

INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA
WOJEWÓDZKI INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA W KRAKOWIE
DELEGATURA W TARNOWIE

**SPRAWOZDANIE Z BADAŃ
ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA BENZENEM
NA OBSZARZE WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO
W 2004 ROKU.**

**Badanie zanieczyszczeń powietrza benzenem, metodą wskaźnikową,
zgodnie z Programem Monitoringu Środowiska w Województwie
Małopolskim w 2004 r.**

Opracowanie:

Dział Monitoringu Środowiska
Delegatury WIOŚ w Tarnowie

Zatwierdził

Kierownik Delegatury WIOŚ
w Tarnowie

mgr Krystyna Gołębiowska

TARNÓW, styczeń 2005

Spis treści

1. Wartości dopuszczalne stężeń benzenu w powietrzu atmosferycznym	3
2. Podstawowe informacje na temat metod pasywnych.	4
3. Charakterystyka lotnych związków organicznych (LZO), w tym benzenu.	4
4. Realizacja zadania „ pomiary benzenu w województwie małopolskim w 2004 roku”, metodą wskaźnikową	5
5. Porównanie metody pasywnej z manualną - miasto Tarnów.	9
6. Podsumowanie:	10

1. Wartości dopuszczalne stężeń benzenu w powietrzu atmosferycznym.

W związku z akcesją Polski do Unii Europejskiej dostosowano przepisy prawa i wynikających z nich działań w ochronie powietrza do odpowiednich aktów prawnych Wspólnoty. 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 Prawo ochrony środowiska z 2001 roku i odpowiednie rozporządzenia Ministra Środowiska, prowadzona jest bieżąca ocena jakości powietrza w strefach. Strefę stanowi: aglomeracja o liczbie mieszkańców powyżej 250 tysięcy lub obszar powiatu nie wchodzący w skład aglomeracji. 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.

Rozporządzenia Ministra Środowiska:

- z dnia 6 czerwca 2002 roku w sprawie dopuszczalnych poziomów niektórych substancji w powietrzu, alarmowych poziomów niektórych substancji w powietrzu oraz marginesów tolerancji dla dopuszczalnych poziomów niektórych substancji /Dz. U. Nr 87, poz. 796/,
- z dnia 6 czerwca 2002 roku w sprawie oceny poziomów substancji w powietrzu / Dz. U. Nr 87, poz.798/,
- z dnia 5 grudnia 2002 roku w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu /Dz. U. Nr 1, poz. 12/,

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, którego wartość dopuszczalna wynosi $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla terenu kraju (tabela nr 1) i $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla obszarów ochrony uzdrowiskowej (tabela nr 2).

W latach 2002 – 2009 dopuszcza się możliwość przekroczeń dopuszczalnych poziomów stężeń benzenu, wprowadzając margines tolerancji. Margines ten wynosi 100 % w początkowym okresie (2002 – 2005) i będzie stopniowo obniżany do 0 % w 2010 r.

Tab.1. Dopuszczalny poziom benzenu w powietrzu dla terenu kraju, czas obowiązywania, oznaczenie numeryczne tej substancji, okres, dla którego uśrednia się wyniki pomiarów, dopuszczalne częstości przekraczania tego poziomu oraz marginesy tolerancji.

Lp.	Nazwa substancji (numer CAS)	Okres uśredniania wyników pomiarów	Dopuszczalny poziom substancji w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym ^{b)}	Margines tolerancji								
					[%] [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]								
					2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2008	od 2010
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Benzen ^{a)} (71-43-2)	rok kalendarzowy	5 ^{c)}	-	100 5	100 5	100 5	100 5	80 4	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,

c) – poziom dopuszczalny ze względu na ochronę zdrowia ludzi

Tab.2. Wartości odniesienia dla benzenu w powietrzu na obszarach ochrony uzdrowiskowej, oznaczenie numeryczne substancji oraz okres, dla którego uśrednione są wartości odniesienia.

Lp.	Nazwa substancji	Oznaczenie numeryczne substancji	Okres uśredniania wyników	Wartości odniesienia w mikrogramach na metr sześcienny ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
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 lotnych związków organicznych (LZO), w tym benzenu.

Ocenia się, że do atmosfery emitowanych jest ponad 300 związków. Są one emitowane z wielu źródeł, wśród których procesy przemysłowe i transport zajmują czołowe miejsce. Na obszarach zurbanizowanych, takie źródła jak: gazy spalinowe z silników samochodowych, odparowanie produktów naftowych, stosowanie rozpuszczalników organicznych u przemysłowych i indywidualnych użytkowników są odpowiedzialne za emisję lotnych związków organicznych (LZO) do atmosfery. Nazwą LZO objętych jest wiele rodzajów związków chemicznych, z których najliczniej reprezentowane są:

- węglowodory (parafiny, olefiny, węglowodory aromatyczne),
- tlenowe związki organiczne (alkohole, ketony, kwasy, etery),
- halogenowe związki organiczne (chloro-, bromo- i jodopochodne).

LZO biorą udział w szeregu reakcji fotochemicznych wytwarzających szkodliwe, a nawet toksyczne produkty. Mogą także wywoływać poważne skutki zdrowotne, gdyż wiele z nich wykazuje właściwości toksyczne, kancerogenne, mutagenne lub neurotoksyczne. Ponadto, wiele z tych związków ma charakter odorów przyczyniając się do pogorszenia warunków bytowania ludzi.

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 jest to najprostsz y węglowodór aromatyczny . Jest to ciecz bezbarwna, lotna, wonna, lżejsza od wody i nie rozpuszczająca się w niej. Pali się z łatwością (silnie kopcający płomień). Pary benzenu posiadające działanie toksyczne na człowieka, są cięższe od powietrza.

Benzen jest surowcem stosowanym w przemyśle organicznym do syntezy styrenu, fenolu, cykloheksanu i aniliny do produkcji: polistyrenu, gum syntetycznych, nylonu, żywic poliestrowych, detergentów, barwników, środków owadobójczych i plastików.

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. Ksylene są węglowodorami występującymi w benzynach w największych ilościach, natomiast benzen i toluen to węglowodory aromatyczne o największym udziale masowym w spalinach.

4. Realizacja zadania „ pomiary benzenu w województwie małopolskim w 2004 roku”, metodą wskaźnikową.

W roku 2004 Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie – Delegatura w Tarnowie kontynuował, rozpoczęte w 2003 roku, badania zanieczyszczeń powietrza benzenem w województwie małopolskim, zgodnie z Programem Monitoringu Środowiska w Województwie Małopolskim w 2004 roku.

W okresie badawczym od stycznia 2004 r do grudnia 2004 r pobrano miesięczne próbki powietrza celem oznaczenia benzenu.

Wykaz punktów pomiarowych zawiera tabela nr 3.

Uzyskane wartości stężeń benzenu przedstawiono w tabeli nr 4 i graficznie na rysunku nr 1.

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. Dla 4 punktów wyników tych uzyskano od 10 do 11 (Stary Sącz, Olkusz, Chrzanów i Bochnia), z powodu zniszczenia i kradzieży próbników.

Z doświadczeń krajowych wynika, że w sytuacji małej zmienności w przebiegu rocznym stężeń, do obliczeń stężeń średnich rocznych wykorzystać można mniejszą liczbę (minimum 8) wyników miesięcznych, jednak pod warunkiem, że przynajmniej 4 wyniki odnoszą się do sezonu grzewczego a 4 do sezonu letniego. Warunek ten został zachowany dla każdego punktu pomiarowego.

Tab.3. Lokalizacja punktów pomiaru benzenu metodą pasywną w województwie małopolskim w 2004 roku.

L.p.	Nr stanowiska	Lokalizacja	Metoda ozn. benzenu	Współrzędne
1	2	3	4	5
1	1	Brzesko , pow. brzeski Przedszkole Publiczne Nr 4 , 32-800 Brzesko ul. Ogrodowa 10	rozpuszczalnikowa	N:49° 58'16" E: 20° 36'56"
2	2	Bochnia , pow. bocheński Miejskie Przedszkole Nr 2, 32-700 Bochnia, ul. Legionów Polskich 8	rozpuszczalnikowa	N:49° 57'57" E: 20° 24'46"
3	3	Limanowa , pow. limanowski Miejskie Przedszkole Nr 1, 34-600 Limanowa, ul. Stanisława Jordana 5	rozpuszczalnikowa	N:49° 42'7" E:20° 25'2"
4	4	Nowy Targ , pow. nowotarski Nowotarska Telewizja Kablowa Sp. z o.o. , 34-400 Nowy Targ ul. Józefczaka	rozpuszczalnikowa	N:49° 28'27" E: 20° 25'2'
5	5	Zakopane , pow. tatrzański Stacja METEO, Rówień Krupowa , 34-500 Zakopane, ul. Sienkiewicza (Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza)	rozpuszczalnikowa	N: 49° 17'36" E: 19° 57'36"
6	6	Tarnów, miasto 33-100 Tarnów, Al. Solidarności (Stacja automatyczna monitoringu zanieczyszczeń powietrza)	rozpuszczalnikowa	N: 50° 0'35" E: 20° 59'1"
7	7	Dąbrowa Tarnowska , pow. dąbrowski Gimnazjum Nr 1 w Dąbrowie Tarnowskiej, 33-200 Dąbrowa Tarnowska, ul. Zaręby 22	rozpuszczalnikowa	N: 50° 10'40" E: 20° 59'00"
8	8	Ciężkowice , pow. tarnowski- Ośrodek Zdrowia w Ciężkowicach, 33-190 Ciężkowice, ul. Zdrowa 2	rozpuszczalnikowa	N:49° 47'10" E: 20° 58'35"
9	9	Gorlice , pow. gorlicki Powiatowy Zarząd Drogowy w Gorlicach , ul. Słoneczna 7 (zmiana lokalizacji punktu od 16.06.2003 r)	rozpuszczalnikowa	N: 49° 39'47" E: 21° 10'4"
10	10	Stary Sącz , pow. nowosądecki, Gminne Przedszkole Publiczne 33-340 Stary Sącz , Oś. Słoneczne	rozpuszczalnikowa	E: 49°34' N: 20°37'24"
11	11	Wieliczka , pow. wielicki Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Wieliczce 32-020 Wieliczka, ul. Wicentego Pola 20 a,	rozpuszczalnikowa	N:49° 59'6" E: 20° 04'32"
12	12	Kraków, miasto , Kraków, ul. Bulwarowa (Stacja automatyczna monitoringu zanieczyszczeń powietrza)	rozpuszczalnikowa	N: 50° 4'6" E: 20° 3'7"
13	13	Skawina , pow. krakowski Posterunek Gazowy ul. Kopernika 2g, 32-050 Skawina	rozpuszczalnikowa	N:49° 58'20" E: 19° 50'9"
14	14	Wadowice , pow. wadowicki Przedszkole Publiczne nr 2, 34-100 Wadowice ,os. M. Kopernika 12	rozpuszczalnikowa	N: 49° 52'39" E: 19° 30'3"
15	15	Sucha Beskidzka , pow. suski Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna,	rozpuszczalnikowa	N:49° 44'28" E:19° 35'56"

		34-200 Sucha Beskidzka, ul. M. Konopnickiej 7		
16	16	Myślenice , pow. myślenicki Placówka Opiekuńczo-Profilaktyczna Dla Dzieci Zdrowych i Specjalnej Troski, 32-400 Myślenice, Osiedle 1000 Lecia 18A	rozpuszczalnikowa	N:49° 49'53" E: 19° 55'57"
17	17	Proszowice , pow. proszowicki Parafia Najświętszej Marii Panny, ul.3-Maja 1,32-100 Proszowice	rozpuszczalnikowa	N:50° 11'33" E:20° 17'24"
18	18	Miechów , pow. miechowski Urząd Skarbowy w Miechowie, ul. Stanisławy Daneckiej 1, 32-200 Miechów (obok zbiorników z paliwem)	rozpuszczalnikowa	N:50° 21'20" E: 20° 01'20"
19	19	Olkusz , pow. olkuski Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza, ul. Francesco Nullo, 32-300 Olkusz	rozpuszczalnikowa	N: 50° 16'39" E: 19° 34'11"
20	20	Chrzanów , pow. chrzanowski Przedszkole Nr 10 w Chrzanowie, 32-500 Chrzanów, ul. Gen. Sikorskiego (Osiedle Trzebinia I)	rozpuszczalnikowa	N: 50° 08'46" E: 19° 25'5"
21	21	Oświęcim , pow. oświęcimski Przepompownia Ścieków , 32-600 Oświęcim, ul. Solna 10	rozpuszczalnikowa	N:50° 02'23" E:19° 13'11"
22	37	Nowy Sącz , miasto, Stacja IMGW w N.Sączu ul. Jerzego Tymowskiego, 33-300 Nowy Sącz (Stacja automatyczna monitoringu zanieczyszczeń powietrza).	rozpuszczalnikowa	N:49° 37'38" E: 20° 41'18"

W oparciu o wyniki miesięczne obliczono i sporządzono zestawienie roczne wyników badań (tabela nr 5), dla każdego punktu pomiarowego.

W punktach zlokalizowanych na obszarze województwa małopolskiego stężenia średnioroczne mieściły się w przedziale od 4,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Sucha Beskidzka) do 1,61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gorlice).

W żadnym z punktów stężenie średnioroczne nie przekroczyło wartości dopuszczalnej a tym samym wartości dopuszczalnej powiększonej o margines tolerancji obowiązujący w 2004 r tj. 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 5 \mu\text{g}/\text{m}^3 + 100\%$ margines tolerancji.

Poza stanowiskiem w Suchoj Beskidzkiej, podwyższone wartości stężeń średniorocznych uzyskano w punktach : Kraków (3,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Nowy Targ (2,97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Proszowice (2,92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Średnie stężenia w sezonie letnim mieściły się w przedziale od 2,62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Kraków) do 0,71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gorlice). Średnie stężenia w sezonie zimnym mieściły się w przedziale od 6,15 (Sucha Beskidzka) do 2,50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gorlice).

Tab.4. Zbiorcze zestawienie średniorocznych stężeń benzenu w poszczególnych punktach pomiarowych na obszarze województwa małopolskiego w 2003 i 2004 roku.

Lp.	Stanowisko (nr / miejscowość)	Rok 2003	Rok 2004				
		Średnie stężenie roczne	Średnie stężenie roczne	Średnie stężenie w sez. letnim	Średnie stężenie w sez. zimnym	Stężenie max/min w roku	Procent wyników uzyskanych %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1/ Brzesko	1,8	2,30	1,03	3,57	5,10 / 0,5	100
2	2/Bochnia	1,85	2,25	0,78	3,47	7,0 / 0,5	92
3	3/Limanowa	1,88	2,37	1,13	3,60	4,7 / 0,55	100
4	4/Nowy Targ	2,63	2,97	1,39	4,55	6,2 / 0,55	100
5	5/Zakopane	1,83	2,63	1,18	4,08	7,3 / 0,55	100
6	6/Tarnów	1,87	2,17	1,26	3,08	3,9 / 0,5	100
7	7/Dąbrowa Tarnowska	1,54	1,77	0,83	2,72	3,6 / 0,48	100
8	8/Ciężkowice	1,48	1,78	0,85	2,72	3,3 / 0,48	100
9	9/Gorlice	1,63	1,61	0,71	2,50	3,2 / 0,48	100
10	10/Muszyna	1,4	-	-	-	-	-
11	10/Stary Sącz	-	2,10	0,96	3,55	4,2 / 0,5	83
12	11/Wieliczka	1,94	2,30	1,23	3,38	4,6 / 0,5	100
13	12/Kraków	4,99	3,8	2,62	4,98	6,1 / 1,7	100
14	13/Skawina	2,71	2,86	1,54	4,18	5,7 / 0,55	100
15	14/Wadowice	3,2	2,82	1,33	4,30	6,0 / 0,55	100
16	15/Sucha Beskidzka	3,61	4,04	1,93	6,15	7,8 / 0,55	100
17	16/Myślenice	1,82	2,21	1,22	3,20	4,7 / 0,55	100
18	17/Proszowice	2,45	2,92	1,53	4,30	6,0 / 0,6	100
19	18/Miechów	2,45	2,61	1,40	3,82	5,3 / 0,6	100
20	19/Olkusz	2,14	2,31	1,30	3,32	4,0 / 0,6	83
21	20/Chrzanów	2,81	2,68	1,23	3,65	4,8 / 0,5	83
22	21/Oświęcim	3,37	2,86	1,47	4,25	5,9 / 0,55	100
23	37/Nowy Sącz	-	2,72	1,19	4,25	5,7 / 0,5	100

5. Porównanie metody pasywnej z manualną - miasto Tarnów.

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” (BMŚ W-wa 2000) równolegle w jednym punkcie pomiarowym 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. W tabeli nr 6 zestawiono wyniki stężeń benzenu uzyskane obu metodami.

Tab.5. Zestawienie średniorocznych stężeń benzenu w punkcie pomiarowym Tarnów, uzyskanych poszczególnymi metodami pomiarowymi w 2004 roku.

Lp.	Metoda pomiarowa	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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Procent ważnych wyników w roku
1	2	3	4	5	6
1	pasywna	2,17	1,26	3,08	100
2	przepływowa (manualna)	2,03	1,30	2,64	93

Analiza porównawcza wykazała, że stężenia benzenu uzyskane metodą pasywną nieznacznie przewyższają stężenia uzyskane metodą przepływową a wyliczony **współczynnik korekcyjny wynosi 0,94** (wartość stężenia z metody przepływowej / wartość stężenia z metody pasywnej). W roku 2003 ten współczynnik wynosił 1,63.

Obliczony współczynnik korekcyjny można uznać za reprezentatywny dla regionu tarnowskiego (powiat brzeski, bocheński, dąbrowski i aglomeracja tarnowska). Dla pozostałego regionu województwa małopolskiego powyższy współczynnik może być inny, ze względu na różnorodną rzeźbę terenu, zmienność warunków meteorologicznych i rozmieszczenie źródeł emisji zanieczyszczeń. Poza punktem w Tarnowie należałoby wytypować jeszcze co najmniej 3 punkty, reprezentatywne np. dla obszaru dużego miasta, dla obszaru gór i dla obszaru zachodniej części województwa.

Tab. 6. Zestawienie średniorocznych stężeń benzenu w poszczególnych punktach pomiarowych, na obszarze województwa małopolskiego w latach 2003 i 2004.

L.p.	Stanowisko nr / miejscowość	Średnie stężenie roczne benzenu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		Zmiana stężeń benzenu w 2004 roku w stosunku do 2003 roku w %
		rok 2003	rok 2004	
1	2	3	4	5
1	1/ Brzesko	1,8	2,30	28
2	2/Bochnia	1,85	2,25	22
3	3/Limanowa	1,88	2,37	26
4	4/Nowy Targ	2,63	2,97	13
5	5/Zakopane	1,83	2,63	44
6	6/Tarnów	1,87	2,17	16
7	7/Dąbrowa Tarnowska	1,54	1,77	15
8	8/Ciężkowice	1,48	1,78	20
9	9/Gorlice	1,63	1,61	1 ↓
10	10/Muszyna	1,4	-	-
11	10/Stary Sącz	-	2,10	-
12	11/Wieliczka	1,94	2,30	19
13	12/Kraków	4,99	3,8	24 ↓
14	13/Skawina	2,71	2,86	5
15	14/Wadowice	3,2	2,82	12 ↓
16	15/Sucha Beskidzka	3,61	4,04	12
17	16/Myślenice	1,82	2,21	21
18	17/Proszowice	2,45	2,92	19
19	18/Miechów	2,45	2,61	7
20	19/Olkusz	2,14	2,31	8
21	20/Chrzanów	2,81	2,68	5 ↓
22	21/Oświęcim	3,37	2,86	15 ↓
23	37/Nowy Sącz	-	2,72	-

W roku 2004 w porównaniu do roku 2003 obserwuje się wzrost średnich rocznych stężeń benzenu w 15 punktach na 20 punktów badanych. W 5 punktach średnie roczne stężenie benzenu jest niższe w porównaniu do 2003 roku.

W 2004 roku, najwyższy wzrost stężenia benzenu zaobserwowano na stanowisku pomiarowym w mieście Zakopane (44%) a najniższy spadek na stanowisku pomiarowym w mieście Kraków przy ul. Bulwarowej (24 %).

6. Podsumowanie:

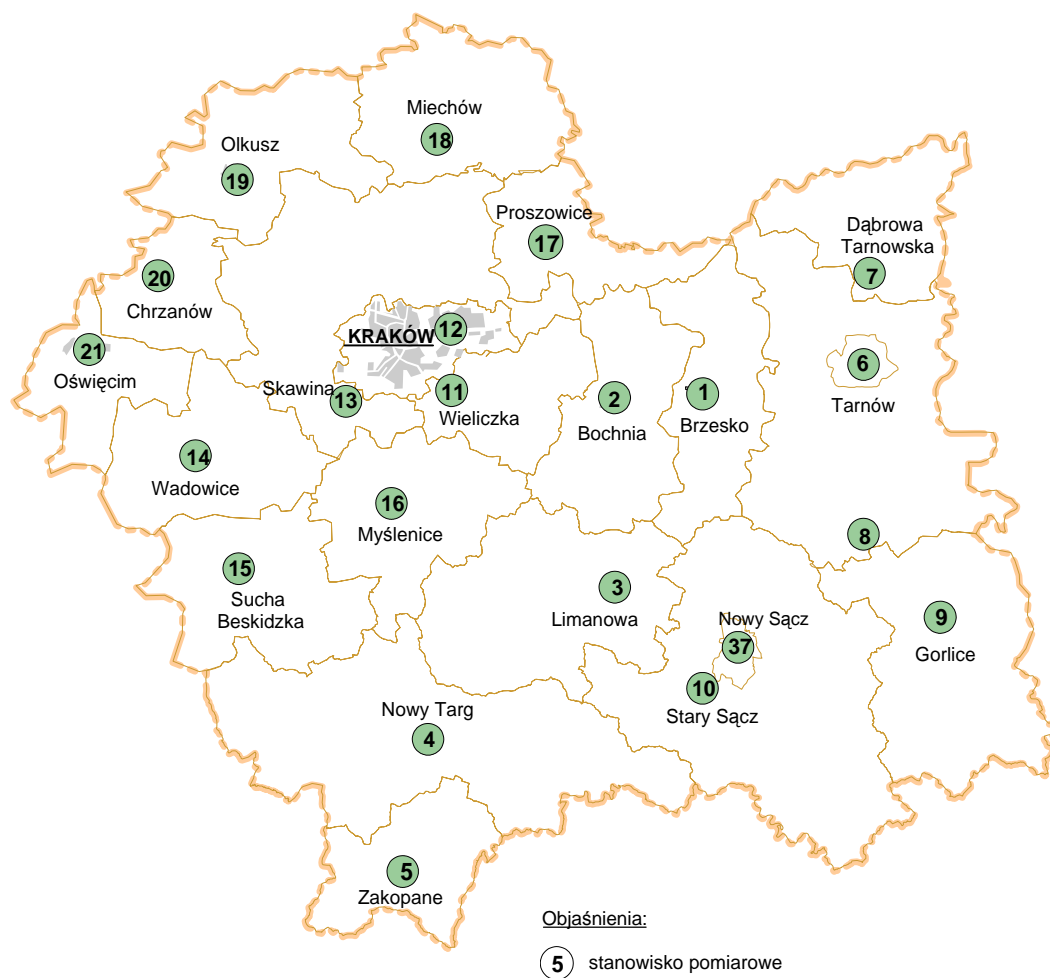
W żadnym z punktów stężenie średnioroczne benzenu nie przekroczyło wartości dopuszczalnej. Najwyższe stężenie średnioroczne benzenu zanotowano w Suchej Beskidzkiej ($4,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a najniższe w Gorlicach ($1,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

W sezonie zimnym (grzewczym) (I-III i X-XII) występują najwyższe stężenia średniomiesięczne benzenu.

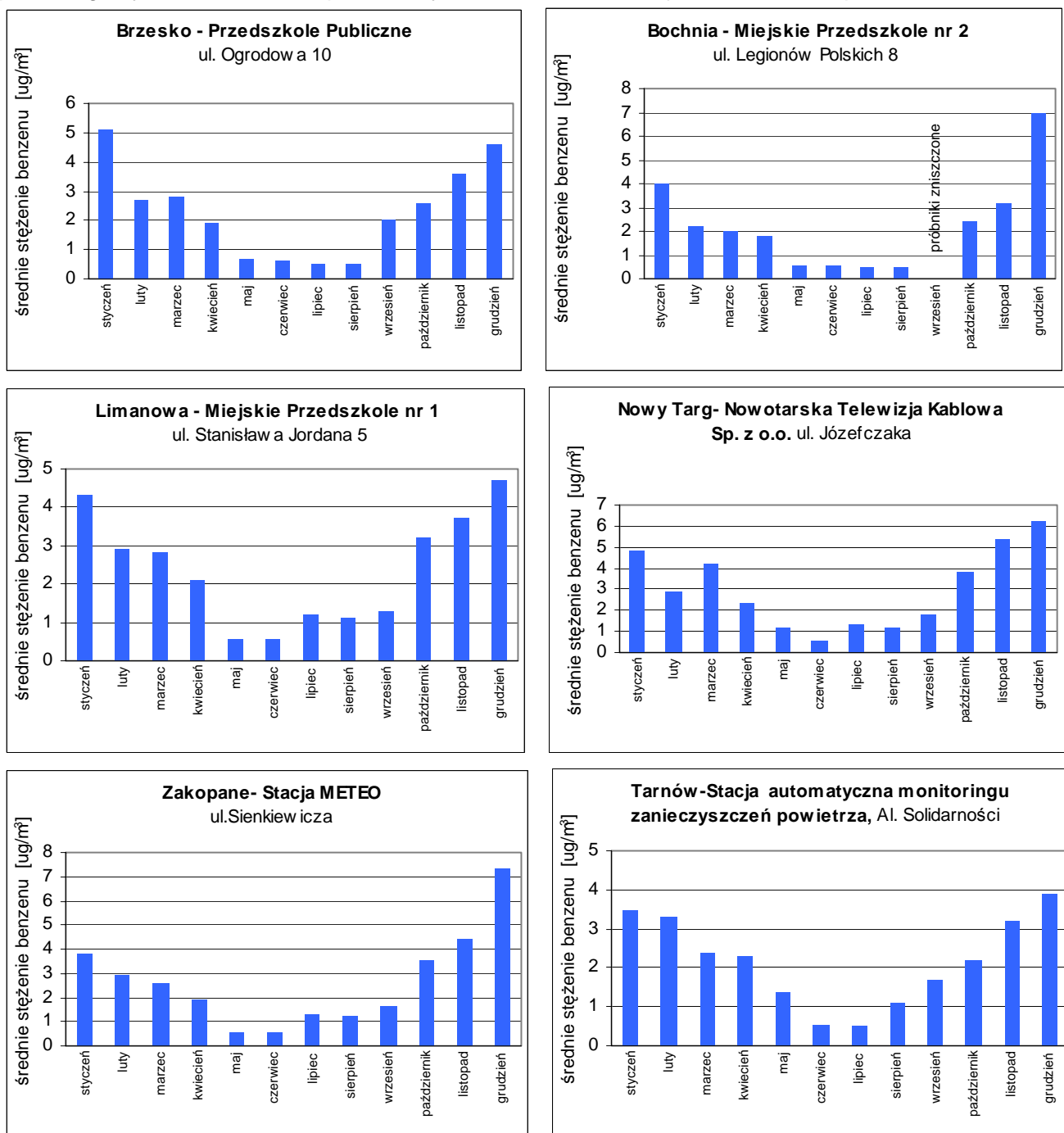
W roku 2004 w porównaniu do 2003 roku zanotowano wyższe średnioroczne stężenia benzenu na przeważającej większości stanowisk pomiarowych.

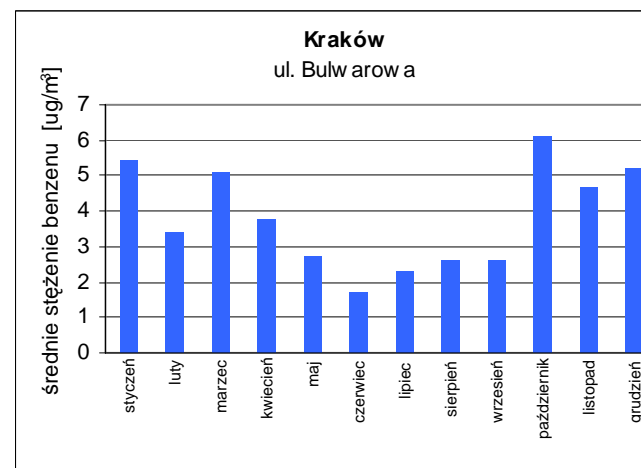
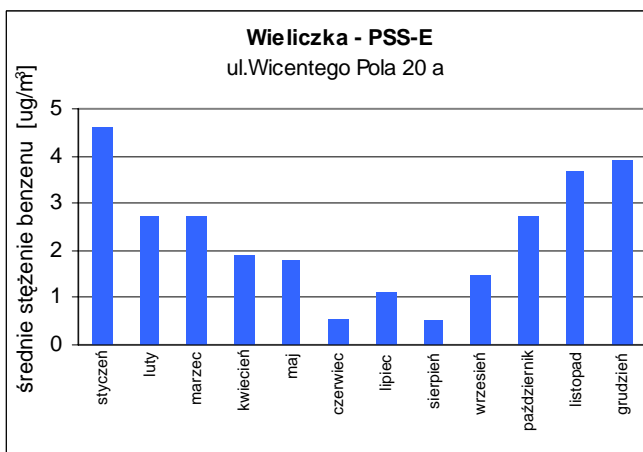
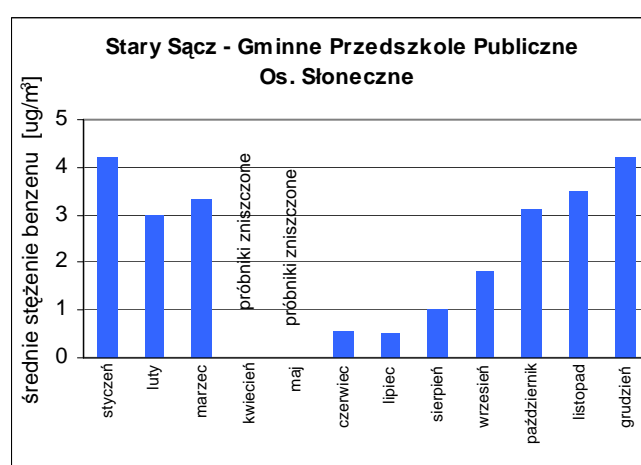
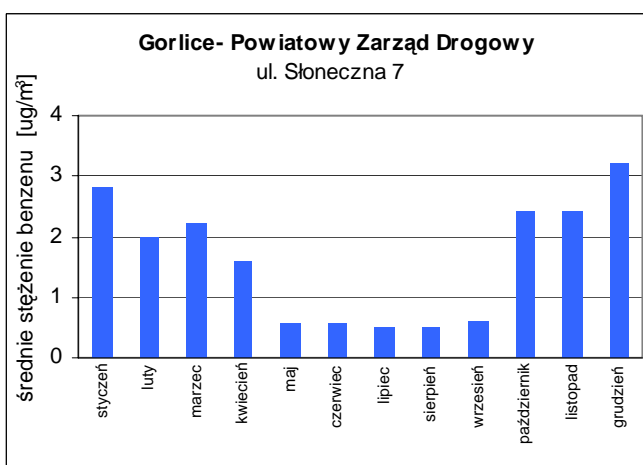
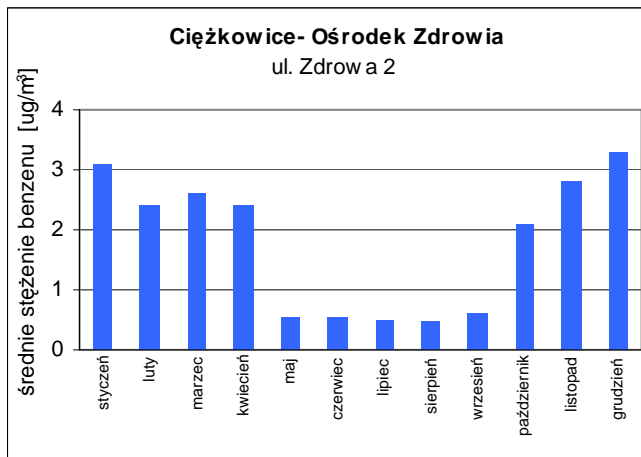
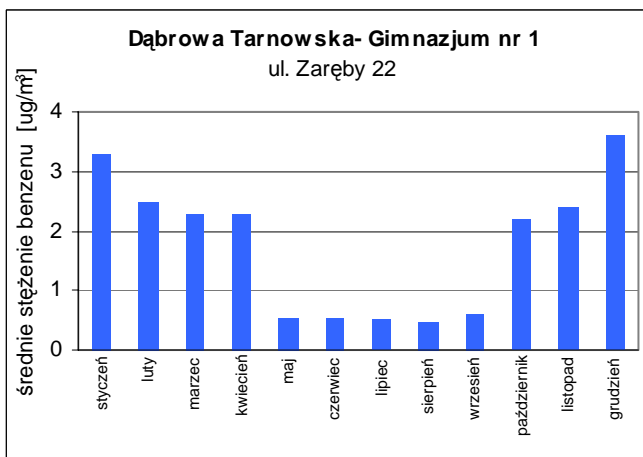
Koniecznym jest, by dane pomiarowe obejmowały minimum 90 % normowanego okresu badań (dla benzenu- okres roku), dla zachowania kompletności serii pomiarowej oraz by mogły być korelowane przy użyciu innych metod.

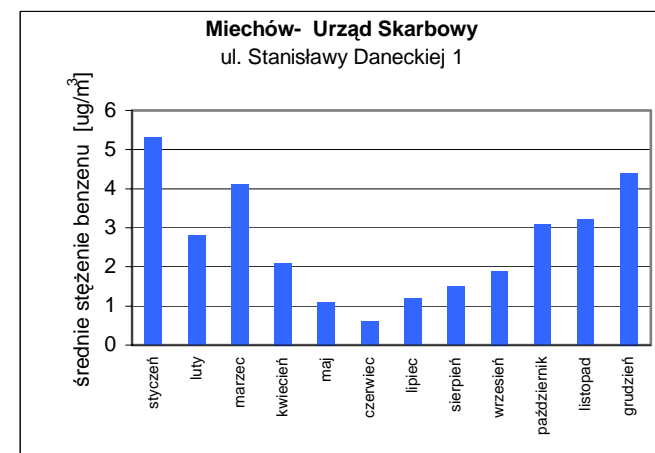
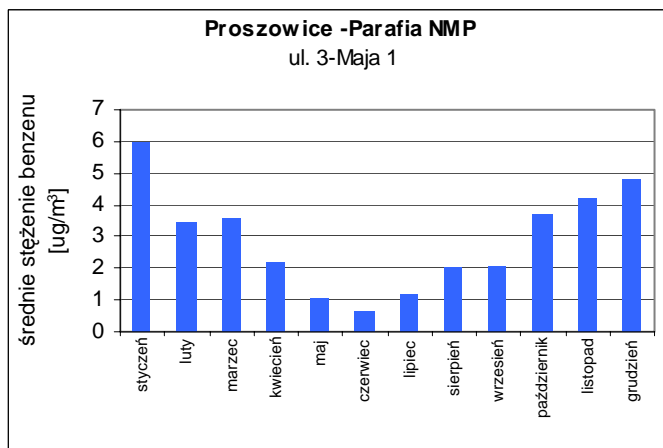
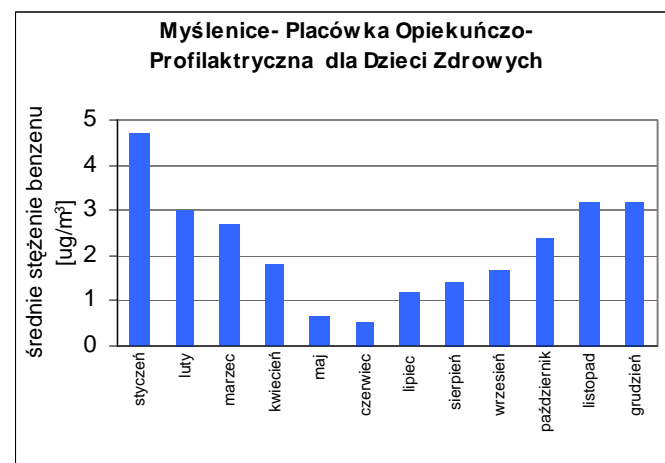
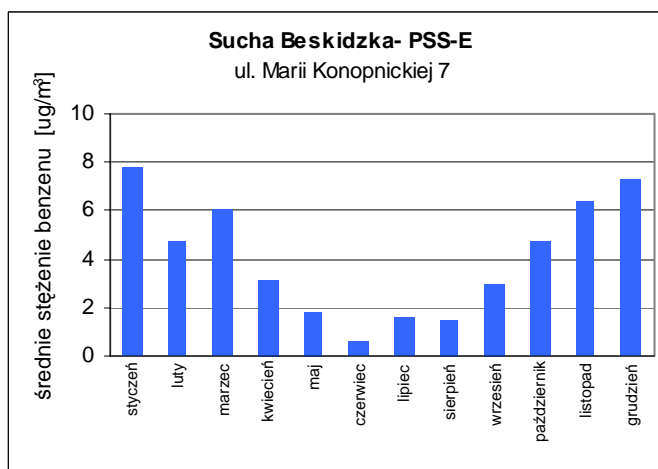
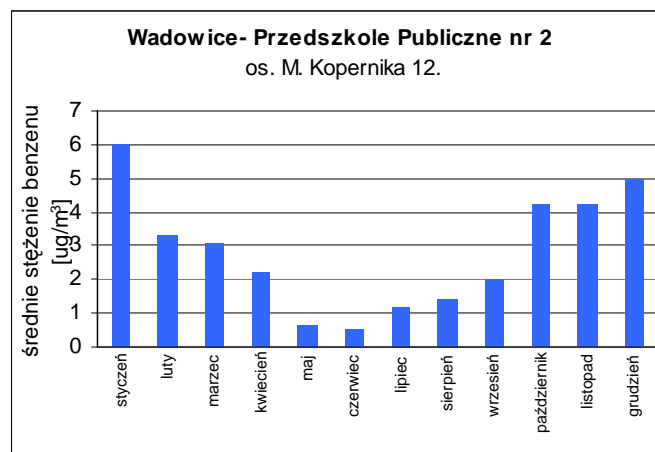
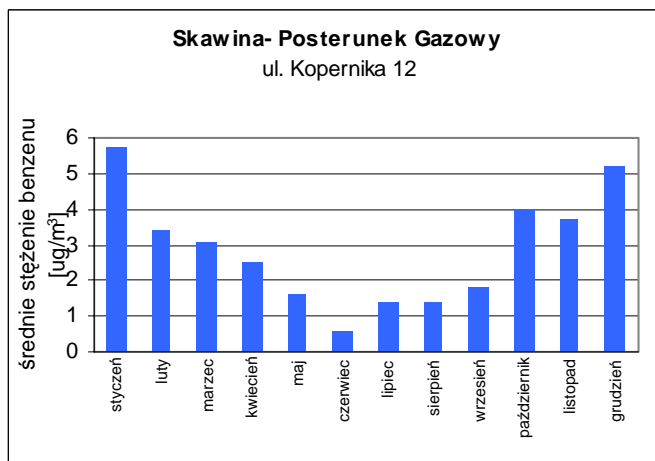
Mapa 1. Lokalizacja punktów pomiaru benzenu metodą pasywną w województwie małopolskim w 2004 roku.

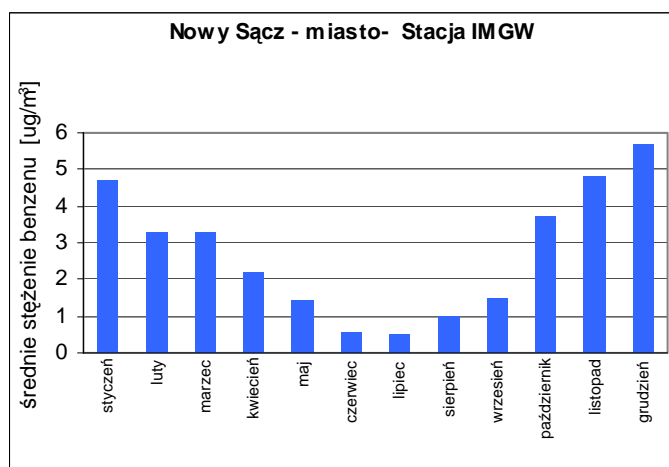
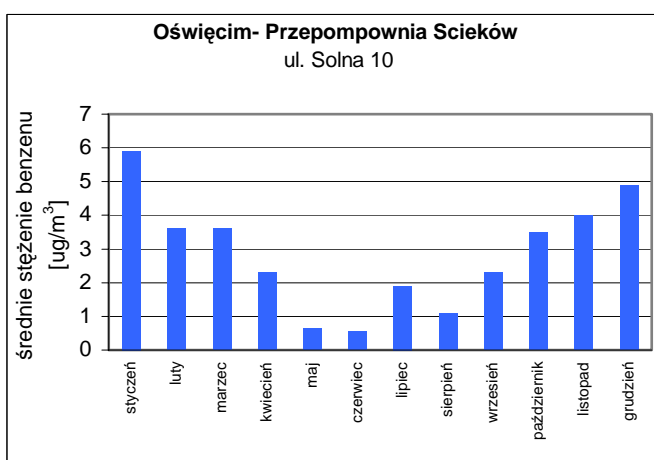
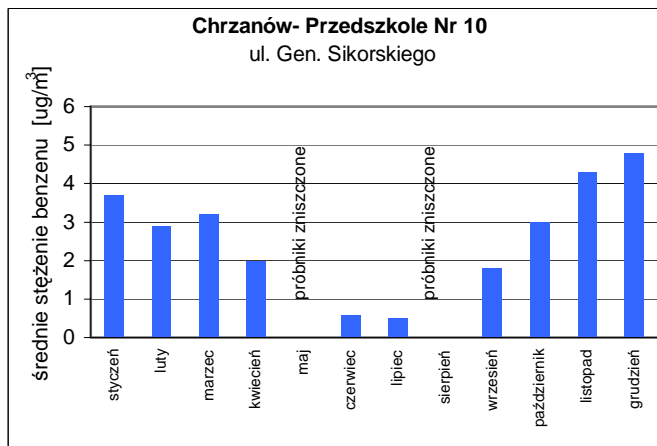
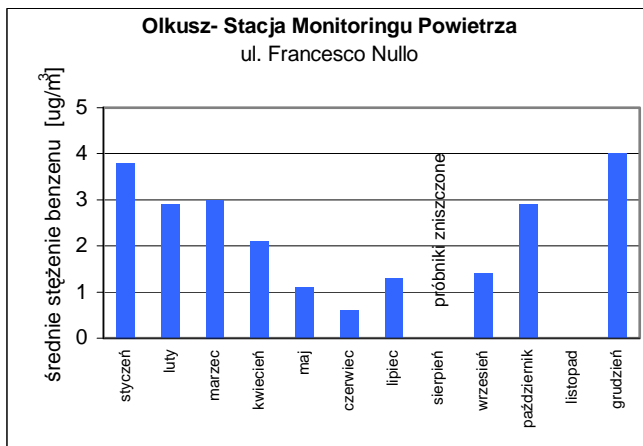


Rys.1. Zanieczyszczenie powietrza benzenem – metoda pasywna - stężenia benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w roku 2004 w województwie małopolskim.









Rys.2. Zbiorcze zestawienie średniorocznych stężeń benzenu w poszczególnych punktach pomiarowych na obszarze województwa małopolskiego w 2004 roku

