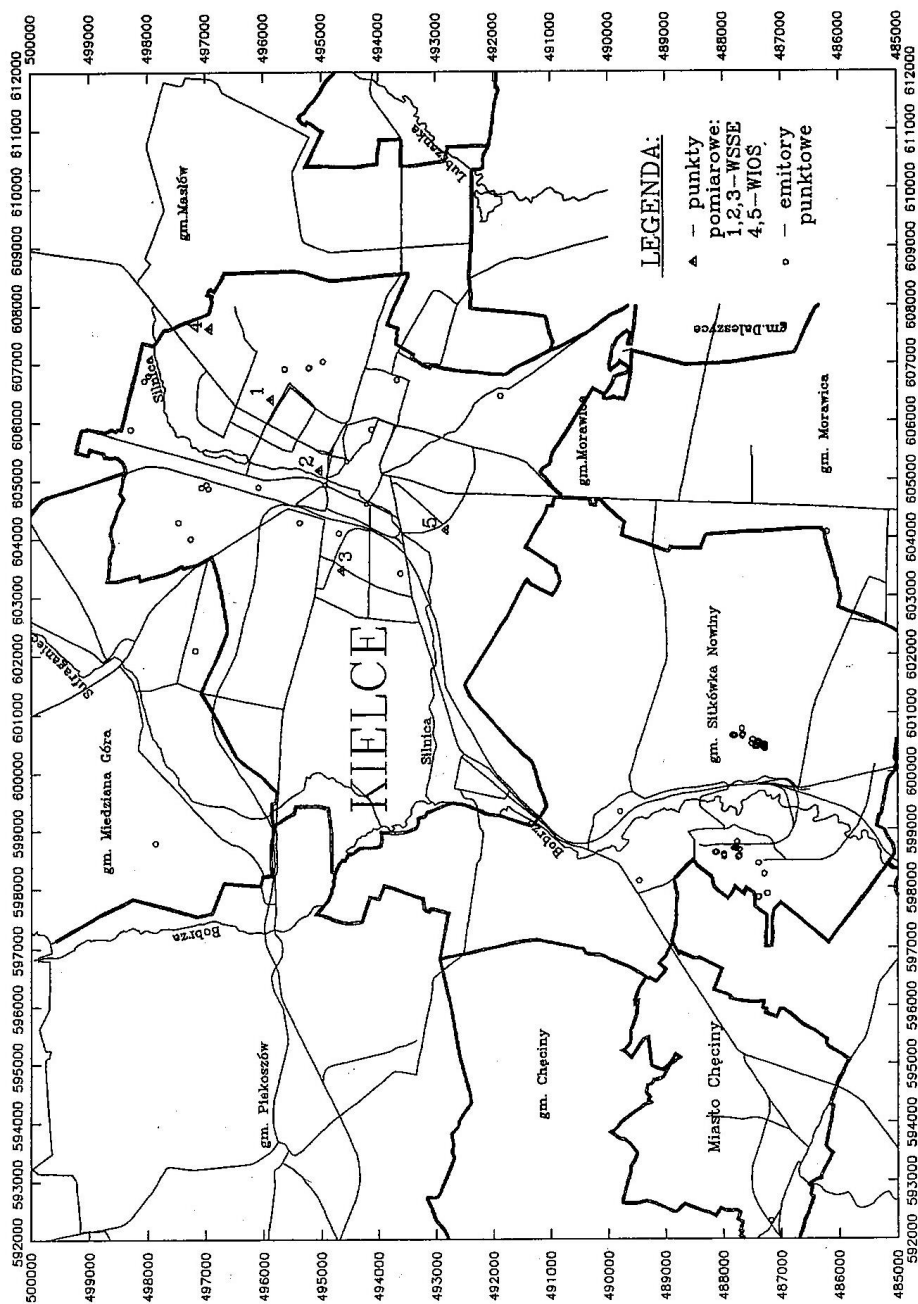
3. Metodyka weryfikacji położenia stanowisk pomiarowych

Weryfikacja lokalizacji stanowisk pomiarowych i zakresu pomiarowego została dokonana po przeprowadzeniu:

- kompleksowej inwentaryzacji źródeł emisji,
- obliczeń rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń emitowanych z w/w źródeł i zasięgu ich oddziaływania,
- analizy lokalnych warunków meteorologicznych i topograficznych,
- statystycznej analizy wyników pomiarów stężeń zanieczyszczeń na rozważanych stanowiskach.

W wyniku przeprowadzenia inwentaryzacji punktowych źródeł emisji zbilansowano wielkość emitowanych zanieczyszczeń (pyłu, SO₂ i NO₂). Umożliwiło to określenie aktualnego położenia źródeł emisji względem punktów pomiarowych [3]. Na rys. 1 przedstawiono przykładowo lokalizację emitatorów punktowych i stanowisk pomiarowych na terenie Kielc i gminy Sitkówka-Nowiny. Znajomość wielkości emisji zanieczyszczeń pozwoliła na modelowanie propagacji zanieczyszczeń i obliczenie rozkładów w powietrzu stężeń maksymalnych (30-minutowych) oraz średniorocznych [4]. W wyniku obliczeń uzyskano informacje o obszarach zwiększonej koncentracji zanieczyszczeń. Stanowiło to ważny element weryfikujący np. lokalizację istniejących stanowisk pomiarowych.

Obliczenia takie przeprowadzono dla kilku wybranych miast województwa kieleckiego: Kielc, Końskich, Ostrowca Świętokrzyskiego, Skarżyska-Kamiennej, Starachowic i Buska-Zdroju; uzyskując rozkłady stężeń maksy-



Rys. 1. Lokalizacja punktowych źródeł emisji i stanowisk pomiarowych na terenie Kielc i gm. Sitkówka-Nowiny

malnych i średniorocznych pyłu zawieszonego, SO_2 i NO_2 . Dla przykładu na rys. 2 i 3 przedstawione zostały przestrzenne rozkłady stężeń maksymalnych pyłu zawieszonego i SO_2 wywołane emisją ze źródeł punktowych położonych w obrębie Kielc i gminy Sitkówka-Nowiny. Jak wynika z tych rysunków, na rozważanym obszarze występują niewielkie strefy przekroczeń stężeń dopuszczalnych, przy czym rejon zwiększonej koncentracji stężeń maksymalnych pyłu zawieszonego i SO_2 znajdują się w różnych częściach obszaru:

- w przypadku pyłu zawieszonego - w zachodniej części gminy Sitkówka-Nowiny (rejon zakładów przemysłu cementowo-wapienniczego „Nowiny” i „Trzuskawica”),
- w przypadku SO_2 - na północno-zachodnich krańcach Kielc (rejon lokalizacji kilku kotłowni osiedlowych MPEC, Elektrociepłowni „Kielce” i Kieleckich Zakładów Wytwarzania Papieru).

Uzyskane na tym obszarze w wyniku obliczeń informacje o stężeniach maksymalnych NO_2 oraz stężeniach średniorocznych wszystkich rozważanych zanieczyszczeń były na poziomie nie powodującym przekroczenia wartości dopuszczalnej.

Analizując dane meteorologiczne, można stwierdzić, że w Kielcach przeważają wiatry zachodnie i północno-zachodnie. Stosunkowo dużo jest też wiatrów z kierunku południowo-wschodniego i wschodniego, a najmniej wiatrów na linii południowy zachód - północny wschód. Tak więc w kształtowaniu jakości powietrza w centrum Kielc decydującą rolę odgrywają źródła emisji położone w północno-zachodniej lub południowo-wschodniej części miasta. Natomiast zanieczyszczenia emitowane z terenu gminy Sitkówka-Nowiny, graniczącej z Kielcami od południowego zachodu, stosunkowo rzadko powinny być nawiewane na centralne dzielnice Kielc. Przedostanie się smug zanieczyszczeń z tego kierunku jest dodatkowo utrudnione poprzez występujące w tym rejonie naturalne przeszkody terenowe: zalesione wzgórza Gór Świętokrzyskich (Pasma Zgórskie, Posłowickie i Dymińskie). Tymczasem źródła emisji zlokalizowane na terenie gminy Sitkówka-Nowiny w obrębie zakładów

„Nowiny” i „Trzuskawica” tylko w sześciu przypadkach osiągają wysokość 80 m lub więcej, a przeważają emitery niższe, 20÷50-metrowe.

Jednym z najważniejszych elementów związanych z weryfikacją istniejących stanowisk pomiarowych jest analiza statystyczna danych uzyskanych z pomiarów na poszczególnych stanowiskach. Celem analizy było stwierdzenie, czy wyniki pomiarów otrzymane na kilku stanowiskach w obrębie danego miasta różnią się w sposób statystycznie istotny. Jeśli nie, to istnieje uzasadniona możliwość zaprzestania pomiarów na niektórych stanowiskach i zmianę ich lokalizacji, chyba że za pozostawieniem ich w danym miejscu przemawiają inne względy: gdy nie ma np. w pobliżu innego punktu pomiarowego, a jest to bardzo gęsto zaludniona część miasta lub obszar szczególnej troski o jakość powietrza - okolice sanatorium, szpitala, obszar specjalnie chroniony itd.

W tablicy 2 przedstawiono wyniki pomiarów stężeń zanieczyszczeń w wybranych punktach pomiarowych województwa kieleckiego.

Tablica 2

Zestawienie wyników pomiarów stężeń zanieczyszczeń
w wybranych punktach pomiarowych województwa kieleckiego

Lokalizacja punktu pomiarowego	Wyniki pomiarów (wartości średnioroczne w $\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
	pył zawieszony			dwutlenek siarki			dwutlenek azotu		
	1991	1992	1993	1991	1992	1993	1991	1992	1993
Kielce, Gałczyńskiego 7	19.6	14.2	16.4	21.1	23.7	25.4	-	-	-
Kielce, Al. IX Wieków Kielc 3	39.4	26.3	27.2	27.6	19.3	22.5	-	-	-
Kielce, Jagiellońska 68	30.5	27.1	24.2	28.6	22.4	29.0	43.7	52.9	41.3
Ostrowiec Świętokrzyski, Smolna 3	33.4	26.1	30.3	25.6	16.6	23.9	-	-	-
Starachowice, Borkowskiego 2	22.5	22.6	22.3	18.8	17.5	14.0	-	-	-
Skarżysko-Kam., Czerwonego Krzyża 10	35.3	27.3	32.2	36.4	21.0	30.3	-	-	-
Końskie, Sportowa 5	32.9	26.8	25.0	38.7	34.8	25.6	-	-	-
Jędrzejów, Małogoska 25	26.4	19.9	-	18.5	12.9	-	-	-	-
Busko-Zdrój, Świerczewskiego 2	30.0	19.1	-	34.7	18.6	-	-	-	-
Busko-Zdrój, Rzewuskiego 2	-	-	16.4	-	-	15.5	-	-	-
Busko-Zdrój, Łagiewnicka 1	37.4	26.4	-	-	-	-	-	-	-
Busko-Zdrój, Mickiewicza 10	-	-	37.5	-	-	-	-	-	-
Św. Krzyż, Muzeum	22.6	23.3	20.1	-	-	-	-	-	-
Św. Krzyż, Stacja Geoeekologiczna *	-	-	23.3	-	-	23.7	-	-	10.5

* - wartość średnia z okresu: maj 1993 - styczeń 1994

Są to dane uśrednione dla okresu roku, przeliczone z jednostkowych pomiarów 24-godzinnych i obejmują lata 1991-1993. W tablicy 3 zamieszczono natomiast wielkości stężeń średniomiesięcznych pyłu zawieszonego i SO₂ w punktach pomiarowych WSSE w Kielcach (lata 1992-93). W tablicy 4 zestawiono wyniki pomiarów stężeń 30-minutowych zanieczyszczeń w punktach pomiarowych na osiedlach Pakosz i Na Stoku w Kielcach, prowadzonych w cyklach co kilka dni przez WIOŚ (dane z lutego i marca 1994 r.).

Tablica 3

Średniomiesięczne stężenia pyłu zawieszonego i SO₂ w latach 1992-93
w punktach pomiarowych WSSE w Kielcach

Rok	Lokalizacja punktu pomiarowego	Rodzaj zaniecz.	Stężenia średnie w poszczególnych miesiącach [µg/m ³]											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1992	ul. Gałczyńskiego 7	Pył	22.1	24.3	13.9	8.4	9.4	4.6	5.8	6.8	9.7	16.3	20.1	22.3
		SO ₂	53.1	37.7	30.9	18.0	15.9	2.9	6.9	8.2	18.8	16.4	42.5	22.9
	Al. IX Wieków Kielc 3	Pył	39.4	51.0	27.5	18.4	12.3	9.1	9.3	10.8	12.9	37.4	43.3	40.6
		SO ₂	51.8	44.1	22.6	9.5	7.8	3.0	5.6	8.0	6.1	14.3	34.1	32.6
	ul. Jagiellońska 68	Pył	54.6	44.5	31.1	29.3	16.3	13.3	18.9	18.5	18.9	28.3	23.9	29.2
		SO ₂	67.5	43.3	25.1	17.0	7.7	2.3	7.7	8.5	9.0	20.4	32.6	32.8
1993	ul. Gałczyńskiego 7	Pył	20.1	31.7	23.2	9.2	7.3	7.8	6.7	10.3	10.4	18.7	31.2	20.4
		SO ₂	44.5	63.1	39.1	12.8	3.5	8.2	9.4	10.5	8.8	12.4	42.3	53.5
	Al. IX Wieków Kielc 3	Pył	27.8	51.1	35.3	17.8	11.3	10.5	9.4	15.0	17.2	32.0	56.6	43.3
		SO ₂	54.7	58.3	27.5	9.9	3.9	3.2	6.4	5.3	5.6	11.2	45.4	46.5
	ul. Jagiellońska 68	Pył	21.6	39.9	37.7	21.0	13.3	11.1	10.1	17.5	17.2	30.3	49.6	23.9
		SO ₂	40.6	71.4	39.0	23.6	3.6	5.5	12.1	11.0	11.0	14.1	72.9	51.6

Tablica 4

Zestawienie wyników pomiarów 30-minutowych
w punktach pomiarowych WIOŚ w Kielcach (luty i marzec 1994 r.)

Data pomiaru	Stężenia 30-minutowe zanieczyszczeń [µg/m ³]					
	Os. Na Stoku			Os. Pakosz		
	pył	SO ₂	NO ₂	pył	SO ₂	NO ₂
23.02.94	77	96	45	51	82	30
28.02.94	204	59	55	170	45	45
4.03.94	119	59	50	170	67	90
9.03.94	187	52	35	213	67	45
22.03.94	77	37	35	119	52	18
25.03.94	502	67	53	162	45	29
28.03.94	94	37	24	85	37	29

Dane pomiarowe tego samego zanieczyszczenia w danym mieście, uzyskane za pomocą ujednoliconej metodyki pomiarowej zostały poddane analizie statystycznej. Istotą jej była jednoczynnikowa analiza wariancji związana z przeprowadzeniem testów jednorodności wariancji i jednorodności grup danych. W obliczeniach jednorodności wariancji oparto się na testach Cochra, Bartletta i Hartleya hipotezy o równości wariancji w grupach. Przeprowadzony test grup jednorodnych bazował na porównaniu opartym na najmniejszych istotnych różnicach (Least Significant Differences).

Test C Cochra podlega statystyce F Fishera-Snedecora z $\bar{n}-1$ i $(\bar{n}-1)(k-1)$ stopniami swobody. Statystyka testowa jest następująca:

$$F = \frac{(k-1)C}{1-C} \quad \text{i} \quad C = \frac{\max s_t^2}{\sum_{t=1}^k s_t^2}$$

gdzie:

k - liczba grup,

$\bar{n}$ - średnia liczebność grupowa: $\bar{n} = \frac{n}{k}$

n - liczebność próbki (grupy t): $n = \sum_{t=1}^k n_t$,

s_t^2 - wariancja dla grupy t : $s_t^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_t} (x_{it} - \bar{x}_t)^2}{n_t - 1}$

gdzie:

n_t - liczba obserwacji dla danej grupy t ,

x_{it} - i -ta obserwacja danej grupy t ,

$\bar{x}_t$ - średnia grupowa: $\bar{x}_t = \frac{\sum_{i=1}^{n_t} x_{it}}{n_t}$

Statystyka testowa testu Bartletta jest następująca:

$$B = 10^{\frac{M}{n-k}} \quad \text{i} \quad M = (n-k) \log \bar{S}^2 - \sum_{t=1}^k (n_t - 1) \log s_t^2$$

gdzie:

$$\bar{S}^2 - \text{średni błąd kwadratowy:} \quad \bar{S}^2 = \frac{\sum_{t=1}^k (n_t - 1) s_t^2}{\left(\sum_{t=1}^k n_t \right) - k},$$

przy czym test istotności jest oparty na wielkości

$$\frac{M \ln 10}{1 + \frac{1}{3(k-1)} \left(\sum_{t=1}^k \frac{1}{n_t - 1} - \frac{1}{n - k} \right)} \sim \chi_{k-1}^2$$

podlegającej rozkładowi chi-kwadrat z k-1 stopniami swobody.

Test Hartleya służy do badania jednorodności wariancji w k próbach o jednakowej liczebności. Statystyka testowa opiera się na obliczeniu ilorazu największej i najmniejszej wariancji próbkowej o n-1 stopniach swobody:

$$F_{\max} = \frac{S_{\max}^2}{S_{\min}^2}$$

Testowanie i weryfikację hipotez przeprowadzono przy pomocy pakietu programów *Statgraphics*, przy założeniu poziomu istotności $\alpha = 0,05$.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń stwierdzono, że wyniki pomiarów stężeń niektórych zanieczyszczeń na wielu analizowanych stanowiskach nie różnią się od siebie znacznie pod względem statystycznym. W przypadku Kielc otrzymano przykładowo następujące jednorodne grupy pomiarów:

- pomiary stężeń 24-godzinnych SO_2 na wszystkich 3 stanowiskach obsługiwanych przez WSSE,
- pomiary stężeń 30-minutowych wszystkich zanieczyszczeń mierzonych w punktach WIOŚ na osiedlach: Pakosz i Na Stoku.

Przeprowadzona analiza pozwoliła na przedstawienie następujących propozycji co do dalszego prowadzenia pomiarów stężeń zanieczyszczeń:

1. Stanowiska pomiarowe WSSE proponuje się pozostawić w tych samych miejscach ze względu na dużą powierzchnię miasta, małą liczbę tych punktów i ich w miarę dobrą lokalizację (dwa punkty w różnych częściach centrum, jeden - na peryferiach) oraz ze względu na statystycznie niejedno-

rodne wyniki pomiarów pyłu. Do zakresu pomiarowego punktu przy ul. Gałczyńskiego (należącego do sieci podstawowej monitoringu) proponuje się włączyć 24-godzinny pomiar NO_2 .

2. Dodatkowo proponuje się utworzenie nowego punktu do pomiarów stężeń dobowych pyłu zawieszonego i SO_2 (oraz ewentualnie NO_2) w rejonie os. Herby (północno-zachodnia część Kielc), gdzie w wyniku obliczeń propagacji zanieczyszczeń otrzymano nieco wyższe poziomy stężenie (zwłaszcza SO_2) niż w innych częściach miasta.
3. W odniesieniu do pomiarów stężeń 30-minutowych, prowadzonych przez WIOŚ, wnioskuje się o ich dalsze wykonywanie, jednak w nieco inny sposób - metodą losową. Jeden punkt pomiarowy spośród istniejących (os. Pakosz lub os. Na Stoku) może pozostać bez zmian, natomiast drugi zestaw pomiarowy proponuje się przenieść do północno-zachodniej części Kielc, aby obok zalecanych tam już pomiarów 24-godzinnych, prowadzić także losowo pomiary 30-minutowe wszystkich trzech zanieczyszczeń: pyłu, SO_2 i NO_2 .

Podobna analiza została przeprowadzona także dla pozostałych rozpatrywanych miast województwa kieleckiego, doprowadzając do weryfikacji położenia lub zakresu pomiarowego istniejących tam stanowisk.

Literatura

1. Program państwowego monitoringu środowiska na lata 1994-1997. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Warszawa, 1994.
2. Zasady projektowania elementów sieci monitoringu zanieczyszczeń atmosfery. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska. Praca pod kierunkiem G.Mitosek, Instytut Ochrony Środowiska w Warszawie. Warszawa, 1991.
3. Program badawczo-wdrożeniowy regionalnego monitoringu powietrza w woj. kieleckim. Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Biuro Usług Ekologicznych w Krakowie. Praca pod kierunkiem M. Mazura. Kraków, 1994.
4. Wytyczne obliczania stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Ministerstwo Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska. PZliTS, Warszawa 1981/1983.