

Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie

**Wstępna ocena jakości powietrza w województwie
małopolskim pod kątem zawartości arsenu, kadmu,
rtęci , niklu i benzo(a)pirenu w pyłe PM10 oraz
dostosowania systemu oceny do wymagań
Dyrektywy 2004/107/WE**

Opracowanie wykonano
w Wydziale Monitoringu Środowiska

Autorzy:

Barbara Pająk
Liliana Czarnecka
Barbara Dębska

Opracowanie graficzne:
Paweł Kruszelnicki

Zatwierdził

Małopolski Wojewódzki Inspektor
Ochrony Środowiska

Leszek Sebesta

Kraków, czerwiec 2006 r.

Spis treści

1. Podstawa prawna, cele i zakres oceny	3
2. Opis systemu oceny	4
3. Nowy układ stref	6
4. Wstępna ocena jakości powietrza	8
5. Dodatkowe źródła danych uwzględnionych w ocenie	12
6. Projekt wojewódzkiego systemu oceny pod kątem wymagań Dyrektywy 2004/107/WE	14
7. Orientacyjne koszty wdrożenia monitoringu metali i B(a)P	17
8. Podsumowanie i wnioski	18

1. Podstawa prawna, cele i zakres oceny

Wstępna ocena jakości powietrza w województwie małopolskim wykonana została w czerwcu 2006 roku w oparciu o „Wskazówki do określenia nowego układu stref na potrzeby pomiarów, ocen i zarządzania jakością powietrza, wykonania oceny wstępnej jakości powietrza pod kątem zawartości arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu w pyłe PM10 oraz dostosowania systemu oceny do wymagań Dyrektywy 2004/107/WE” opracowane przez Departament Monitoringu, Ocen i Prognoz Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska.

Podstawę wykonania oceny stanowi opublikowana dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2004/107/WE z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie arsenu, kadmu, rtęci, niklu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu, która równocześnie rozszerza obowiązki w zakresie monitoringu, oceny i zarządzania jakością powietrza na nowe zanieczyszczenia.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki prac wykonanych przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie, związanych z wdrożeniem dyrektywy nr 2004/107/WE, które obejmują:

- 1) zaprojektowanie nowego podziału województwa na strefy dla potrzeb monitoringu, oceny i zarządzania jakością powietrza pod kątem stężenia PM10, arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu [B(a)P] w pyłe zawieszonym PM10,
- 2) wykonanie oceny wstępnej jakości powietrza pod kątem zawartości arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu (jako wskaźnika WWA) w PM10 w nowo określonych strefach,
- 3) zaprojektowanie systemu jakości powietrza pod kątem wymagań dyrektywy nr 2004/107/WE w oparciu o nowy układ stref i dostosowanie systemów oceny jakości powietrza do nowych wymagań.

Celami dyrektywy nr 2004/107/WE są:

- 1) określenie wartości docelowych dla stężeń arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu w otaczającym powietrzu w celu unikania, zapobiegania lub ograniczenia szkodliwego oddziaływania arsenu, kadmu, niklu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych na zdrowie ludzkie i środowisko jako całość,
- 2) zapewnienie utrzymania jakości otaczającego powietrza pod względem obecności w nim arsenu, kadmu, niklu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w przypadkach gdy, jest ona dobra oraz jej poprawę w pozostałych przypadkach,
- 3) określenie wspólnych metod i kryteriów oceny stężeń arsenu, kadmu, rtęci, niklu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu, jak również depozycji arsenu, kadmu, rtęci, niklu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.

Dyrektywa nr 2004/107/WE wprowadza kryteria jakości powietrza określone jako wartości docelowe, które są poziomem substancji, ustalonym w celu unikania dalszego długoterminowego szkodliwego oddziaływania na zdrowie ludzkie. Poziomy docelowe, określone w.w. dyrektywą powinny zostać osiągnięte tam, gdzie jest to możliwe technicznie i uzasadnione ekonomicznie, do dnia 31 grudnia 2012 r. W tabeli poniżej przedstawiono poziomy docelowe substancji.

Tabela 1. Poziomy docelowe dla arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu, określone w Dyrektywie nr 2004/107/WE

Zanieczyszczenie	Poziom docelowy*
Arsen	6 ng/m ³
Kadm	5 ng/m ³
Nikiel	20 ng/m ³
Benzo(a)piren	1 ng/m ³
* - dla całkowitej zawartości w pyłe PM10 uśrednionej dla roku kalendarzowego	

Biorąc pod uwagę cele dyrektywy, konieczne jest wdrożenie monitoringu i oceny wyżej wymienionych zanieczyszczeń, a także podjęcie działań naprawczych na terenach, gdzie jakość powietrza jest niezadowalająca.

Według wymagań dyrektywy wstępne oceny jakości i roczne oceny jakości powietrza (analogiczne do opisanych w art. 88 i 89 ustawy P.o.ś) należy wykonywać dla:

- 1) zawartości arsenu, kadmu, niklu (i ich związków) i benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10.

Natomiast monitoring jakości powietrza należy prowadzić pod kątem:

- 2) zawartości arsenu, kadmu, niklu (i ich związków) i benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10,
- 3) zawartości innych niż B(a)P wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w pyłe zawieszonym PM10,
- 4) stężenia rtęci i jej związków w powietrzu,
- 5) depozycji arsenu, kadmu, niklu, rtęci (i ich związków), benzo(a)pirenu i innych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.

2. Opis systemu oceny

Wymagane metody ocen rocznych w poszczególnych strefach określone są na podstawie wyników oceny wstępnej. W przypadku As, Ni, Cd i B(a)P w pyłe PM10 kryteriami wiążącymi wymagania w zakresie systemów oceny z poziomem zanieczyszczenia powietrza jest dolny i górny próg oszacowania. Dla potrzeb oceny wstępnej powyższych substancji zmieniono symbole klas stref w stosunku do dotychczas używanych na **3.**; **2.**; **1.**; (klasa 3 oznacza strefę najbardziej zanieczyszczoną, gdzie wymagany jest najbardziej intensywny monitoring, klasa 1. oznacza strefę najczystsza).

Przekroczenia górnych i dolnych progów oszacowania określa się na podstawie stężeń występujących w ciągu poprzednich pięciu lat, jeżeli dostępne są wystarczające dane. Przyjmuje się, że nastąpiło przekroczenie progu oszacowania, jeśli próg ten został przekroczony w ciągu co najmniej trzech lat kalendarzowych z tego pięcioletniego okresu.

W tabelach poniżej przedstawiono górne i dolne progi oszacowania dla arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu oraz wymagane metody oceny w zależności od poziomu stężeń tych substancji na terenie aglomeracji lub innej strefie.

Tabela 2. Górne i dolne progi oszacowania dla arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu

Próg oszacowania	Arsen	Kadm	Nikiel	Benzo(a)piren
Górny próg oszacowania wyrażony w % poziomu docelowego	3,6 ng/m³ (60%)	3 ng/m³ (60%)	14 ng/m³ (70%)	0,6 ng/m³ (60%)
Dolny próg oszacowania wyrażony w % poziomu docelowego	2,4ng/m³ (40%)	2 ng/m³ (40%)	10 ng/m³ (50%)	0,4 ng/m³ (40%)
Czas uśrednienia stężeń dla As, Cd, Ni, benzo(a)pirenu: rok kalendarzowy				

Tabela 3. Wymagane metody oceny w zależności od poziomu stężeń zanieczyszczenia w aglomeracji lub innej strefie dla As, Cd, Ni i B(a)P w PM10

Najwyższe stężenia zanieczyszczenia w aglomeracji/innej strefie	Klasa aglomeracji/ innej strefy	Wymagania dotyczące metod ocen rocznych
Powyżej górnego progu oszacowania	3	Pomiary (obowiązkowe) wysokiej jakości. Wyniki pomiarów mogą być uzupełniane informacjami z innych źródeł, m. in. z modelowania matematycznego i z obiektywnych metod szacowania
Pomiędzy górnym i dolnym progiem oszacowania	2	Pomiary (obowiązkowe), w tym pomiary wskaźnikowe* - program mniej intensywny. Wyniki pomiarów uzupełniane informacjami z innych źródeł, m. in. z modelowania matematycznego
Poniżej dolnego progu oszacowania	1	Wystarczające mogą być: modelowanie matematyczne lub metody obiektywnego szacowania
* spełniające wymogi, o których mowa w tabeli 4.		

Tabela 4. Cele jakości danych dla monitoringu As, Cd, Ni i benzo(a)pirenu

Jakość danych	Benzo(a)piren	Arsen, kadm i nikiel
Niepewność: - pomiary stałe i wskaźnikowe	50%	40%
- modelowanie	60%	60%
Minimalny procent ważnych danych	90%	90%
Minimalne pokrycie czasu:		
- pomiary stałe	33%	50%
- pomiary wskaźnikowe*	14%	14%
*Pomiary wskaźnikowe są pomiarami wykonywanymi mniej regularnie, ale spełniającymi inne cele w zakresie jakości danych		

We „Wskazówkach do określenia nowego układu stref na potrzeby pomiarów, ocen i zarządzania jakością powietrza, wykonania oceny wstępnej jakości powietrza pod kątem zawartości arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu w pyłe PM10 oraz dostosowania systemu oceny do wymagań Dyrektywy 2004/107/WE” określono **reżim monitoringu na podstawie górnych i dolnych progów oszacowania oraz poziomów docelowych**.

W przypadku, gdy istnieje obowiązek prowadzenia pomiarów stężeń, intensywność programów pomiarowych wymaganych do ocen bieżących (rocznych ocen jakości powietrza) zależy od poziomu stężeń zanieczyszczenia na obszarze aglomeracji lub innej strefy:

1. Jeżeli najwyższe stężenie średnie roczne rozważanych substancji na terenie aglomeracji lub innej strefy *przekraczają wartość górnego progu oszacowania*, wówczas:
 - wymagany jest intensywny program pomiarowy,
 - liczba stanowisk pomiarowych, określona w dyrektywie jako minimalna, jest większa niż w pozostałych przypadkach,
 - w ocenie, obok pomiarów mogą być wykorzystywane inne techniki (w takim przypadku można zmniejszyć liczbę stałych stanowisk pomiarowych w stosunku do minimalnej określonej w dyrektywie – warunkiem jest jednak uzyskanie wystarczającej informacji o stężeniach zanieczyszczenia, na wymaganym poziomie jakości).

Jeżeli dodatkowo w tych strefach zanotowano przekroczenia poziomu docelowego wówczas stanowiska pomiarowe powinny być usytuowane na terenie tych obszarów.

2. Jeżeli najwyższe stężenia zanieczyszczenia na terenie aglomeracji lub innej strefy *należą do przedziału pomiędzy górnym i dolnym progiem oszacowania*, wówczas:
 - pomiary są nadal obowiązkowe, jednak realizowany program pomiarowy może być mniej intensywny (oznacza to zwykle mniejszą liczbę stacji wymaganych zgodnie z dyrektywami i możliwość szerszego wykorzystania pomiarów o mniejszej częstotliwości pobierania próbek),
 - pomiary mogą być uzupełnione innymi technikami (można wówczas zmniejszyć liczbę stałych stanowisk pomiarowych w stosunku do minimalnej określonej w dyrektywie, pod warunkiem zachowania wystarczającego poziomu wymaganych informacji).
3. Jeżeli najwyższe stężenia na terenie aglomeracji lub innej strefy *są mniejsze od wartości dolnego progu oszacowania*, wówczas:
 - ocena może się opierać na wynikach modelowania matematycznego i danych uzyskiwanych w oparciu o inne metody szacowania.

3. Nowy układ stref

Ocenę wstępną zanieczyszczenia powietrza metalami ciężkimi i WWA zgodnie z wymaganiami Dyrektywy 2004/107/WE wykonano w województwie małopolskim w 11 strefach:

- 1) **bocheńsko-brzeskiej**, w której skład wchodzi powiaty: bocheński i brzeski,
- 2) **chrzanowsko-olkuskiej**, składającej się z trzech powiatów: chrzanowskiego, olkuskiego i oświęcimskiego,
- 3) **dąbrowsko-tarnowskiej**, zawierającej powiaty: dąbrowski i tarnowski,

- 4) **gorlicko-limanowskiej**, w której skład wchodzi powiaty: gorlicki, limanowski i nowosądecki,
- 5) **krakowsko-wielickiej**, powstałej z połączenia powiatów: krakowskiego i wielickiego,
- 6) **aglomeracji krakowskiej**,
- 7) **miechowsko-proszowickiej**, zawierającej powiaty miechowski i proszowicki,
- 8) **myślenicko-suskiej**, składającej się z trzech powiatów: myślenickiego, suskiego i wadowickiego,
- 9) **nowotarsko-tatrzańskiej**, powstałej z połączenia powiatów: nowotarskiego i tatrzańskiego,
- 10) **strefy miejskiej Nowy Sącz**,
- 11) **strefy miejskiej Tarnów**.

Nowy układ stref w województwie małopolskim ustalony został na potrzeby monitoringu, oceny i zarządzania jakością powietrza pod kątem stężenia pyłu zawieszonego PM10 oraz metali ciężkich: As, Cd, Ni oraz BaP w pyłe zawieszonym PM10. Redukcja ilości stref z 22 do 11, polegająca na połączeniu 2 lub 3 sąsiadujących ze sobą powiatów ma na celu obniżenie kosztów prowadzonych badań.

Rys. 1. Nowy układ zagregowanych stref w województwie małopolskim



4. Wstępna ocena jakości powietrza

Klasyfikację stref wykonano dla każdego zanieczyszczenia oddzielnie, na podstawie pomiarów przeprowadzonych w latach 2001-2003 oraz w 2005 roku, w rejonach o najwyższych poziomach metali i B(a)P na terenie danej strefy.

Poziom **arsenu** w pyłe PM10 oceniany był na podstawie pomiarów w 4 strefach (*krakowsko-wielickiej, aglomeracji krakowskiej, nowotarsko-tatrzańskiej, m. Tarnów*). Pozostałe 7 stref sklasyfikowano poprzez analogię do strefy sąsiedniej, którą oceniono na podstawie wyników badań (*bocheńsko-brzeską, dąbrowsko-tarnowską i m. Nowy Sącz* przez analogię do strefy m. Tarnów, *chrzanowsko-olkuską, myślenicko-suską i miechowsko-proszowicką* analogicznie do strefy krakowsko-wielickiej, *gorlicko-limanowską* analogicznie do nowotarsko-tatrzańskiej).

Poziom **kadm** w pyłe PM10 oceniany był na podstawie pomiarów w 6 strefach (*chrzanowsko-olkuskiej, krakowsko-wielickiej, aglomeracji krakowskiej, nowotarsko-tatrzańskiej, m. Nowy Sącz i m. Tarnów*). Pozostałe 5 stref sklasyfikowano poprzez analogię do strefy sąsiedniej, którą oceniono na podstawie wyników badań (*bocheńsko-brzeską, dąbrowsko-tarnowską, miechowsko-proszowicką i myślenicko-suską* przez analogię do strefy m. Nowy Sącz, *gorlicko-limanowską* analogicznie do nowotarsko-tatrzańskiej).

Poziom **niklu** w pyłe PM10 oceniany był na podstawie pomiarów w 6 strefach (*chrzanowsko-olkuskiej, krakowsko-wielickiej, aglomeracji krakowskiej, nowotarsko-tatrzańskiej, m. Nowy Sącz i m. Tarnów*). Pozostałe 5 stref sklasyfikowano poprzez analogię do strefy sąsiedniej, którą oceniono na podstawie wyników badań (*bocheńsko-brzeską, dąbrowsko-tarnowską* przez analogię do strefy m. Tarnów, *miechowsko-proszowicką i myślenicko-suską* przez analogię do strefy krakowsko-wielickiej, *gorlicko-limanowską* analogicznie do nowotarsko-tatrzańskiej).

Poziom **benzo(a)pirenu** w pyłe PM10 oceniany był na podstawie pomiarów w 5 strefach (*chrzanowsko-olkuskiej, krakowsko-wielickiej, aglomeracji krakowskiej, nowotarsko-tatrzańskiej, m. Tarnów*). Pozostałe 6 stref sklasyfikowano poprzez analogię do strefy sąsiedniej, którą oceniono na podstawie wyników badań (*bocheńsko-brzeską, dąbrowsko-tarnowską i m. Nowy Sącz* przez analogię do strefy m. Tarnów, *miechowsko-proszowicką i myślenicko-suską* przez analogię do strefy krakowsko-wielickiej, *gorlicko-limanowską* analogicznie do nowotarsko-tatrzańskiej).

Podstawą klasyfikacji każdego zanieczyszczenia było obliczone średnie stężenie w roku kalendarzowym, które porównano z wartościami określonymi jako:

- **poziom docelowy** (Tab. 1),
- **górnny próg oszacowania** wyrażony w % poziomu docelowego (Tab. 2),
- **dolny próg oszacowania**, również wyrażony w % poziomu docelowego (Tab. 2).

W wyniku porównania stężeń średnich w roku kalendarzowym z odpowiednim kryterium ustalono klasę strefy w skali od 1 do 3 oraz wynikającą z niej metodę oceny obowiązującą według Dyrektywy 2004/107/WE w odniesieniu do systemu oceny jakości powietrza (Tab. 3).

W tabeli 5 oraz na rysunkach 2, 3, 4 przedstawiono klasyfikację stref pod kątem zawartości arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu.

Tabela 5. Klasyfikacja stref pod kątem zawartości As, Cd, Ni i B(a)P w pyłe PM10

Lp.	Nazwa strefy	Klasa strefy			
		arsen	kadm	nikiel	B(a)P
1	bocheńsko-brzeska	2	2	1	3
2	chrzanowsko-olkuska	2	3	1	3
3	dąbrowsko-tarnowska	2	1	1	3
4	gorlicko-limanowska	2	1	1	3
5	krakowsko-wielicka	2	1	1	3
6	aglomeracja krakowska	2	2	1	3
7	miechowsko-proszowicka	2	2	1	3
8	myślenicko-suska	2	2	1	3
9	nowotarsko-tatrzańska	2	1	1	3
10	m. Nowy Sącz	2	2	1	3
11	m. Tarnów	2	3	1	3

Poziom najwyższych stężeń metali i benzo(a)pirenu, jakie zmierzono w strefach jest zróżnicowany. Stężenia średnie w roku kalendarzowym przekraczają poziom docelowy i górny próg oszacowania dla B(a)P, mieszczą się w przedziale pomiędzy górnym i dolnym progiem oszacowania dla arsenu, pozostają na poziomie poniżej dolnego progu oszacowania dla niklu. Najbardziej jednak zróżnicowane jest stężenie kadmu, który w jednych strefach przekroczył górny próg oszacowania, w innych mieścił się w przedziale pomiędzy dolnym i górnym progiem oszacowania a jeszcze w innych nie przekroczył dolnego progu oszacowania.

Górny próg oszacowania (klasa 3) został przekroczony w przypadku:

- **kadm** w dwóch strefach: chrzanowsko-olkuskiej i m. Tarnów, gdzie stężenie średnioroczne wynosiło odpowiednio 3.2 i 3.5 ng/m³,
- **benzo(a)pirenu** we wszystkich 11 strefach województwa. Poziom B(a)P obliczony jako stężenie średnie w roku kalendarzowym wahał się w przedziale 7.9 do 13.3 ng/m³ i przekroczył **poziom docelowy**, który wynosi 1 ng/m³.

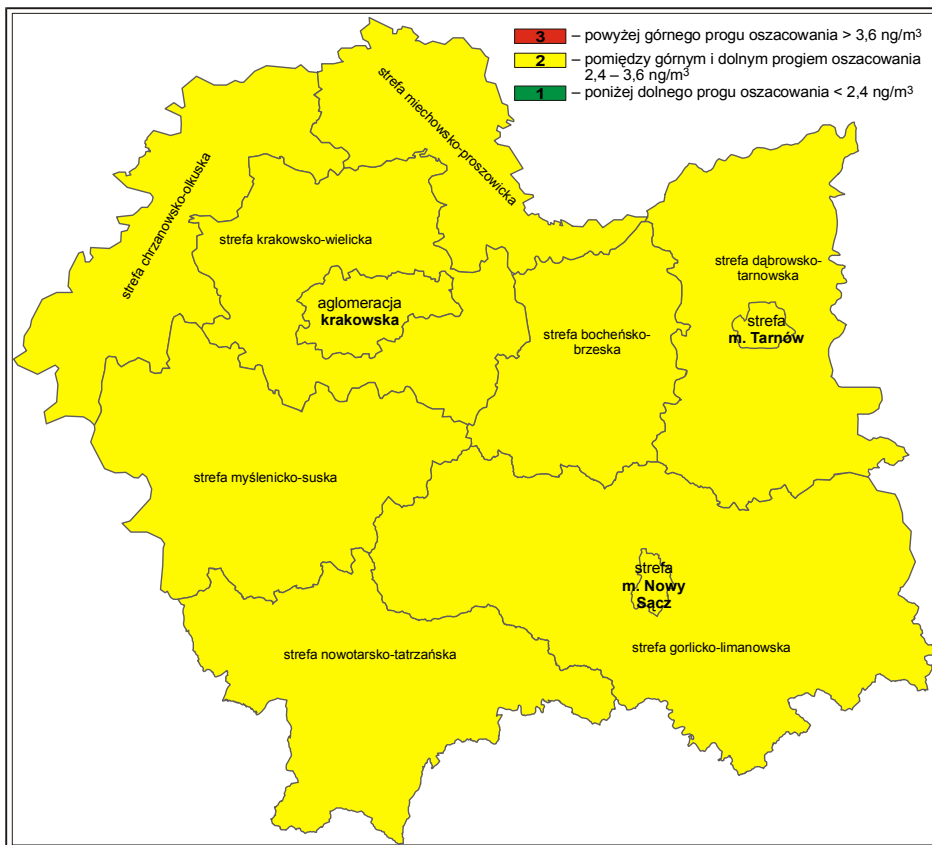
W **przedziale pomiędzy górnym i dolnym progiem oszacowania (klasa 2)** został oceniony:

- arsen** we wszystkich 11 strefach województwa. Średnie roczne stężenie arsenu wyniosło od 2.3 do 3.1 ng/m³.
- **kadm** w 5 strefach: bocheńsko-brzeskiej, aglomeracji krakowskiej, miechowsko-proszowickiej, myślenicko-suskiej oraz m. Nowy Sącz. Średnie roczne stężenie kadmu w tych strefach mieściło się w przedziale 2.5 – 2.8 ng/m³.

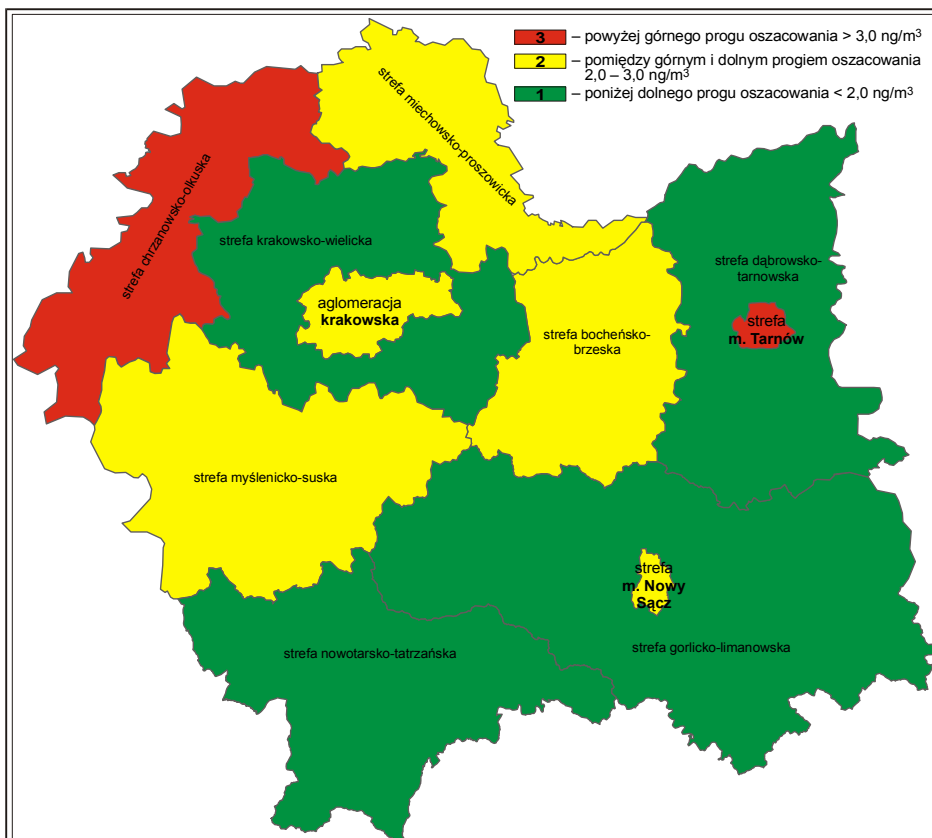
Poniżej dolnego progu oszacowania (klasa 1) oceniony został:

- **nikiel** we wszystkich 11 strefach województwa. Poziom niklu wynosił od 1.4 do 3.9 ng/m³.
- **kadm** w 4 strefach: dąbrowsko-tarnowskiej, gorlicko-limanowskiej, krakowsko-wielickiej i nowotarsko-tatrzańskiej, w których średnie roczne stężenie wyniosło 1.6 – 1.7 ng/m³.

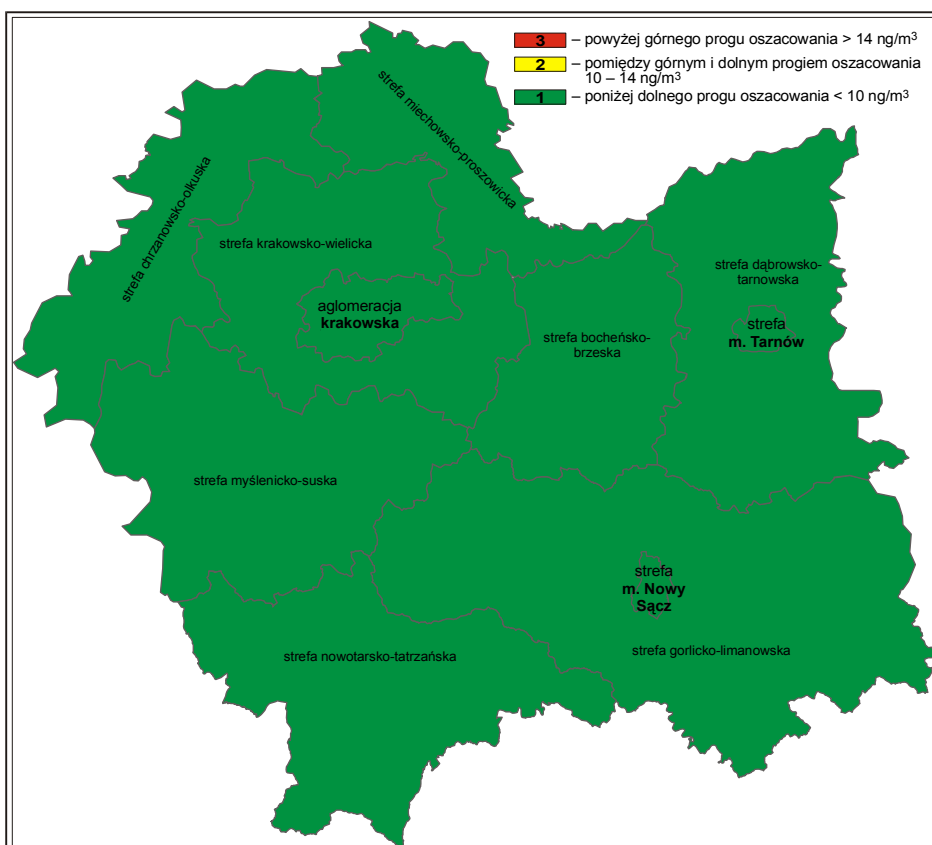
Rys. 2. Klasyfikacja stref pod kątem zawartości arsenu w pyłe PM10



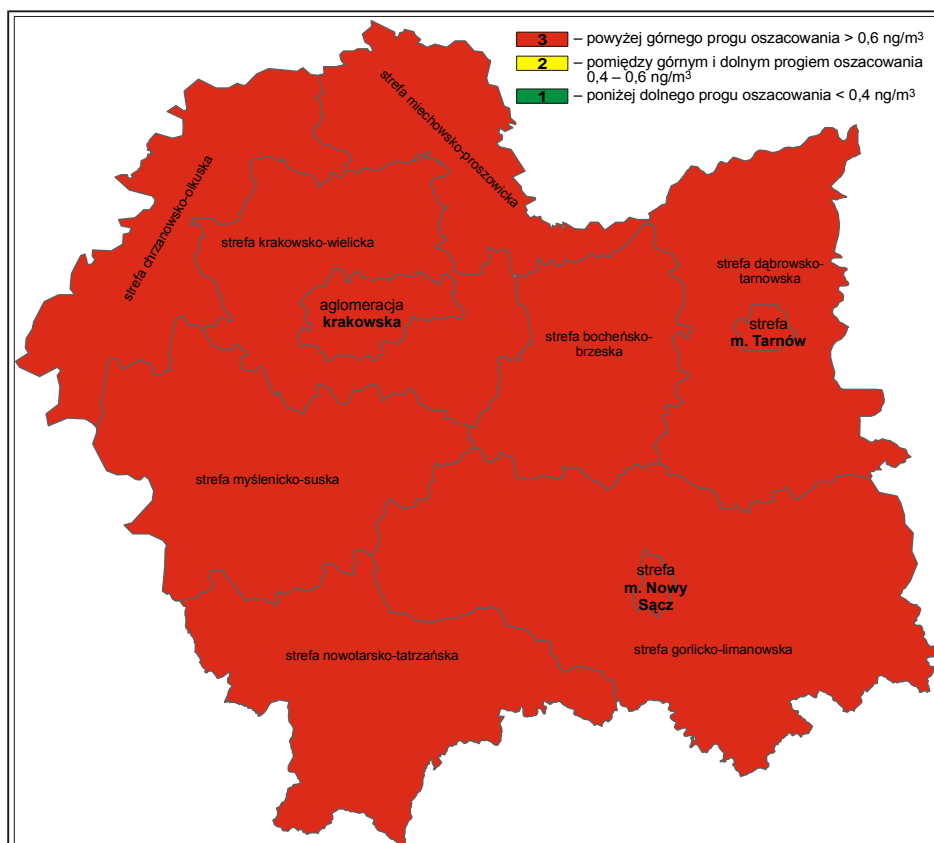
Rys. 3. Klasyfikacja stref pod kątem zawartości kadmu w pyłe PM10



Rys. 4. Klasyfikacja stref pod kątem zawartości niklu w pyle PM10



Rys. 5. Klasyfikacja stref pod kątem zawartości benzo(a)pirenu w pyle PM10



5. Dodatkowe źródła danych uwzględnionych w ocenie

Dla potrzeb oceny wstępnej, w szczególności w celu ustalenia obszarów lub grup obszarów o podobnym lub zróżnicowanym stopniu zanieczyszczenia decydujących na danym obszarze, przeanalizowano dostępne dane dotyczące źródeł i wielkości emisji, depozycji zanieczyszczeń do podłoża oraz biomonitoringu na obszarach parków narodowych zlokalizowanych na terenie województwa małopolskiego.

Województwo małopolskie od lat plasuje się w czołówce województw emitujących największe ilości zanieczyszczeń w skali kraju. Według danych Wojewódzkiego Urzędu Statystycznego w 2004 roku emisja pyłów, będących źródłem emisji do środowiska metali ciężkich i benzo(a)pirenu, stanowiła w skali kraju 10,1% (12,4 tys. ton pyłów w województwie w stosunku do 123,2 tys. ton w kraju). Na terenie województwa nastąpił wzrost ilości wyemitowanych pyłów w porównaniu z 2003 rokiem, przy malejącej tendencji w kraju. W latach 2000–2004 średnia wielkość emisji zanieczyszczeń pyłowych z zakładów szczególnie uciążliwych wahała się w przedziale od 0,8 do 1,1 tony na km² powierzchni na terenie województwa. Zbilansowana przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie w 2003 roku emisja zanieczyszczeń do powietrza z zakładów przemysłowych, energetycznych i gospodarki komunalnej, które wyemitowały w ciągu roku co najmniej 5 ton pyłów i gazów, pozwoliła na określenie wskaźników emisji na jednostkę powierzchni. Najwyższe wskaźniki emisji zanieczyszczeń pyłowych (powyżej 10 Mg/km²/rok) dotyczyły aglomeracji krakowskiej oraz strefy miejskiej w Tarnowie. Mniejsze obciążenie emisją ze źródeł punktowych (od 1 do 10 Mg/km²/rok) wystąpiło w powiatach zachodniej części województwa: oświęcimskim, chrzanowskim, krakowskim i strefie miejskiej w Nowym Sączu. W powiatach: olkuskim, wadowickim, myślenickim, wielickim, bocheńskim, brzeskim i gorlickim wskaźnik emisji kształtował się w przedziale od 0,1 do 1 Mg/km²/rok, pozostałe strefy w pasie południowym tj. suska, nowotarska, tatrzańska, limanowska, nowosądecka, oraz w części wschodniej tarnowska, dąbrowska i północnej: miechowska i proszowicka były w najmniejszym stopniu narażone na wpływ zanieczyszczeń pyłowych i substancji zawartych w pyłach.

Analiza udziałów poszczególnych sektorów gospodarki w emisji zanieczyszczeń wykazała, że emisja:

- z sektora przemysłu wynosiła 46,1% pyłów i 48,9% gazów,
- z sektora energetyki 41,9% pyłów i 45,5% gazów,
- z sektora gospodarki komunalnej – 11,9% pyłów i 5,6% gazów.

Największe wielkości emisji z sektora przemysłowego wystąpiły w aglomeracji krakowskiej, Tarnowie i Nowym Sączu, z sektora energetyki w powiecie krakowskim, w Krakowie oraz w powiecie chrzanowskim, natomiast z sektora gospodarki komunalnej w Krakowie, w powiecie chrzanowskim, w Tarnowie oraz w powiecie olkuskim. Powyższe zestawienia były wynikiem inwentaryzacji emisji ze źródeł punktowych, gdzie ewidencją objęto około 250 jednostek, emitujących zanieczyszczenia na terenie województwa małopolskiego. Emisja rzeczywista jest znacznie wyższa, gdyż inwentaryzacja nie uwzględniała wielu małych zakładów, palenisk indywidualnych, emisji powierzchniowej i liniowej.

Głównymi źródłami zanieczyszczenia powietrza w województwie są następujące sektory gospodarki:

- przemysł hutniczy i metalurgiczny,
- energetyczne spalanie paliw,
- wytwarzanie chemikaliów i nawozów sztucznych,

W następnej kolejności: produkcja ceramiki budowlanej i materiałów ogniotrwałych, cynku elektrolitycznego i jego stopów, szkła, cementu i stopów aluminium.

Metale ciężkie kadm, arsen, nikiel, rtęć emitowane w pyłe pochodzą w głównej mierze z procesów spalania w przemyśle, w sektorze gospodarki komunalnej, oraz w procesach energetycznego spalania paliw, z kolei benzo(a)piren jest w głównej mierze produktem procesów spalania w przemyśle.

Według danych Krajowego Centrum Inwentaryzacji Emisji całkowita emisja arsenu w 2002 roku na terenie województwa wyniosła około 2,2 Mg (4,5%), kadmu 3,7 Mg (7,7%) co decyduje o 6 miejscu w rankingu województw, emisja niklu wyniosła prawie 19 Mg (7,3% i 3 miejsce w skali kraju), rtęci około 1,4 Mg (7% co daje 8 pozycję w kraju).

Obciążenie województwa metali ciężkimi odzwierciedlają także badania prowadzone w ramach badań chemizmu opadów i depozycji zanieczyszczeń do podłoża. W niniejszej ocenie brano pod uwagę wyniki badań dotyczące w szczególności kadmu i niklu. Na obszar województwa małopolskiego, wody opadowe wniosły wśród innych zanieczyszczeń w 2003 roku 9,37 Mg niklu co stanowi 0,0062 kg/ha oraz 3,12 Mg kadmu w przeliczeniu około 0,0021 kg/ha. Wody opadowe najbardziej obciążone kadmem występowały w zachodniej części województwa, szczególnie w powiatach oświęcimskim i chrzanowskim. Największy ładunek niklu został dostarczony z opadami w powiatach wschodnich województwa, natomiast część centralna była obciążona tym metalem w znacznie mniejszym stopniu.

Depozycja metali: kadmu i niklu wykazuje w latach 1999-2003 tendencję malejącą, ładunek kadmu w 2003 roku w porównaniu do średniego z lat 1999-2002 zmalał o 46%, a niklu o 31%. Generalnie obciążenie obszaru województwa małopolskiego kadmem jest znaczące w skali kraju, natomiast niklu znacznie mniejsze. Depozycja zanieczyszczeń atmosferycznych stanowi nadal istotne źródło zanieczyszczeń obszarowych.

Znaczące koncentracje metali w środowisku województwa małopolskiego, zwłaszcza kadmu, potwierdziły także prowadzone systematycznie badania biowskaźników na terenie parków narodowych (Ocena narażenia środowiska obszarów chronionych, zanieczyszczenie metalami i SO₂ parków narodowych. Instytut Nauk o Środowisku UJ, Kraków 2005). Ocena zaburzeń występujących w środowisku prowadzono w oparciu o oznaczenia zawartości metali w porostach Hypogymnia physodes. Najbardziej interesujące dla potrzeb oceny wstępnej były uzyskane w wyniku badań zawartości kadmu w badanych bioindykatorach. Koncentracje kadmu w porostach występujących w parkach narodowych na terenie województwa małopolskiego wskazują na tendencję rosnącą w latach 1998 i 2003. Parki Pieniński, Tatrzański, Gorczański, Babogórski i Magurski zostały zakwalifikowane do średnio zanieczyszczonych metalami ciężkimi, a Ojcowski Park Narodowy jako jedyny w Polsce do parków zdegradowanych. Wzrost stężeń kadmu i ołowiu w badanych porostach, przy spadkowej tendencji wielkości emisji z głównych emitorów świadczy o znaczącym wpływie innych źródeł (niska emisja, emisja liniowa czy transport na dalekie odległości) na koncentracje metali w środowisku na terenie województwa.

Analiza przytoczonych danych pozwoliła na wytypowanie stref, w których stężenia metali i węglowodorów mogą być określane przez analogię, oraz obszarów gdzie mogą występować stężenia maksymalne z uwagi na znaczącą emisję danego zanieczyszczenia i jego koncentrację w środowisku.

6. Projekt wojewódzkiego systemu oceny jakości powietrza pod kątem wymagań Dyrektywy 2004/107/WE

Istniejąca sieć monitoringu jakości powietrza w województwie małopolskim w wyniku przeprowadzonej oceny wstępnej i w oparciu o nowy układ stref zostanie w 2007 roku dostosowana do wymagań dyrektywy w sprawie arsenu, kadmu, rtęci, niklu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu.

Poniżej przedstawiono tabelę dotyczącą wymagań co do ilości stanowisk pomiarowych PM10, As, Cd, Ni, i B(a)P dla źródeł rozproszonych.

Tabela 6. Minimalna liczba stałych punktów pomiarowych przy prowadzeniu pomiarów zawartości arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu w pyłe PM10

Liczba mieszkańców strefy (w tys.)	Jeżeli maksymalne stężenia przekraczają górny próg oszacowania*			Jeżeli maksymalne stężenia mieszczą się między górnym i dolnym progiem oszacowania		
	PM10	As, Cd, Ni	B(a)P	PM10	As, Cd, Ni	B(a)P
0-249	1	1	1	1	1	1
250-499	2	1	1	1	1	1
500-749	2	1	1	1	1	1
750-999	3	2	2	1	1	1
1000-1499	4	2	2	2	1	1
1500-1999	5	2	2	2	1	1
2000-2749	6	2	3	3	1	1
2750-3749	7	2	3	3	1	1
3750-4749	8	3	4	4	2	2
4750-5999	9	4	5	4	2	2
≥ 6000	10	5	5	5	2	2

* - w tym przynajmniej jedna stacja pomiaru tła miejskiego, a dla B(a)P także jedna stacja zlokalizowana w rejonie oddziaływania ruchu drogowego, pod warunkiem że liczba stanowisk nie zwiększy się

W województwie małopolskim 5 stref (bocheńsko-brzeska, miechowsko-proszowicka, nowotarsko-tatrzańska oraz strefy miejskie Nowy Sącz i Tarnów) posiada liczbę mieszkańców poniżej 249 tysięcy, stąd wynika konieczność prowadzenia pomiarów zarówno pyłu zawieszonego jak i metali ciężkich i B(a)P w co najmniej 1 punkcie pomiarowym, jeżeli stężenia maksymalne przekraczają dolny próg oszacowania.

W strefach: chrzanowsko-olkuskiej, dąbrowsko-tarnowskiej, gorlicko-limanowskiej, krakowsko-wielickiej i myślenicko-suskiej liczba mieszkańców zawiera się w przedziale od 250 do 499 tysięcy. Pomiary stężeń metali i B(a)P należy wykonywać w co najmniej 1 punkcie pomiarowym, jeżeli maksymalne stężenia mieszczą się między dolnym a górnym progiem oszacowania i jeżeli przekraczają górny próg oszacowania, natomiast pyłu zawieszonego PM10 w co najmniej 2 stanowiskach pomiarowych.

W aglomeracji krakowskiej, w której liczba mieszkańców w 2005 roku przekroczyła 750 tysięcy mieszkańców, z uwagi na przekroczenia górnego progu oszacowania dla B(a)P pomiary prowadzone będą w 2 stacjach pomiarowych przy ul. Prądnickiej i Bulwarowej w Krakowie, natomiast pomiary metali zgodnie z wymaganiami oceny w tych samych stacjach

pomiarowych z różną częstotliwością w zależności od rodzaju metalu i wyników oceny wstępnej dla danego metalu. Natomiast pomiary pyłu zawieszonego PM10 będą kontynuowane także w stacji komunikacyjnej przy Al. Krasieńskiego.

W tabeli poniżej przedstawiono listę stacji pomiarowych pyłu zawieszonego PM10, metali ciężkich i benzo(a)pirenu, które będą funkcjonować w ramach PMŚ w 2007 roku.

Tabela 7. Planowana na rok 2007 liczba stałych stacji monitoringu, w których będą prowadzone pomiary pyłu PM10 oraz arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu w pyłe PM10

l.p.	Nazwa strefy	Kod strefy	Kod krajowy stacji	Właściciel stacji	Metoda pomiaru	Zakres pomiarowy
1	2	3	4	5	6	7
1	bocheńsko-brzeska		MpBochniWSSEKazi0104	WSSE	manualna	PM10, metale, B(a)P
2	chrzanowsko-olkuska		MpChrzanWSSEGrzy0301	WSSE	manualna	PM10, metale, B(a)P
			MpTrzebiWIOSPils0303	WIOS	automatyczna	PM10
			MpOlkuszWIOSNull1205	WIOS	automatyczna	PM10
			MpOswiecWSSEWież1301	WSSE	manualna	PM10
3	dąbrowsko-tarnowska		nowa stacja w Dąbrowie Tarnowskiej	WIOŚ	manualna	PM10, metale, B(a)P
4	gorlicko-limanowska		nowa stacja w Gorlicach	WIOŚ	manualna	PM10, metale, B(a)P
5	krakowsko-wielicka		MpSkawinWIOSOsie0606	WIOŚ	automatyczna	PM10
			MpWielicWIOSNiep1904	WIOŚ	manualna	PM10, metale, B(a)P
6	aglomeracja krakowska	4.12.17.00	MpKrakowWIOSPrad6115	WIOŚ	manualna	PM10, metale, B(a)P
			MpKrakowWIOSBulw6118	WIOŚ	manualna	PM10, metale, B(a)P
			MpKrakowWIOSAKra6117	WIOŚ	automatyczna	PM10
7	miechowsko-proszowicka		MpProszWIOSKrol1404	WIOŚ	manualna	PM10, metale, B(a)P
8	myślenicko-suska		MpWadowiWIOSPSka1805	WIOŚ	manualna	PM10, metale, B(a)P
			MpMaPodhWIOSKosc1507	WIOŚ	manualna	PM10
			MpMyslenWIOSRyne0905	WIOŚ	manualna	PM10

9	nowotarsko-tatrzańska		MpNoTargWSSESzaf1102	WSSE	manualna	PM10, metale, B(a)P
			MpZakopaWIOSRown1701	WIOŚ	automatyczna	PM10
10	m. Nowy Sącz	4.12.16.62	MpNSaczWSSETarn6202	WSSE	manualna	PM10, metale, B(a)P
			MpNSaczWIOSPija6204	WIOŚ	automatyczna	PM10
11	m. Tarnów	4.12.15.63	MpTarnowWIOSSoli6303	WIOŚ	manualna	PM10, metale, B(a)P
			MpTarnowWSSEWest6302	WSSE	manualna	PM10

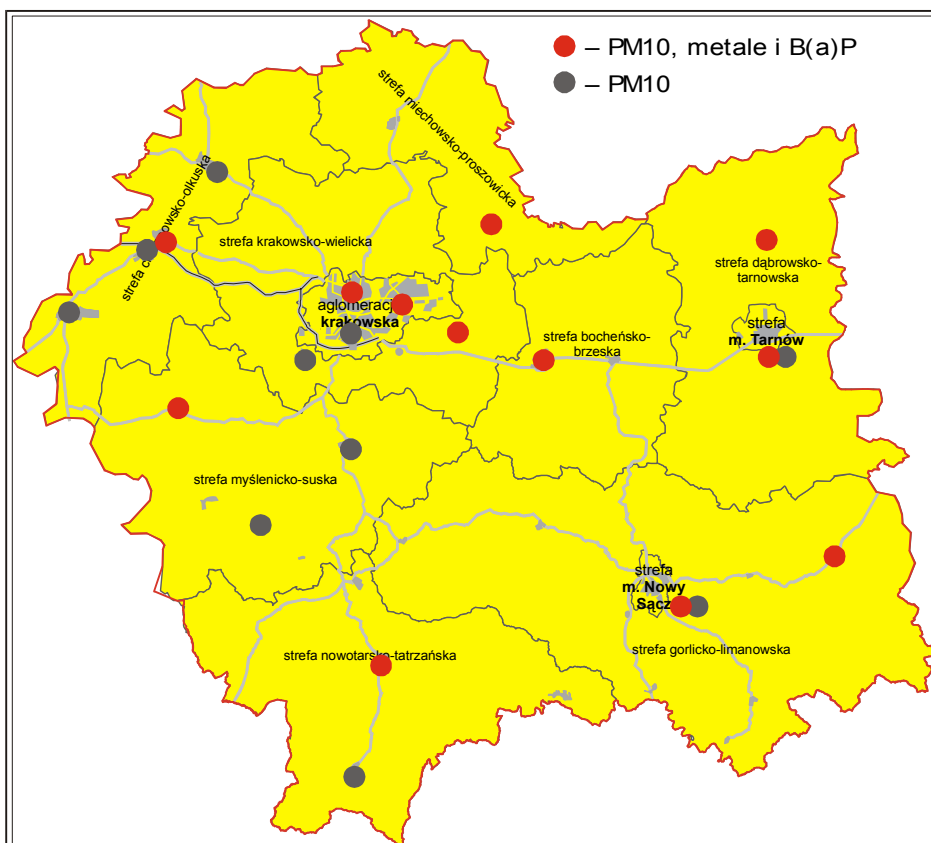
Projektowana sieć monitoringu w ramach PMS będzie opierać się na systemie istniejącym i obejmować 22 stacje pomiaru pyłu zawieszonego PM10, w tym 2 nowe zlokalizowane w strefach: dąbrowsko-tarnowskiej i gorlicko-limanowskiej, w przewidywanym rejonie występowania maksymalnych stężeń tj. w Gorlicach i Dąbrowie Tarnowskiej. W wymienionych strefach stężenia pyłu PM10 zostały ocenione na poziomie poniżej dolnego progu oszacowania, stąd wystarczające jest prowadzenie badań w 1 stacji pomiarowej. Podobnie dwie strefy; bocheńsko-brzeska i miechowsko-proszowicka będą posiadały po 1 stacji pomiarowej. Pomiary stężeń metali oraz benzo(a)pirenu będą wykonywane równoległe do pyłu PM10 na wymienionych stacjach.

W pozostałych strefach, z wyjątkiem aglomeracji krakowskiej będą funkcjonowały od 2 do 4 stacji pomiaru pyłu, z których jedna wymieniona w tabeli powyżej będzie służyła do pomiaru metali i B(a)P, z częstotliwością wynikającą z oceny wstępnej w zależności od rodzaju badanej substancji.

Zawartość metali i B(a)P w pyłe PM10 będzie analizowana w 12 stacjach (po 1 w każdej strefie, w 2 w aglomeracji krakowskiej) a intensywność programów pomiarowych będzie zróżnicowana. Zawartość niklu w pyłe PM10 będzie analizowana z częstotliwością co 2 tygodnie, ponieważ stężenia tego metalu we wszystkich strefach zostały określone na poziomie poniżej dolnego progu oszacowania; arsenu co 6 dni z uwagi na występowanie najwyższych stężeń w przedziale między dolnym i górnym progiem oszacowania (program bardziej intensywny, pomiary obowiązkowe). Badania zawartości kadmu powinny się odbywać co 2 tygodnie w strefach: dąbrowsko-tarnowskiej, gorlicko-limanowskiej, krakowsko-wielickiej i nowotarsko-tatrzańskiej, co 6 dni w strefach: bocheńsko-brzeskiej, miechowsko-proszowickiej, myślenicko-suskiej, w strefie miejskiej Nowy Sącz oraz w aglomeracji krakowskiej; z największą częstotliwością tj. co 3 dni w chrzanowsko-olkuskiej i Tarnowie. Zawartości B(a)P we wszystkich punktach pomiarowych przekraczały górny próg oszacowania, a także poziom docelowy określony w dyrektywie. Wynikła stąd konieczność prowadzenia pomiarów stężeń tego zanieczyszczenia we wszystkich strefach z częstotliwością co 3 dni (intensywny program pomiarowy), w tym na terenie aglomeracji krakowskiej w 2 stacjach pomiarowych. Częstotliwość programu pomiarowego została ustalona na podstawie dokumentu opracowanego przez Komisję Europejską pt: Ambient Air Pollution by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH). Position Paper. Lipiec 2001. Strategia pobierania próbek, dla przestrzegania poprawności pomiarów, przy stężeniach przekraczających górny próg oszacowania polega na systematycznych poborach prób 24 godzinnych co 3 dni, z możliwością ich kumulacji do 5 w celu zminimalizowania kosztów. Jeżeli stężenia maksymalne mieszczą się między progami oszacowania dolnym i górnym wymagana częstotliwość może być zmniejszona do 24 godzinnych prób pobieranych co 6 dni.

Badania zawartości rtęci w otaczającym powietrzu w zależności od możliwości finansowych będą realizowane w 1 punkcie pomiarowym w Krakowie przy ul. Prądnickiej. Sieć depozycji metali ciężkich oraz B(a)P w województwie małopolskim będzie bazować na stacjach aktualnie funkcjonujących w Nowym Sączu i na Kasprowym Wierchu w ramach „Badań chemizmu opadów atmosferycznych i oceny depozycji zanieczyszczeń do podłoża” zgodnie z PMS. Dodatkowo stanowisko proponujemy w aglomeracji krakowskiej przy ul. Prądnickiej.

Rys. 6. Lokalizacja stacji monitoringu powietrza w 2007 roku



7. Orientacyjne koszty monitoringu metali i B(a)P

Realizacja wymagań Dyrektywy 2004/107/WE z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie arsenu, kadmu, rtęci, niklu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu generuje następujące koszty:

1. koszty związane z przygotowaniem systemów oceny jakości powietrza pod kątem wymagań dyrektywy 2004/107/WE:

- ocena wstępna, projekt sieci – 200 tys. zł. Na lata 2006-2007 planowana jest weryfikacja meta-danych uzupełniona dokumentacją fotograficzną lokalizacji stacji oraz zakup oprogramowania do bazy danych emisyjnych na potrzeby modelowania i prognozowania stężeń substancji w powietrzu.

2. koszty funkcjonowania systemu oceny jakości powietrza pod kątem dyrektywy 2004/107/WE:

Koszty zakupów inwestycyjnych:

1. Do oznaczania benzo-a-pirenu i WWA:
 - chromatograf cieczowy - 310 tys. zł
 - ekstraktor do ekstrakcji zw. organicznych - 240 tys. zł
 - zestaw ekstrakcyjno-zatężający - 5 tys. zł
2. Zakup mierników i poborników pyłu - 4 szt. - 300 tys. zł

Koszty materialne:

1. Materiały filtracyjne - 24 tys. zł
2. Materiały zw. z analizami - 18 tys. zł
3. Koszty transportu próbek - 19 tys. zł
4. Koszty montażu dwóch nowych stacji - 11 tys. zł
5. Zakup kompletu naczyń do mineralizacji - 14 tys. zł
6. Zakup kolumn chromatograficznych do GC-MS - 7 tys. zł

Koszty osobowe:

1. dodatkowy etat specjalisty do Pracowni Fizykochemicznej - ok. 36 tys. zł
2. dodatkowy etat specjalisty do Wydziału Monitoringu - ok. 36 tys. zł

3. koszty funkcjonowania systemu zapewnienia i kontroli jakości na potrzeby systemów oceny jakości powietrza.

8. Podsumowanie i wnioski

Wynikiem przeprowadzonej wstępnej oceny jakości powietrza pod kątem zawartości arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu jest klasyfikacja stref w nowym układzie stref. W zredukowanych z 22 do 11 strefach, które utworzono przez połączenie 2 lub 3 sąsiadujących ze sobą powiatów, ustalono „klasę” strefy dla:

- **arsenu** – klasę „2” w całym województwie (we wszystkich 11 strefach),
- **kadmu** – klasę „3” w dwóch strefach: chrzanowsko-olkuskiej i m. Tarnów; „2” w pięciu strefach: bocheńsko-brzeskiej, aglomeracji krakowskiej, miechowsko-proszowickiej, myślenicko-suskiej i m. Tarnów; „1” w czterech strefach: dąbrowsko-tarnowskiej, gorlicko-limanowskiej, krakowsko-wielickiej, nowotarsko-tatrzańskiej,
- **niklu** – klasę „1” w całym województwie,
- **benzo(a)pirenu** – klasę „3” w całym województwie.

Klasyfikację stref wykonano w oparciu o łączone metody oceny. W pierwszej kolejności uwzględniono wyniki badań z lat 2001-2003 oraz z 2005 roku, na podstawie których oceniono 4-6 stref województwa (w zależności od substancji) a pozostałe 5-7 stref sklasyfikowano przez analogię do sąsiedniej strefy. W ocenie wykorzystano także inne metody klasyfikacji, polegające na analizie dostępnych danych na temat lokalizacji źródeł i wielkości emisji, depozycji zanieczyszczeń do podłoża oraz podobieństwie stref, w zakresie topografii terenu i zagospodarowania przestrzennego.

Na podstawie klasyfikacji stref oraz zalecanej liczby stałych punktów pomiarowych zaprojektowano sieć stacji pomiarowych monitoringu powietrza zgodnie z wymaganiami Dyrektywy 2004/107/WE. Projekt zakłada funkcjonowanie 12 stacji pomiarowych metali i benzo(a)pirenu z określonym reżimem monitoringu w zależności od górnych i dolnych progów oszacowania, poziomów docelowych oraz liczby mieszkańców aglomeracji lub innej strefy. Bieżąca ocena poziomu metali i benzo(a)pirenu (roczna ocena jakości powietrza)

będzie wykonywana w kolejnych latach na podstawie pomiarów, ze zróżnicowaną intensywnością programów pomiarowych. Przyjęto trzy następujące reżimy pomiarowe:

- **intensywny program pomiarowy - pomiar co 3 dni**, w przypadku substancji których najwyższe stężenia średnie roczne przekraczają wartość górnego progu oszacowania,
- **mniej intensywny program pomiarowy - pomiar co 6 dni**, w przypadku substancji których najwyższe stężenia należą do przedziału pomiędzy górnym i dolnym progiem oszacowania,
- **pomiar co 2 tygodnie**, w przypadku substancji których najwyższe stężenia są mniejsze od wartości dolnego progu oszacowania.

Intensywny program pomiarowy obejmować będzie pomiary benzo(a)pirenu we wszystkich 11 strefach województwa oraz pomiary stężenia kadmu w strefie chrzanowsko-olkuskiej i na terenie m. Tarnów. Mniej intensywne pomiary dotyczyć będą substancji zaliczonych do klasy „2”, czyli arsenu we wszystkich strefach województwa oraz kadmu w pięciu strefach. Pomiary co dwa tygodnie przewidziane są w strefach zaliczonych do klasy „1” dla niklu (11 stref) i kadmu (4 strefy).

Zgodnie z projektem wojewódzkiego systemu oceny jakości powietrza pod kątem wymagań Dyrektywy 2004/107/WE pomiary pyłu zawieszonego PM10 prowadzone będą w 22 stanowiskach:

- 14 należących do WIOŚ, zlokalizowanych w Trzebini, Olkuszu, Skawinie, Niepołomicach, Krakowie (ul. Prądnicka, Bulwarowa, Al. Krasieńskiego), Proszowicach, Wadowicach, Makowie Podhalańskim, Myślenicach, Zakopanem, Nowym Sączu i Tarnowie,
- 2 planowanych do uruchomienia przez WIOŚ w 2007 roku, zlokalizowanych w Dąbrowie Tarnowskiej i Gorlicach,
- 6 należących do WSSE, zlokalizowanych w: Bochni, Chrzanowie, Oświęcimiu, Nowym Targu, Nowym Sączu i Tarnowie.

Arsen, kadm, nikiel i benzo(a)piren w pyłe PM10 badany będzie w 12 stanowiskach:

- 6 należących do WIOŚ, zlokalizowanych w: Niepołomicach, Krakowie (ul. Prądnicka i Bulwarowa), Proszowicach, Tarnowie, Wadowicach,
- 2 planowanych do uruchomienia przez WIOŚ w 2007 roku, zlokalizowanych w Dąbrowie Tarnowskiej i Gorlicach,
- 4 należących do WSSE, zlokalizowanych w: Bochni, Chrzanowie, Nowym Targu i Nowym Sączu.

Badania stężenia arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu wykonywane będą przez laboratorium Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Krakowie. Pobór prób pyłu w 22 stanowiskach prowadzić będzie WIOŚ (w 16 stanowiskach) i WSSE (w 6 stanowiskach). Pobrane przez WSSE próby pyłu będą przekazywane do laboratorium Wojewódzkiego Inspektoratu w celu analizy zawartości arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu.

Wdrożenie pomiarów metali i benzo(a)pirenu w pyłe PM10 zgodnie z projektem wojewódzkiego systemu oceny jakości powietrza pod kątem wymagań Dyrektywy 2004/107/WE będzie realizowane dopiero po doposażeniu WIOŚ w cztery pyłomierze PM10, które zostaną przeznaczone do zainstalowania w stacjach:

- 2 planowanych do uruchomienia przez WIOŚ w 2007 roku, zlokalizowanych w Dąbrowie Tarnowskiej i Gorlicach,
- Krakowie przy ul. Bulwarowej (wymiana wyeksploatowanego miernika),

- Tarnowie przy ul. Solidarności (wymiana wyeksploatowanego miernika).

Pomiary rtęci i jej związków w powietrzu, planowane na stacji w Krakowie przy ul. Prądnickiej, będą możliwe po zakupieniu automatycznego analizatora.

Projekt sieci monitoringu depozycji arsenu, kadmu, niklu, rtęci (i ich związków), benzo(a)pirenu i innych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych a także program monitoringu pod kątem badań wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych innych niż benzo(a)piren oraz rtęci zostaną opracowane w terminie późniejszym