

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA BENZENEM NA OBSZARZE WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO W 2011 ROKU

**Badanie zanieczyszczenia powietrza benzenem metodą pasywną
zgodnie z Programem Monitoringu Środowiska w Województwie
Małopolskim na lata 2010-2012 i Aneks nr 1 do Programu MŚ**



Zatwierdził:

Kierownik Delegatury WIOŚ
w Tarnowie

mgr Krystyna Gołębiowska



Opracowanie:
Dział Monitoringu Środowiska Delegatury w Tarnowie

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

Spis treści

1.	Wartości dopuszczalne stężeń benzenu w powietrzu atmosferycznym	5
2.	Podstawowe informacje na temat metod pasywnych.....	5
3.	Charakterystyka benzenu	6
4.	Realizacja zadania: „ Pomiary benzenu w województwie małopolskim w 2011 roku” metodą pasywną (wskaźnikową)	7
5.	Porównanie metod pomiarowych benzenu na dwóch stanowiskach pomiarowych.....	15
6.	Podsumowanie	15

Spis map i wykresów

Mapa 1.	Lokalizacja stanowisk pomiarów benzenu metodą pasywną w 2011 roku w województwie małopolskim	7
Mapa 2.	Rozkład średniorocznych stężeń benzenu w 2011 roku w województwie małopolskim	11
Mapa 3.	Rozkład maksymalnych stężeń benzenu w 2011 roku w województwie małopolskim.....	11
Wykres 1.	Stężenia średnioroczne i maksymalne benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w 2011 roku.....	9
Wykres 2.	Stężenia średnie benzenu w sezonie letnim i zimnym (I-III i X-XII) na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w 2011 roku.....	10
Wykres 3.	Porównanie średniorocznych stężeń benzenu w latach 2010-2011 na stanowiskach pomiarowych w województwie małopolskim.....	12
Wykres 4.	Stężenia średnioroczne benzenu na stanowiskach pomiarowych w latach 2006-2011 w województwie małopolskim	13
Wykres 5-13.	Średniomiesięczne stężenia benzenu w roku 2011 na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w województwie małopolskim (metoda pasywna).....	13

1. Wartości dopuszczalne stężeń benzenu w powietrzu atmosferycznym

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 $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tab.1. Poziom dopuszczalny benzenu 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 kopcający 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. 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.

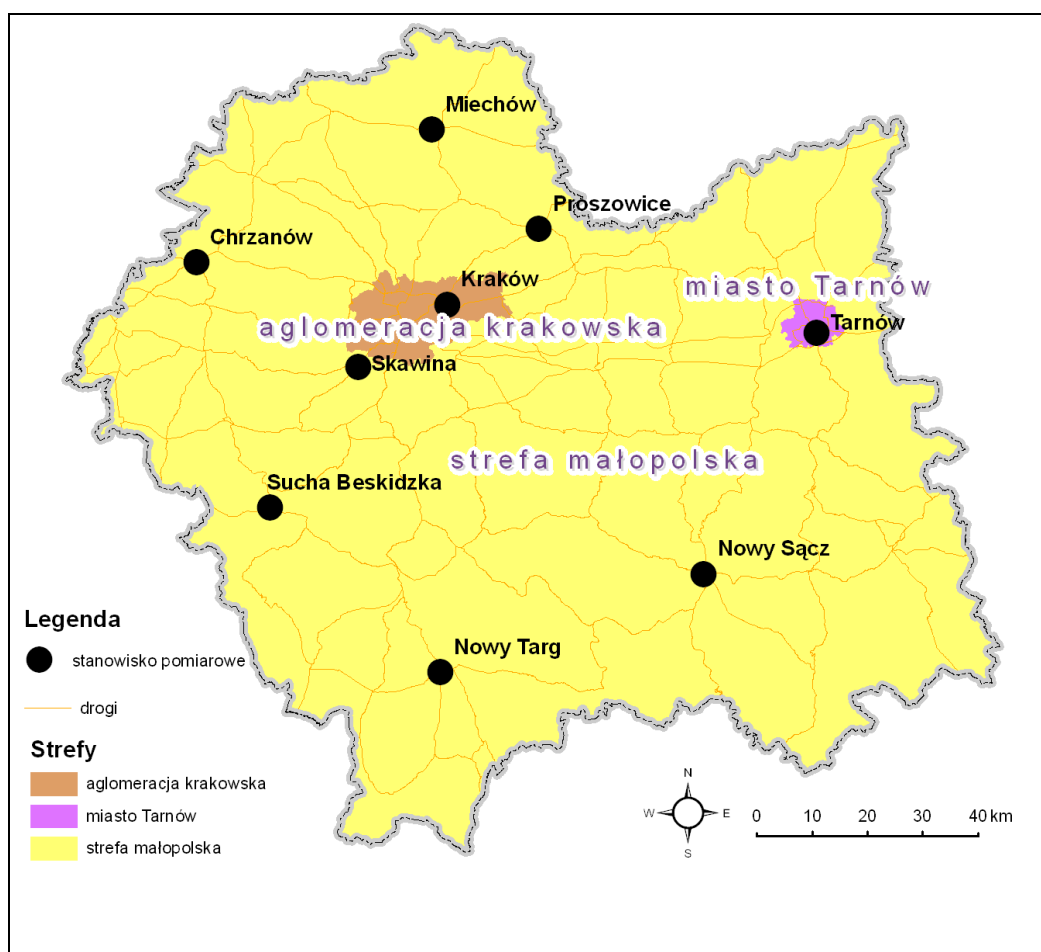
Zgodnie z Ustawą z dnia 25 lutego 2011 r. o substancjach chemicznych i ich mieszaninach (*Dz.U.2011 Nr 63 poz.322*) **benzen** (nr indeksowy 601-020-00-8, numer WE 200-753-7, nr CAS 71-43-2) jest substancją rakotwórczą (Carc.1A), mutagenną (Muta.1B), działa toksycznie na narządy docelowe przy narażeniu powtarzalnym (STOT RE 1), jest wysoce łatwopalną cieczą i parą i działa drażniąco na skórę i oczy.

4. Realizacja zadania: „Pomiary benzenu w województwie małopolskim w 2011 roku” metodą pasywną (wskaźnikową)

W roku 2011 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 Aneks do Programu Monitoringu Środowiska (PMS) w Województwie Małopolskim na lata 2010-2012.

W okresie badawczym od stycznia do grudnia 2011 roku pobrano, w celu oznaczenia benzenu, 324 miesięczne próbki powietrza z 9 punktów pomiarowych. W porównaniu do roku 2010 ograniczono ilość punktów pomiaru stężeń benzenu z 22 do 9.

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 we wszystkich punktach pomiarowych uzyskano 100% kompletność serii.



Mapa 1. Lokalizacja stanowisk pomiarów benzenu metodą pasywną w 2011 roku w województwie małopolskim

Tab. 3. Informacje o stanowiskach pomiarowych benzenu w województwie małopolskim

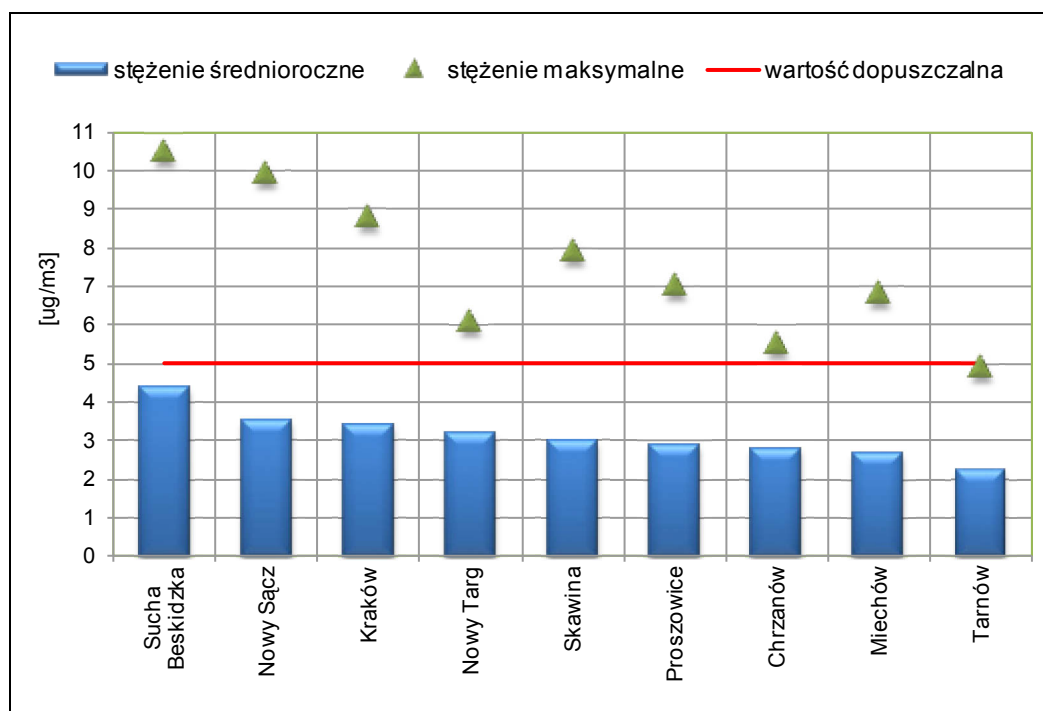
Kod krajowy stanowiska	Lokalizacja		strefa	powiat
MpKrakowWIOSBulw6118	Kraków, miasto Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza Kraków, ul. Bulwarowa		Aglomeracja Krakowska	m.Kraków
MpTarnowWIOSBitw6304	Tarnów, miasto Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza 33-100 Tarnów, Al. Solidarności		Miasto Tarnów	m.Tarnów
MpNoTargWIOSJoze1106	Nowy Targ, pow. nowotarski Nowotarska Telewizja Kablowa Sp. z o.o. 34-400 Nowy Targ, ul. Józefczaka		strefa małopolska	nowotarski
MpSkawinWIOSKope0607	Skawina, pow. krakowski Posterunek Gazowy 32-050 Skawina, ul. Kopernika 2g		strefa małopolska	krakowski
MpSuchaWIOSKono1503	Sucha Beskidzka, pow. suski Powiatowa Stacja Sanitarno- Epidemiologiczna 34-200 Sucha Beskidzka, ul. Marii Konopnickiej 7		strefa małopolska	suski
MpProszWIOS3Maj1403	Proszowice, pow. proszowicki Parafia Najświętszej Marii Panny 32-100 Proszowice, ul.3-Maja 1		strefa małopolska	proszowicki
MpMiechoWIOSDane0802	Miechów, pow. miechowski Urząd Skarbowy w Miechowie 32-200 Miechów, ul. Stanisławy Daneckiej 1 (obok zbiorników z paliwem)		strefa małopolska	miechowski
MpChrzanWIOSSiko0302	Chrzanów, pow. chrzanowski Przedszkole Nr 10 w Chrzanowie 32-500 Chrzanów, ul. Gen. Sikorskiego (Osiedle Trzebinia I)		strefa małopolska	chrzanowski
MpNSaczWIOSPija6204	Nowy Sącz, miasto Nowy Sącz (Automatyczna Stacja Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza) 33-300 Nowy Sącz, ul. Nadbrzeżna		strefa małopolska	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 średniorocznych stężeń benzenu w poszczególnych punktach pomiarowych na obszarze województwa małopolskiego w 2011 roku

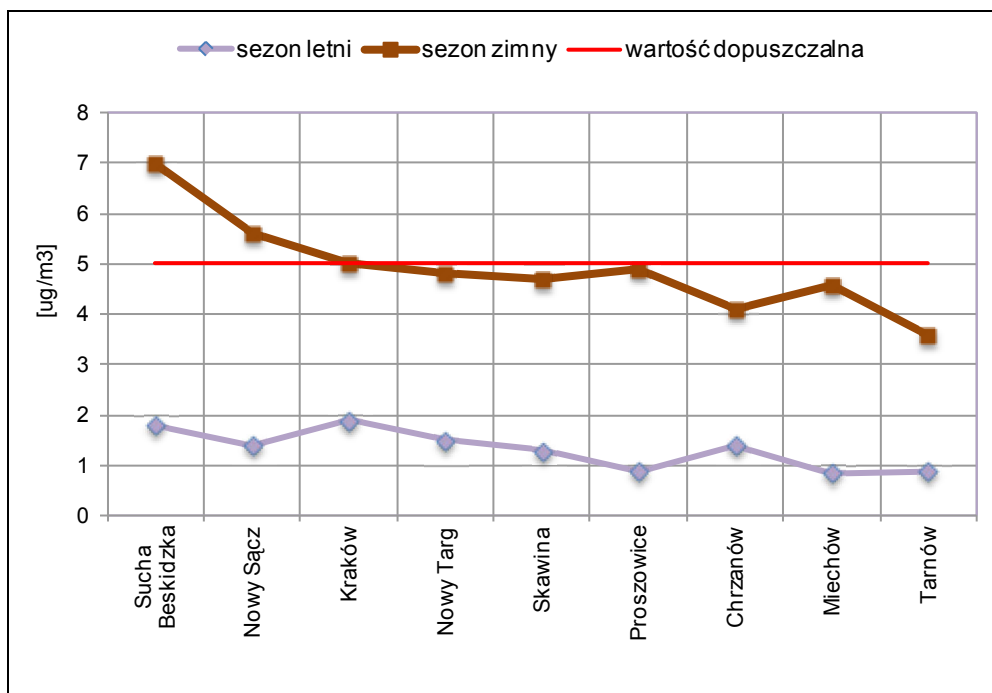
Lp.	Stanowisko (nr / miejscowość)	Średnie stężenie roczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Średnie stężenie w sezonie letnim [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Średnie stężenie w sezonie zimnym [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Stężenie max/min w roku [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Procent wyników uzyskanych
1	4/Nowy Targ	3,2	1,5	4,8	6,1 / 0,65	100 %
2	6/Tarnów	2,2	0,9	3,6	4,9 / 0,65	100 %
3	12/Kraków	3,4	1,9	5,0	8,8 / 0,65	100 %
4	13/Skawina	3,0	1,3	4,7	7,9 / 0,65	100 %
5	15/Sucha Beskidzka	4,4	1,8	7,0	10,5 / 0,65	100 %
6	17/Proszowice	2,9	0,9	4,9	7,0 / 0,55	100 %
7	18/Miechów	2,7	0,85	4,6	6,8 / 0,55	100 %
8	20/Chrzanów	2,8	1,4	4,1	5,5/0,7	100 %
9	37/Nowy Sącz	3,5	1,4	5,6	9,9/0,65	100 %

W punktach zlokalizowanych na obszarze województwa małopolskiego stężenia średnioroczne mieściły się w przedziale od $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Sucha Beskidzka) do $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tarnów). W żadnym z 9 punktów pomiarowych stężenie średnioroczne benzenu nie przekroczyło wartości dopuszczalnej. Wartości stężeń przekraczające lub równe 70% wartości stężenia dopuszczalnego uzyskano w dwóch punktach tj.: Sucha Beskidzka ($4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i Nowy Sącz ($3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Stężenie nieprzekraczające 50% normy średniorocznej zanotowano na jednym stanowisku pomiarowym - w Tarnowie.

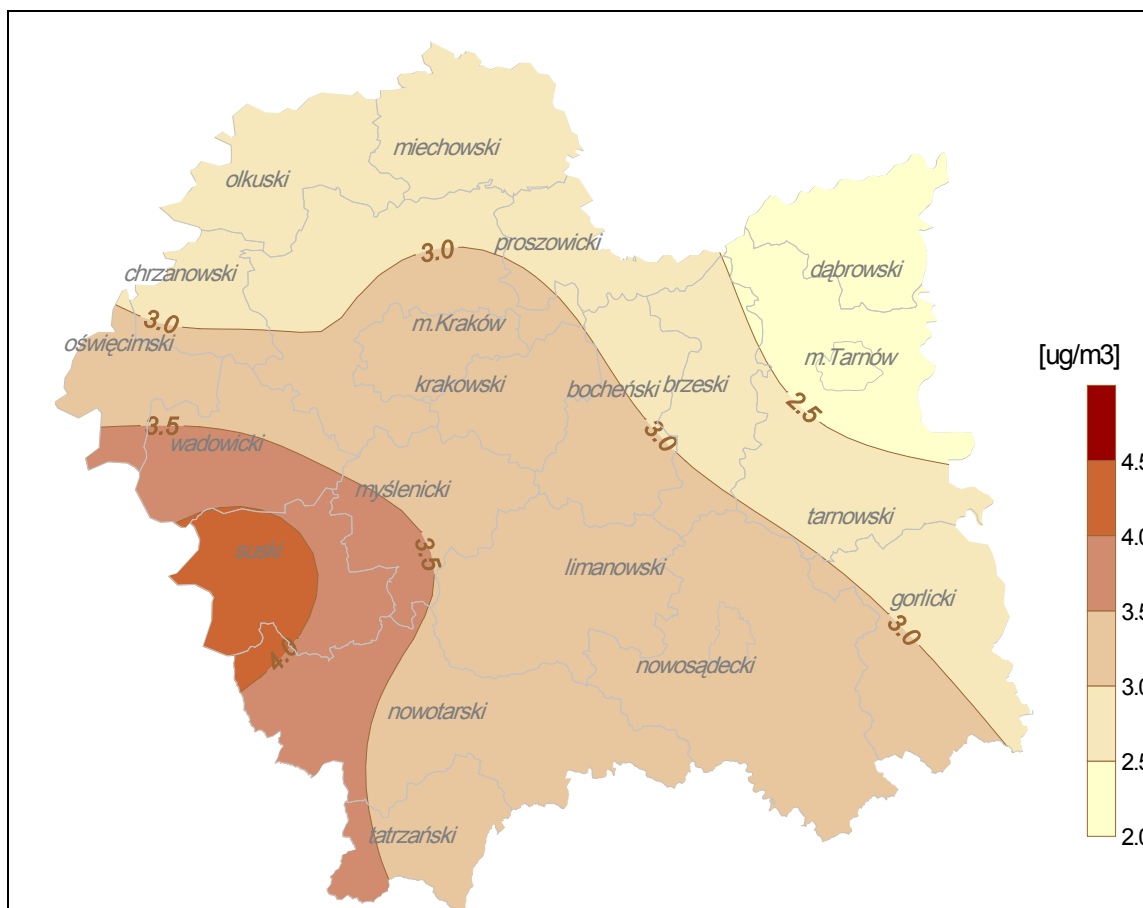


Wykres 1. Stężenia średnioroczne i maksymalne benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w 2011 roku

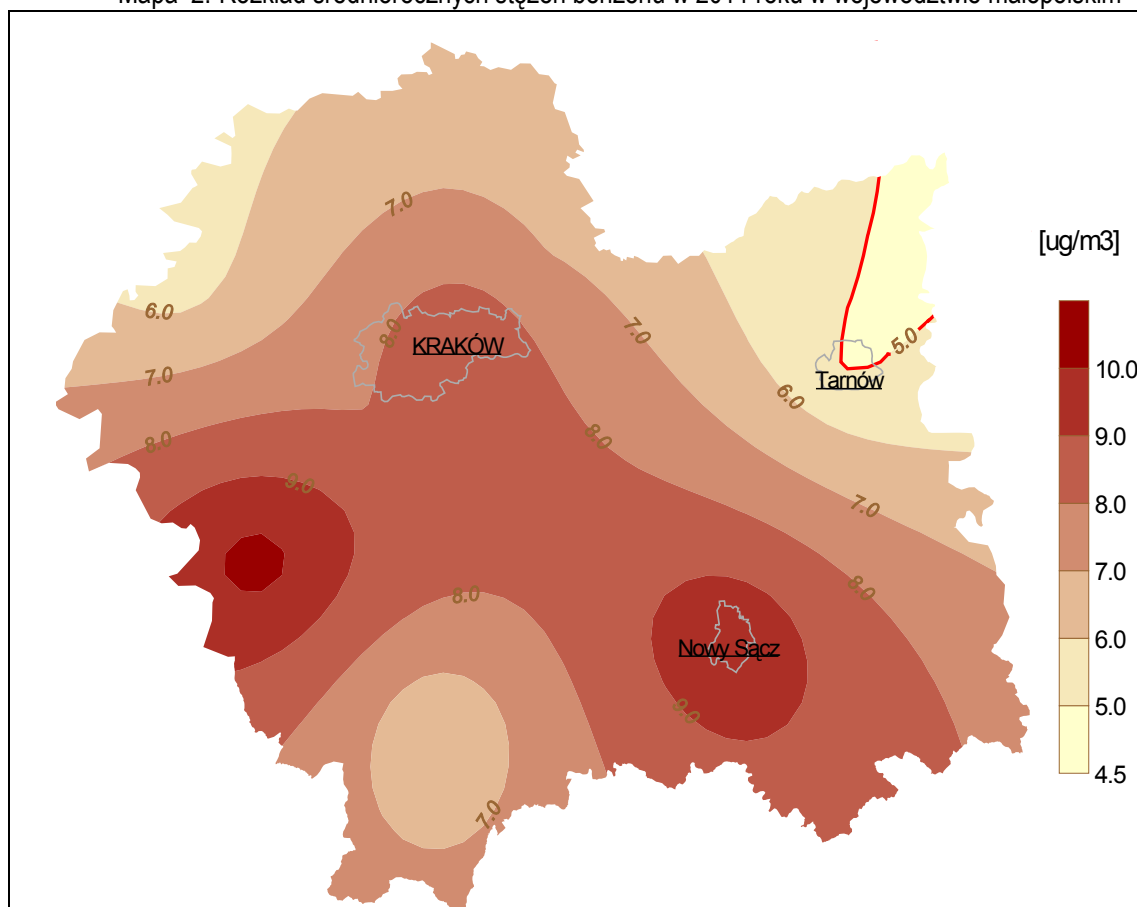
Średnie stężenia w sezonie letnim mieściły się w przedziale od 0,85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Miechów) do 1,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Kraków- Nowa Huta). Średnie stężenia w sezonie zimnym mieściły się w przedziale od 3,6 (Tarnów) do 7,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Sucha Beskidzka).



Wykres 2. Stężenia średnie benzenu w sezonie letnim i zimnym (I-III i X-XII) na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w 2011 roku



Mapa 2. Rozkład średniorocznych stężeń benzenu w 2011 roku w województwie małopolskim

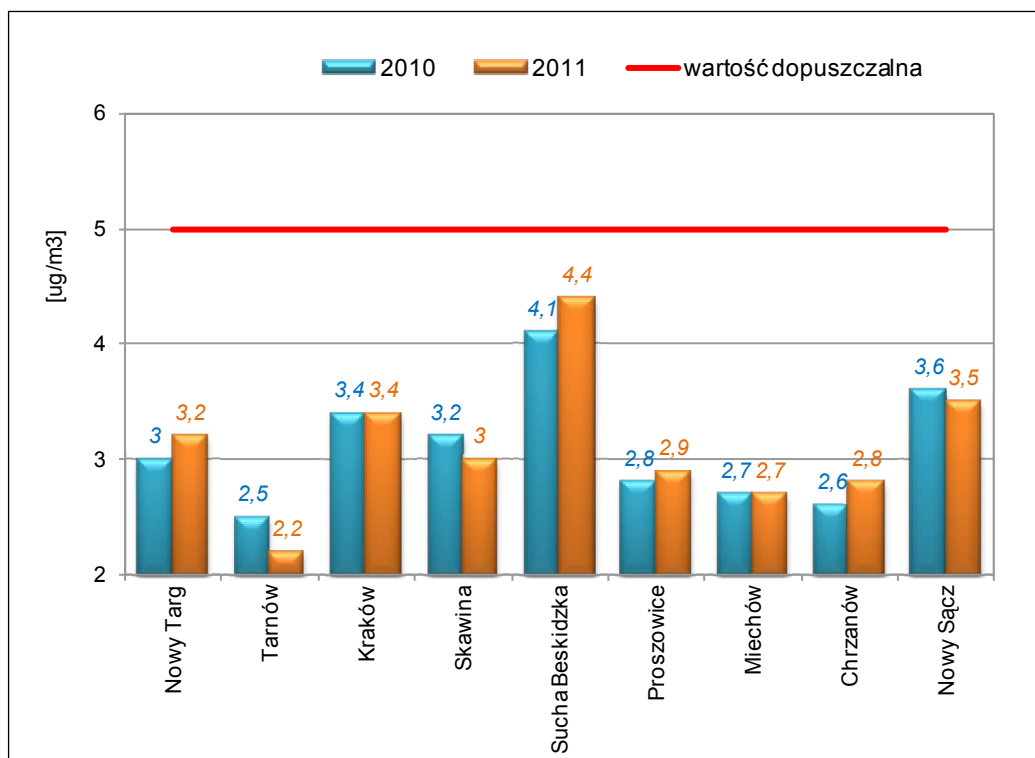


Mapa 3. Rozkład maksymalnych stężeń benzenu w 2011 roku w województwie małopolskim

Tab. 5. Zbiorcze zestawienie średniorocznych stężeń benzenu na poszczególnych stanowiskach pomiarowych na obszarze województwa małopolskiego w latach 2006 – 2011

Stanowisko (Nr/miejscowość)	Średnioroczne stężenie benzenu						Zmiana stężeń benzenu w 2011 roku w stosunku do 2010 roku %
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
	µg/m ³						
1/ Brzesko	2,89	2,74	2,82	3,12	2,4	-	
2/Bochnia	2,73	2,71	2,58	2,96	2,5	-	
3/Limanowa	3,00	2,97	2,8	3,15	2,7	-	
4/Nowy Targ	4,29	3,78	3,91	4,03	3,0	3,2	↑ 7,0
5/Zakopane	3,09	3,04	3,1	3,78	2,4	-	
6/Tarnów	2,85	2,93	2,76	3,18	2,5	2,2	↓ 12,0
7/Dąbrowa Tarnowska	2,95	2,23	2,61	3,12	2,3	-	
8/Ciężkowice	2,88	2,47	2,55	2,23	2,6	-	
9/Gorlice	2,11	1,77	2,43	2,16	2,4	-	
10/Stary Sącz	3,00	2,75	2,9	2,47	2,7	-	
11/Wieliczka	3,19	2,6	2,7	2,7	2,6	-	
12/Kraków	5,91	4,46	4,38	3,7	3,4	3,4	bez zmian
13/Skawina	4,43	3,39	3,38	3,43	3,2	3,0	↓ 7,0
14/Wadowice	4,28	3,51	3,56	4,05	3,3	-	
15/Sucha Beskidzka	5,73	5,07	4,93	4,76	4,1	4,4	↑ 7,0
16/Myślenice	3,01	2,78	2,74	3,03	2,8	-	
17/Proszowice	4,31	3,3	3,67	3,34	2,8	2,9	↑ 4,0
18/Miechów	4,10	3,42	3,18	3,05	2,7	2,7	bez zmian
19/Olkusz	3,32	3,02	2,8	2,54	2,3	-	
20/Chrzanów	3,34	3,18	3,24	2,87	2,6	2,8	↑ 8,0
21/Oświęcim	3,63	2,67	2,83	3,46	3,4	-	
37/Nowy Sącz	4,17	3,07	3,78	3,21	3,6	3,5	↓ 3,0

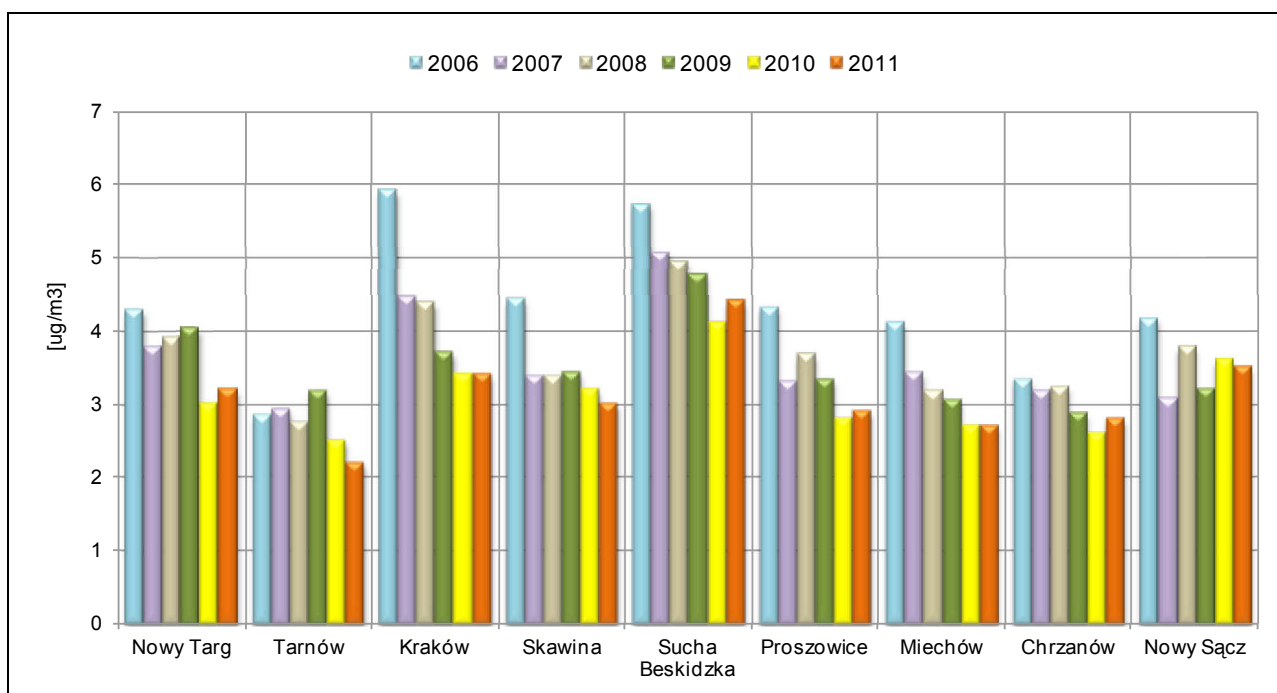
W roku 2011 w porównaniu do roku 2010 obserwuje się spadek średnich rocznych stężeń benzenu w 3 punktach pomiarowych a wzrost w 4 punktach pomiarowych. Najwyższe średnioroczne stężenie benzenu - 4,4 µg/m³, zanotowano w mieście Sucha Beskidzka, a najniższe w mieście Tarnowie – 2,2 µg/m³.



Wykres 3. Porównanie średniorocznych stężeń benzenu w latach 2010-2011 na stanowiskach pomiarowych w województwie małopolskim

W 2011 roku najwyższy spadek stężenia benzenu zaobserwowano na stanowiskach pomiarowych w miastach: Tarnów (12,0 %), Skawina (7,0 %) a najniższy w mieście Nowy Sącz (3,0 %). Zmiany stężeń benzenu w 2011 roku w porównaniu do 2010 roku przedstawiały się następująco:

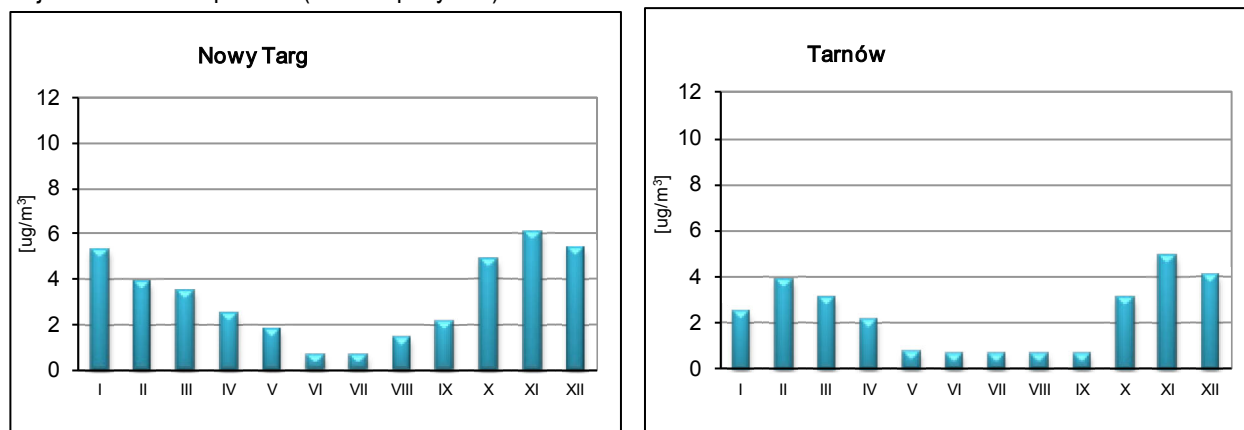
- w 2 punktach pomiarowych stężenie spadło o 5 % do 15 %
- w 1 punkcie pomiarowym stężenie spadło o 0 % do 5 %
- w 4 punktach pomiarowych stężenie wzrosło o 0 % do 10%
- w 2 punktach pomiarowych stężenie pozostało bez zmian.

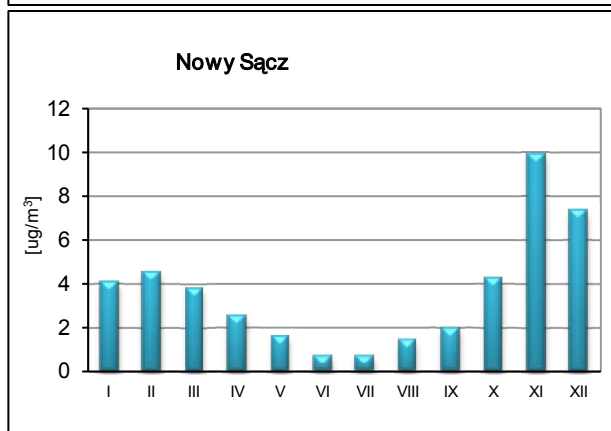
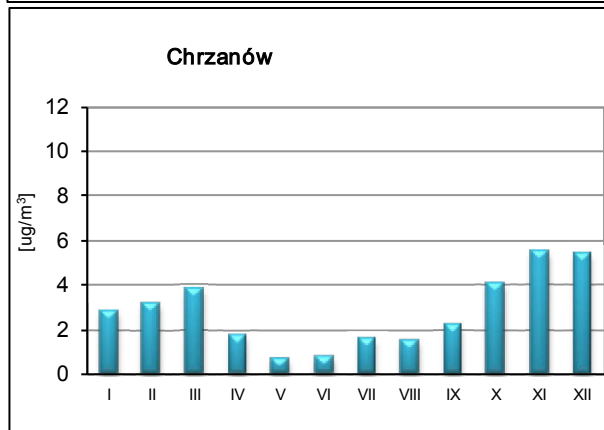
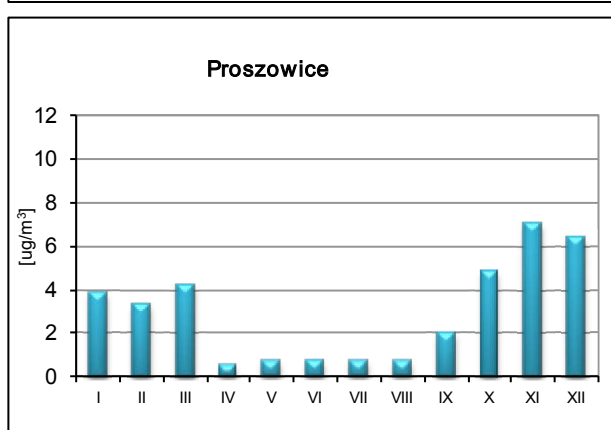
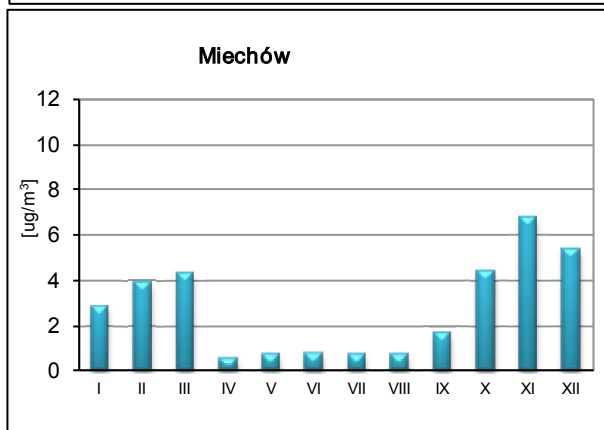
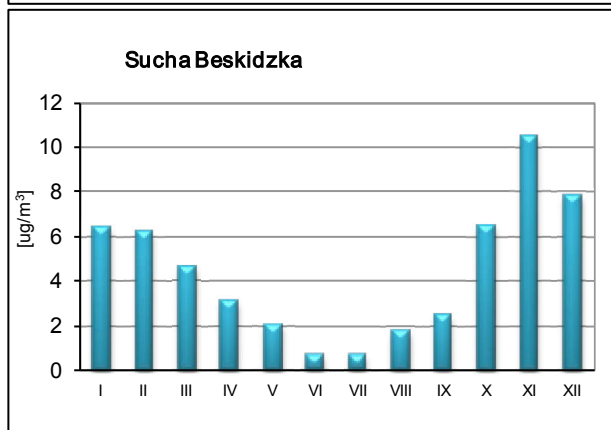
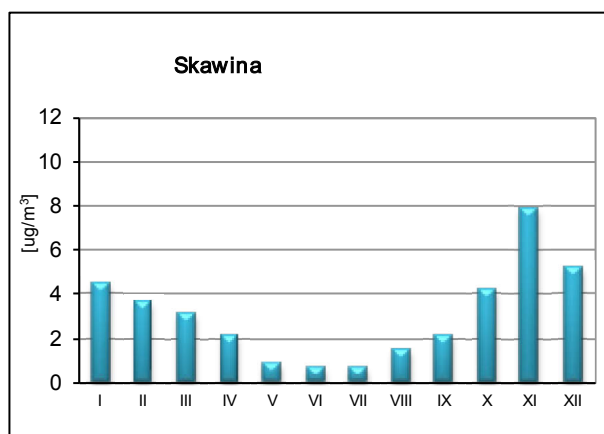
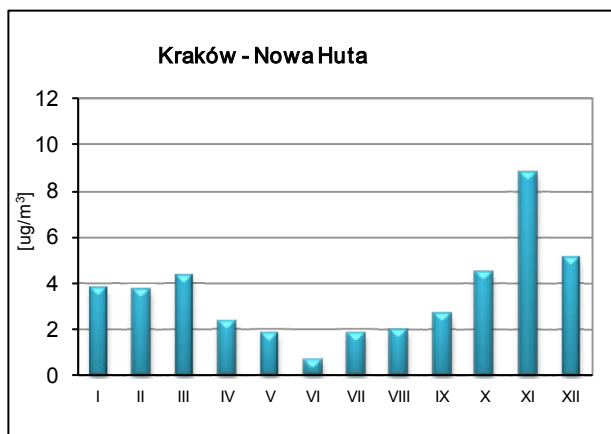


Wykres 4. Stężenia średnioroczne benzenu na stanowiskach pomiarowych w latach 2006-2011 w województwie małopolskim

W latach 2006-2011 średnioroczne stężenia benzenu wykazują tendencję malejącą na większości stanowisk pomiarowych.

Wykres 5-13. Średniomiesięczne stężenia benzenu w roku 2011 na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w województwie małopolskim (metoda pasywna)





Z przebiegu rocznych serii pomiarów na poszczególnych stanowiskach 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 na dwóch stanowiskach pomiarowych

W 2011r. w dwóch punktach 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 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 2011 roku, uzyskanych poszczególnymi metodami pomiarowymi.

Metoda pomiarowa	Średnie stężenie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
	roczne	sezon letni	sezon zimny
Tarnów			
pasywna	2,2	0,9	3,6
przepływowa (manualna)	1,4	0,9	1,9
Kraków (Nowa Huta)			
pasywna	3,4	1,9	5,0
przepływowa (manualna)	3,1	-	-
automatyczna	2,1	-	-

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

dla punktu pomiarowego w Tarnowie - 0,64 (obliczany jako wartość stężenia z metody przepływowej do wartości stężenia z metody pasywnej),

dla punktu pomiarowego w Krakowie-Nowej Hucie przy ul. Bulwarowej – 0,92 (obliczany jako wartość stężenia z metody przepływowej do wartości stężenia z metody pasywnej) **i 0,62** (obliczany jako wartość stężenia z metody automatycznej do wartości stężenia z metody pasywnej).

6. Podsumowanie

W 2011 roku w żadnym punkcie pomiarowym stężenie średnioroczne benzenu nie przekroczyło wartości dopuszczalnej. Najwyższe stężenie średnioroczne benzenu zanotowano w Suchej Beskidzkiej ($4,4\mu\text{g}/\text{m}^3$), a najniższe w Tarnowie ($2,2\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Średnie stężenia w sezonie letnim mieściły się w przedziale od $0,85\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Miechów) do $1,9\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Kraków-Nowa Huta). Średnie stężenia w sezonie zimnym mieściły się w przedziale od $3,6\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tarnów) do $7,0\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Sucha Beskidzka).

W roku 2011 w porównaniu do 2010 roku zanotowano niższe średnioroczne stężenia benzenu na 3 stanowiskach pomiarowych a na 4 stanowiskach stężenia wyższe.

W 2011 roku we wszystkich punktach pomiarowych kompletność serii pomiarowej wynosiła 100%.