

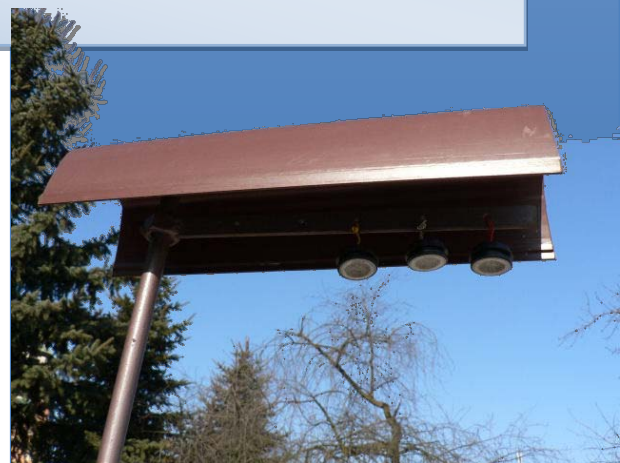
WOJEWÓDZKI INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA W KRAKOWIE  
DELEGATURA W TARNOWIE

**SPRAWOZDANIE Z BADAŃ  
ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA BENZENEM  
NA OBSZARZE WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO  
W 2010 ROKU**

Badanie zanieczyszczenia powietrza benzenem  
metodą pasywną zgodnie z Programem  
Monitoringu Środowiska w Województwie  
Małopolskim na lata 2010-2012

Opracowanie:  
*Dział Monitoringu Środowiska*

Autorzy:  
*mgr inż. Maria Ogar*  
*mgr inż. Teresa Prajsnar*



Zatwierdził

Kierownik Delegatury WIOŚ  
w Tarnowie

*mgr Krystyna Gołębiowska*

Tarnów, marzec 2011

## Spis treści

1.	Wartości dopuszczalne stężeń benzenu w powietrzu atmosferycznym .....	3
2.	Podstawowe informacje na temat metod pasywnych.....	4
3.	Charakterystyka benzenu .....	5
4.	Realizacja zadania: „Pomiary benzenu w województwie małopolskim w 2010 roku metodą pasywną (wskaźnikową)” .....	7
5.	Porównanie metod pomiarowych benzenu na dwóch stanowiskach pomiarowych.....	16
6.	Podsumowanie .....	17

## Spis rysunków

Rys. 1.	Mapa lokalizacji stanowisk pomiaru benzenu metodą pasywną w 2010 roku w województwie małopolskim .....	7
Rys. 2.	Stężenia średnioroczne i maksymalne benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w 2010 roku.....	10
Rys. 3.	Stężenia średnie benzenu w sezonie letnim i zimnym (I-III i X-XII) na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w 2010 roku .....	10
Rys. 4.	Rozkład stężeń średniorocznych benzenu w 2010 roku w województwie małopolskim .....	11
Rys. 5.	Rozkład stężeń maksymalnych benzenu w województwie małopolskim w 2010 roku.....	11
Rys.6.	Stężenia średnioroczne benzenu na stanowiskach pomiarowych w latach 2005-2010 w województwie małopolskim.....	13
Rys. 7.	Średniomiesięczne stężenia benzenu na 22 stanowiskach pomiarowych w roku 2010 w województwie małopolskim (metoda pasywna) .....	14

## 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 dnia 27 kwietnia 2001r. 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 2008 r. w *sprawie dokonywania oceny 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 2008 r. w *sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu* /Dz. U. Nr 47, poz. 281/,
  - z dnia 19 listopada 2008 r. w *sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza* /Dz. U. Nr 216, poz.1377/,
- oraz pismo Ministra Środowiska znak: DM-072-01/01/11/BT z dnia 20 stycznia 2011 r. dotyczące wykonywania ocen jakości powietrza za 2010 r. w nowym układzie stref

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 prawo dopuszczało przekroczenie poziomów stężeń benzenu, w wysokości określonej przez margines tolerancji. W początkowym okresie 2002–2005 margines tolerancji wynosił 100%. W kolejnych latach był stopniowo obniżany. Termin osiągnięcia poziomu 0% to 2010 rok.

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 przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym <sup>b)</sup>	Margines tolerancji			
					[%] [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]			od 2010
					2007	2008	2009	
1	Benzen <sup>a)</sup> (71-43-2)	rok kalendarzowy	5	-	60 3	40 2	20 1	0

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

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

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

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

## 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 benzenu - 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 benzenu i ich analiza chemiczna jest prowadzona wg *Metodyki pasywnej oznaczania benzenu 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** (*ang. benzene*) 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 kopnącym płomieniem. Pary benzenu są cięższe od powietrza i gromadzą się przy powierzchni ziemi.

Benzen w przyrodzie występuje jako składnik ropy naftowej (do poziomu 4 g/l) oraz 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.

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, farb i lakierów, mebli oraz obuwia. Istotnym źródłem emisji benzenu i jego alkilopochodnych jest motoryzacja (silniki o zapłonie iskrowym). Benzen stanowi wysokoenergetyczny składnik benzyny silnikowej.

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 jako **substancja priorytetowa** w dziedzinie polityki wodnej<sup>1</sup> oraz sklasyfikowany i oznaczony jako **substancja rakotwórcza kategorii 1 i o działaniu mutagennym na komórki rozrodcze kategorii 2, mogąca powodować dziedziczne wady genetyczne**<sup>2</sup>. Działa toksycznie na ludzi poprzez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą oraz drogą pokarmową. Działa drażniąco na skórę i oczy. Stwarza poważne zagrożenie dla zdrowia ludzkiego w następstwie długotrwałego narażenia.

<sup>1</sup> Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 2455/2001/WE z dnia 20 listopada 2001 r. *ustanawiająca wykaz priorytetowych substancji w dziedzinie polityki wodnej*.

<sup>2</sup> Zał. I do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 67/548/EWG, tab. 3.2 zał. VI do rozporządzenia PEiR 1272/2008/WE (rozporządzenie GHS) „Wykaz zharmonizowanej klasyfikacji oraz oznakowania substancji stwarzających zagrożenie” (rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 8 lutego 2010 r. - Dz. U. Nr 27, poz. 140)

## REALIZACJA ZADANIA

### Pomiary benzenu w województwie małopolskim w 2010 roku



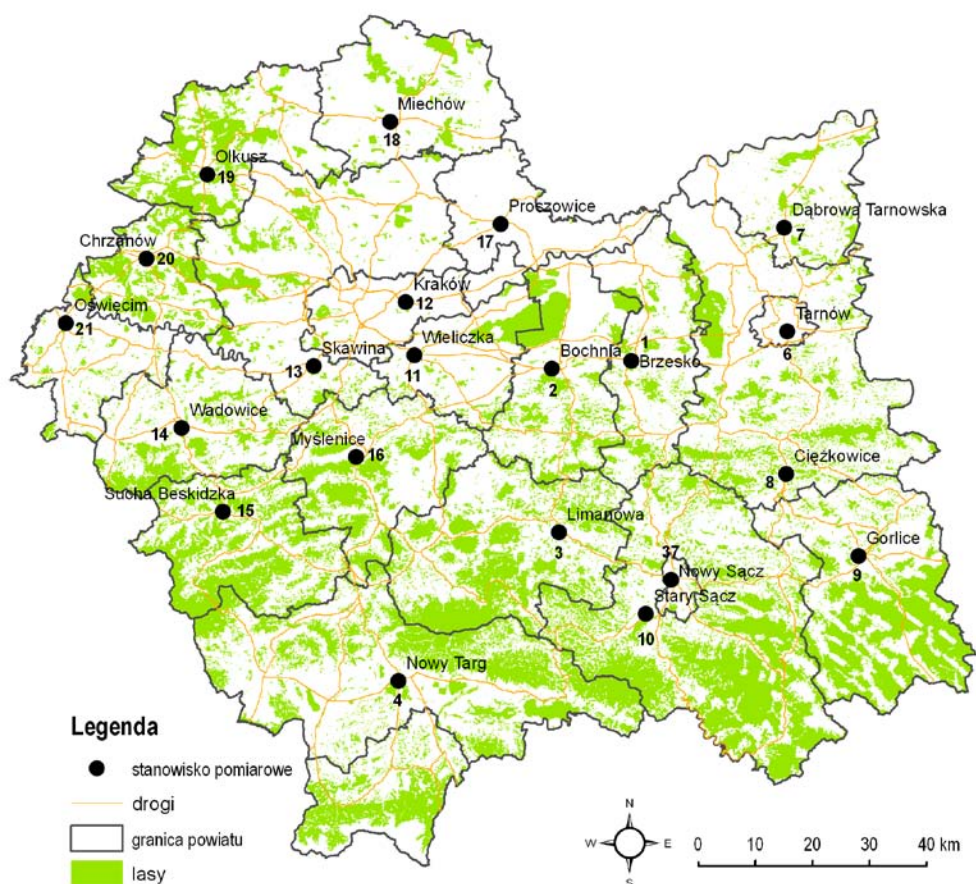
*Foto. Proszowice - stanowisko pomiaru benzenu*

#### 4. Realizacja zadania: „Pomiary benzenu w województwie małopolskim w 2010 roku metodą pasywną (wskaźnikową)”

W roku 2010 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 (PMS) w Województwie Małopolskim na lata 2010-2012.

W okresie badawczym od stycznia do grudnia 2010 roku pobrano 792 miesięczne próbki powietrza z 22 stanowisk pomiarowych, w celu oznaczenia benzenu.

W okresie trwania badań na wszystkich stanowiskach pomiarowych uzyskano 100% kompletność serii. 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 na jednym stanowisku tj. 100% okresu badań.



Rys. 1. Mapa lokalizacji stanowisk pomiaru benzenu metodą pasywną w 2010 roku w województwie małopolskim

Tab. 3. Lokalizacja stanowisk pomiarowych benzenu w 2010 roku w województwie małopolskim

Nr stanowiska	Kod krajowy stanowiska	Lokalizacja	adres	powiat
1	MpBrzeskWIOSOgro0202	<b>Brzesko</b> , ul. Ogrodowa Przedszkole Publiczne Nr 4	32-800 Brzesko ul. Ogrodowa 10	brzeski
2	MpBochniWIOSLegi0103	<b>Bochnia</b> , ul. Legionów Polskich Miejskie Przedszkole Nr 2	32-700 Bochnia ul. Legionów Polskich 8	bocheński
3	MpLimanowWIOSJord0702	<b>Limanowa</b> , ul. Stanisława Jordana Miejskie Przedszkole Nr 1	34-600 Limanowa ul. Stanisława Jordana 5	limanowski
4	MpNoTargWIOSJoze1106	<b>Nowy Targ</b> , ul. Józefczaka Nowotarska Telewizja Kablowa Sp. z o.o.	34-400 Nowy Targ, ul. Józefczaka	nowotarski
5	MpZakopaWIOSRown1701	<b>Zakopane</b> , Rówień Krupowa, ul. Sienkiewicza Stacja METEO (Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza)	34-500 Zakopane Rówień Krupowa, ul. Sienkiewicza	tatrzański
6	MpTarnowWIOSBitw6304	<b>Tarnów, miasto</b> , ul. Bitwy pod Studziankami Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza	33-100 Tarnów ul. Bitwy pod Studziankami	m.Tarnów
7	MpDabrowWIOSZare0402	<b>Dąbrowa Tarnowska</b> , ul. Zaręby Gimnazjum Nr 1 w Dąbrowie Tarnowskiej	33-200 Dąbrowa Tarnowska ul. Zaręby 22	dąbrowski
8	MpCiezkoWIOSZdro1602	<b>Ciężkowice</b> , ul. Zdrowa Ośrodek Zdrowia w Ciężkowicach	33-190 Ciężkowice ul. Zdrowa 2	tarnowski
9	MpGorlicWIOSSlon0506	<b>Gorlice</b> , ul. Słoneczna Powiatowy Zarząd Drogowy w Gorlicach 38-300 Gorlice	38-300 Gorlice ul. Słoneczna 7	gorlicki
10	MpSSaczWIOSSlon1006	<b>Stary Sącz</b> , Os. Słoneczne Gminne Przedszkole Publiczne	33-340 Stary Sącz Os. Słoneczne	nowosądecki,
11	MpWielicWIOSWPol1903	<b>Wieliczka</b> , ul. Wincentego Pola Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Wieliczce	32-020 Wieliczka ul. Wincentego Pola 20a	wielicki
12	MpKrakowWIOSBulw6118	<b>Kraków, miasto</b> Nowa Huta,, ul. Bulwarowa Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza	Kraków - Nowa Huta ul. Bulwarowa	m.Kraków
13	MpSkawinWIOSKope0607	<b>Skawina</b> , ul. Kopernika 2g Posterunek Gazowy	32-050 Skawina ul. Kopernika 2g	krakowski
14	MpWadowiWIOSKope1803	<b>Wadowice</b> , os. M. Kopernika Przedszkole Publiczne nr 2	34-100 Wadowice os. M. Kopernika 12	wadowicki
15	MpSuchaWIOSKono1503	<b>Sucha Beskidzka</b> , ul. Marii Konopnickiej Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna	34-200 Sucha Beskidzka ul. Marii Konopnickiej 7	suski
16	MpMyslenWIOSOsie0903	<b>Myślenice</b> , Osiedle 1000-lecia Placówka Opiekuńczo-Profilaktyczna Dla Dzieci Zdrowych i Specjalnej Troski	32-400 Myślenice Osiedle 1000-lecia 18A	myślenicki
17	MpProszWIOS3Maj1403	<b>Proszowice</b> , ul.3-Maja Parafia Najświętszej Marii Panny	32-100 Proszowice ul.3-Maja 1	proszowicki
18	MpMiechoWIOSDane0802	<b>Miechów</b> , ul. Stanisławy Daneckiej Urząd Skarbowy (obok zbiorników z paliwem)	32-200 Miechów ul. Stanisławy Daneckiej 1	miechowski
19	MpOlkuszWIOSNull1205	<b>Olkusz</b> , ul. Francesco Nullo Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza	32-300 Olkusz ul. Francesco Nullo	olkuski
20	MpChrzanzWIOSSiko0302	<b>Chrzanów</b> , ul. Gen. Sikorskiego (Osiedle Trzebinia I) Przedszkole Nr 10 w Chrzanowie	32-500 Chrzanów ul. Gen. Sikorskiego (Osiedle Trzebinia I)	chrzanowski
21	MpOswiecWIOSSoln1303	<b>Oświęcim</b> , ul. Solna 10 Przepompownia Ścieków	32-600 Oświęcim ul. Solna 10	oświęcimski
37	MpNSaczWIOSPija6204	<b>Nowy Sącz</b> , miasto , ul. Pijarska Stacja IMGW - Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza	33-300 Nowy Sącz ul. Pijarska 30	m. Nowy Sącz

W oparciu o wyniki miesięczne obliczono i sporządzono zestawienie rocznych wyników badań na poszczególnych stanowiskach pomiarowych. Uzyskane wartości stężeń benzenu przedstawiono poniżej.

Tab. 4. Zbiorcze zestawienie średnich stężeń benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w województwie małopolskim w 2010 roku.

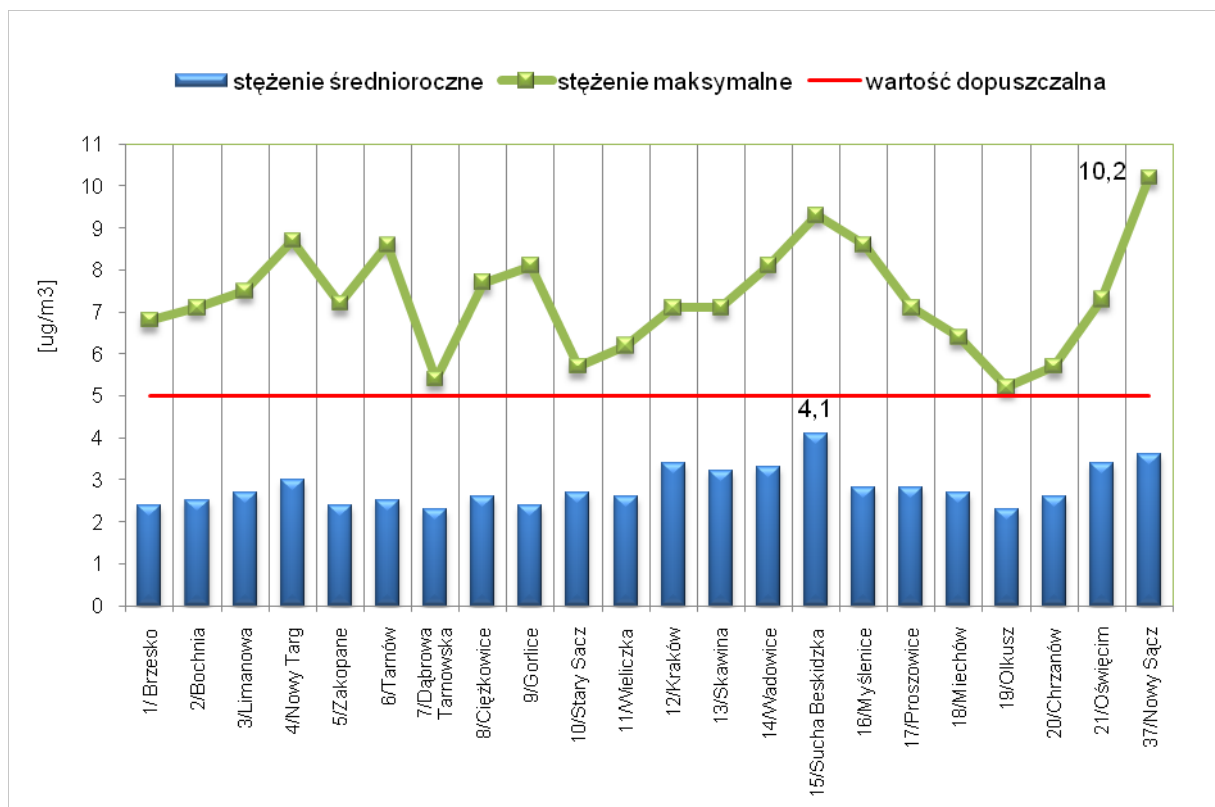
Lp.	Stanowisko (nr / miejscowość)	Stężenie średnie roczne	Stężenie średnie w sez. letnim	Stężenie średnie w sez. zimnym (grzewczym)	Stężenie max/min w roku	Procent wyników uzyskanych
1	1/ Brzesko	2,4	0,8	3,9	6,8 / 0,55	100 %
2	2/Bochnia	2,5	0,9	4,0	7,1 / 0,55	100 %
3	3/Limanowa	2,7	1,3	4,1	7,5 / 0,7	100 %
4	4/Nowy Targ	3,0	1,3	4,8	8,7 / 0,55	100 %
5	5/Zakopane	2,4	1,0	3,9	7,2 / 0,55	100 %
6	6/Tarnów	2,5	1,0	3,9	8,6 / 0,55	100 %
7	7/Dąbrowa	2,3	0,9	3,7	5,4 / 0,55	100 %
8	8/Ciężkowice	2,6	1,0	4,1	7,7 / 0,55	100 %
9	9/Gorlice	2,4	1,1	3,7	8,1 / 0,6	100 %
10	10/Stary Sącz	2,7	1,0	4,4	5,7 / 0,6	100 %
11	11/Wieliczka	2,6	0,8	4,5	6,2 / 0,55	100 %
12	12/Kraków	3,4	2,0	4,8	7,1 / 1,4	100 %
13	13/Skawina	3,2	1,4	4,9	7,1 / 0,6	100 %
14	14/Wadowice	3,3	1,5	5,1	8,1 / 0,6	100 %
15	15/Sucha	4,1	1,9	6,2	9,3 / 1,4	100 %
16	16/Myślenice	2,8	0,9	4,7	8,6 / 0,55	100 %
17	17/Proszowice	2,8	1,2	4,7	7,1 / 0,6	100 %
18	18/Miechów	2,7	1,3	4,2	6,4 / 0,6	100 %
19	19/Olkusz	2,3	0,9	3,7	5,2 / 0,5	100 %
20	20/Chrzanów	2,6	1,3	3,9	5,7 / 0,6	100 %
21	21/Oświęcim	3,4	1,4	5,3	7,3 / 0,65	100 %
22	37/Nowy Sącz	3,6	1,7	5,4	10,2 / 0,6	100 %

W 2010 roku stężenia średnioroczne benzenu na stanowiskach zlokalizowanych w województwie małopolskim mieściły się w przedziale od 4,1 μg/m<sup>3</sup> (Sucha Beskidzka) do 2,3 μg/m<sup>3</sup> (Dąbrowa Tarnowska i Olkusz).

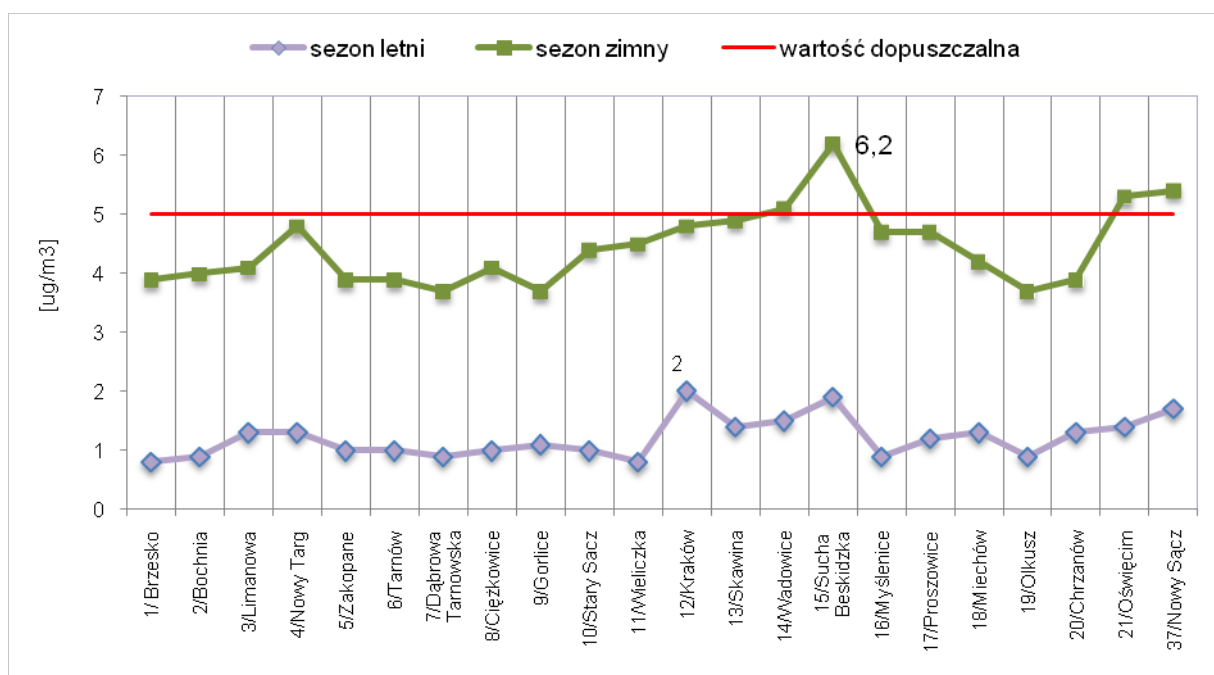
Na żadnym z 22 stanowisk pomiarowych stężenie nie przekroczyło wartości dopuszczalnej. Wartości stężeń przekraczające 70% wartości stężenia dopuszczalnego uzyskano na dwóch stanowiskach tj.: Sucha Beskidzka (4,1 μg/m<sup>3</sup>) i Nowy Sącz (3,6 μg/m<sup>3</sup>).

Stężenia nieprzekraczające 50% normy średniorocznej zanotowano na pięciu stanowiskach pomiarowych tj. w Brzesku, Zakopanem, Dąbrowie Tarnowskiej, Gorlicach i Olkuszu.

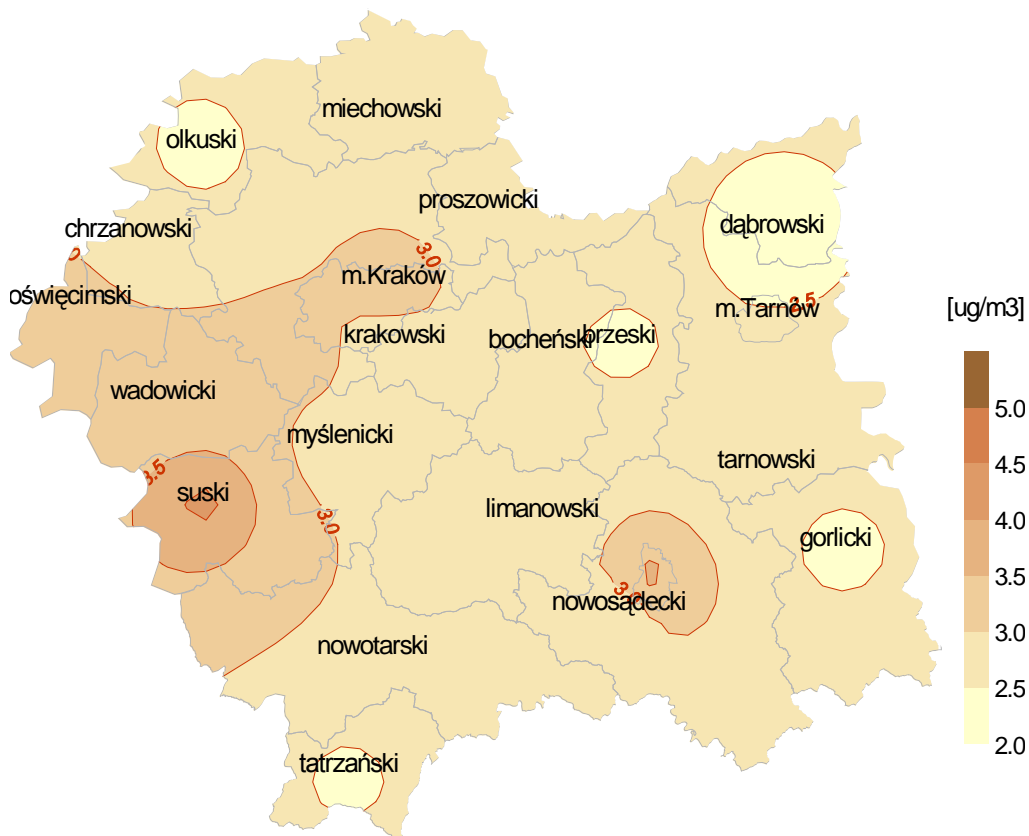
Średnie stężenia w sezonie letnim mieściły się w przedziale od 0,8 μg/m<sup>3</sup> (Brzesko i Wieliczka) do 2,0 μg/m<sup>3</sup> (Kraków- Nowa Huta). Średnie stężenia w sezonie zimnym mieściły się w przedziale od 6,2 (Sucha Beskidzka) do 3,7 μg/m<sup>3</sup> (Gorlice, Dąbrowa Tarnowska, Olkusz).



Rys. 2. Stężenia średnioroczne i maksymalne benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w 2010 roku



Rys. 3. Stężenia średnie benzenu w sezonie letnim i zimnym (I-III i X-XII) na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w 2010 roku



Rys. 4. Rozkład stężeń średniorocznych benzenu w 2010 roku w województwie małopolskim



Rys. 5. Rozkład stężeń maksymalnych benzenu w województwie małopolskim w 2010 roku

Tab. 5. Zbiorcze zestawienie średniorocznych stężeń benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych na obszarze województwa małopolskiego w latach 2005 – 2010

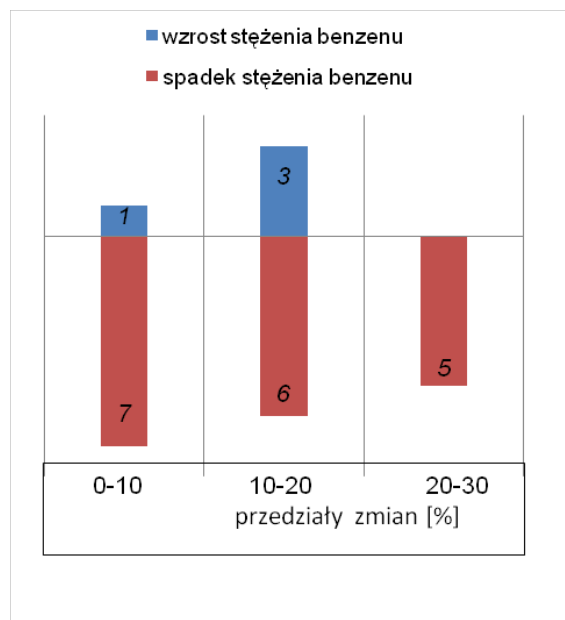
Stanowisko (Nr/miejscowość)	Średnioroczne stężenie benzenu						Zmiana stężeń benzenu w 2010 roku w stosunku do 2009 rok %
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
	µg/m <sup>3</sup>						
1/ Brzesko	3,14	2,89	2,74	2,82	3,12	2,4	↘ 23,1
2/Bochnia	2,99	2,73	2,71	2,58	2,96	2,5	↘ 15,5
3/Limanowa	3,48	3,00	2,97	2,8	3,15	2,7	↘ 14,3
4/Nowy Targ	4,66	4,29	3,78	3,91	4,03	3,0	↘ 25,6
5/Zakopane	3,35	3,09	3,04	3,1	3,78	2,4	↘ 36,5
6/Tarnów	3,25	2,85	2,93	2,76	3,18	2,5	↘ 21,4
7/Dąbrowa Tarnowska	2,63	2,95	2,23	2,61	3,12	2,3	↘ 26,3
8/Ciężkowice	2,92	2,88	2,47	2,55	2,23	2,6	16,6 ↗
9/Gorlice	2,36	2,11	1,77	2,43	2,16	2,4	11,1 ↗
10/Stary Sącz	3,23	3,00	2,75	2,9	2,47	2,7	9,3 ↗
11/Wieliczka	3,48	3,19	2,6	2,7	2,7	2,6	↘ 3,7
12/Kraków	5,5	5,91	4,46	4,38	3,7	3,4	↘ 8,1
13/Skawina	4,56	4,43	3,39	3,38	3,43	3,2	↘ 6,7
14/Wadowice	4,47	4,28	3,51	3,56	4,05	3,3	↘ 18,5
15/Sucha Beskidzka	5,98	5,73	5,07	4,93	4,76	4,1	↘ 13,9
16/Myślenice	3,39	3,01	2,78	2,74	3,03	2,8	↘ 7,6
17/Proszowice	3,72	4,31	3,3	3,67	3,34	2,8	↘ 16,2
18/Miechów	3,98	4,10	3,42	3,18	3,05	2,7	↘ 11,5
19/Olkusz	2,78	3,32	3,02	2,8	2,54	2,3	↘ 9,4
20/Chrzanów	3,24	3,34	3,18	3,24	2,87	2,6	↘ 9,4
21/Oświęcim	4,12	3,63	2,67	2,83	3,46	3,4	↘ 1,7
37/Nowy Sącz	3,84	4,17	3,07	3,78	3,21	3,6	12,1 ↗

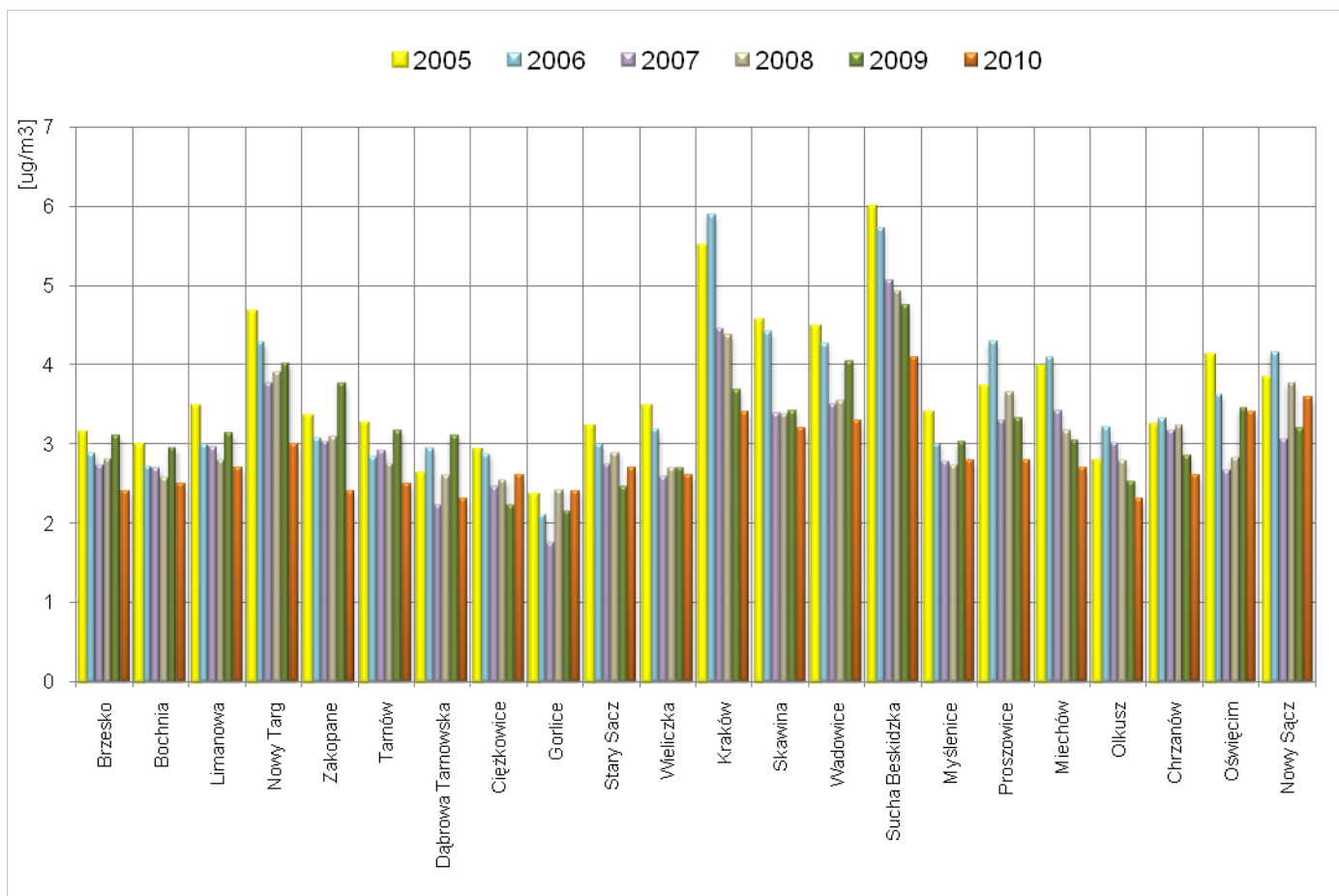
W roku 2010 w porównaniu do roku 2009 na 18 stanowiskach pomiarowych obserwuje się spadek średnich rocznych stężeń benzenu.

Najwyższe stężenie benzenu zanotowano w Suchoj Beskidzkiej (4,1 µg/m<sup>3</sup>), a najniższe w Dąbrowie Tarnowskiej i Olkuszu (2,3 µg/m<sup>3</sup>). Największy spadek stężenia benzenu w 2010 roku zaobserwowano na stanowiskach w Zakopanem (36,5%) i Dąbrowie Tarnowskiej (26,3%) a najniższy w Oświęcimiu (1,7%).

Zmiany stężeń średniorocznych benzenu w 2010 roku w stosunku do roku 2009 przedstawiały się następująco:

- na 5 stanowiskach stężenie spadek 20% - 30%
- na 6 stanowiskach stężenie spadek 10% - 20%
- na 7 stanowiskach stężenie spadek poniżej 10%
- na 3 stanowiskach stężenie wzrost 10% - 20%
- na 1 stanowisku wzrost poniżej 10%

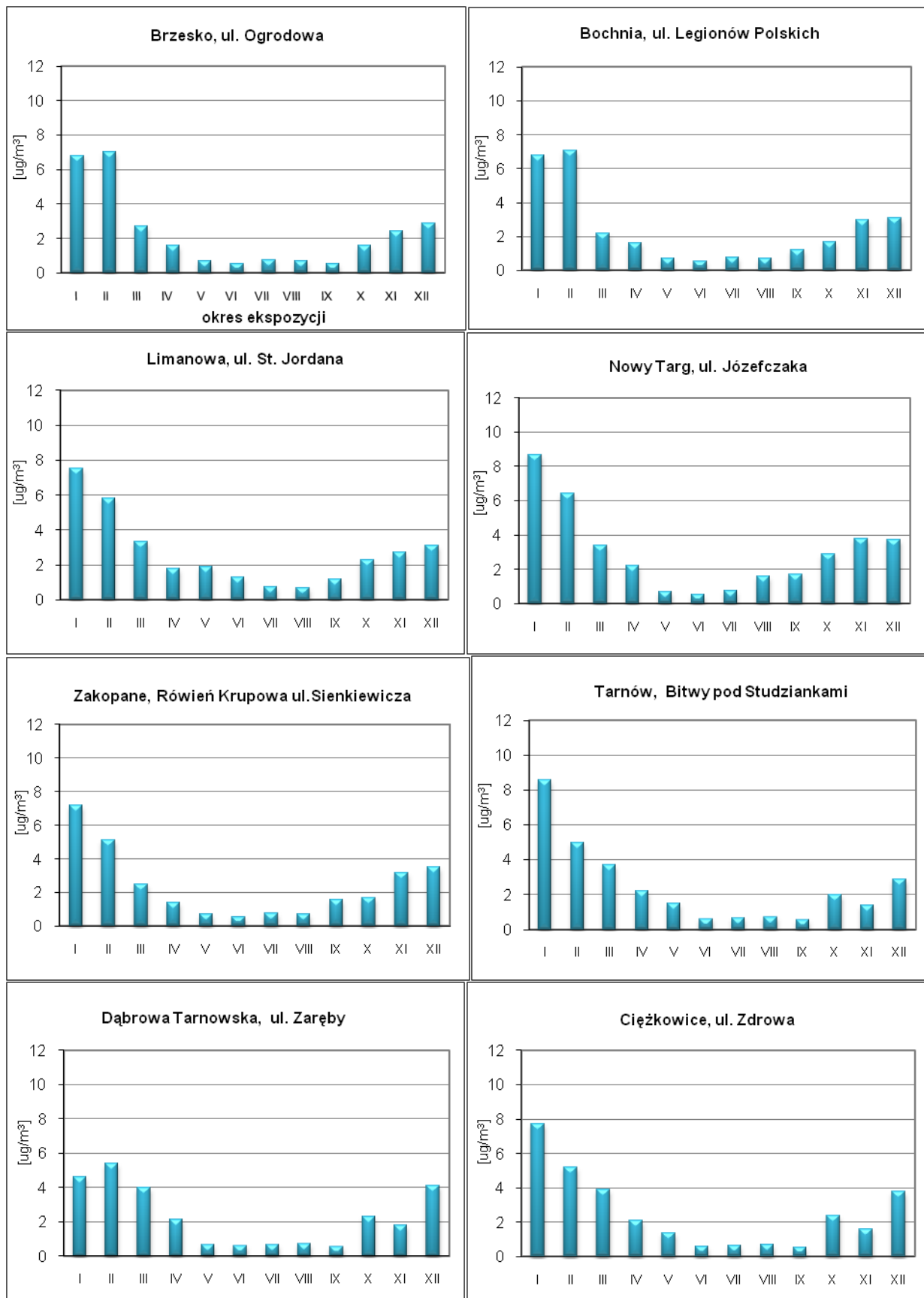


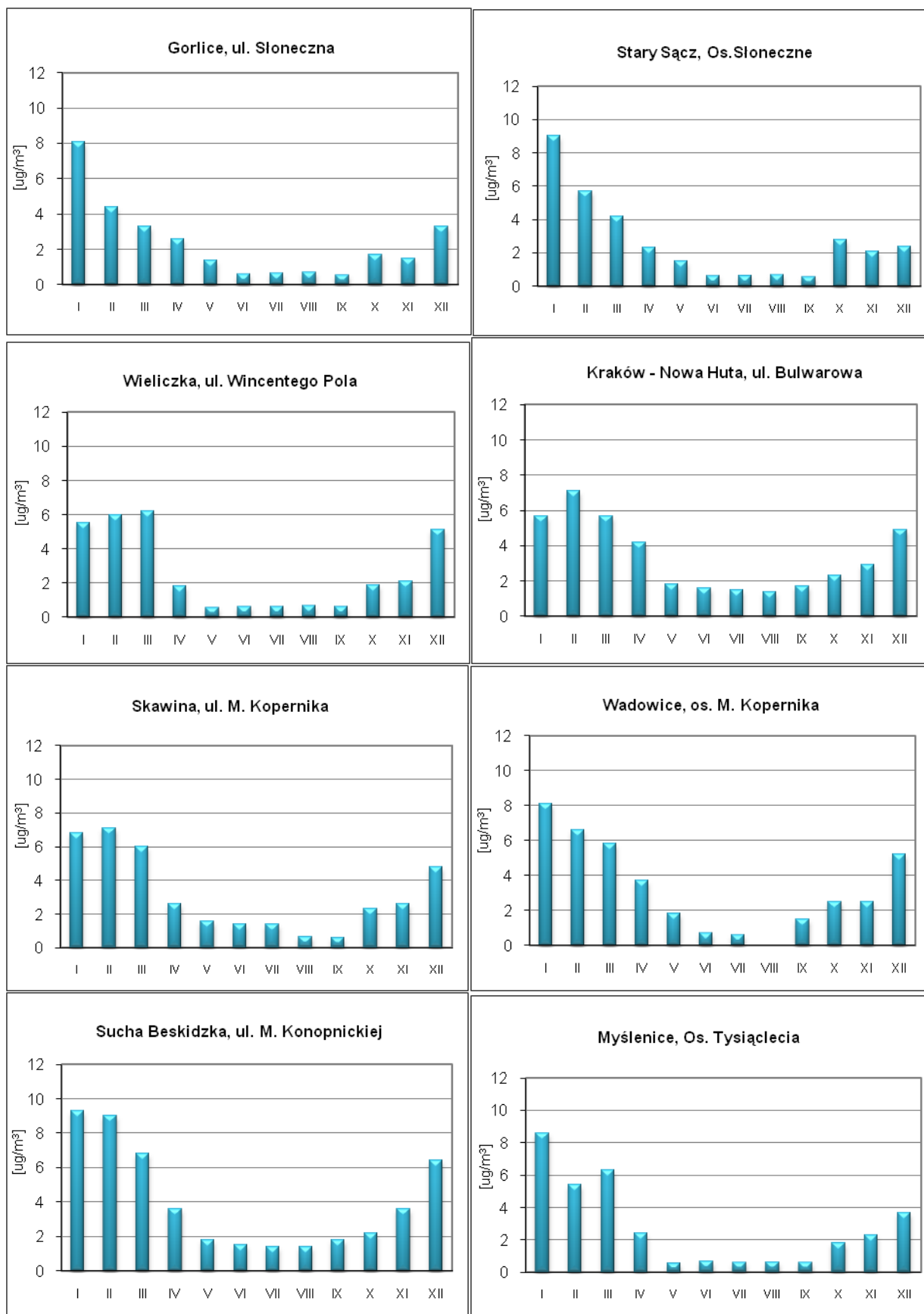


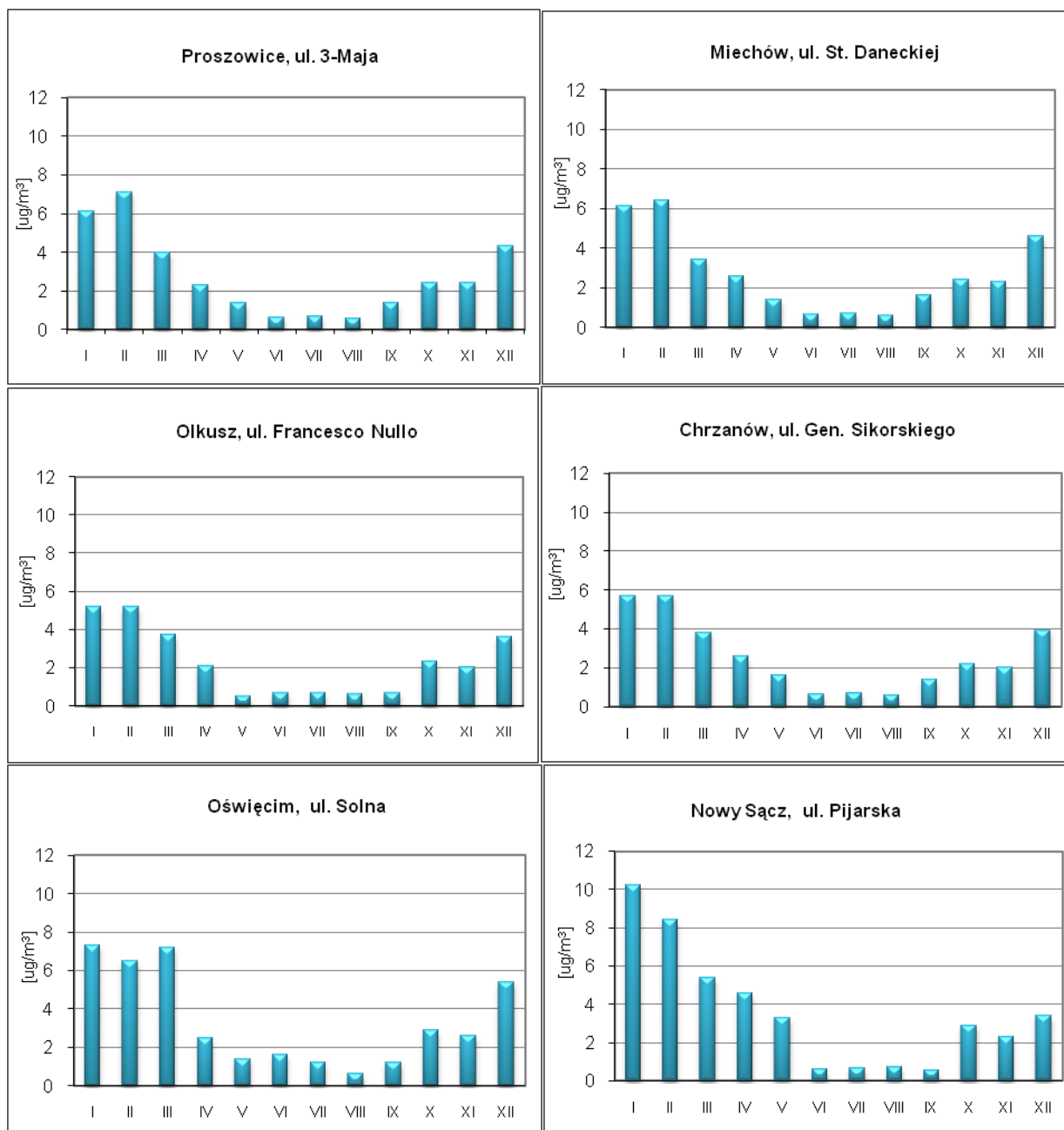
Rys.6. Stężenia średnioroczne benzenu na stanowiskach pomiarowych w latach 2005-2010 w województwie małopolskim

Z przebiegu rocznych serii pomiarów na poszczególnych stanowiskach (rys.8) 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.

Rys. 7. Średniomiesięczne stężenia benzenu na 22 stanowiskach pomiarowych w roku 2010 w województwie małopolskim (metoda pasywna)







## 5. Porównanie metod pomiarowych benzenu na dwóch stanowiskach pomiarowych

W 2010r. na dwóch stanowiskach na obszarze województwa małopolskiego prowadzono równoległe pomiary pasywne i przepływowe stężeń benzenu, w celu określenia korelacji wyników uzyskiwanych za pomocą obu metod pomiarowych.

Do pomiarów porównawczych wytypowano stanowisko w Tarnowie, to jest takie na którym spodziewano się stężeń o średnim, wyrównanym poziomie oraz stanowisko w Krakowie - Nowej Hucie. W Nowej Hucie prowadzono pomiary stężeń benzenu dodatkowo metodą automatyczną.

Tab. 9. Zestawienie średnich stężeń benzenu w 2010 roku uzyskanych poszczególnymi metodami pomiarowymi na dwóch stanowiskach pomiarowych.

Stanowisko pomiarowe	Metoda pomiarowa	Średnie stężenie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		
		roczne	sezon letni	sezon zimny
Tarnów, ul. Bitwy pod Studziankami	pasywna	2,5	1,0	3,9
	przepływowa (manualna)	1,5	0,8	2,1
Kraków - Nowa Huta, ul. Bulwarowa	pasywna	3,4	2,0	4,8
	przepływowa (manualna)	2,0	-	-
	automatyczna	3,8	-	-

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

- dla stanowiska w Tarnowie - **0,6** (obliczany jako wartość stężenia z metody przepływowej do wartości stężenia z metody pasywnej),
- dla stanowiska w Krakowie-Nowej Hucie – **0,6** (obliczany jako wartość stężenia z metody przepływowej do wartości stężenia z metody pasywnej) i **1,1** (obliczany jako wartość stężenia z metody automatycznej do wartości stężenia z metody pasywnej).

## 6. Podsumowanie

W 2010 roku na wszystkich stanowiskach pomiarowych benzenu w województwie małopolskim kompletność serii pomiarowej wynosiła 100%.

Na żadnym stanowisku pomiarowym stężenie średnioroczne benzenu nie przekroczyło wartości dopuszczalnej. Najwyższe stężenie średnioroczne zanotowano w Suchej Beskidzkiej ( $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a najniższe w Olkuszu i Dąbrowie Tarnowskiej ( $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Średnie stężenia benzenu w sezonie letnim mieściły się w przedziale od  $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Brzesko i Wieliczka) do  $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Kraków- Nowa Huta). Średnie stężenia w sezonie zimnym mieściły się w przedziale od  $6,2$  (Sucha Beskidzka) do  $3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Gorlice, Dąbrowa Tarnowska, Olkusz).

W roku 2010 w porównaniu do 2009 roku zanotowano niższe średnioroczne stężenia benzenu na 18 stanowiskach pomiarowych a na 4 stanowiskach stężenia wyższe.