

**SPRAWOZDANIE Z BADAŃ  
ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA BENZENEM  
NA OBSZARZE WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO  
W 2008 ROKU**

Badanie zanieczyszczenia powietrza benzenem metodą pasywną zgodnie z Programem Monitoringu Środowiska w Województwie Małopolskim na lata 2007-2009.

Opracowanie:

Dział Monitoringu Środowiska  
Delegatury WIOŚ w Tarnowie

Zatwierdził

Kierownik Delegatury WIOŚ  
w Tarnowie

*mgr Krystyna Gołębiowska*

## Spis treści

1. Wartości dopuszczalne stężeń benzenu w powietrzu atmosferycznym.....	3
2. Podstawowe informacje na temat metod pasywnych .....	4
3. Charakterystyka benzenu .....	5
5. Realizacja zadania: „Pomiary benzenu w województwie małopolskim w 2008 roku” metodą pasywną (wskaźnikową) .....	6
5. Porównanie metod pomiarowych benzenu w dwóch punktach pomiarowych....	10
6. Podsumowanie .....	11

## Spis rysunków

Rys. 1. Lokalizacja punktów pomiaru benzenu metodą pasywną w województwie małopolskim w 2008 roku

Rys. 2. Rozkład średnich stężeń benzenu na obszarze województwa małopolskiego w 2008 roku

Rys. 3. Rozkład stężeń maksymalnych benzenu na obszarze województwa małopolskiego w 2008 roku

Rys. 4. Średnie stężenia benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w roku 2008 w województwie małopolskim (metoda pasywna)

Rys. 5. Porównanie średniorocznych stężeń benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w latach 2005-2008

Rys. 6. Zestawienie stężeń średniorocznych i maksymalnych benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w 2008 roku

## 1. Wartości dopuszczalne stężeń benzenu w powietrzu atmosferycznym

Podstawowym dokumentem określającym wymagania dotyczące oceny i zarządzania jakością powietrza w UE jest Dyrektywa 96/62/EC tzw. dyrektywa ramowa. Głównym celem działań wynikających z Dyrektywy jest utrzymanie jakości powietrza w rejonach, gdzie jest ona dobra i jej poprawa w pozostałych rejonach. Przepisy Dyrektywy zostały przetransponowane do polskiego prawodawstwa.

W oparciu o ustawę z dn. 27 kwietnia 2001- Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 25 z 2008 r., poz.150 z późn. zm.) oraz odpowiednie rozporządzenia Ministra Środowiska, prowadzona jest bieżąca ocena jakości powietrza w strefach. Strefę stanowi obszar jednego lub więcej powiatów położonych na obszarze tego samego województwa, nie wchodzący w skład aglomeracji o liczbie mieszkańców powyżej 250 tysięcy.

Przy ocenie jakości powietrza należy uwzględniać takie substancje zanieczyszczające jak: benzen, dwutlenek azotu, tlenki azotu, dwutlenek siarki, ołów, ozon, pył zawieszony PM10 i tlenek węgla oraz arsen, benzo/a/piren, kadm i nikiel w pyłe zawieszonym PM10.

Rozporządzenia Ministra Środowiska:

- z dnia 17 grudnia 2008r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu / Dz. U. Nr 5, poz.31, z 2009r./,
- z dnia 6 marca 2008 r. w sprawie stref, w których dokonuje się oceny jakości powietrza / Dz. U. Nr 52, poz.310/,
- z dnia 3 marca 2008r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu /Dz. U. Nr 47, poz. 281/,
- dnia 5 grudnia 2002 roku w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu /Dz. U. Nr 1, poz. 12/,
- z dnia 5 kwietnia 2006 roku w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza /Dz. U. Nr 63, poz.445/,

określają dopuszczalne poziomy benzenu ze względu na ochronę zdrowia ludzi oraz narzucają minimalną liczbę punktów pomiarowych w zależności od liczby mieszkańców w strefie.

Wartością wyjściową do oceny poziomów benzenu w powietrzu jest średnie stężenie tego związku dla okresu jednego roku. Poziom dopuszczalny benzenu dla terenu kraju wynosi  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a dla obszarów ochrony uzdrowiskowej  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

W latach 2002–2009 dopuszcza się możliwość przekroczeń dopuszczalnych poziomów stężeń benzenu, wprowadzając margines tolerancji. W początkowym okresie 2002–2005 margines tolerancji wynosił 100%. W kolejnych latach jest stopniowo obniżany. Termin osiągnięcia poziomu 0% to 2010 rok. W 2008 roku margines tolerancji wynosił 40%.

Tab.1. Poziom dopuszczalny benzen w powietrzu **dla obszaru kraju** wraz z marginesami tolerancji

Lp.	Nazwa substancji (numer CAS)	Okres uśredniania wyników pomiarów	Poziom dopuszczalny substancji w powietrzu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Dopuszczalna częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym <sup>b)</sup>	Margines tolerancji								
					[%]								
					[ $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ]								
					2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	od 2010
1	Benzen <sup>a)</sup> (71-43-2)	rok kalendarzowy	5	-	$\frac{100}{5}$	$\frac{100}{5}$	$\frac{100}{5}$	$\frac{100}{5}$	$\frac{80}{4}$	$\frac{60}{3}$	<b><math>\frac{40}{2}</math></b>	$\frac{20}{1}$	0

a) – oznaczenie numeryczne substancji wg Chemical Abstracts Service Registry Number

b) – częstość przekroczenia odnosi się do poziomu dopuszczalnego wraz z marginesem tolerancji

Tab. 2. Wartości odniesienia dla benzen w powietrzu **na obszarach ochrony uzdrowiskowej**

Lp.	Nazwa substancji	Oznaczenie numeryczne substancji	Okres uśredniania wyników	Poziom dopuszczalny substancji w powietrzu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
1	Benzen	71-43-2	rok kalendarzowy	<b>4</b>

## 2. Podstawowe informacje na temat metod pasywnych

Metody wykorzystujące pasywny sposób pobierania próbek, w odróżnieniu od innych metod oznaczania gazowych zanieczyszczeń powietrza, nie wymagają specjalistycznej aparatury do poboru próbek. Badane substancje gazowe dostają się do urządzenia absorbującego na drodze dyfuzji lub przenikania i tam zostają zatrzymane za pomocą czynnika pochłaniającego. Masa zatrzymanego składnika jest proporcjonalna do jego stężenia w powietrzu i czasu ekspozycji. Proporcja ta jest wyrażana przy pomocy współczynnika, wyznaczanego empirycznie dla danych warunków pomiarowych. Po czasie ekspozycji trwającym od kilku dni do kilku tygodni, próbki pasywne odsyłane są do analizy ( dla benzen - do analizy chromatograficznej). Zalety metod pasywnych to: prostota obsługi, mała masa i wymiary, brak źródła zasilania i niezawodność. Wady to: brak możliwości pomiarów stężeń chwilowych, dostarczanie wyników „historycznych”, spowodowane czasem jaki musi upłynąć od momentu zakończenia ekspozycji do końcowego opracowania wyniku.

Pomiary w województwie małopolskim, wykonane z wykorzystaniem metody pasywnej, bazują na miesięcznym czasie ekspozycji. Pomiary stężeń benzen i ich analiza chemiczna jest prowadzona wg *Metodyki pasywnej oznaczania benzen z desorpcją disiarczkiem węgla* opracowanej w Zakładzie Chemii Analitycznej Instytutu Chemii i Technologii Nieorganicznej Politechniki Krakowskiej, pod kierunkiem dr inż. Andrzeja Kaliny.

### 3. Charakterystyka benzenu

Spośród węglowodorów aromatycznych na szczególną uwagę zasługują **benzen** i jego alkilopochodne, takie jak: toluen, o,m,p-ksyleny, etylobenzen, izopropylobenzen, 1,2,4- oraz 1,3,5-trimetylobenzen, ze względu na ich stosunkowo duże stężenia w powietrzu atmosferycznym w otoczeniu tras komunikacyjnych.

Benzen o wzorze chemicznym  $C_6H_6$  to najprostszy węglowodór aromatyczny. Jest to ciecz bezbarwna, lotna, wonna, lżejsza od wody i nie rozpuszczająca się w niej. Pali się z łatwością (silnie kopący płomień). Pary benzenu posiadające działanie toksyczne na człowieka, są cięższe od powietrza.

Benzen naturalnie występuje w ropie naftowej do poziomu 4 g/l, poza tym w smołach węglowych. Stosowany jest głównie do produkcji trzech pochodnych: etylobenzenu, cykloheksanu i kumenu. Benzen stanowi podstawę do produkcji związków cykloalifatycznych i aromatycznych, a dalej substancje te są wykorzystywane do produkcji tworzyw sztucznych, kauczuku syntetycznego, jako surowiec dla barwników, żywic, detergentów i środków ochrony roślin. W przeliczeniu na czysty benzen:

52 % - stosuje się w produkcji etylobenzenu, styrenu i polistyrenu, w budownictwie i opakowaniach,

20 % - stosuje się w produkcji fenolu metodą kumenową, fenol zaś jako surowiec w produkcji tworzyw sztucznych,

12 % - stosuje się jako surowiec w produkcji cykloheksanolu i cykloheksanonu a następnie kaprolaktamu – surowca do produkcji włókien poliamidowych i poliamidowych tworzyw termoplastycznych.

9 % - nitrobenzen, produkuje się z czystego benzenu do produkcji pianek poliuretanowych i barwników anilinowych,

3 % - alkilobenzeny do produkcji surfaktantów,

2 % - bezwodnik kwasu maleinowego i inne związki do produkcji żywic, środków ochrony roślin, olejów nawilżających, antyoksydantów dla tłuszczów i olejów,

1 % - chlorobenzen do produkcji środków ochrony roślin, leków, barwników, środki pomocnicze dla przemysłu gumowego i tekstylnego, substancji dezynfekujących, odświezaczy powietrza, dla przemysłu chemicznego, rozpuszczalniki, oleje, tłuszcze, żywice, kauczuku syntetycznego, etylocelulozy itp.) oraz w niewielkiej skali jako rozpuszczalniki i odczynniki chemiczne.

Benzen emitowany jest z procesów spalania paliw stałych i płynnych, pieców koksowniczych i hut metali nieżelaznych. Źródłami emisji benzenu są również: stacje i bazy paliw, wytwórnie mas bitumicznych, pralnie chemiczne, drukarnie fotograficzne, przemysł (rafineryjny, chemiczny, hutniczy) i fabryki opon i obuwia. Istotnym źródłem emisji benzenu i jego alkilopochodnych jest motoryzacja (silniki o zapłonie iskrowym).

Liczna grupa związków aromatycznych wchodzi w skład benzyn samochodowych. Ksyleny są węglowodorami występującymi w benzynach w największych ilościach, natomiast benzen i toluen to węglowodory aromatyczne o największym udziale masowym w spalinach.

**Benzen** oznaczony jest w decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2455/2001/WE z 20 listopada 2001 r. jako substancja priorytetowa. Substancja ta jest zawarta w załączniku pt. "Wykaz substancji niebezpiecznych wraz z ich klasyfikacją i oznakowaniem" do nr 199 /poz. 1948 Dz. U. z dnia 24 listopada 2003 roku/. Oznakowana została **jako substancja rakotwórcza kategorii 1**, może powodować raka. Na organizm działa toksycznie poprzez drogi oddechowe. Jest związkiem mutagennym, przenikającym przez łożysko i toksycznym dla płodu.

Realizacja zadania: „Pomiary benzenu w województwie małopolskim w 2008 roku” metodą pasywną (wskaźnikową)

W roku 2008 Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie – Delegatura w Tarnowie kontynuował rozpoczęte w 2003 roku i prowadzone w kolejnych latach badania zanieczyszczenia powietrza benzenem w województwie małopolskim, zgodnie z Programem Monitoringu Środowiska w Województwie Małopolskim na lata 2007-2009.

W okresie badawczym od stycznia do grudnia 2008 r. pobrano 781 miesięcznych próbek powietrza z 22 punktów pomiarowych, celem oznaczenia benzenu.

Ilość wyników miesięcznych, wystarczająca do określenia stężenia średniorocznego i porównania go z wartością dopuszczalną wynosi 11 tj. 90 % okresu badań. W okresie prowadzenia badań maksymalnie można było uzyskać 12 wyników w jednym punkcie tj. 100% okresu badań. W okresie trwania badań w 20 punktach pomiarowych uzyskano 100% kompletność serii. Tylko w 2 punktach tj. w Brzesku i Wieliczce kompletność serii wyniosła 92%, z powodu zniszczenia próbników.

Uzyskane wartości stężeń benzenu przedstawiono w tabeli 4 i na rysunkach 2,3,4.

Tab. 3. Lokalizacja punktów pomiaru benzenu metodą pasywną w 2008 roku

L.p.	Nr stanowiska	Lokalizacja
1	<b>1</b>	<b>Brzesko</b> , pow. brzeski Przedszkole Publiczne Nr 4 32-800 Brzesko, ul. Ogrodowa 10
2	<b>2</b>	<b>Bochnia</b> , pow. bocheński Miejskie Przedszkole Nr 2 32-700 Bochnia, ul. Legionów Polskich 8
3	<b>3</b>	<b>Limanowa</b> , pow. limanowski Miejskie Przedszkole Nr 1 34-600 Limanowa, ul. Stanisława Jordana 5
4	<b>4</b>	<b>Nowy Targ</b> , pow. nowotarski Nowotarska Telewizja Kablowa Sp. z o.o. 34-400 Nowy Targ, ul. Józefczaka
5	<b>5</b>	<b>Zakopane</b> , pow. tatrzański Stacja METEO (Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza) 34-500 Zakopane, Rówień Krupowa, ul. Sienkiewicza
6	<b>6</b>	<b>Tarnów, miasto</b> Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza 33-100 Tarnów, Al. Solidarności
7	<b>7</b>	<b>Dąbrowa Tarnowska</b> , pow. dąbrowski Gimnazjum Nr 1 w Dąbrowie Tarnowskiej 33-200 Dąbrowa Tarnowska, ul. Zaręby 22
8	<b>8</b>	<b>Ciężkowice</b> , pow. tarnowski Ośrodek Zdrowia w Ciężkowicach 33-190 Ciężkowice, ul. Zdrowa 2
9	<b>9</b>	<b>Gorlice</b> , pow. gorlicki Powiatowy Zarząd Drogowy w Gorlicach 38-300 Gorlice, ul. Słoneczna 7
10	<b>10</b>	<b>Stary Sącz</b> , pow. nowosądecki, Gminne Przedszkole Publiczne 33-340 Stary Sącz, Oś. Słoneczne

11	<b>11</b>	<b>Wieliczka</b> , pow. wielicki Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Wieliczce, 32-020 Wieliczka, ul. Wincentego Pola 20 a,
12	<b>12</b>	<b>Kraków, miasto</b> Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza Kraków, ul. Bulwarowa
13	<b>13</b>	<b>Skawina</b> , pow. krakowski Posterunek Gazowy 32-050 Skawina, ul. Kopernika 2g
14	<b>14</b>	<b>Wadowice</b> , pow. wadowicki Przedszkole Publiczne nr 2, 34-100 Wadowice, os. M. Kopernika 12
15	<b>15</b>	<b>Sucha Beskidzka</b> , pow. suski Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna 34-200 Sucha Beskidzka, ul. Marii Konopnickiej 7
16	<b>16</b>	<b>Myślenice</b> , pow. myślenicki Placówka Opiekuńczo-Profilaktyczna Dla Dzieci Zdrowych i Specjalnej Troski, 32-400 Myślenice, Osiedle 1000 Lecia 18A
17	<b>17</b>	<b>Proszowice</b> , pow. proszowicki Parafia Najświętszej Marii Panny 32-100 Proszowice, ul.3-Maja 1
18	<b>18</b>	<b>Miechów</b> , pow. miechowski Urząd Skarbowy w Miechowie 32-200 Miechów, ul. Stanisławy Daneckiej 1 (obok zbiorników z paliwem)
19	<b>19</b>	<b>Olkusz</b> , pow. olkuski Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza 32-300 Olkusz, ul. Francesco Nullo
20	<b>20</b>	<b>Chrzanów</b> , pow. chrzanowski Przedszkole Nr 10 w Chrzanowie 32-500 Chrzanów, ul. Gen. Sikorskiego (Osiedle Trzebinia I)
21	<b>21</b>	<b>Oświęcim</b> , pow. oświęcimski Przepompownia Ścieków 32-600 Oświęcim, ul. Solna 10
22	<b>37</b>	<b>Nowy Sącz</b> , miasto Stacja IMGW w Nowym Sączu (Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza) 33-300 Nowy Sącz, ul. Pijarska 30

W oparciu o wyniki miesięczne obliczono i sporządzono zestawienie roczne wyników badań ( tabela 4)w poszczególnych punktach pomiarowych.

W punktach zlokalizowanych na obszarze województwa małopolskiego stężenia średnioroczne mieściły się w przedziale od 4,93  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Sucha Beskidzka) do 2,43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Gorlice).

W żadnym punkcie pomiarowym stężenie średnioroczne nie przekroczyło wartości dopuszczalnej i tym samym nie przekroczyło wartości dopuszczalnej powiększonej o margines tolerancji obowiązujący w 2008r. tj. 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 5 \mu\text{g}/\text{m}^3 + 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (40 % margines tolerancji).

Podwyższone wartości stężeń średniorocznych uzyskano w punktach: Sucha Beskidzka (4,93  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Kraków (4,38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Nowy Targ ( 3,91  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i Nowy Sącz (3,78  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Średnie stężenia w sezonie letnim mieściły się w przedziale od 2,83  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Kraków) do 1,24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Gorlice). Średnie stężenia w sezonie zimnym mieściły się w przedziale od 7,5 (Sucha Beskidzka) do 3,63  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Gorlice).

Stężenia nieprzekraczające 50 % normy średniorocznej zanotowano tylko na jednym stanowisku pomiarowym tj. w Gorlicach.

Tab. 4. Zbiorcze zestawienie średniorocznych stężeń benzenu w poszczególnych punktach pomiarowych na obszarze województwa małopolskiego w 2008 roku

Lp.	Stanowisko (nr / miejscowość)	Średnie stężenie roczne $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Średnie stężenie w sez. letnim w $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Średnie stężenie w sez. zimnym w $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Stężenie max/min w roku $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Procent wyników uzyskanych
1	1/ Brzesko	<b>2,82</b>	1,34	4,05	6,5 / 0,7	92,0
2	2/Bochnia	<b>2,58</b>	1,37	3,78	6,1 / 0,7	100
3	3/Limanowa	<b>2,8</b>	1,47	4,1	5,8 / 0,7	100
4	4/Nowy Targ	<b>3,91</b>	1,92	5,9	9,4 / 0,7	100
5	5/Zakopane	<b>3,1</b>	1,7	4,57	7,4 / 0,7	100
6	6/Tarnów	<b>2,76</b>	1,55	3,97	5,4 / 0,6	100
7	7/Dąbrowa Tarnowska	<b>2,61</b>	1,43	3,8	5,6 / 0,6	100
8	8/Ciężkowice	<b>2,55</b>	1,34	3,77	5,3 / 0,6	100
9	9/Gorlice	<b>2,43</b>	1,24	3,63	4,5 / 0,6	100
10	10/Stary Sącz	<b>2,9</b>	1,6	4,17	5,5 / 0,6	100
11	11/Wieliczka	<b>2,7</b>	1,42	4,66	6,2 / 0,7	92,0
12	12/Kraków	<b>4,38</b>	2,83	5,92	8,3 / 1,7	100
13	13/Skawina	<b>3,38</b>	1,95	4,82	7,7 / 1,5	100
14	14/Wadowice	<b>3,56</b>	2,03	5,08	8,6 / 1,3	100
15	15/Sucha Beskidzka	<b>4,93</b>	2,35	7,5	10,2 / 1,7	100
16	16/Myślenice	<b>2,74</b>	1,48	4,0	6,5 / 0,6	100
17	17/Proszowice	<b>3,67</b>	1,56	5,78	7,8 / 0,65	100
18	18/Miechów	<b>3,18</b>	1,47	4,88	6,8 / 0,65	100
19	19/Olkusz	<b>2,8</b>	1,33	4,27	5,3 / 0,65	100
20	20/Chrzanów	<b>3,24</b>	1,87	4,62	5,7 / 1,4	100
21	21/Oświęcim	<b>2,83</b>	1,75	3,92	6,6 / 0,7	100
22	37/Nowy Sącz	<b>3,78</b>	1,73	5,83	7,5 / 0,6	100



Tab. 5. Zbiorcze zestawienie średniorocznych stężeń benzenu w poszczególnych punktach pomiarowych na obszarze województwa małopolskiego w latach 2004 - 2008

Stanowisko (Nr/miejscowość)	Średnioroczne stężenie benzenu					Zmiana stężeń benzenu w 2008 roku w stosunku do 2007 roku w %
	2004	2005	2006	2007	2008	
	μg/m <sup>3</sup>					
1/ Brzesko	2,30	3,14	2,89	2,74	2,82	↑ 2,9
2/Bochnia	2,25	2,99	2,73	2,71	2,58	↓ 4,8
3/Limanowa	2,37	3,48	3,00	2,97	2,8	↓ 5,7
4/Nowy Targ	2,97	4,66	4,29	3,78	3,91	↑ 3,4
5/Zakopane	2,63	3,35	3,09	3,04	3,1	↑ 2,0
6/Tarnów	2,17	3,25	2,85	2,93	2,76	↓ 5,8
7/Dąbrowa Tarnowska	1,77	2,63	2,95	2,23	2,61	↑ 17,0
8/Ciężkowice	1,78	2,92	2,88	2,47	2,55	↑ 3,2
9/Gorlice	1,61	2,36	2,11	1,77	2,43	↑ 37,3
10/Stary Sącz	2,10	3,23	3,00	2,75	2,9	↑ 5,4
11/Wieliczka	2,30	3,48	3,19	2,6	2,7	↑ 3,8
12/Kraków	3,8	5,5	5,91	4,46	4,38	↓ 1,8
13/Skawina	2,86	4,56	4,43	3,39	3,38	↓ 0,3
14/Wadowice	2,82	4,47	4,28	3,51	3,56	↑ 1,4
15/Sucha Beskidzka	4,04	5,98	5,73	5,07	4,93	↓ 2,8
16/Myślenice	2,21	3,39	3,01	2,78	2,74	↓ 1,4
17/Proszowice	2,92	3,72	4,31	3,3	3,67	↑ 11,2
18/Miechów	2,61	3,98	4,10	3,42	3,18	↓ 7,0
19/Olkusz	2,31	2,78	3,32	3,02	2,8	↓ 7,3
20/Chrzanów	2,68	3,24	3,34	3,18	3,24	↑ 1,9
21/Oświęcim	2,86	4,12	3,63	2,67	2,83	↑ 6,0
37/Nowy Sącz	2,72	3,84	4,17	3,07	3,78	↑ 23,1

W roku 2008 w porównaniu do roku 2007 obserwuje się spadek średnich rocznych stężeń benzenu w 9 punktach pomiarowych a wzrost w 13 punktach pomiarowych. Najwyższe stężenie benzenu 4,93 μg/m<sup>3</sup> zanotowano w mieście Sucha Beskidzka, a najniższe w mieście Gorlice – 2,43 μg/m<sup>3</sup>.

W 2008 roku największy spadek stężenia benzenu zaobserwowano na stanowiskach pomiarowych w miastach: Olkusz (7,3 %), Tarnów (5,8 %) a najniższy w miastach: Skawina i Myślenice (0,3 % do 1,4 %).

Wzrost stężenia w 2008 roku w porównaniu do 2007 roku przedstawiał się następująco:

- w 2 punktach pomiarowych stężenie wzrosło o ponad 20,0 %
- w 2 punktach pomiarowych stężenie wzrosło o 10,0 % do 20,0 %
- w 3 punktach pomiarowych stężenie wzrosło o 5,0 % do 10,0 %
- w 6 punktach pomiarowych stężenie wzrosło do 5,0 %

Z przebiegu rocznych serii pomiarów (rys.4) odczytać można wyraźną sezonową zmienność stężeń benzenu (wyższe w okresie zimy, niższe w sezonie letnim). Zasadne jest więc stwierdzenie, że powodem wysokich stężeń w sezonie grzewczym jest emisja z sektora komunalno - bytowego tzw. „niska emisja”, wpływająca na pogorszenie warunków aerosanitarnych w miastach.

## 5. Porównanie metod pomiarowych benzenu w dwóch punktach pomiarowych

Zgodnie z wymogami zawartymi w opracowaniu „Wskazówki do modernizacji monitoringu jakości powietrza pod kątem dostosowania systemu do wymagań przepisów UE ze szczególnym uwzględnieniem dużych miast” (BMSŚ W-wa 2000) równolegle w dwóch punktach pomiarowych prowadzono pomiary pasywne i przepływowe stężeń benzenu, w celu określenia korelacji wyników uzyskiwanych za pomocą obu metod pomiarowych.

Do pomiarów porównawczych wytypowano punkt w m. Tarnowie, to jest taki w którym spodziewano się stężeń o średnim, wyrównanym poziomie i punkt w Nowej Hucie przy ul. Bulwarowej. W Nowej Hucie prowadzono pomiary stężeń benzenu dodatkowo metodą automatyczną.

Tab.6. Zestawienie średniorocznych stężeń benzenu w punktach pomiarowych w 2008 roku, uzyskanych poszczególnymi metodami pomiarowymi.

Metoda pomiarowa	Średnie stężenie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		
	roczne	sezon letni	sezon zimny
<b>Tarnów</b>			
pasywna	<b>2,76</b>	1,55	3,97
przepływowa (manualna)	<b>2,23</b>	1,47	3,00
<b>Kraków (Nowa Huta)</b>			
pasywna	<b>4,38</b>	2,83	5,92
przepływowa (manualna)	<b>5,0</b>	-	-
automatyczna	<b>3,7</b>	2,13	4,73

Analiza porównawcza wykazała, że stężenia benzenu uzyskane poszczególnymi metodami różnią się między sobą, a wyliczone **współczynniki korekcyjne wynoszą:**

**dla punktu pomiarowego w Tarnowie - 0,81** (obliczany jako wartość stężenia z metody przepływowej do wartości stężenia z metody pasywnej),

**dla punktu pomiarowego w Krakowie-Nowej Hucie przy ul. Bulwarowej – 1,14** (obliczany jako wartość stężenia z metody przepływowej do wartości stężenia z metody pasywnej) **i 0,84** (obliczany jako wartość stężenia z metody automatycznej do wartości stężenia z metody pasywnej).

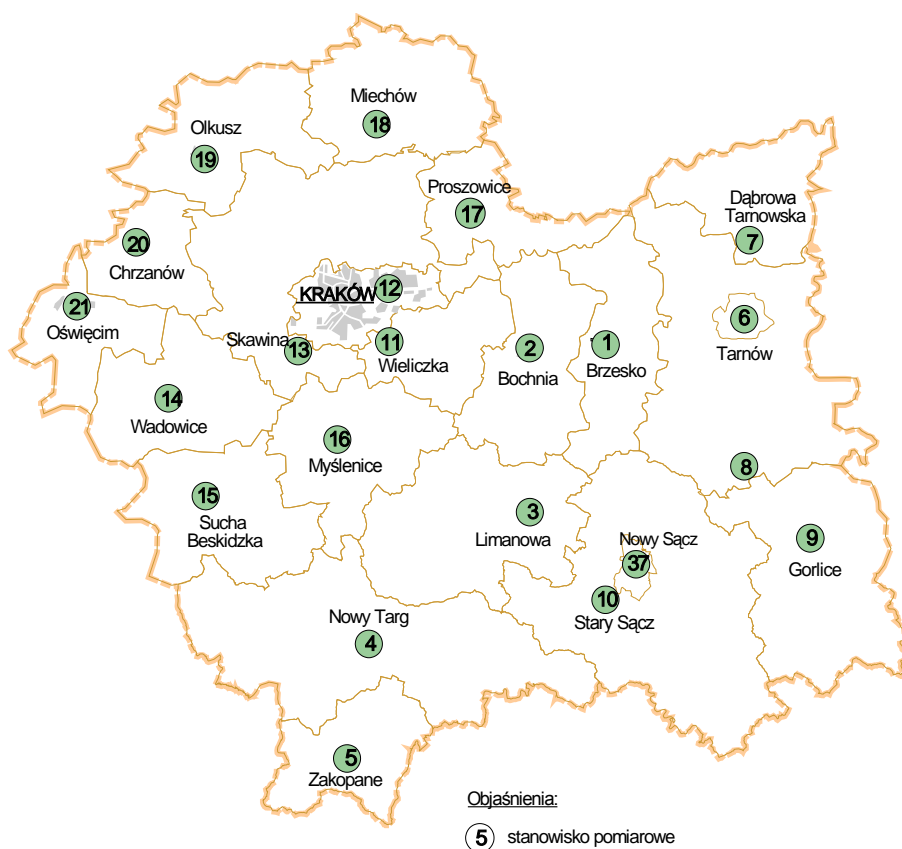
## 6. Podsumowanie

W żadnym punkcie pomiarowym stężenie średnioroczne benzenu nie przekroczyło wartości dopuszczalnej jak również wartości dopuszczalnej powiększonej o margines tolerancji. Najwyższe stężenie średnioroczne benzenu zanotowano w Suchej Beskidzkiej ( $4,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a najniższe w Gorlicach ( $2,43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

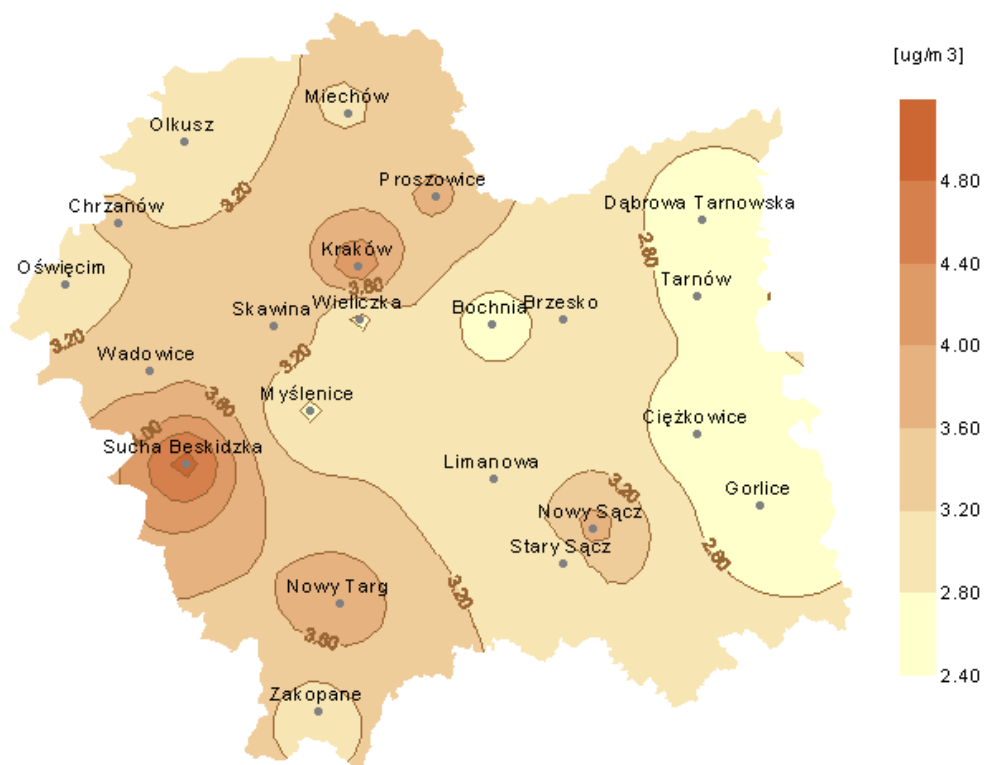
W sezonie zimnym (grzewczym) (I-III i X-XII) występują najwyższe stężenia średniomiesięczne benzenu. Najwyższe stężenia miesięczne zanotowano w Suchej Beskidzkiej ( $10,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), w Nowym Targu ( $9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i w Wadowicach ( $8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

W roku 2008 w porównaniu do 2007 roku zanotowano wyższe średnioroczne stężenia benzenu na 13 stanowiskach pomiarowych a na 9 stanowiskach stężenia niższe.

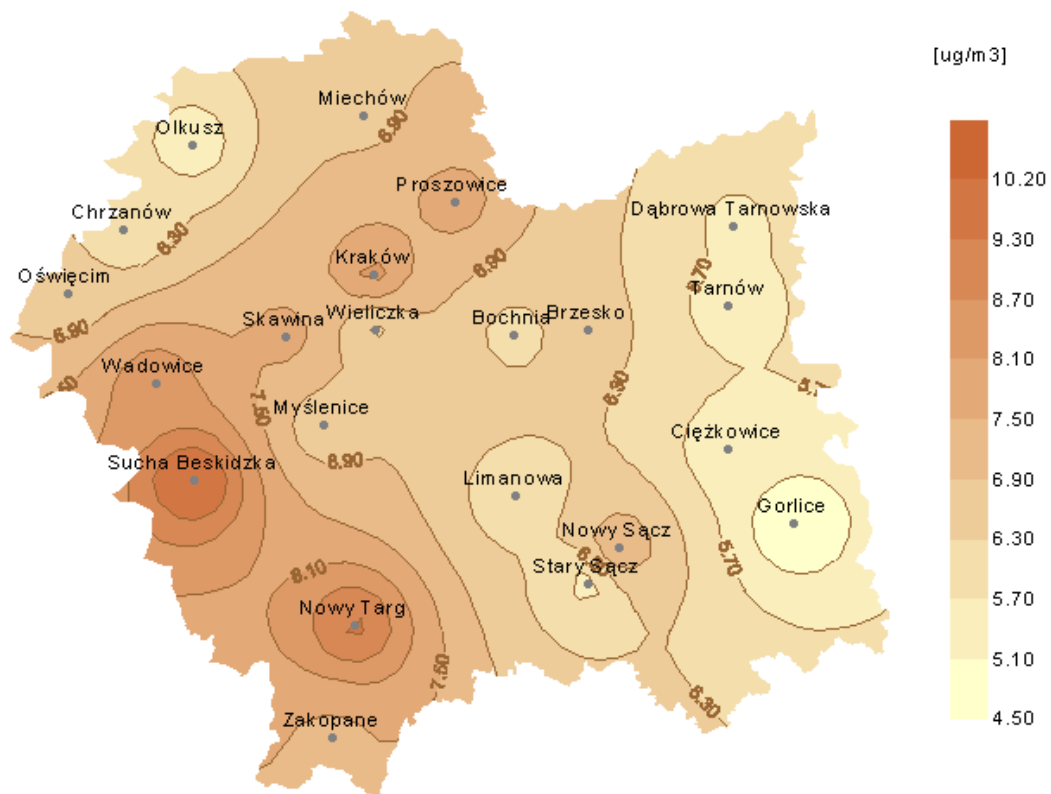
W 2008 roku w 90 % punktów pomiarowych kompletność serii pomiarowej wynosiła 100%.



Rys. 1. Lokalizacja punktów pomiaru benzenu metodą pasywną w województwie małopolskim w 2008 roku

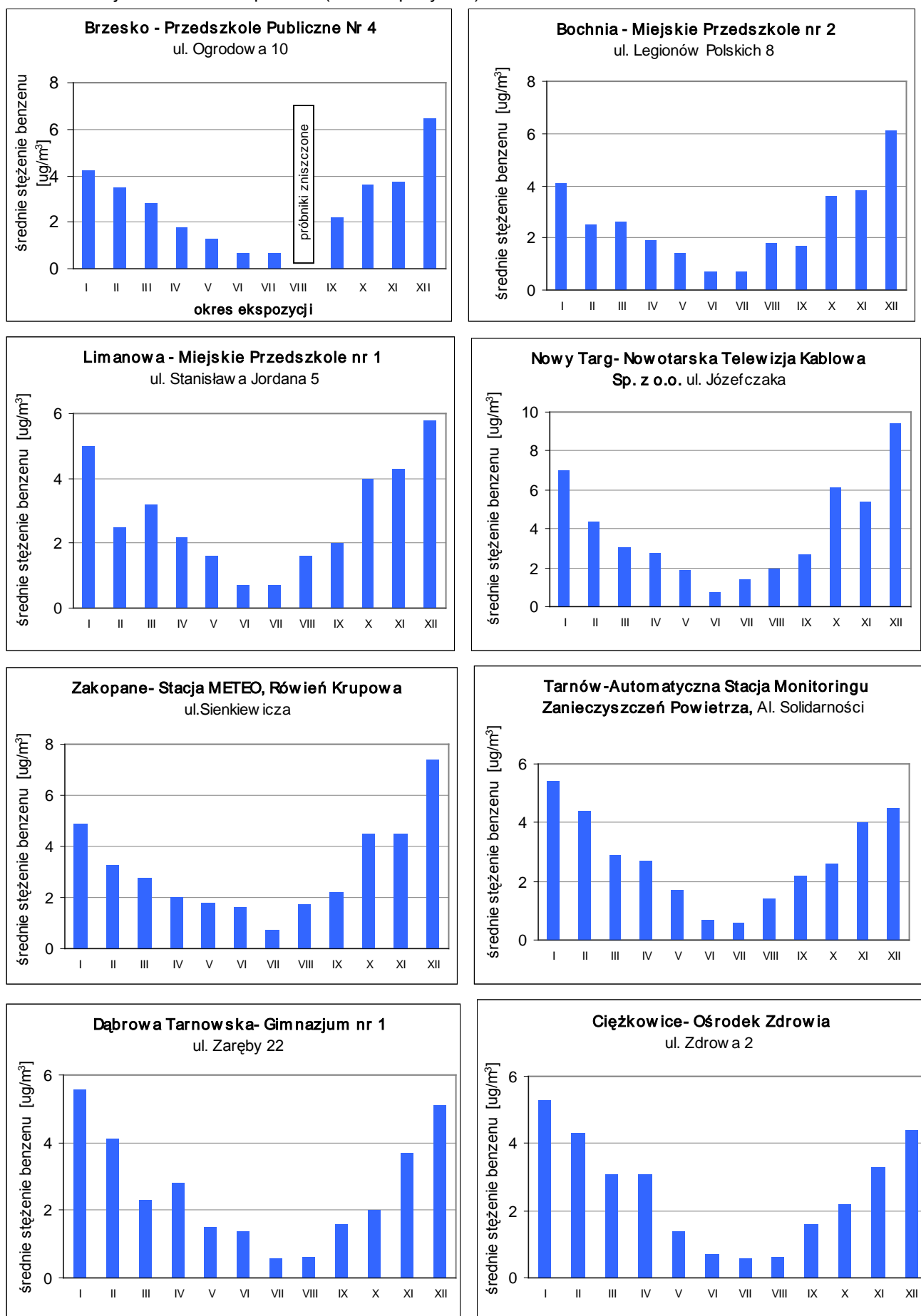


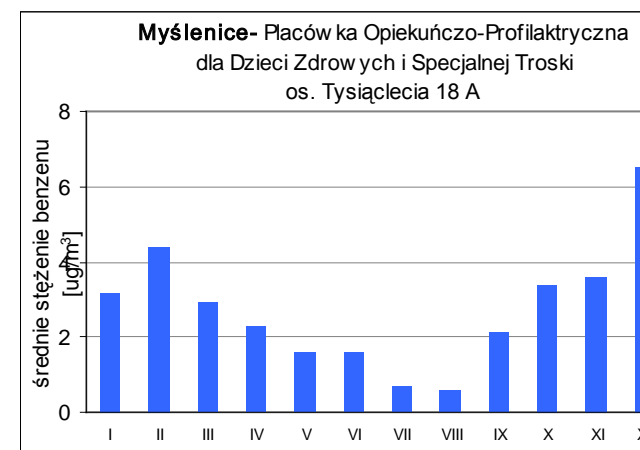
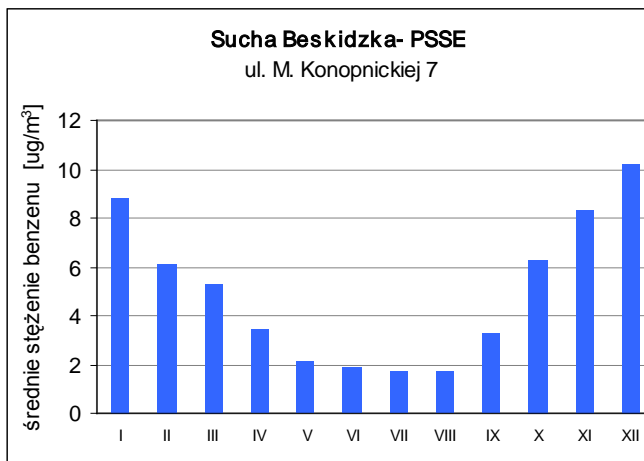
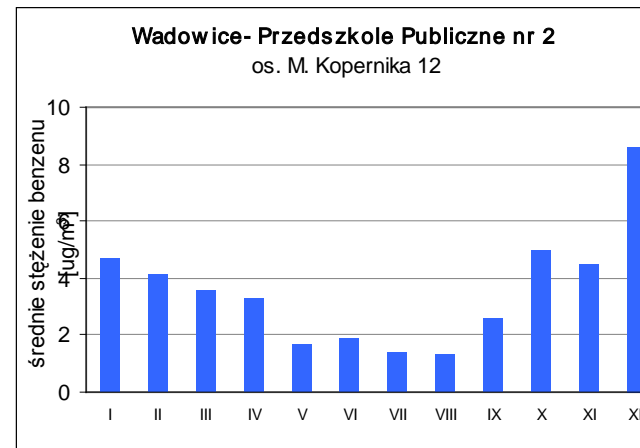
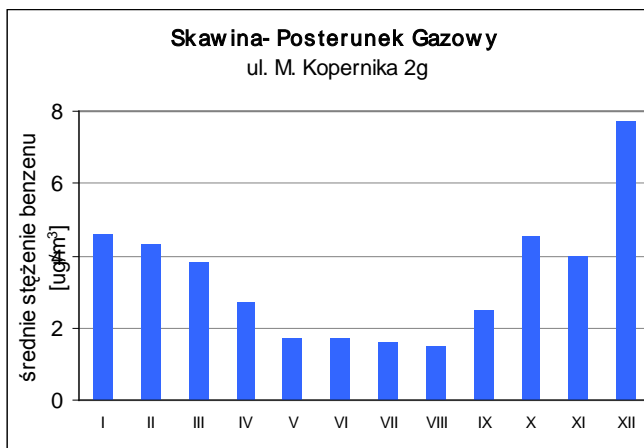
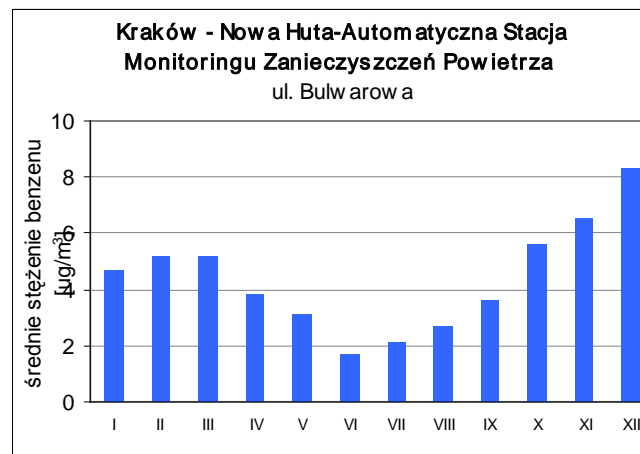
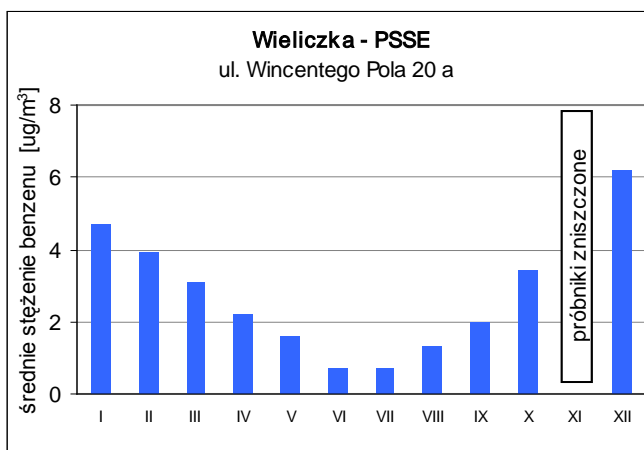
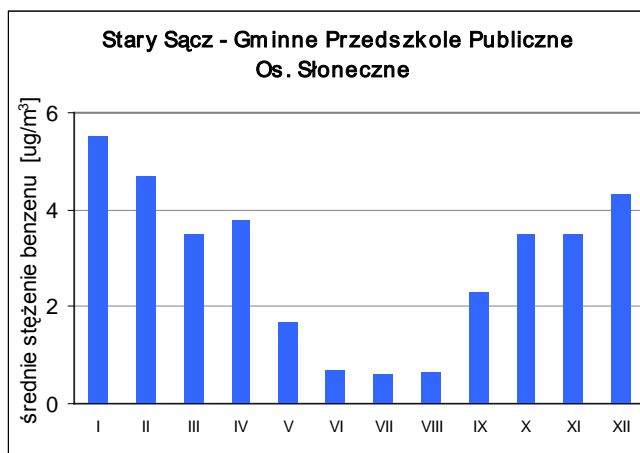
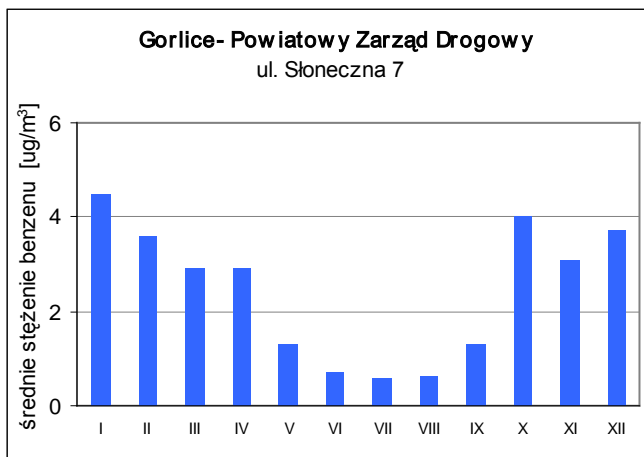
Rys. 2. Rozkład średnich stężeń benzenu na obszarze województwa małopolskiego w 2008 roku

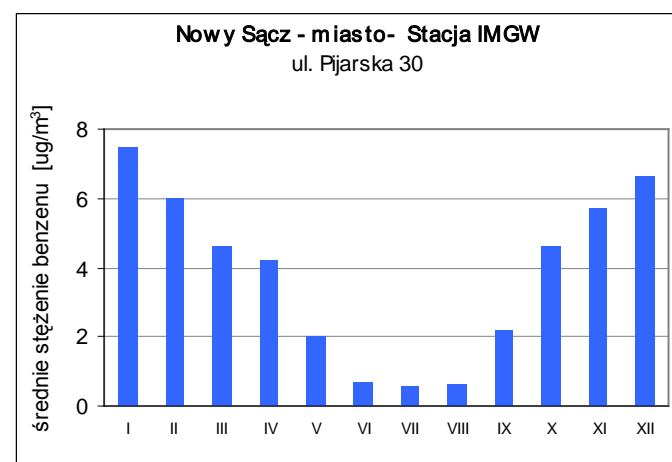
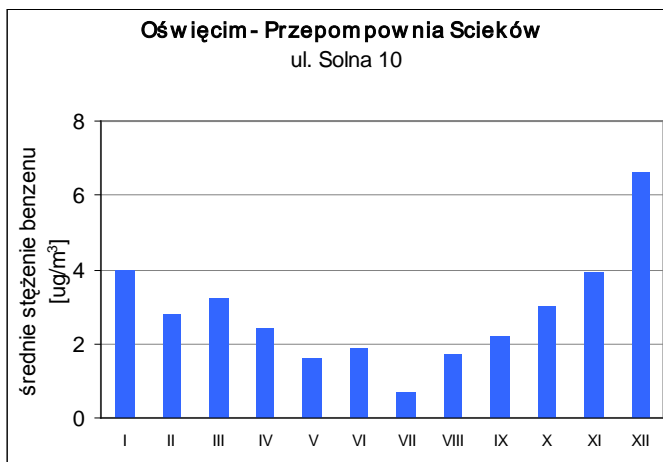
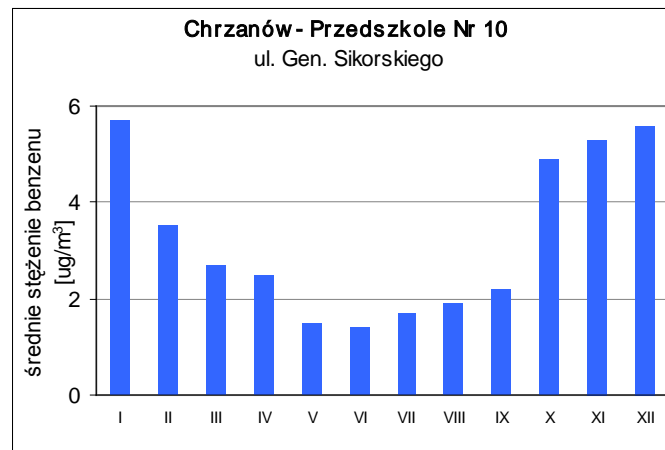
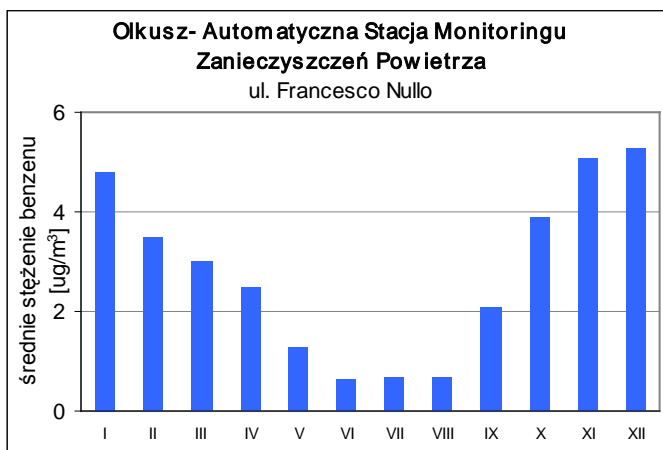
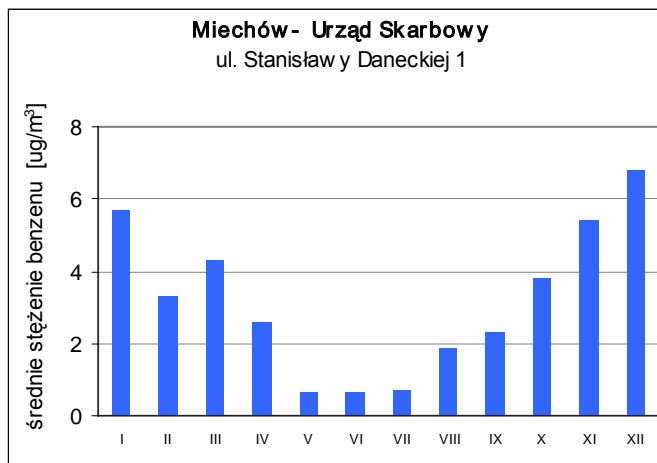
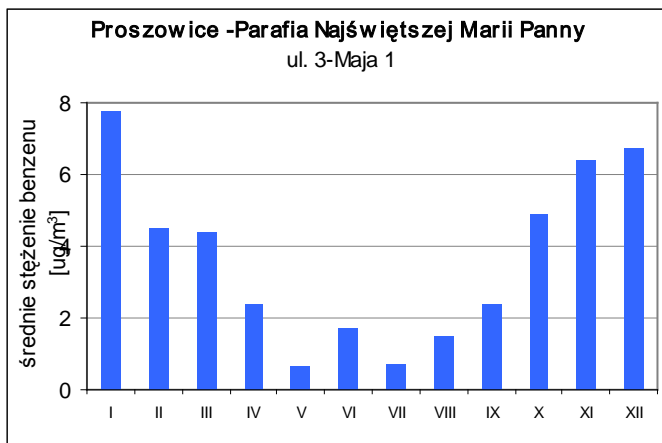


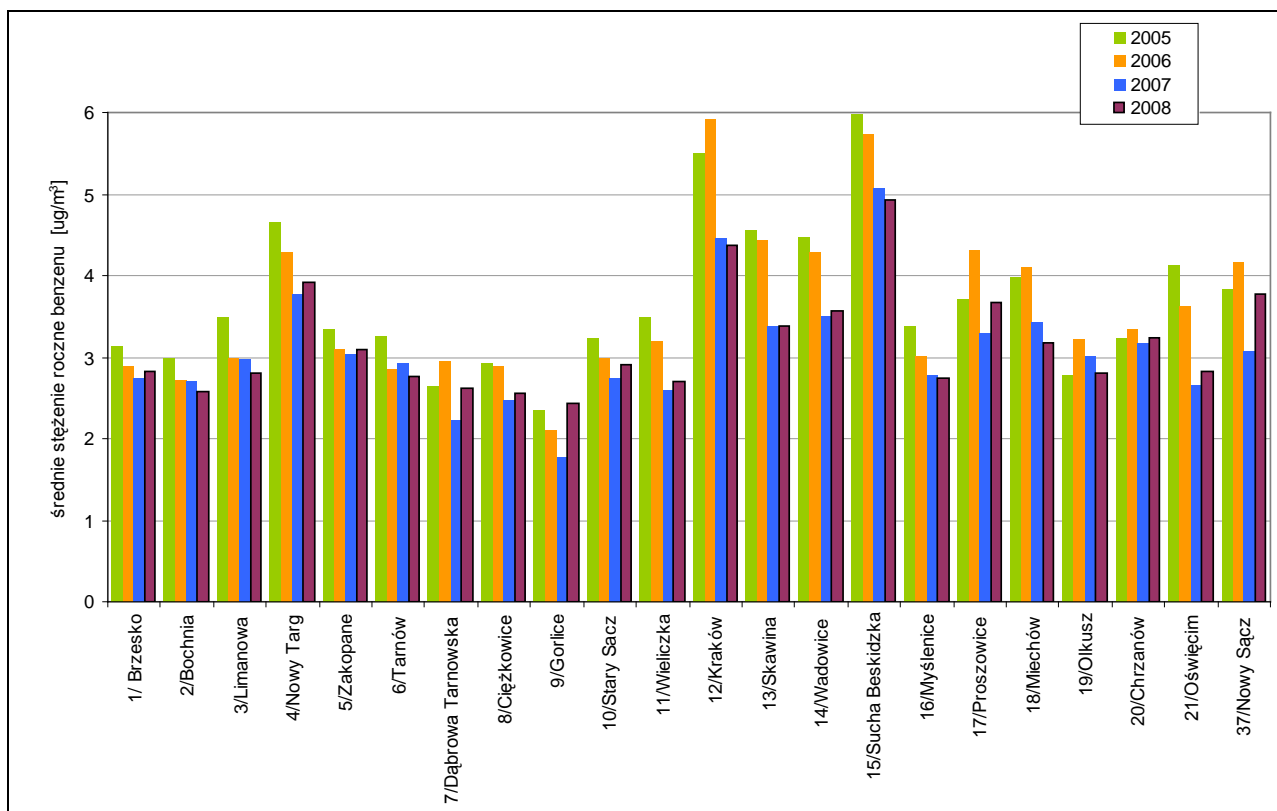
Rys. 3. Rozkład stężeń maksymalnych benzenu na obszarze województwa małopolskiego w 2008 roku

Rys. 4. Średnie stężenia benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w roku 2008 w województwie małopolskim (metoda pasywna)

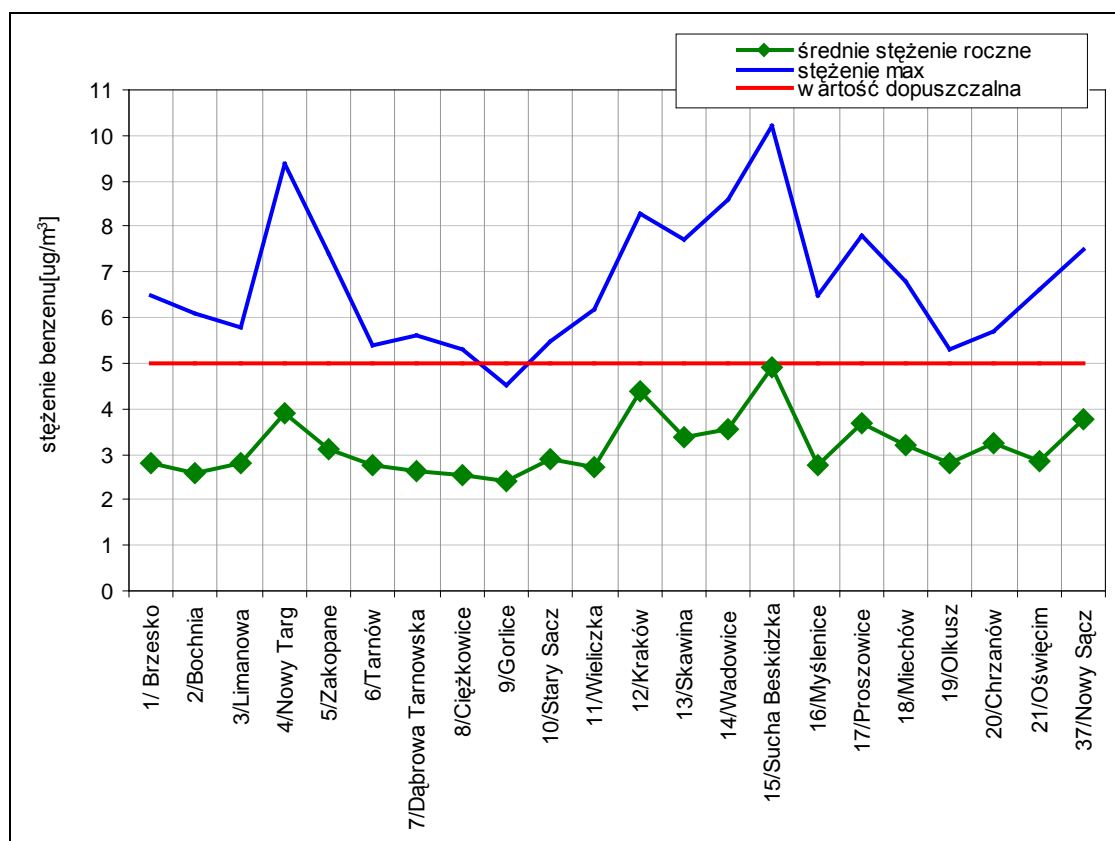








Rys. 5. Porównanie średniorocznych stężeń benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w latach 2005-2008



Rys. 6. Zestawienie stężeń średniorocznych i maksymalnych benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w 2008 roku