

WOJEWÓDZKI INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA W KRAKOWIE
DELEGATURA W TARNOWIE

**SPRAWOZDANIE Z BADAŃ
ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA BENZENEM
NA OBSZARZE WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO
W 2009 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

Tarnów, marzec 2010

Spis treści

1.	Wartości dopuszczalne stężeń benzenu w powietrzu atmosferycznym	3
2.	Podstawowe informacje na temat metod pasywnych.....	4
3.	Charakterystyka benzenu	4
4.	Realizacja zadania: „ Pomiary benzenu w województwie małopolskim w 2009 roku” metodą pasywną (wskaźnikową).....	5
5.	Roczna klasyfikacja stref, ze względu na poziom stężenia benzenu.	17
6.	Porównanie metod pomiarowych benzenu w dwóch punktach pomiarowych ..	19
7.	Podsumowanie	20

Spis rysunków

Rys.1.	Lokalizacja punktów pomiaru benzenu metodą pasywną w 2009 roku.....	6
Rys.2.	Stężenia średnioroczne i maksymalne benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w 2009 roku.....	8
Rys. 3.	Stężenia benzenu w sezonie letnim i grzewczym (I-III i X-XII) na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w 2009 roku	
Rys.4.	Rozkład stężeń średnich benzenu dla województwa małopolskiego w 2009 roku	10
Rys.5.	Rozkład stężeń maksymalnych benzenu dla województwa małopolskiego w 2009 roku	10
Rys.6.	Rozkład stężeń benzenu w Suchej Beskidzkiej, sporządzony na podstawie wyników pomiarów z trzech stanowisk pomiarowych w 2009 roku.....	11
Rys.7.	Średnie roczne stężenia benzenu w województwie małopolskim w latach 2005-2009	12
Rys.8.	Średnie stężenia benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w roku 2009 w województwie małopolskim (metoda pasywna) - 24 stanowiska.....	14
Rys.9.	Klasyfikacja stref dla benzenu na podstawie pomiarów metodą pasywną w 2009 roku.....	18

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 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/,
- z dnia 19 listopada 2008 roku w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza /Dz. U. Nr 216, poz.1377/,

określają dopuszczalne poziomy benzen 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 benzen 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 2009 roku margines tolerancji wynosił 20%.

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 ^{b)}	Margines tolerancji			
					[%] [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
					2007	2008	2009	od 2010
1	Benzen ^{a)} (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 o wzorze chemicznym C_6H_6 to najprostszy węglowódor aromatyczny. Jest to ciecz bezbarwna, lotna, wonna, lżejsza od wody i nie rozpuszczająca się w niej. Pali się z łatwością (silnie kopcący 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, odświeżaczy 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" /poz. 1674 Dz. U. Nr 201 z dnia 28 września 2005 roku/. Oznakowana została **jako substancja rakotwórcza kategorii 1 i może powodować dziedziczne uszkodzenia genetyczne kategorii 2**. Na organizm działa toksycznie poprzez drogi oddechowe. Jest związkiem mutagennym, przenikającym przez łożysko i toksycznym dla płodu.

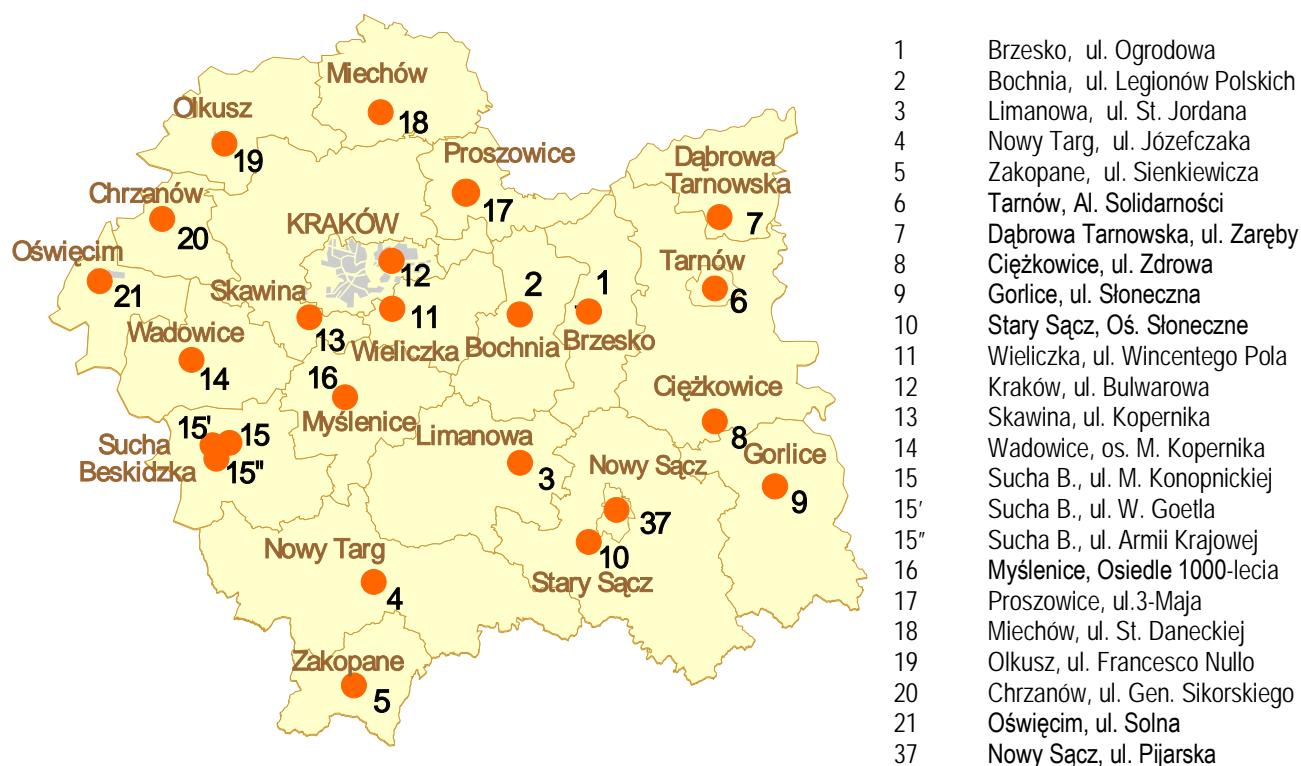
4. Realizacja zadania: „Pomiary benzenu w województwie małopolskim w 2009 roku” metodą pasywną (wskaźnikową)

W roku 2009 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 2007-2009 i kolejnymi aneksami.

W okresie badawczym od stycznia do grudnia 2009 roku pobrano, w celu oznaczenia benzenu, 841 miesięcznych próbek powietrza z 24 punktów pomiarowych.

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 21 punktach pomiarowych uzyskano 100% kompletność serii. Tylko w 3 punktach tj. w Proszowicach i w 2 punktach w Suchej Beskidzkiej kompletność serii wyniosła 92%, z powodu zniszczenia próbników.

Rys. 1. Lokalizacja punktów pomiaru benzenu metodą pasywną w 2009 roku



- 1 Brzesko, ul. Ogrodowa
- 2 Bochnia, ul. Legionów Polskich
- 3 Limanowa, ul. St. Jordana
- 4 Nowy Targ, ul. Józefczaka
- 5 Zakopane, ul. Sienkiewicza
- 6 Tarnów, Al. Solidarności
- 7 Dąbrowa Tarnowska, ul. Zaręby
- 8 Ciężkowice, ul. Zdrowa
- 9 Gorlice, ul. Słoneczna
- 10 Stary Sącz, Oś. Słoneczne
- 11 Wieliczka, ul. Wincentego Pola
- 12 Kraków, ul. Bulwarowa
- 13 Skawina, ul. Kopernika
- 14 Wadowice, os. M. Kopernika
- 15 Sucha B., ul. M. Konopnickiej
- 15' Sucha B., ul. W. Goetla
- 15'' Sucha B., ul. Armii Krajowej
- 16 Myślenice, Osiedle 1000-lecia
- 17 Proszowice, ul. 3-Maja
- 18 Miechów, ul. St. Daneckiej
- 19 Olkusz, ul. Francesco Nullo
- 20 Chrzanów, ul. Gen. Sikorskiego
- 21 Oświęcim, ul. Solna
- 37 Nowy Sącz, ul. Pijarska

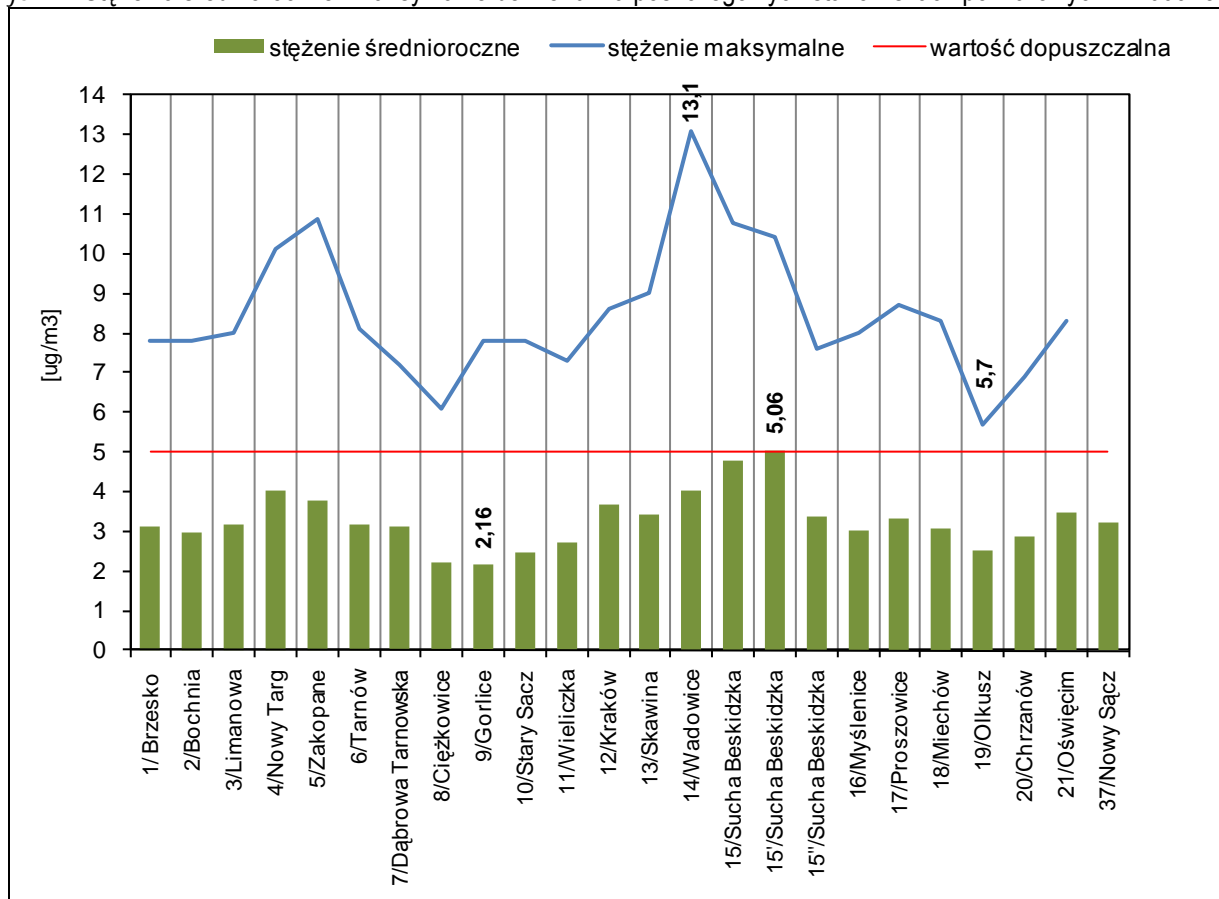
Tab. 3. Lokalizacja punktów pomiarowych benzenu metodą pasywną w 2009 roku

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

10	10	Stary Sącz , pow. nowosądecki, Gminne Przedszkole Publiczne 33-340 Stary Sącz, Os. Słoneczne
11	11	Wieliczka , pow. wielicki Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Wieliczce, 32-020 Wieliczka, ul. Wincentego Pola 20 a,
12	12	Kraków, miasto Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza Kraków, ul. Bulwarowa
13	13	Skawina , pow. krakowski Posterunek Gazowy 32-050 Skawina, ul. Kopernika 2g
14	14	Wadowice , pow. wadowicki Przedszkole Publiczne nr 2, 34-100 Wadowice, os. M. Kopernika 12
15	15	Sucha Beskidzka , pow. suski Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna 34-200 Sucha Beskidzka, ul. Marii Konopnickiej 7
16	15'	Sucha Beskidzka , pow. suski ul. W. Goetla
17	15"	Sucha Beskidzka , pow. suski ul. Armii Krajowej
18	16	Myślenice , pow. myślenicki Placówka Opiekuńczo-Profilaktyczna Dla Dzieci Zdrowych i Specjalnej Troski, 32-400 Myślenice, Osiedle 1000-lecia 18A
19	17	Proszowice , pow. proszowicki Parafia Najświętszej Marii Panny 32-100 Proszowice, ul.3-Maja 1
20	18	Miechów , pow. miechowski Urząd Skarbowy w Miechowie 32-200 Miechów, ul. Stanisławy Daneckiej 1 (obok zbiorników z paliwem)
21	19	Olkusz , pow. olkuski Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza 32-300 Olkusz, ul. Francesco Nullo
22	20	Chrzanów , pow. chrzanowski Przedszkole Nr 10 w Chrzanowie 32-500 Chrzanów, ul. Gen. Sikorskiego (Osiedle Trzebinia I)
23	21	Oświęcim , pow. oświęcimski Przepompownia Ścieków 32-600 Oświęcim, ul. Solna 10
24	37	Nowy Sącz , 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 rocznych wyników badań w poszczególnych punktach pomiarowych. Uzyskane wartości stężeń benzenu przedstawiono poniżej.

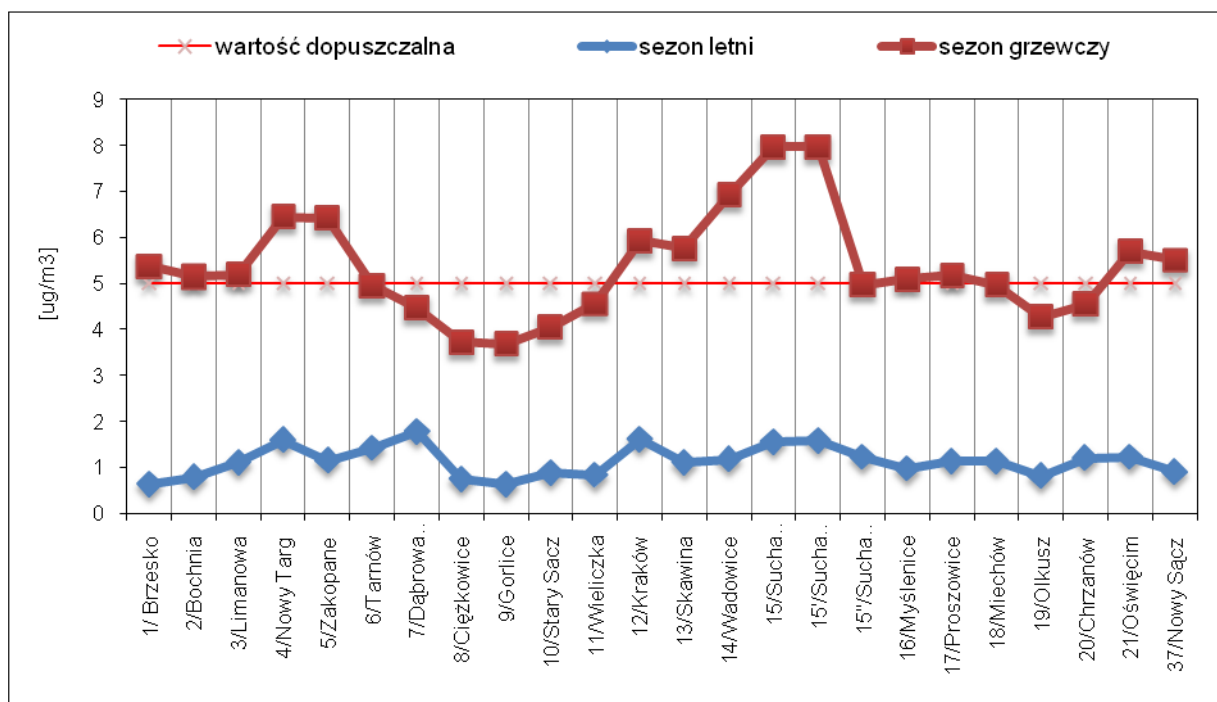
Rys. 2. Stężenia średnioroczne i maksymalne benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w 2009 roku



Tab. 4. Zbiorcze zestawienie średniorocznych stężeń benzenu w poszczególnych punktach pomiarowych na obszarze województwa małopolskiego w 2009 roku.

Lp.	Stanowisko (nr / miejscowość)	Średnie stężenie roczne µg/m³	Średnie stężenie w sez. letnim µg/m³	Średnie stężenie w sez. zimnym µg/m³	Stężenie max/min w roku µg/m³	Procent wyników uzyskanych
1	1/ Brzesko	3,12	0,63	5,37	7,8	100
2	2/Bochnia	2,96	0,78	5,15	7,8	100
3	3/Limanowa	3,15	1,1	5,2	8,0	100
4	4/Nowy Targ	4,03	1,59	6,45	10,1	100
5	5/Zakopane	3,78	1,15	6,42	10,9	100
6	6/Tarnów	3,18	1,42	4,95	8,1	100
7	7/Dąbrowa Tar.	3,12	1,77	4,47	7,2	100
8	8/Ciężkowice	2,23	0,74	3,72	6,1	100
9	9/Gorlice	2,16	0,63	3,68	7,8	100
10	10/Stary Sącz	2,47	0,88	4,05	7,8	100
11	11/Wieliczka	2,70	0,83	4,57	7,3	100
12	12/Kraków	3,70	1,6	5,93	8,6	100
13	13/Skawina	3,43	1,1	5,77	9,0	100
14	14/Wadowice	4,05	1,17	6,93	13,1	100
15	15/Sucha Beskidzka	4,76	1,55	7,97	10,8	100
16	15' Sucha Beskidzka	5,06	1,58	7,97	10,4	92
17	15''Sucha Beskidzka	3,37	1,22	4,97	7,6	92
18	16/Myślenice	3,03	0,97	5,1	8,0	100
19	17/Proszowice	3,34	1,13	5,18	8,7	92
20	18/Miechów	3,05	1,13	4,97	8,3	100
21	19/Olkusz	2,54	0,81	4,27	5,7	100
22	20/Chrzanów	2,87	1,2	4,55	6,9	100
23	21/Oświęcim	3,46	1,22	5,7	8,3	100
24	37/Nowy Sącz	3,21	0,9	5,52	11,0	100

Rys. 3. Stężenia benzenu w sezonie letnim i grzewczym (I-III i X-XII) na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w 2009 roku

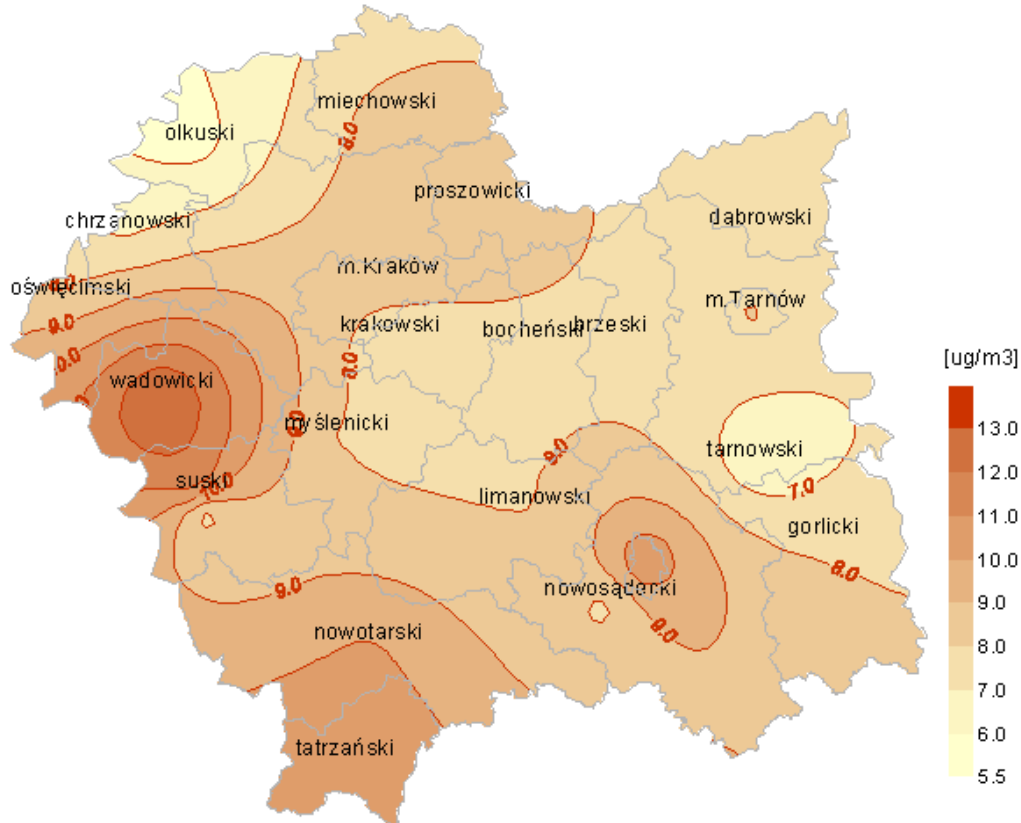


W punktach zlokalizowanych na obszarze województwa małopolskiego stężenia średnioroczne mieściły się w przedziale od $5,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Sucha Beskidzka) do $2,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gorlice). W 23 punktach pomiarowych stężenie średnioroczne benzenu nie przekroczyło wartości dopuszczalnej. W jednym punkcie pomiarowym (Sucha Beskidzka stanowisko 15') stężenie średnioroczne przekroczyło wartość dopuszczalną ale nie przekroczyło wartości dopuszczalnej powiększonej o margines tolerancji obowiązujący w 2009r. tj. $6 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 5 \mu\text{g}/\text{m}^3 + 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (20 % margines tolerancji). Podwyższone wartości stężeń średniorocznych uzyskano w punktach: Sucha Beskidzka ($4,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i $4,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Nowy Targ ($4,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i Zakopane ($3,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

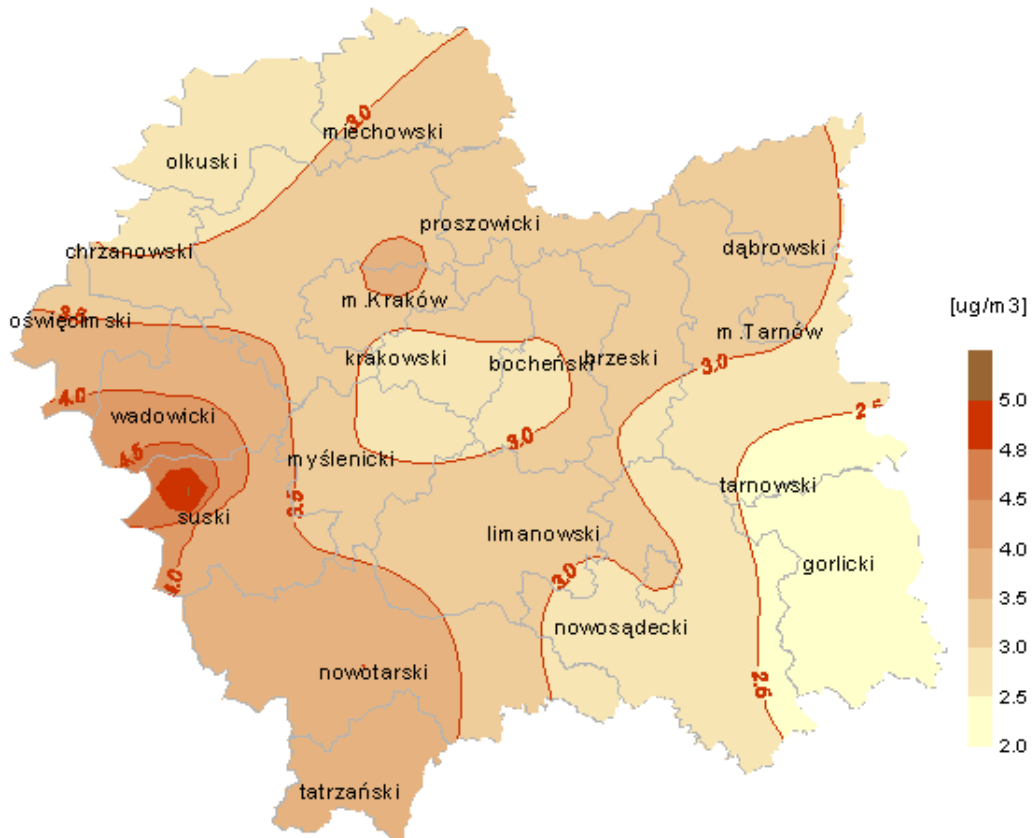
Średnie stężenia w sezonie letnim mieściły się w przedziale od $0,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gorlice i Brzesko) do $1,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Dąbrowa Tarnowska). Średnie stężenia w sezonie zimnym mieściły się w przedziale od $7,97$ (Sucha Beskidzka) do $3,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gorlice).

Stężenia nieprzekraczające 50 % normy średniorocznej zanotowano na trzech stanowiskach pomiarowych tj. w Ciężkowicach, Gorlicach i Starym Sączu.

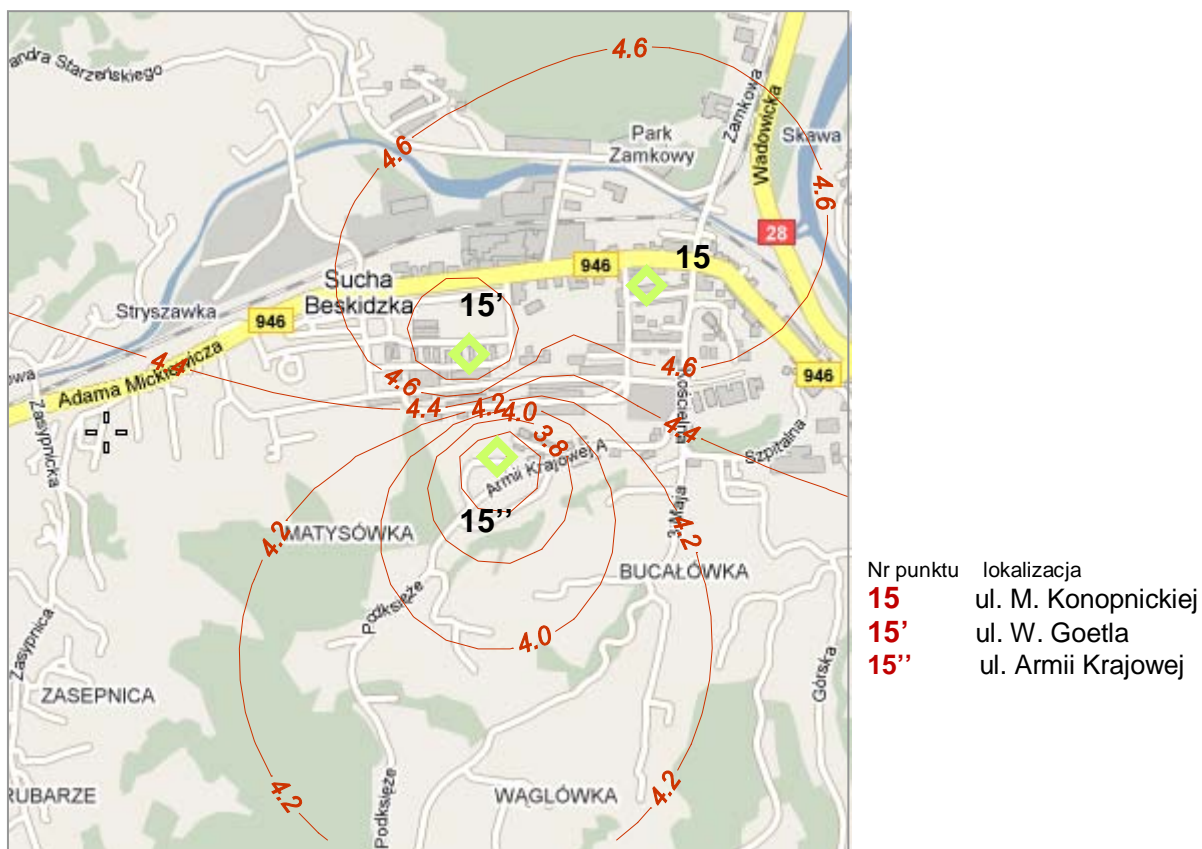
Rys. 4. Rozkład stężeń średnich benzenu dla województwa małopolskiego w 2009 roku



Rys. 5. Rozkład stężeń maksymalnych benzenu dla województwa małopolskiego w 2009 roku

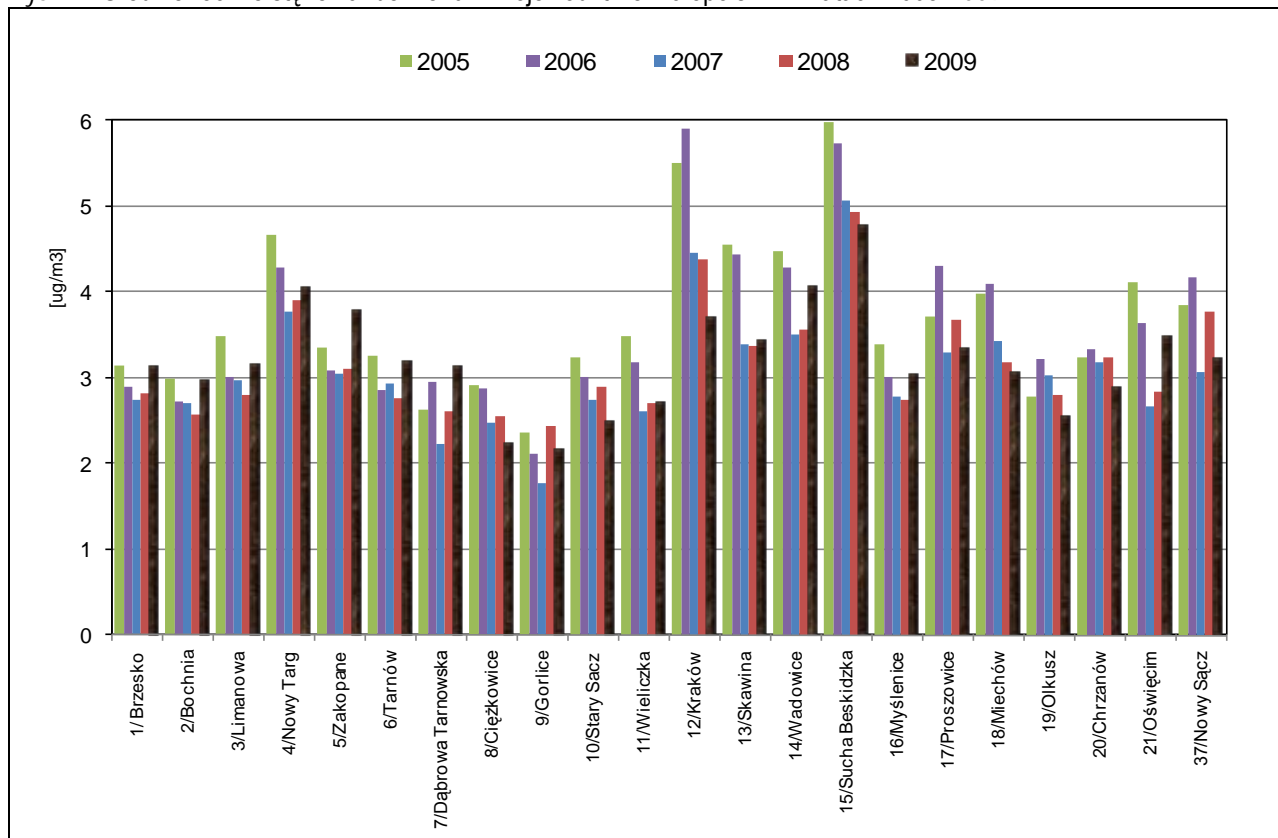


W 2009 r. w mieście Sucha Beskidzka pomiary benzenu prowadzono w trzech punktach pomiarowych, z uwagi na ponadnormatywne stężenia benzenu na terenie miasta w 2007 r.



Rys.6. Rozkład stężeń benzenu w Suchej Beskidzkiej, sporządzony na podstawie wyników pomiarów z trzech stanowisk pomiarowych w 2009 roku

Rys.7. Średnie roczne stężenia benzenu w województwie małopolskim w latach 2005-2009



Tab. 5. Zbiorcze zestawienie średniorocznych stężeń benzenu w poszczególnych punktach pomiarowych na obszarze województwa małopolskiego w latach 2004 - 2009

Stanowisko (Nr/miejscowość)	Średnioroczne stężenie benzenu						Zmiana stężeń benzenu w 2009 roku w stosunku do 2008 rok %
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
	µg/m ³						
1/ Brzesko	2,30	3,14	2,89	2,74	2,82	3,12	↑ 11 %
2/Bochnia	2,25	2,99	2,73	2,71	2,58	2,96	↑ 15 %
3/Limanowa	2,37	3,48	3,00	2,97	2,8	3,15	↑ 13 %
4/Nowy Targ	2,97	4,66	4,29	3,78	3,91	4,03	↑ 3 %
5/Zakopane	2,63	3,35	3,09	3,04	3,1	3,78	↑ 22 %
6/Tarnów	2,17	3,25	2,85	2,93	2,76	3,18	↑ 22 %
7/Dąbrowa Tarnowska	1,77	2,63	2,95	2,23	2,61	3,12	↑ 20%
8/Ciężkowice	1,78	2,92	2,88	2,47	2,55	2,23	↓ 13 %
9/Gorlice	1,61	2,36	2,11	1,77	2,43	2,16	↓ 11 %
10/Stary Sącz	2,10	3,23	3,00	2,75	2,9	2,47	↓ 15 %
11/Wieliczka	2,30	3,48	3,19	2,6	2,7	2,7	bez zmian
12/Kraków	3,8	5,5	5,91	4,46	4,38	3,7	↓ 16 %
13/Skawina	2,86	4,56	4,43	3,39	3,38	3,43	↑ 1 %
14/Wadowice	2,82	4,47	4,28	3,51	3,56	4,05	↑ 14 %
15/Sucha Beskidzka	4,04	5,98	5,73	5,07	4,93	4,76	↓ 3 %
15*Sucha Beskidzka	-	-	-	-	-	5,06	-
15**Sucha Beskidzka	-	-	-	-	-	3,37	-
16/Myślenice	2,21	3,39	3,01	2,78	2,74	3,03	↑ 11 %
17/Proszowice	2,92	3,72	4,31	3,3	3,67	3,34	↓ 9 %
18/Miechów	2,61	3,98	4,10	3,42	3,18	3,05	↓ 4 %
19/Olkusz	2,31	2,78	3,32	3,02	2,8	2,54	↓ 9 %
20/Chrzanów	2,68	3,24	3,34	3,18	3,24	2,87	↓ 11 %
21/Oświęcim	2,86	4,12	3,63	2,67	2,83	3,46	↑ 22 %
37/Nowy Sącz	2,72	3,84	4,17	3,07	3,78	3,21	↓ 18 %

W roku 2009 w porównaniu do roku 2008 obserwuje się spadek średnich rocznych stężeń benzenu w 10 punktach pomiarowych a wzrost w 11 punktach pomiarowych. Najwyższe stężenie benzenu $5,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano w mieście Sucha Beskidzka, a najniższe w mieście Gorlice – $2,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

W 2009 roku największy spadek stężenia benzenu zaobserwowano na stanowiskach pomiarowych w miastach: Nowy Sącz (18 %), Kraków (16 %) a najniższy w miastach: Sucha Beskidzka i Miechów (3 % do 4 %).

Wzrost stężenia w 2009 roku w porównaniu do 2008 roku przedstawiał się następująco:

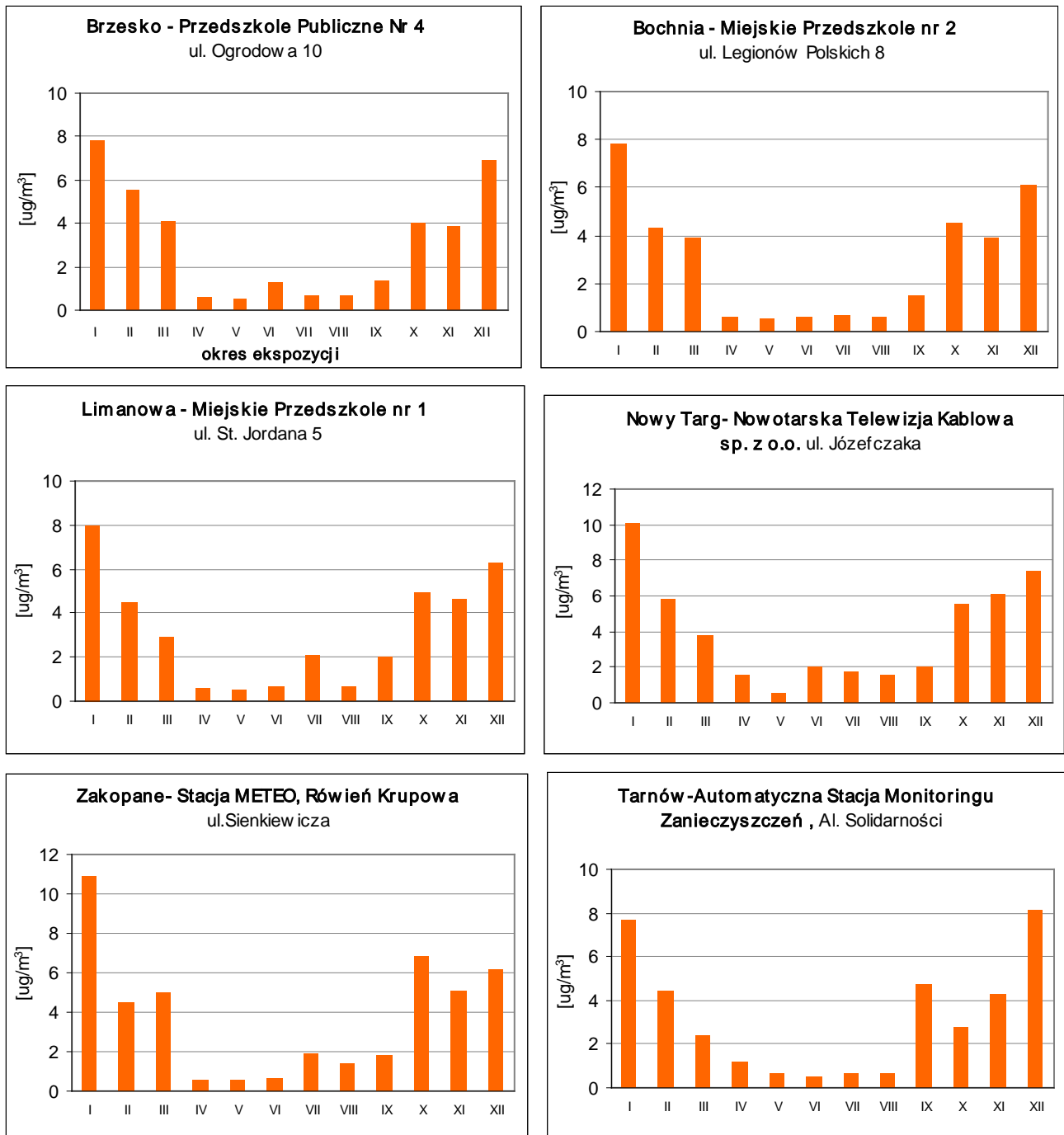
w 4 punktach pomiarowych stężenie wzrosło o 20 % do 30 %

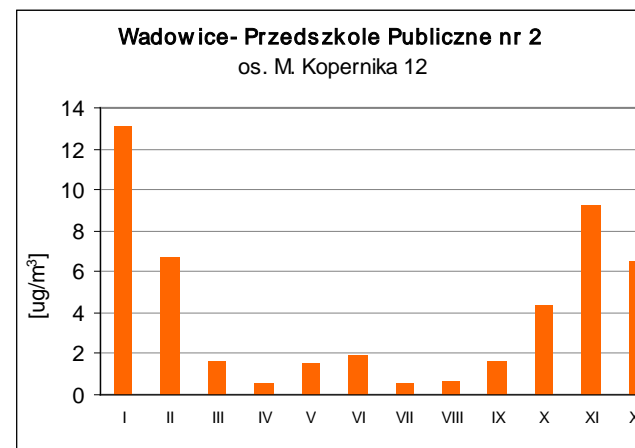
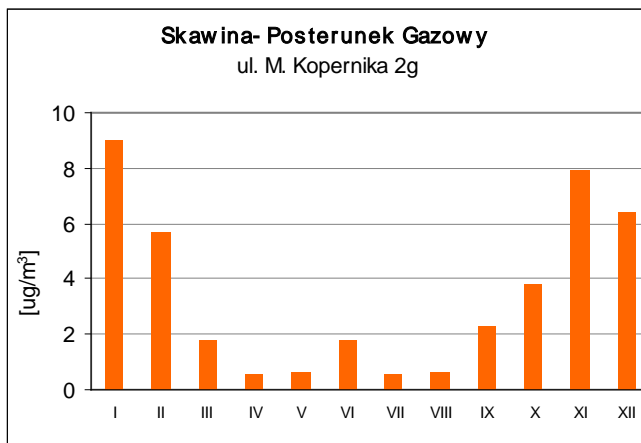
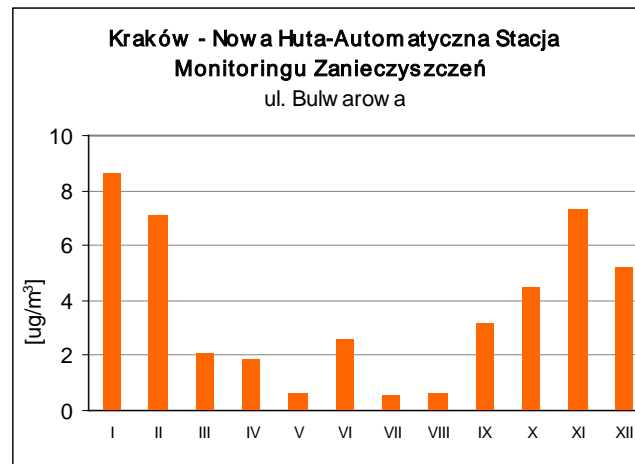
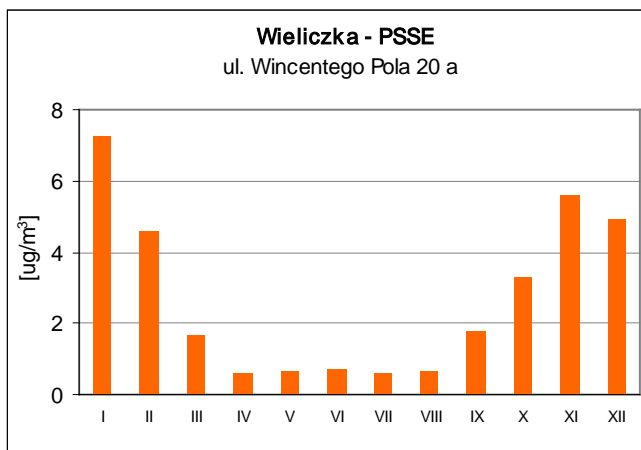
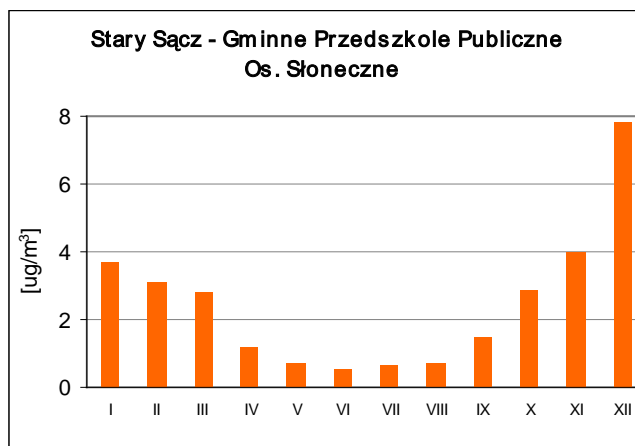
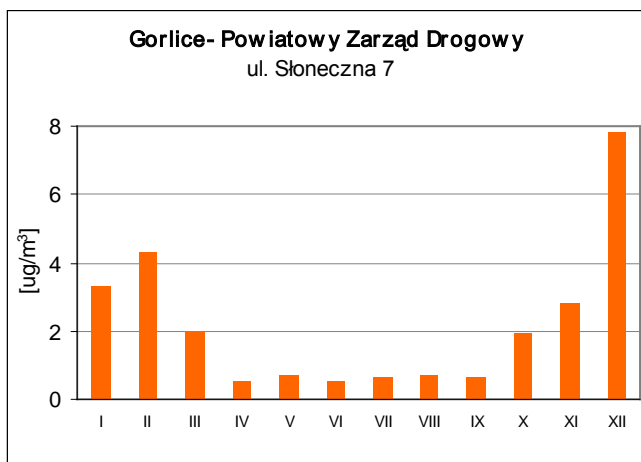
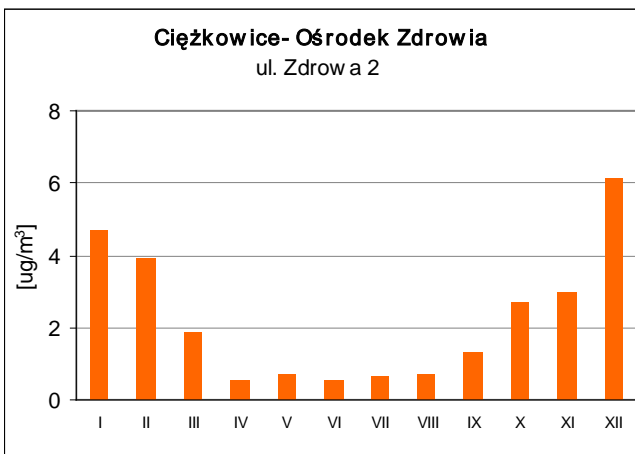
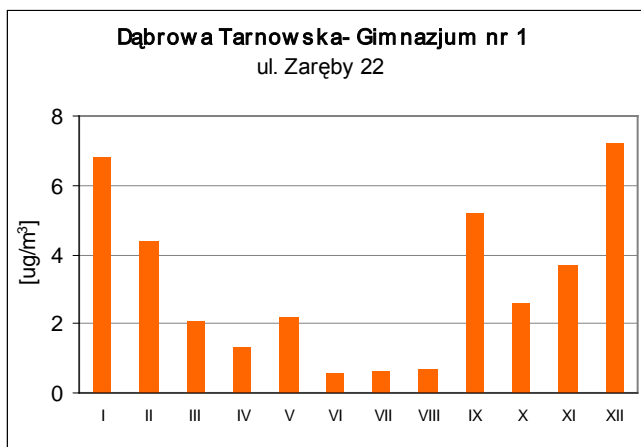
w 5 punktach pomiarowych stężenie wzrosło o 10 % do 20 %

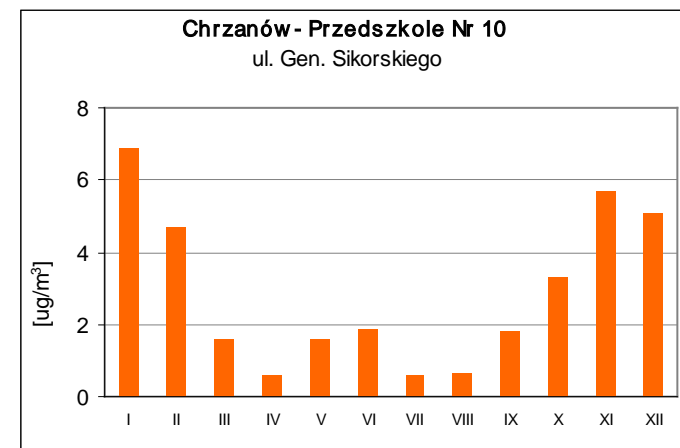
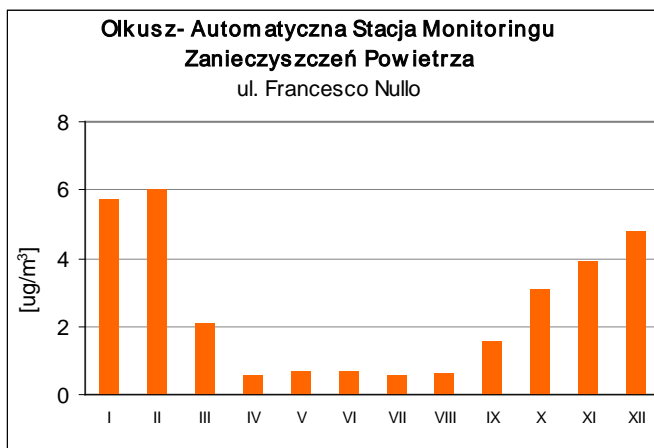
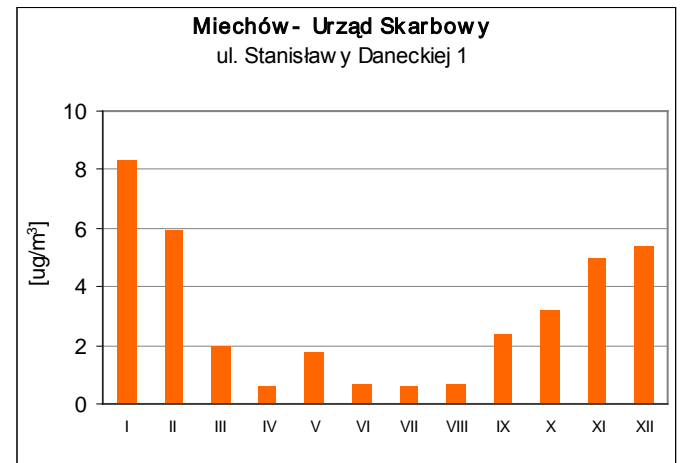
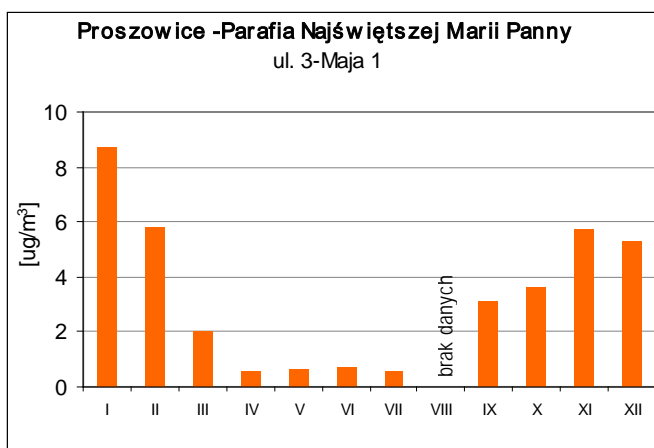
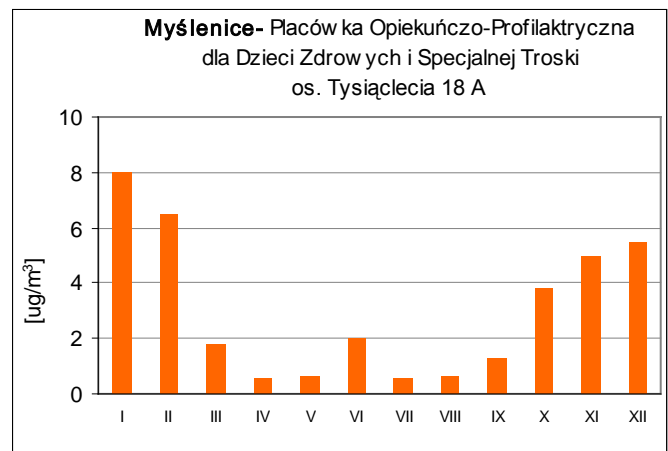
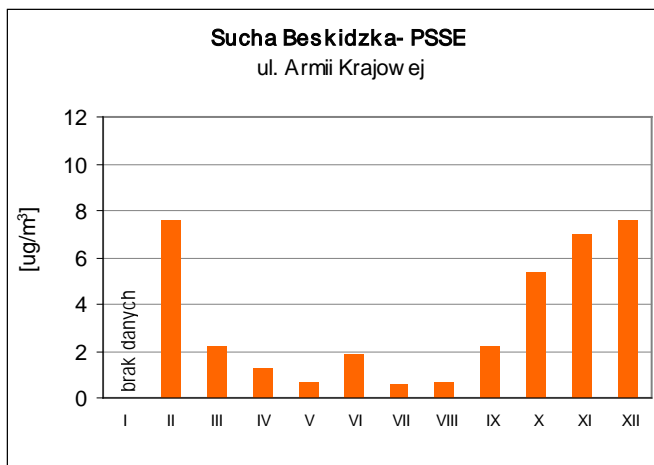
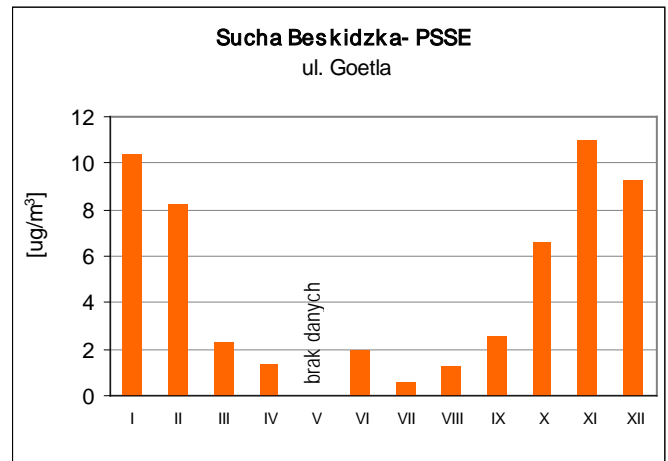
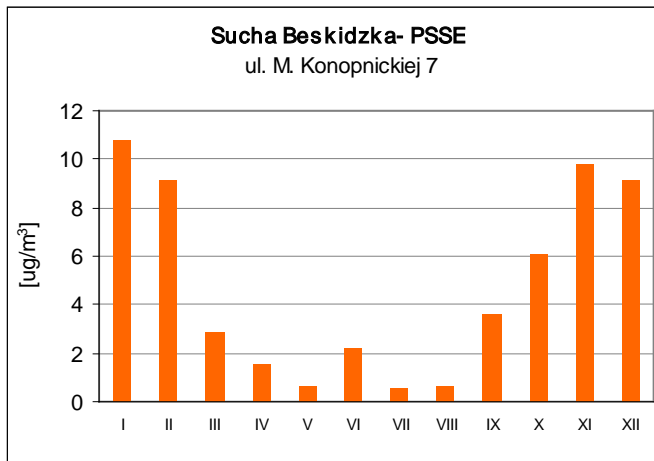
w 2 punktach pomiarowych stężenie wzrosło do 10 %

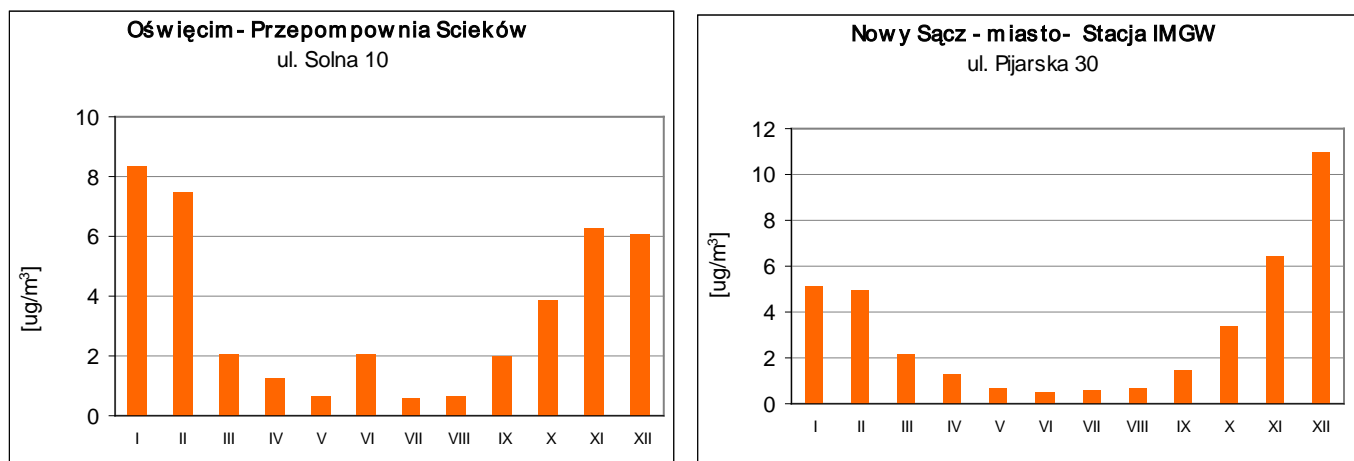
Z przebiegu rocznych serii pomiarów na poszczególnych stanowiskach (rys.8) odczytać można wyraźną sezonową zmienność stężeń benzenu (wyższe w okresie zimy, niższe w sezonie letnim). Zasadne jest więc stwierdzenie, że powodem wysokich stężeń w sezonie grzewczym jest emisja z sektora komunalno - bytowego tzw. „niska emisja”, wpływająca na pogorszenie warunków aerosanitarnych w miastach.

Rys. 8. Średnie stężenia benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w roku 2009 w województwie małopolskim (metoda pasywna) - 24 stanowiska









5. Roczna klasyfikacja stref, ze względu na poziom stężenia benzenu.

Na potrzeby ustalenia odpowiedniego sposobu oceny jakości powietrza w poszczególnych strefach, co 5 lat wykonuje się klasyfikację stref (*najbliższa klasyfikacja w 2010r.*), odrębnie pod kątem poziomu każdej substancji, wyodrębniając strefy w których:

- 1) przekroczone są poziomy dopuszczalne,
- 2) poziom substancji nie przekracza poziomu dopuszczalnego i jest wyższy od górnego progu oszacowania,
- 3) poziom substancji nie przekracza górnego progu oszacowania i jest wyższy od dolnego progu oszacowania,
- 4) poziom substancji nie przekracza dolnego progu oszacowania.

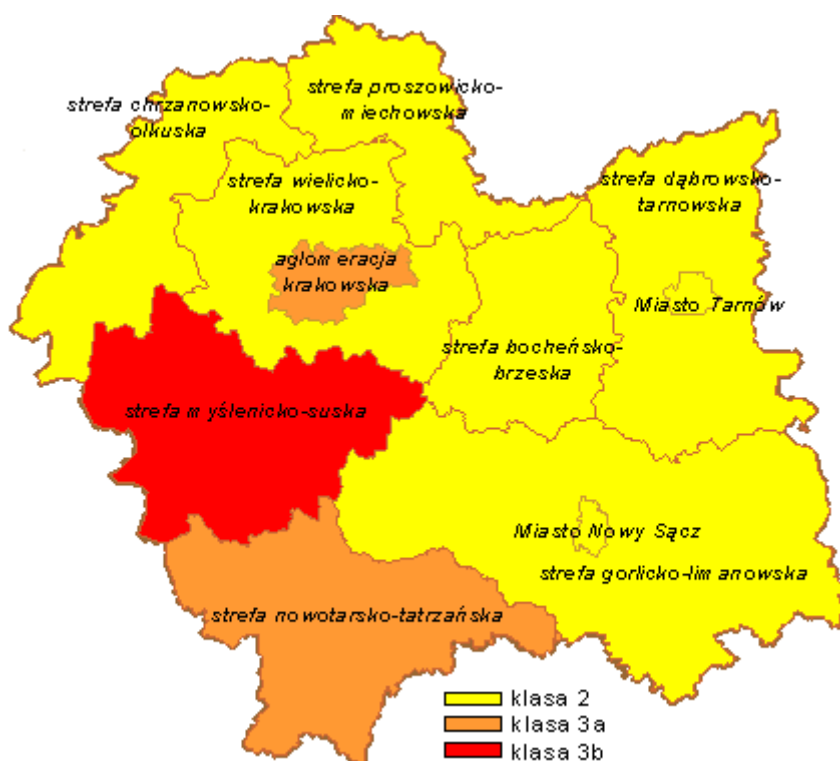
Górny i dolny próg oszacowania oznacza procentową część dopuszczalnego poziomu substancji w powietrzu.

Tab.6. Górny i dolny próg oszacowania dla benzenu

	Poziom dopuszczalny	Średnie roczne stężenie benzenu	
Górny próg oszacowania	5 µg/m ³	70 % poziomu dopuszczalnego	3,5 µg/m ³
Dolny próg oszacowania		40 % poziomu dopuszczalnego	2,0 µg/m ³

W przypadku, gdy dostępna jest wystarczająca liczba danych, przekroczenia progów oszacowania określone są na podstawie stężeń w ciągu poprzednich pięciu lat. Próg oszacowania uznaje się za przekroczony, jeżeli podczas pięciu poprzednich lat został przekroczony co najwyżej w dwóch odrębnych latach. W niniejszym opracowaniu przedstawiono klasyfikację stref dla benzenu, tylko dla 2009 roku.

Rys. 9. Klasyfikacja stref dla benzenu na podstawie pomiarów metodą pasywną w 2009 roku.



Tab. 7. Ocena poziomu stężenia benzenu w 2009 r. na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w odniesieniu do górnego i dolnego progu oszacowania.

Lp.	Stanowisko (nr / miejscowość)	Przynależność stanowiska do obszaru strefy/ kod strefy	Średnie stężenie roczne benzenu $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Wartość przekroczenia benzenu w 2009 r.		Klasa strefy
				górnego progu oszacowania w $[3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3]$	dolnego progu oszacowania w $[2 \mu\text{g}/\text{m}^3]$	
1	1/ Brzesko	strefa bocheńsko-brzeska PL.12.04.z.02	3,12	-	1,12	2
2	2/Bochnia	strefa bocheńsko-brzeska PL.12.04.z.02	2,96	-	0,96	2
3	3/Limanowa	strefa gorlicko-limanowska PL.12.07.z.03	3,15	-	1,15	2
4	4/Nowy Targ	strefa nowotarsko-tatrzańska PL.12.11.z.02	4,03	0,53	2,03	3a
5	5/Zakopane	strefa nowotarsko-tatrzańska PL.12.11.z.02	3,78	0,28	1,78	3a
6	6/Tarnów	miasto Tarnów PL.12.03.m.01	3,18	-	1,18	2
7	7/Dąbrowa Tar.	strefa dąbrowsko-tarnowska PL.12.06.z.02	3,12	-	1,12	2
8	8/Ciężkowice	strefa dąbrowsko-tarnowska PL.12.06.z.02	2,23	-	0,23	2
9	9/Gorlice	strefa gorlicko-limanowska PL.12.07.z.03	2,16	-	0,16	2
10	10/Stary Sącz	strefa gorlicko-limanowska PL.12.07.z.03	2,47	-	0,46	2
11	11/Wieliczka	strefa krakowsko-wielicka PL.12.08.z.02	2,70	-	0,70	2
12	12/Kraków	aglomeracja krakowska	3,70	0,20	1,70	3a
13	13/Skawina	strefa krakowsko-wielicka PL.12.08.z.02	3,43	-	1,43	2

14	14/Wadowice	strefa myślenicko-suska PL.12.10.z.03	4,05	0,55	2,05	3a
15	15/Sucha Beskidzka	strefa myślenicko-suska PL.12.10.z.03	4,76	1,26	2,76	3a
16	15' Sucha Beskidzka		5,06	1,56	3,06	3b
17	15''Sucha Beskidzka		3,37	-	1,37	2
18	16/Myślenice	strefa myślenicko-suska PL.12.10.z.03	3,03	-	1,03	2
19	17/Proszowice	strefa miechowsko- proszowicka PL.12.09.z.02	3,34	-	1,34	2
20	18/Miechów	strefa miechowsko- proszowicka PL.12.09.z.02	3,05	-	1,05	2
21	19/Olkusz	strefa chrzanowsko-olkuska PL.12.05.z.03	2,54	-	0,54	2
22	20/Chrzanów	strefa chrzanowsko-olkuska PL.12.05.z.03	2,87	-	0,87	2
23	21/Oświęcim	strefa chrzanowsko-olkuska PL.12.05.z.03	3,46	-	1,46	2
24	37/Nowy Sącz	Miasto Nowy Sącz PL.12.02.m.01	3,21	-	1,21	2

W 2009 roku w strefach: nowotarsko-tatrzańskiej, myślenicko-suskiej i aglomeracji krakowskiej, stężenie średnie roczne benzenu przekroczyło górny próg oszacowania benzenu tj. $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

W zależności od wyniku klasyfikacji aglomeracji/strefy są stawiane wymagania dla prowadzenia metod ocen rocznych.

Tab.8. Wymagania dotyczące metod prowadzenia ocen rocznych

Najwyższe stężenia zanieczyszczenia w aglomeracji /strefie	Klasa aglomeracji/strefy	Wymagania dotyczące metod ocen rocznych
Powyżej poziomu dopuszczalnego	3b	Obowiązek lub priorytet prowadzenia pomiarów stałych na obszarach przekroczeń poziomu dopuszczalnego w strefie
Powyżej górnego progu oszacowania	3a	Pomiary stałe, wysokiej jakości. Wyniki pomiarów mogą być uzupełniane technikami modelowania lub pomiarami wskaźnikowymi w celu zapewnienia odpowiedniej informacji na temat przestrzennego rozkładu stężeń w powietrzu
Pomiędzy górnym i dolnym progiem oszacowania	2	Pomiary (obowiązkowo) stałe mogą być kombinowane z pomiarami wskaźnikowymi lub technikami modelowania, lub obiektywnego szacowania
Poniżej dolnego progu oszacowania	1	Wymagane są techniki modelowania lub obiektywnego szacowania

6. 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” (BMS 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. 9. Zestawienie średniorocznych stężeń benzenu w punktach pomiarowych w 2009 roku, uzyskanych poszczególnymi metodami pomiarowymi.

Metoda pomiarowa	Średnie stężenie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
	roczne	sezon letni	sezon zimny
Tarnów			
pasywna	3,78	1,15	6,42
przepływowa (manualna)	2,04	0,62	3,64
Kraków (Nowa Huta)			
pasywna	3,70	1,6	5,93
przepływowa (manualna)	3,1	-	-
automatyczna	4,3	-	-

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

dla punktu pomiarowego w Tarnowie - 0,54 (obliczany jako wartość stężenia z metody przepływowej do wartości stężenia z metody pasywnej),

dla punktu pomiarowego w Krakowie-Nowej Hucie przy ul. Bulwarowej – 0,84 (obliczany jako wartość stężenia z metody przepływowej do wartości stężenia z metody pasywnej) **i 1,2** (obliczany jako wartość stężenia z metody automatycznej do wartości stężenia z metody pasywnej).

7. Podsumowanie

W jednym punkcie pomiarowym stężenie średnioroczne benzenu przekroczyło wartość dopuszczalną ale nie przekroczyło wartości dopuszczalnej powiększonej o margines tolerancji. Najwyższe stężenie średnioroczne benzenu zanotowano w Suchej Beskidzkiej ($5,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a najniższe w Gorlicach ($2,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

W sezonie zimnym (grzewczym) (I-III i X-XII) występują najwyższe stężenia średniomiesięczne benzenu. Najwyższe stężenia miesięczne zanotowano w Wadowicach ($13,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), w Nowym Sączu ($11,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), w Zakopanem ($10,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i w Suchej Beskidzkiej ($10,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a najniższe w Chrzanowie ($5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

W roku 2009 w porównaniu do 2008 roku zanotowano wyższe średnioroczne stężenia benzenu na 11 stanowiskach pomiarowych a na 10 stanowiskach stężenia niższe.

W 2009 roku w 88% punktów pomiarowych kompletność serii pomiarowej wynosiła 100%.