

2. POWIETRZE

❖ Presje

W województwie małopolskim podstawowym źródłem zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza jest emisja antropogeniczna pochodząca głównie z sektora bytowego (emisja powierzchniowa), z komunikacji (emisja liniowa) oraz z działalności przemysłowej (emisja punktowa).

Emisja przemysłowa jest emisją zorganizowaną i pochodzi głównie z procesów spalania paliw energetycznych (elektrownie, elektrociepłownie, ciepłownie) i z procesów technologicznych (zakłady przemysłowe).

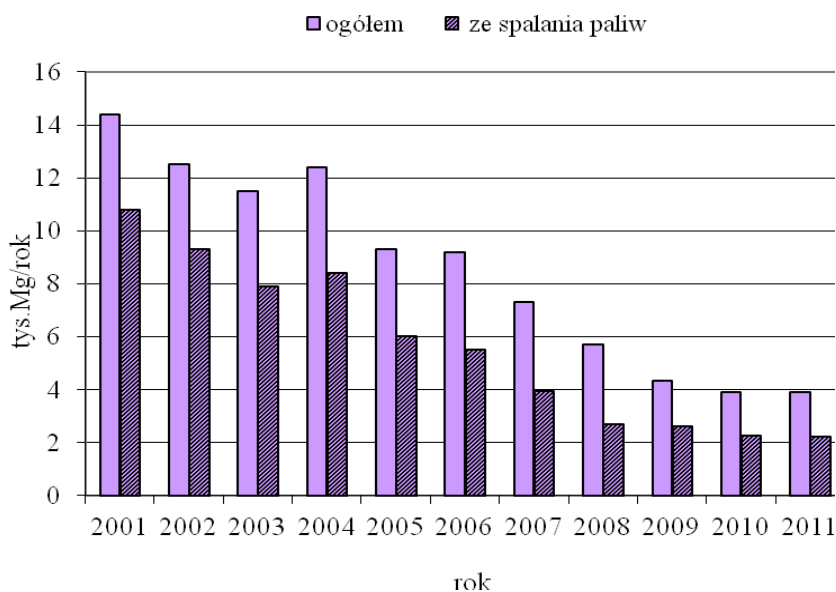
Według danych GUS, ilość wyemitowanych przez zakłady szczególnie uciążliwe pyłów i gazów w województwie, obniżyła się odpowiednio o 0,3% i wzrosła o 4,8% w porównaniu z rokiem 2010.

W roku 2011 na terenie województwa zlokalizowanych było około 145 zakładów ocenianych wg GUS za szczególnie uciążliwe dla środowiska, 17 instalacji energetycznych o mocy nominalnej powyżej 50 MWt.

Do największych emitentów, które zgodnie z prowadzoną przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie bazą informacji o korzystaniu ze środowiska w systemie Ekoinfonet, wyemitowały w 2011 roku około 65% pyłów, 83% gazów (bez CO₂ i metanu) i około 81% CO₂, należały:

- Arcelor Mittal Poland S.A. Oddział w Krakowie (dawna Huta im.T.Sendzimira)
- Elektrociepłownia Kraków S.A.
- Elektrownia Skawina S.A.
- Południowy Koncern Energetyczny S.A. Elektrownia Siersza w Trzebini.
- Zakłady Azotowe w Tarnowie-Mościcach
- Synthos Dwory Sp. z o.o. w Oświęcimiu.

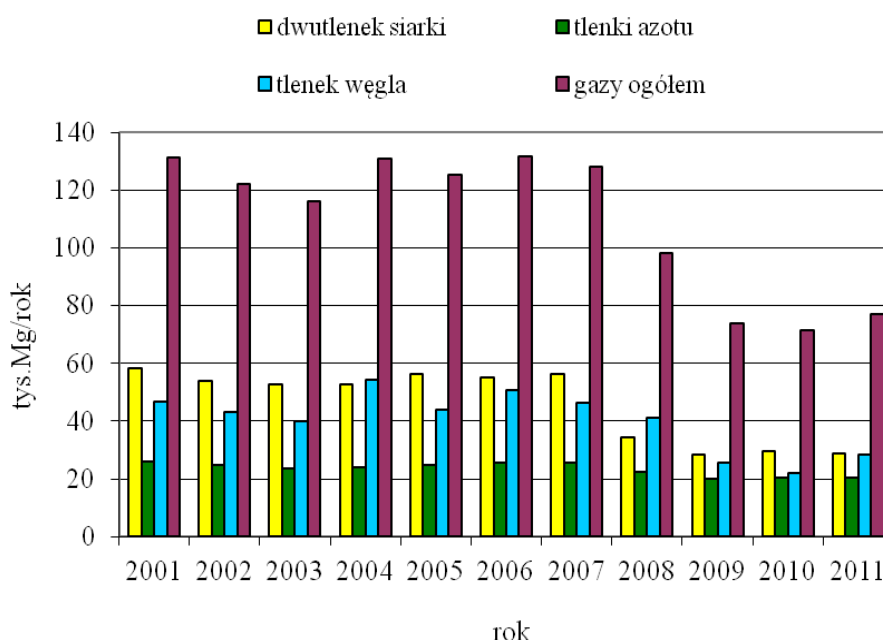
Emisja zanieczyszczeń pyłowych w latach 2001-2011 ulegała systematycznemu obniżaniu do około 72,9% w roku 2011 (wykres 3).



Wykres 3. Emisja zanieczyszczeń pyłowych z zakładów szczególnie uciążliwych w latach 2001-2011 w województwie małopolskim (źródło: GUS)

W cytowanym wyżej okresie, emisja zanieczyszczeń gazowych (bez CO₂ i metanu) posiadała tendencję spadkową a w latach 2009-2010 można obserwować jej wyraźny spadek, o około 45,4% w 2010 roku w porównaniu do roku 2001.

W 2011 nastąpił jednak 7,8% wzrost emisji w stosunku do roku 2010 (wykres 4).

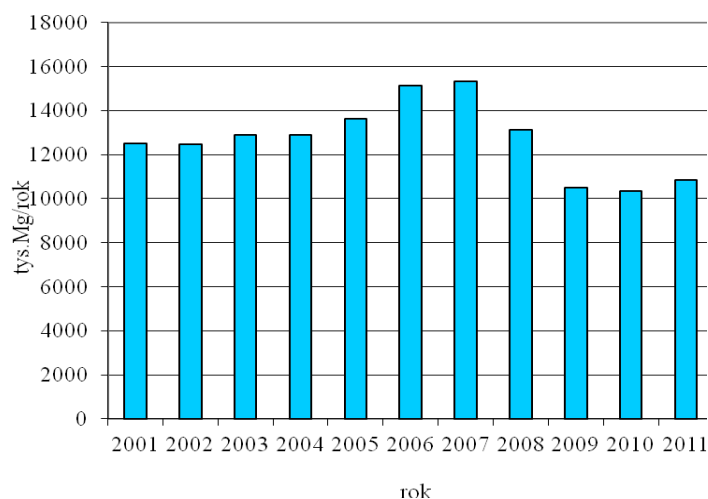


Wykres 4. Emisja zanieczyszczeń gazowych z zakładów szczególnie uciążliwych w latach 2001-2011 w województwie małopolskim (źródło: GUS)

Tak znaczny spadek w/w emisji pyłowej, jak i gazowej (oprócz CO₂ i metanu) spowodowany był głównie stosowaniem przez duże zakłady coraz to efektywniejszych urządzeń do redukcji zanieczyszczeń a także wprowadzaniem nowoczesnej technologii w ich produkcji. Dodatkowym czynnikiem potęgującym takie zmiany jest niewątpliwie kryzys ekonomiczny, który dotknął w różnym stopniu podmioty w latach 2008–2011.

Emisja dwutlenku węgla, mającego wpływ na niekorzystne zmiany klimatu na kuli ziemskiej, zmalała w porównaniu z rokiem 2001 o 13,3% a wyraźny jej spadek przypada na lata 2008–2010. W roku 2011 obserwujemy 4,8% wzrost jego emisji w porównaniu do roku poprzedniego (wykres 5).

Drugim tzw. gazem cieplarnianym jest metan, którego udział w emisji wynosił w 2011 roku 39,5% całkowitej emisji gazów (bez CO₂) a w województwie małopolskim 42%.



Wykres 5. Emisja dwutlenku węgla z zakładów szczególnie uciążliwych w latach 2001-2011 w województwie małopolskim (źródło: GUS)

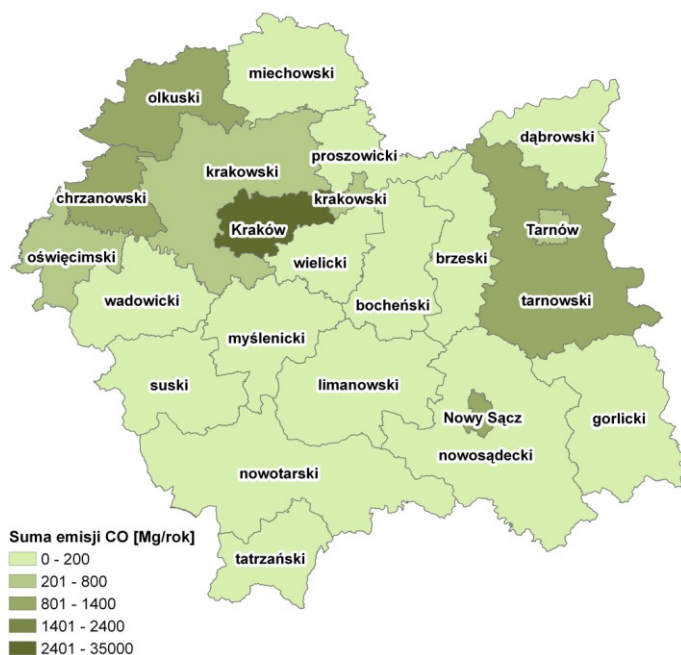
Podobnie do lat ubiegłych emisja z sektora bytowego (powierzchniowa) pochodzi głównie z terenów zabudowy mieszkaniowej ogrzewanej indywidualnie, oczyszczalni ścieków, hałd, wysypisk. Emitowane są głównie: SO₂, NO_x, CO, węglowodory i znaczne ilości pyłów.

Mimo wprowadzania nowych technologii spalania konwencjonalnych paliw przez gospodarstwa domowe a także stosowania paliw gazowych, ogrzewania geotermalnego, działania te nie są jeszcze prowadzone na taką skalę, aby w sposób istotny wpłynąć na poprawę obecnego stanu.

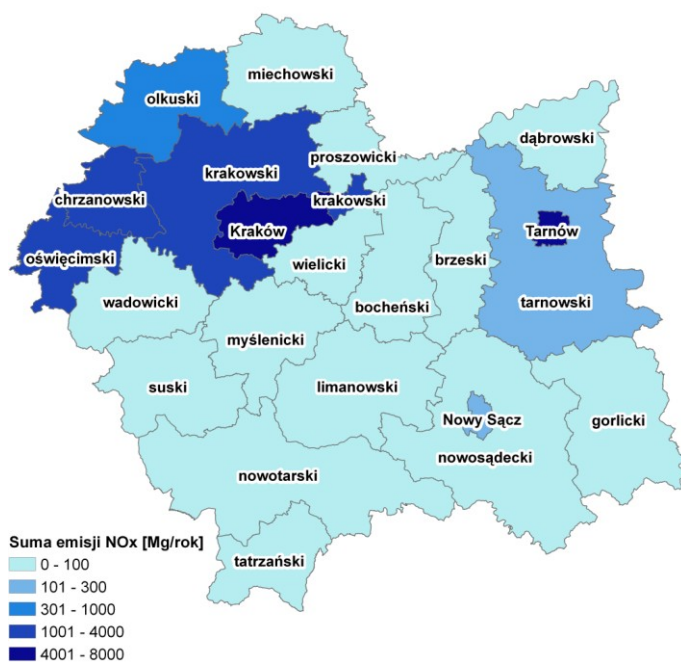
W oparciu o dane GUS, przedstawiono graficznie rozkład emisji pyłów i gazów przemysłowych w poszczególnych powiatach województwa małopolskiego (mapy 1-5).



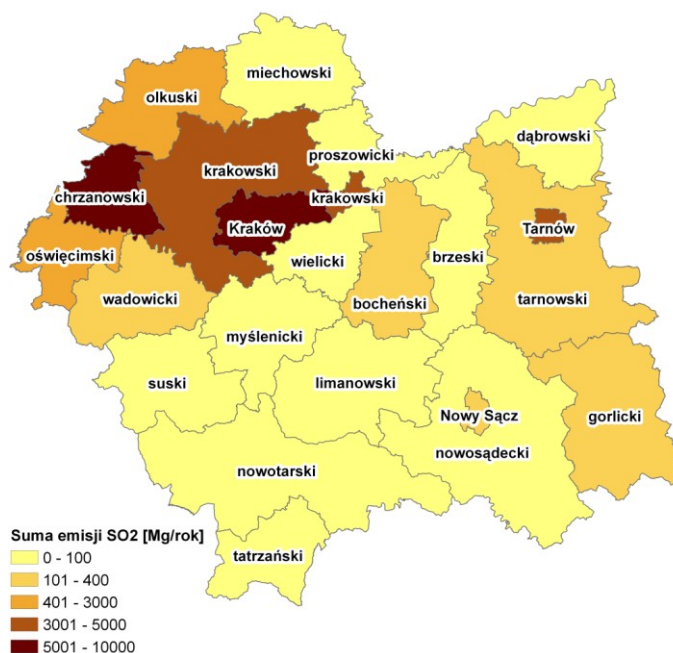
Mapa 1. Emisja pyłów ze źródeł punktowych w powiatach województwa małopolskiego w roku 2011 (źródło: GUS)



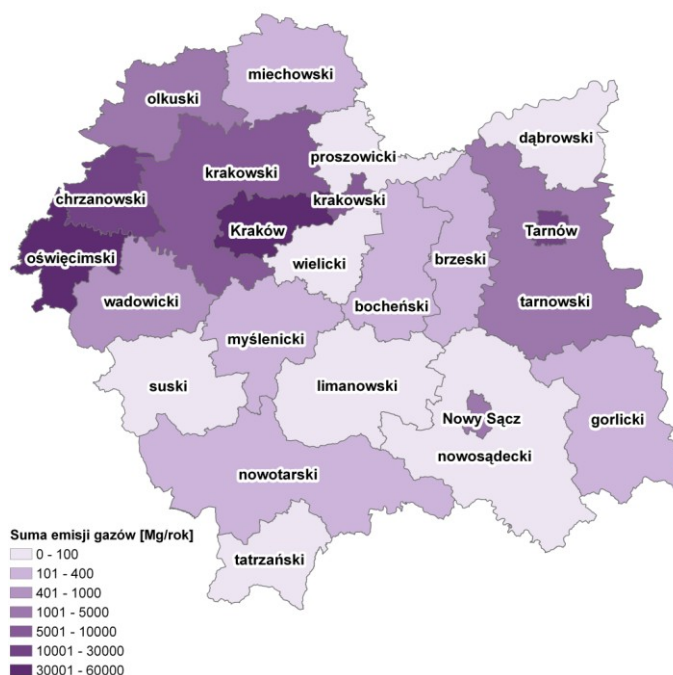
Mapa 2. Emisja tlenku węgla ze źródeł punktowych w powiatach województwa małopolskiego w roku 2011 (źródło: GUS)



Mapa 3. Emisja tlenków azotu ze źródeł punktowych w powiatach województwa małopolskiego w roku 2011 (źródło: GUS)



Mapa 4. Emisja dwutlenku siarki ze źródeł punktowych w powiatach województwa małopolskiego w roku 2011 (źródło: GUS)



Mapa 5. Emisja gazów (bez CO₂) ze źródeł punktowych w powiatach województwa małopolskiego w roku 2011 (źródło: GUS)

Największe wartości emisji punktowej notuje się, podobnie jak we wcześniejszych latach w powiatach: oświęcimskim, chrzanowskim, krakowskim, tarnowskim, mieście Tarnowie i mieście Krakowie, przy czym emisja w Krakowie jest znacząco wyższa niż w pozostałych powiatach. Dochodzi tutaj do tego emisja z sektora bytowego, komunikacyjna co w przypadku niekorzystnych kierunków wiatrów stwarza ogromne problemy natury ekologicznej.

Podobne problemy chociaż w mniejszym stopniu występują w Tarnowie a także w miejscowościach leżących w kotlinach górskich.

❖ Jakość powietrza

Roczna ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w 2012 roku została wykonana w oparciu o wyniki pomiarów przeprowadzonych w stałych punktach pomiarowych monitoringu (mapa 6, tabela 1), dla następujących stanowisk: SO₂, NO₂, NO_x, CO, C₆H₆, O₃, pyłu zawieszonego PM₁₀, zawartości Pb, As, Cd, Ni i B(a)P w pyle zawieszonym PM₁₀ oraz dla pyłu PM_{2,5}.



Mapa 6. Lokalizacja punktów pomiarowych

Tabela 1. Wykaz stanowisk pomiarowych monitoringu jakości powietrza

Lp.	Lokalizacja	Stanowisko pomiarowe											
		SO ₂	NO ₂	C ₆ H ₆	CO	O ₃	PM _{2.5}	PM ₁₀	Pb	As	Cd	Ni	B(a)P
1	Kraków, ul. Bujaka												
2	Kraków, Al. Krasińskiego												
3	Kraków, ul. Bulwarowa												
4	Nowy Sącz, ul. Nadbrzeżna												
5	Tarnów, ul. Bitwy pod Studziankami												
6	Bochnia, ul. Konfederatów Barskich												
7	Chrzanów, ul. Generała Sikorskiego												
8	Trzebinia, oś. ZWM												

Lp.	Lokalizacja	Stanowisko pomiarowe											
		SO ₂	NO ₂	C ₆ H ₆	CO	O ₃	PM _{2.5}	PM ₁₀	Pb	As	Cd	Ni	B(a)P
9	Olkusz, ul. Francesco Nullo												
10	Tuchów, ul. Chopina												
11	Gorlice, ul. Krasińskiego												
12	Szymbark												
13	Skawina, oś. Ogrody												
14	Skawina, ul. Kopernika												
15	Niepołomice, ul. 3 Maja												
16	Szarów												
17	Miechów, ul. Daneckiej												
18	Proszowice, ul. 3 Maja												
19	Proszowice, ul. Królewska												
20	Sucha Beskidzka, ul. Konopnickiej												
22	Wadowice, oś. Pod Skarpą												
22	Nowy Targ, ul. Józefczaka												
23	Zakopane, ul. Sienkiewicza												
24	Sucha Beskidzka, ul. Handłowa												

W odniesieniu do kryteriów ustanowionych w celu *ochrony zdrowia* stwierdzone zostały ponadnormatywne stężenia substancji we wszystkich strefach w województwie:

- *Aglomeracja Krakowska*: NO₂, pył zawieszony PM₁₀, benzo(a)piren w pyle PM₁₀, pył zawieszony PM_{2,5} (oraz ozonu obowiązujące dla celu długoterminowego);
- *miasto Tarnów*: pył zawieszony PM₁₀, benzo(a)piren w pyle PM₁₀, pył zawieszony PM_{2,5};
- *strefa małopolska*: SO₂, pył zawieszony PM₁₀, benzo(a)piren w pyle PM₁₀, pył zawieszony PM_{2,5}.

Wysokie zawartości zanieczyszczeń powodują negatywne efekty zdrowotne u mieszkańców województwa (wzrost zachorowalności i umieralności): zmniejszenie wydolności oddechowej, zapalenie i uszkodzenie płuc, nasilenie ataków astmy, zwiększenie podatności na infekcje, nasilenie problemów kardiologicznych oraz zwiększenie ryzyka zachorowania na raka.

Poziom celu długoterminowego obowiązujący dla ozonu AOT(40), *ochrona roślin* (okres wegetacyjny 1V-31VII) został w strefie małopolskiej przekroczony (klasa D2). Wartość parametru AOT(40) obliczona jako wartość średnia z lat 2008-2012 na podstawie pomiarów prowadzonych w Szymbarku wyniosła 12 324 µg/m³ i była spowodowana napływem zanieczyszczeń spoza granic strefy.

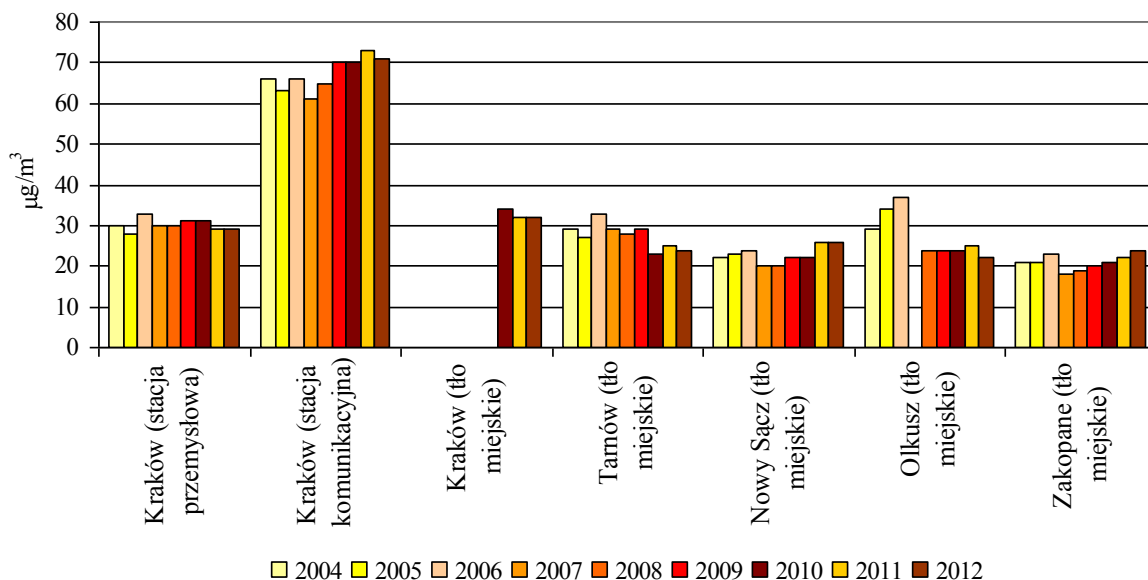
Stężenia *dwutlenku azotu* zmierzone metodami automatycznymi w stanowiskach zlokalizowanych w największych miastach województwa wykazały, że na żadnym stanowisku nie wystąpiły ponadnormatywne 1-godzinne stężenia dwutlenku azotu z częstością wyższą niż dopuszczalna (200 µg/m³).

Średnie roczne stężenie dwutlenku azotu przekroczyło poziom dopuszczalny (40 µg/m³) w Krakowie, Al. Krasińskiego i wyniosło 71 µg/m³. Wysokie stężenie dwutlenku azotu są spowodowane wpływem źródeł komunikacyjnych zlokalizowanych na terenie

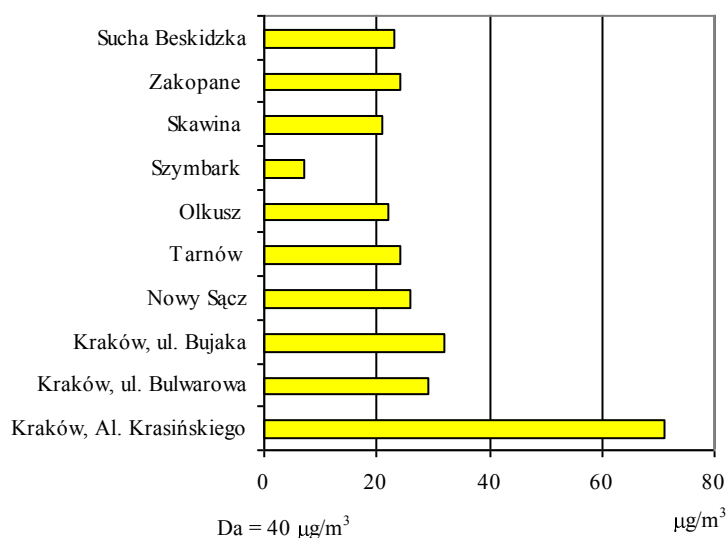
Krakowa. W pozostałych stanowiskach nie zostały przekroczone wartości kryterialne ustanowione dla dwutlenku azotu ze względu na ochronę zdrowia ludzi.

W strefie małopolskiej stężenie tlenków azotu spełniało kryterium ustanowione ze względu na ochronę roślin.

W latach 2004-2012 stężenia dwutlenku azotu utrzymywały się na zbliżonym poziomie, wykazując niewielką zmienność w kolejnych latach (wykresy 6-7). Ponadnormatywne wartości rejestrowane były jedynie na stacji komunikacyjnej w Krakowie.



Wykres 6. Średnie roczne stężenie dwutlenku azotu w największych miastach województwa



Wykres 7. Średnie roczne stężenia dwutlenku azotu

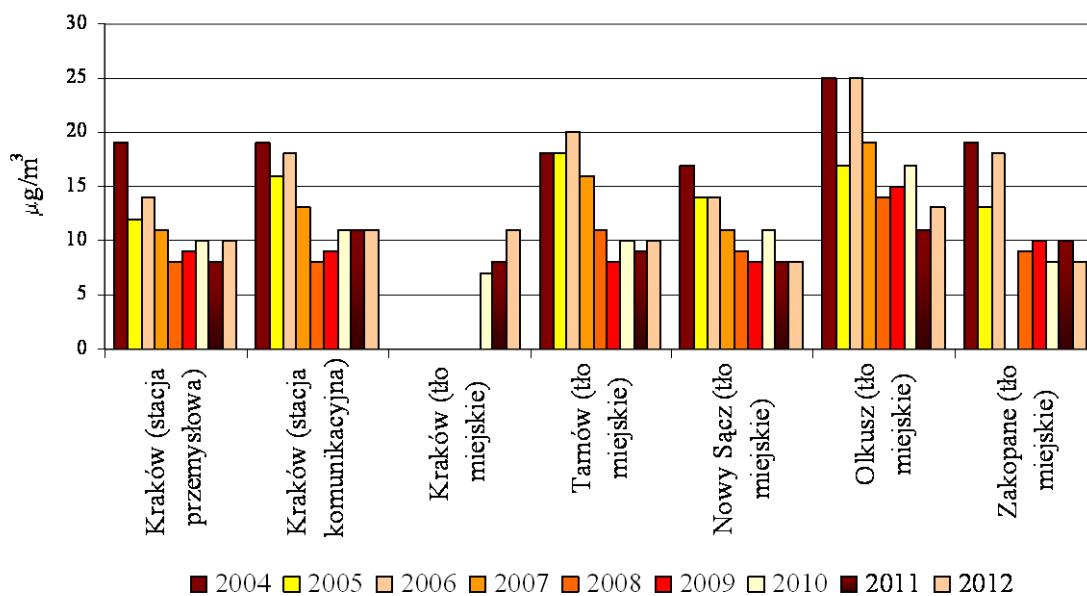
Stężenia **dwutlenku siarki** przekraczały w strefie małopolskiej na stacji w Suchej Beskidzkiej (przez 16 dni) dopuszczalną wartość średniodobową ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$), podczas gdy normy dopuszczają przekroczenie jedynie przez 3 dni w roku (wykres 9). Przekroczenia w Suchej Beskidzkiej wystąpiły głównie w miesiącach zimowych (luty, grudzień) w tym samym czasie co pojedyncze przekroczenia w Trzebini, Olkuszu oraz Żywcu (województwo śląskie). Przyczynami stwierdzonego przekroczenia była emisja pochodząca z ogrzewania budynków (paliwem złej jakości) oraz niekorzystne warunki klimatyczne i lokalne warunki

rozprzestrzeniania zanieczyszczeń. W województwie małopolskim w związku ze specyficznym, zróżnicowanym ukształtowaniem terenu, które utrudnia przepływ mas powietrza zwłaszcza w kotlinach i dolinach górskich, gdzie skoncentrowana jest zabudowa mieszkaniowa, dochodzi do kumulacji zanieczyszczeń. Ze względu na ponadnormatywne stężenia dwutlenku siarki w Suchej Beskidzkiej, strefa małopolska została zakwalifikowana do klasy C.

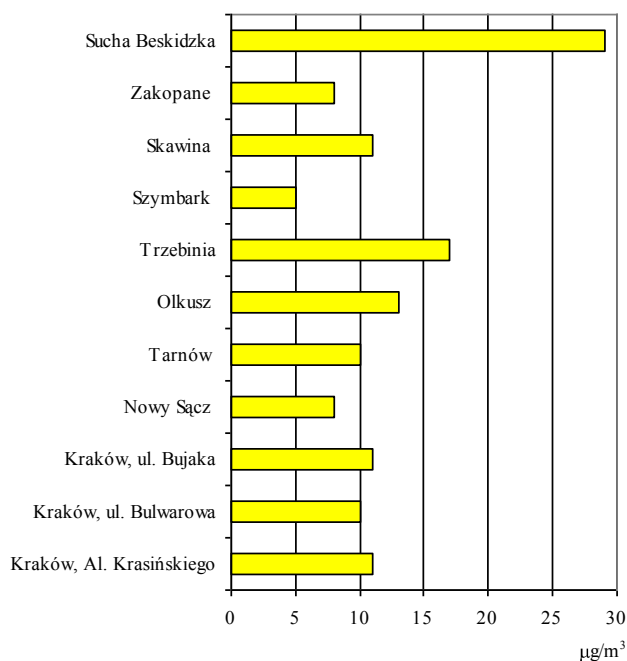
Wartości dwutlenku siarki zmierzone w Aglomeracji Krakowskiej, na terenie miasta Tarnowa oraz stanowiskach zlokalizowanych w największych miastach województwa wykazały, że zarówno stężenia 1-godzinne, jak i 24-godzinne obowiązujące ze względu na kryterium ochrony zdrowia ludzkiego mieściły się w granicach poziomów dopuszczalnych (które wynoszą odpowiednio: $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godzinnych i $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla 24-godzinnego czasu uśrednienia wyników pomiarów).

W latach 2004-2012 stężenia dwutlenku siarki w największych miastach w województwie utrzymywały się na zbliżonym poziomie, przy czym najwyższa wartość wystąpiła w 2004 roku na wszystkich stanowiskach pomiarowych (wykres 8).

W strefie małopolskiej stężenie dwutlenku siarki spełniało kryterium ustanowione ze względu na ochronę roślin.



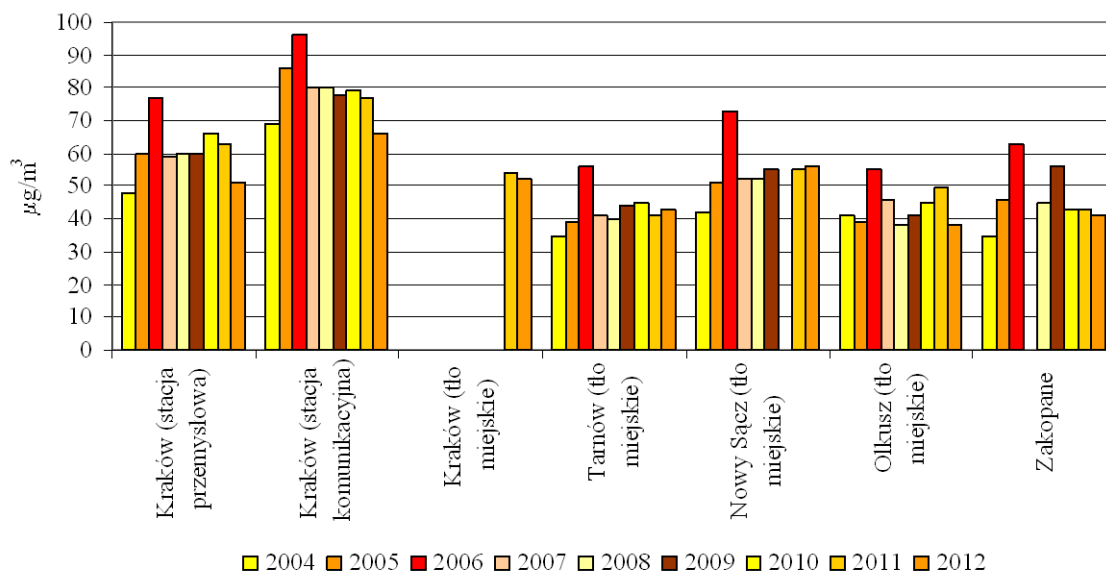
Wykres 8. Średnie roczne stężenie dwutlenku siarki w największych miastach województwa



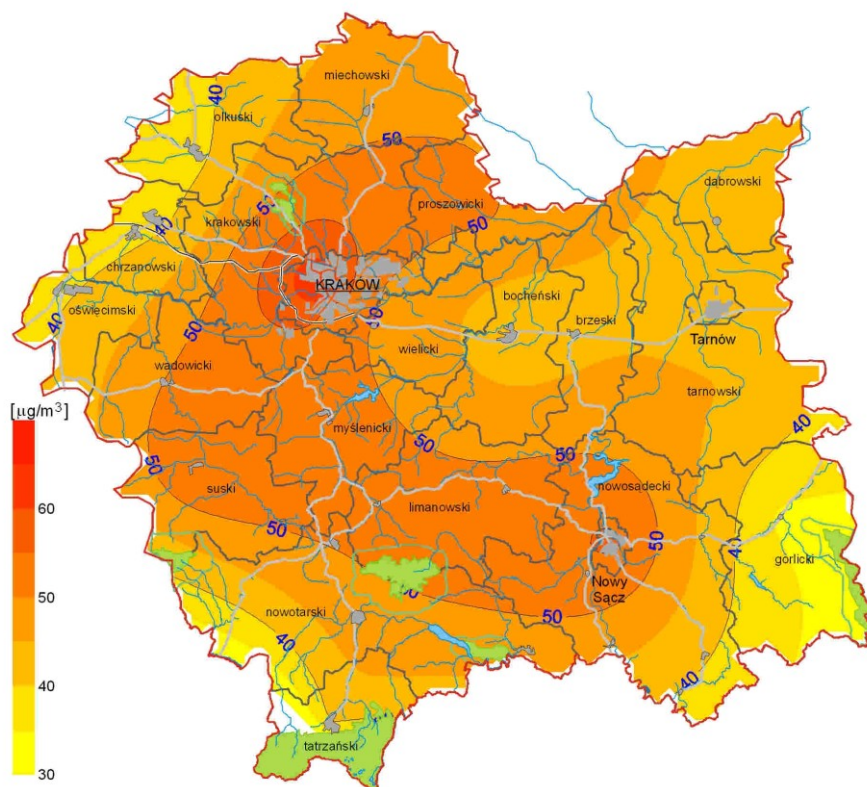
Wykres 9. Średnie roczne stężenia dwutlenku siarki

Stężenia **pyłu zawieszonego PM10** przekraczały wartość dopuszczalną wynoszącą 50 µg/m³ w czasie ponad 35 dni oraz roczną wartość dopuszczalną wynoszącą 40 µg/m³ (wykresy 10-11, mapa 7). Przyczyną wysokich stężeń jest emisja pyłu ze źródeł przemysłowych, komunikacyjnych i grzewczych dodatkowo potęgowana przez niekorzystne warunki klimatyczne oraz lokalne warunki rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń.

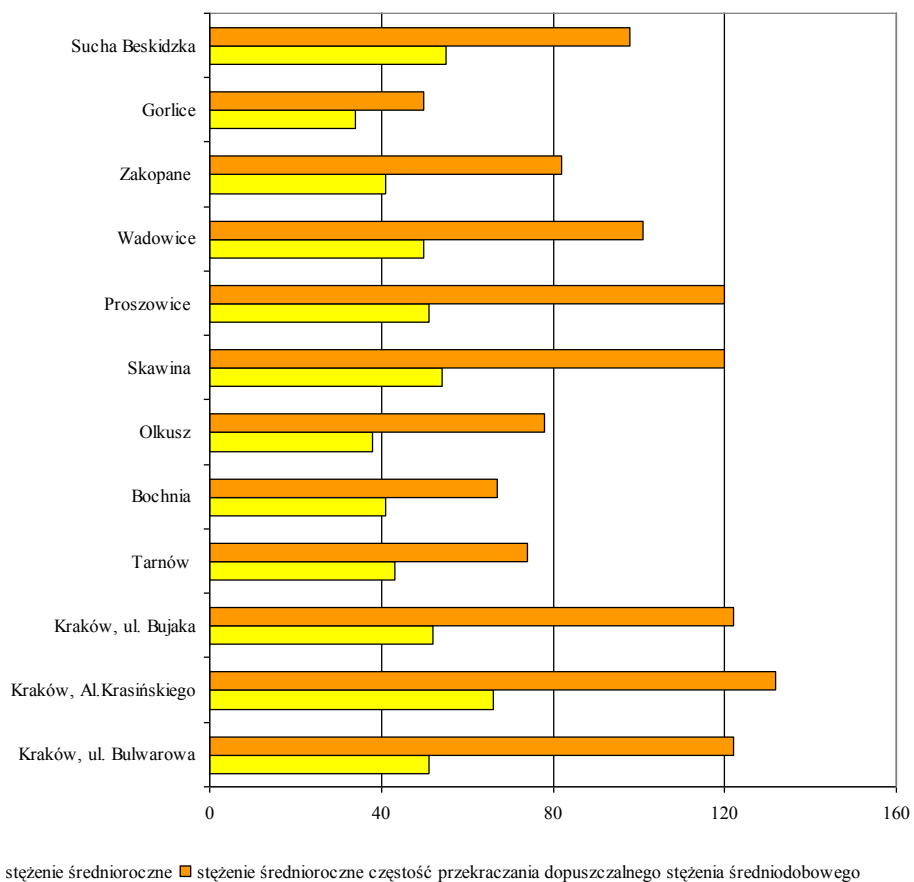
Równoległe z pomiarami pyłu PM10 prowadzono w Aglomeracji Krakowskiej i mieście Tarnowie oraz w strefie małopolskiej pomiary **pyłu zawieszonego PM2.5** (mapa 8). Średnie roczne stężenie pyłu PM2.5 przekroczyło wartość dopuszczalną i poziom docelowy (25 µg/m³).



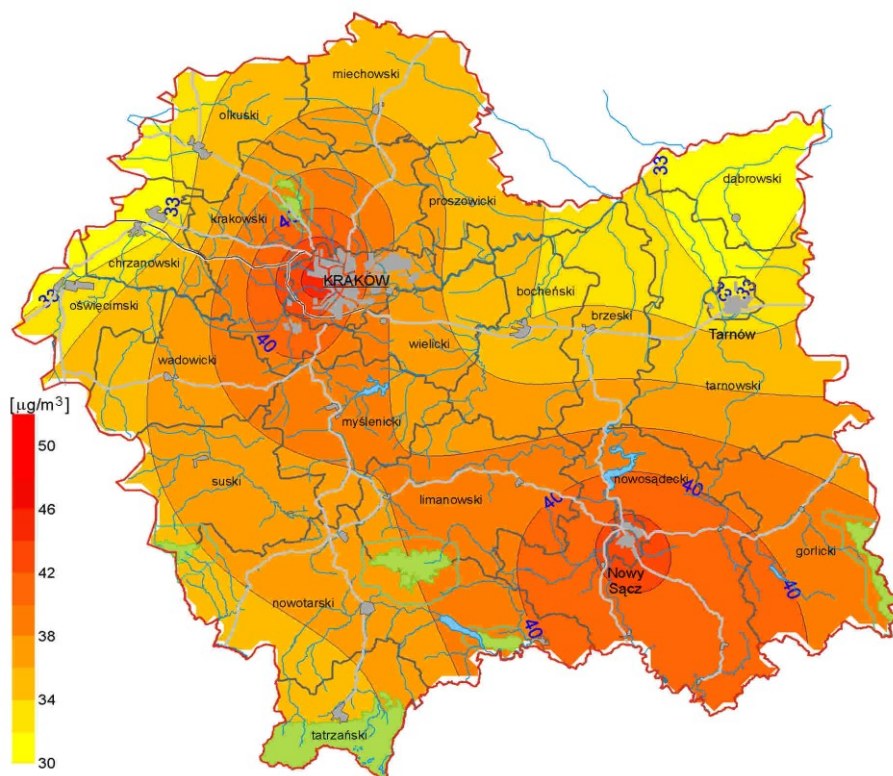
Wykres 10. Średnie roczne stężenie pyłu zawieszonego PM10 w największych miastach województwa



Mapa 7. Rozkład stężeń pyłu zawieszonego PM10

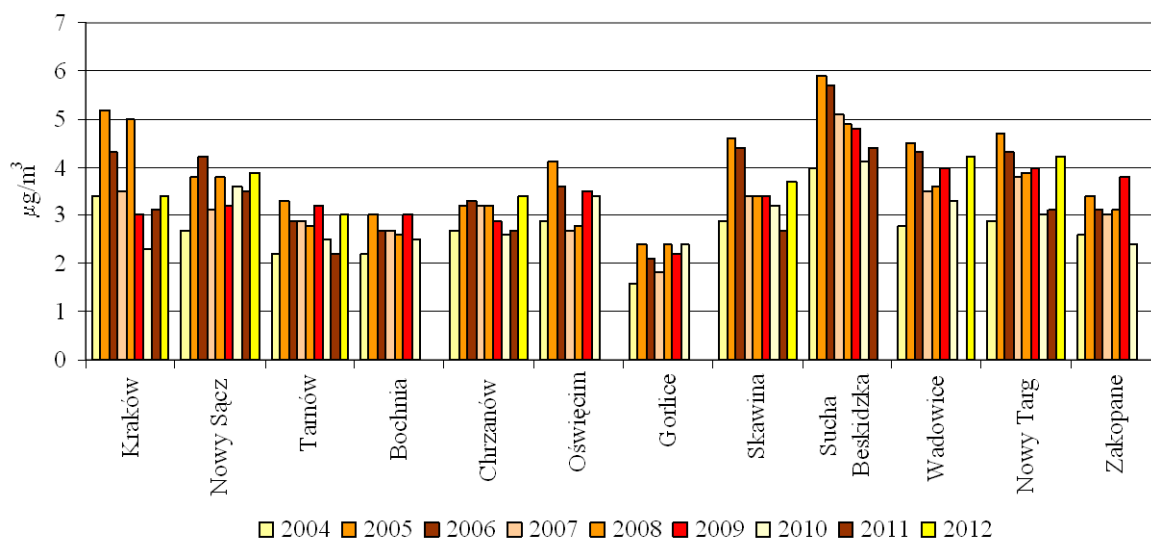


Wykres 11. Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) oraz częstości przekroczenia dopuszczalnego stężenia dobowego

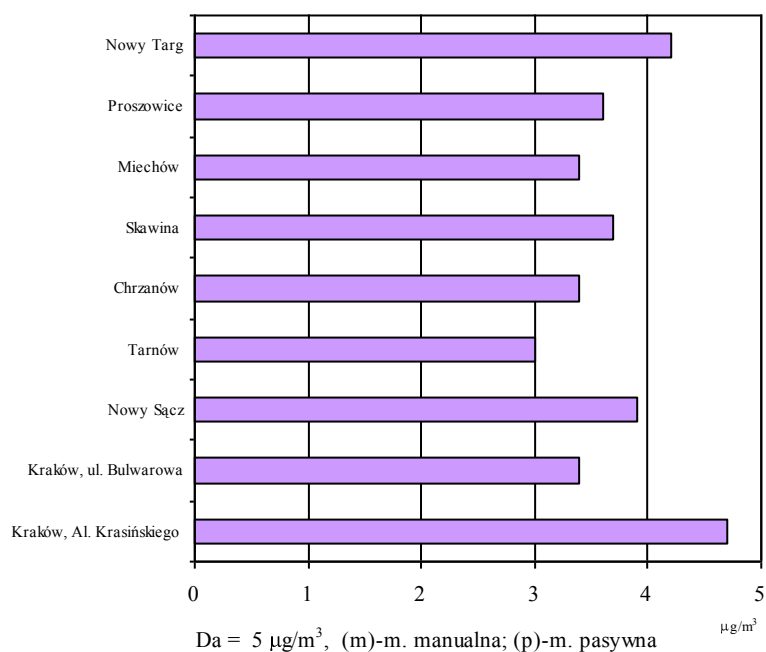


Mapa 8. Rozkład stężeń pyłu PM2.5 – stężenie średnie roczne

Roczne stężenia **benzenu** osiągnęły wartości poniżej poziomu dopuszczalnego – 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, co pozwoliło na zakwalifikowanie wszystkich stref na terenie województwa do klasy A. Systematyczne pomiary stężenia benzenu prowadzone od 2003 roku wskazywały na zdecydowanie wyższe stężenia tego zanieczyszczenia w Krakowie oraz zachodniej części województwa, szczególnie w Suchej Beskidzkiej, gdzie występowały podobnie jak w Krakowie wartości zbliżone do poziomu dopuszczalnego (wykresy 12-13).

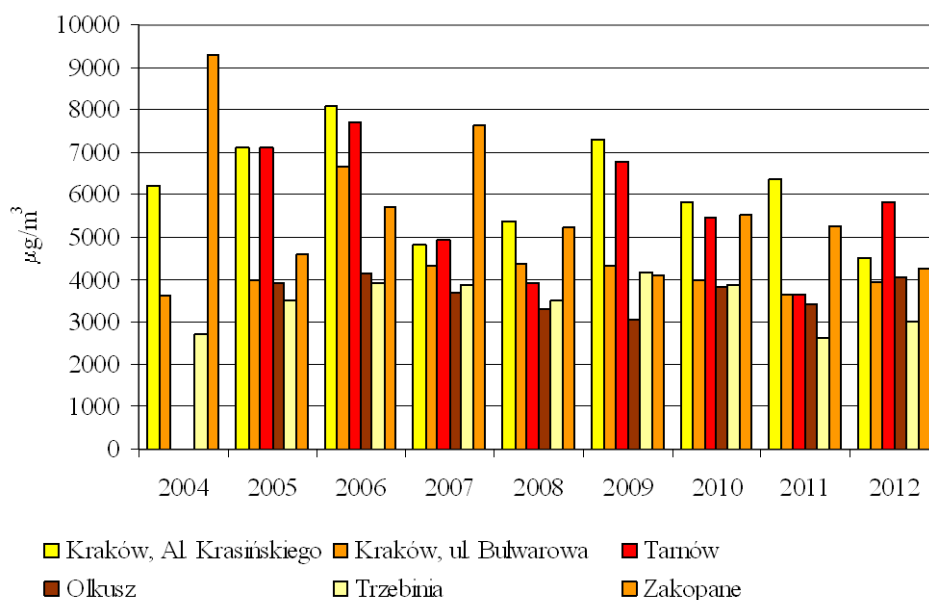


Wykres 12. Roczne stężenia benzenu w większych miastach województwa małopolskiego

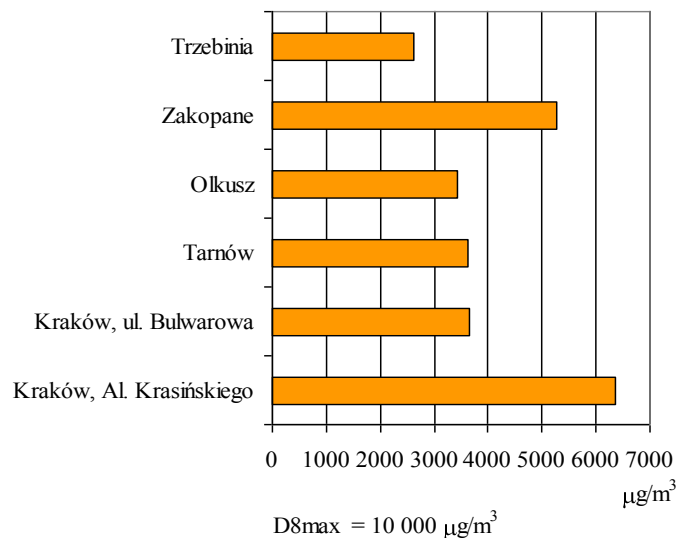


Wykres 13. Średnie roczne stężenia benzenu

Poziom dopuszczalny **tlenku węgla**, określony jako maksymalna średnia ośmiogodzinna spośród średnich kroczących, obliczonych ze średnich jednogodzinnych i wynoszący 10 000 µg/m³, nie został przekroczony na żadnym stanowisku pomiarowym w województwie (wykresy 14-15). Niski poziom stężenia tlenku węgla zdecydował o zakwalifikowaniu wszystkich stref do klasy A.



Wykres 14. Stężenia tlenku węgla (maksymalne średnie ośmiogodzinne, spośród średnich kroczących)

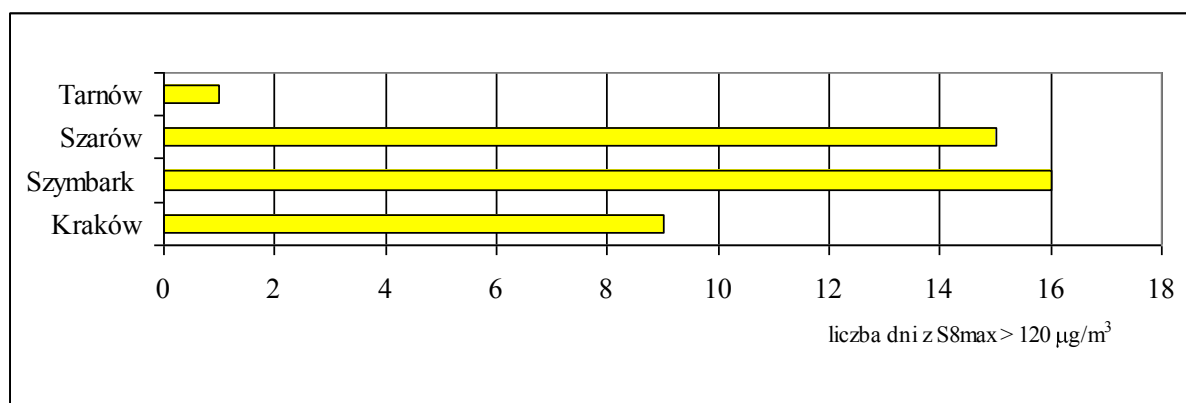


Wykres 15. Stężenia tlenu węgla (maksymalna średnia ośmiogodzinna spośród średnich koczających)

Na obszarze województwa poziom docelowy **ozonu** w powietrzu, obowiązujący dla kryterium ochrony zdrowia, został dotrzymany i w wyniku klasyfikacji stref Aglomeracja Krakowska, miasto Tarnów oraz strefa małopolska otrzymały klasę A.

Przeprowadzone pomiary nie wykazały przekroczenia wartości $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, określonej jako próg informowania oraz wartości $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tj. proggu alarmowego.

Nie został natomiast dotrzymany poziom celu długoterminowego dla ozonu, określony w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 roku w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 18.09.2013 r., poz. 1031), który dla kryterium ochrony zdrowia nie dopuszcza wystąpienia stężenia ozonu przekraczającego wartość $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (wykres 16).



Wykres 16. Liczba dni z przekroczeniami wartości docelowej dla ozonu [$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$]

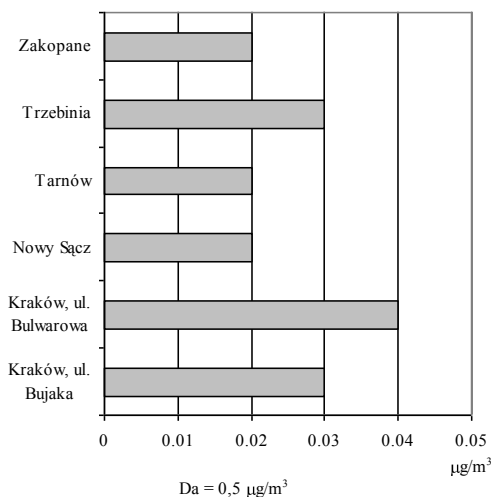
Średnia wartość parametru AOT40 z lat 2008-2012 wynosi $12\,324 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ w Szymbarku i $10\,3732 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ w Szarowie, czyli przekroczyła poziom celu długoterminowego określonego dla kryterium ochrony roślin, który wynosi $6\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$.

Stężenia **metali ciężkich** mierzone były w 6 a **benzo(a)pirenu** w 12 stanowiskach na terenie województwa. Stężenia ołowiu występowały znacznie poniżej poziomu

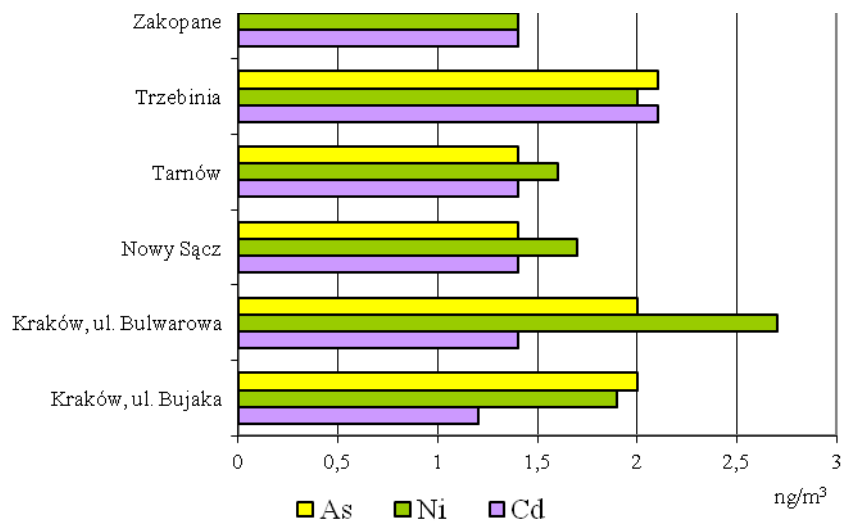
dopuszczalnego - $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, w wyniku czego wszystkie strefy zostały zakwalifikowane do klasy A (wykres 17).

Dla pozostałych metali ciężkich mających określone poziomy docelowe w wyniku rocznej oceny jakości powietrza za 2012 rok cały obszar województwa został także zakwalifikowany do klasy A (wykres 18).

Stężenia benzo(α)pirenu na wszystkich stanowiskach były bardzo wysokie i przekraczały poziom docelowy – $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ (wykres 19, mapa 9). Wysoki poziom tego zanieczyszczenia zdecydował o zakwalifikowaniu obszaru całego województwa do klasy C. Zdecydowanie najwyższe stężenia benzo(α)pirenu zarejestrowano w Proszowicach, Zakopanem i Niepołomicach.

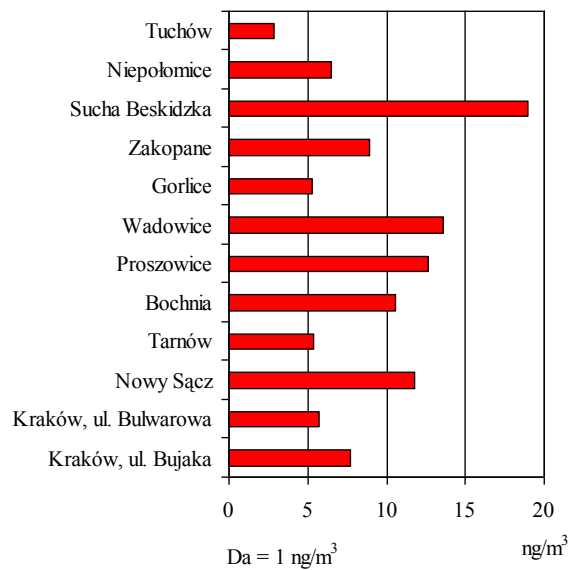


Wykres 17. Średnie roczne stężenia ołowiu w PM10

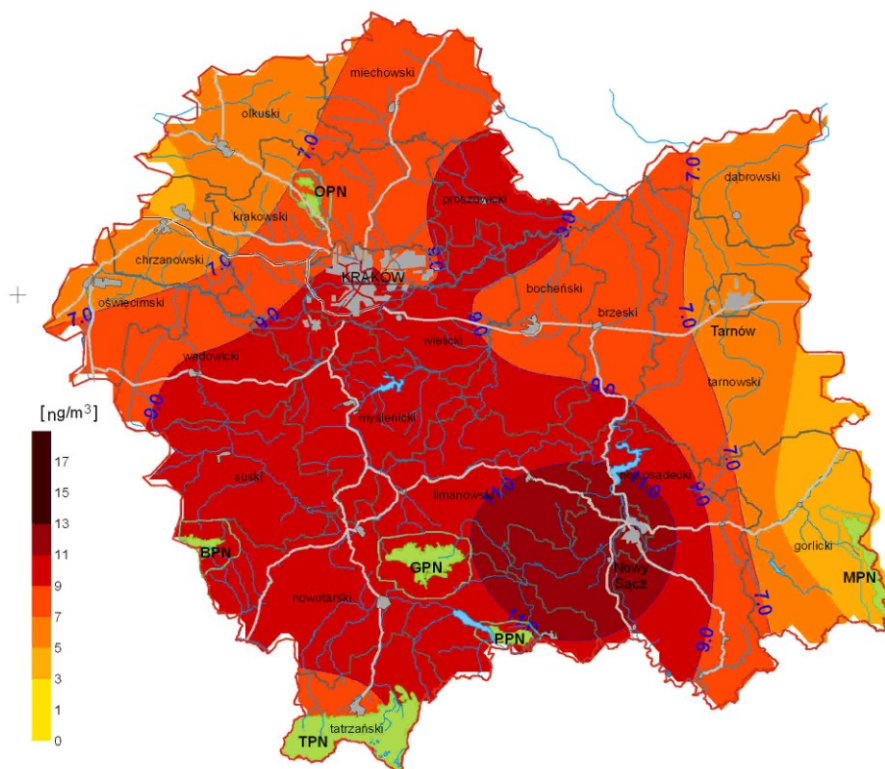


Da (Cd) = $5 \text{ ng}/\text{m}^3$, Da (Ni) = $20 \text{ ng}/\text{m}^3$, Da (As) = $6 \text{ ng}/\text{m}^3$

Wykres 18. Średnie roczne stężenia kadmu, niklu i arsenu w PM10



Wykres19. Średnie roczne stężenia benzo(α)pirenu w pyłe zawieszonym PM10



Mapa 9. Rozkład stężeń benzo(α)pirenu w pyłe zawieszonym PM10

Podsumowanie

Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w 2012 roku wykonana wg zasad określonych w art. 89 ustawy – Prawo ochrony środowiska z uwzględnieniem wymogów dyrektywy 2008/50/WE i dyrektywy 2004/107/WE wykazała, że na podstawie pomiarów stwierdzono przekroczenia poziomów dopuszczalnych lub docelowych

następujących substancji: dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, pyłu zawieszonego PM10 i B(a)P w pyle PM10 oraz pyłu zawieszonego PM2,5.

Przyczynami stwierdzonych przekroczeń było w przeważającej większości oddziaływanie emisji: związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków i ruchem pojazdów oraz emisji z zakładów przemysłowych i ciepłowni a także szczególne lokalne warunki rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń i niekorzystne warunki klimatyczne.

❖ Chemizm opadów atmosferycznych i depozycja zanieczyszczeń do podłoża

Przy opracowaniu poniższego rozdziału korzystano z wyników badań monitoringu chemizmu opadów atmosferycznych i oceny depozycji zanieczyszczeń do podłoża w 2012 roku, przedstawionych przez IMGW PIB Oddział we Wrocławiu.

Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża, to jeden z elementów podsystemu monitoringu jakości powietrza Państwowego Monitoringu Środowiska. Od 1998 roku dostarcza systematycznie informacji dotyczących wielkości wprowadzanych ładunków zanieczyszczeń obszarowych wraz z opadem atmosferycznym. Zmienność warunków meteorologicznych decyduje o bardzo dużym zróżnicowaniu ilości różnych substancji wnoszonych do środowiska przez mokry opad. Badania składu fizyko-chemicznego opadów oraz obserwacje i pomiary parametrów meteorologicznych dostarczają informacje o obciążeniu obszarów leśnych, gleb i wód powierzchniowych substancjami zakwaszającymi, biogennymi i metali ciężkimi.

W województwie małopolskim badania chemizmu opadów atmosferycznych prowadzone były w stacjach monitoringowych w Nowym Sączu i na Kasprowym Wierchu, stanowiąc element systemu obejmującego 25 stacji pomiarowych na terenie kraju, gwarantujących reprezentatywność dla oceny obszarowego rozkładu zanieczyszczeń oraz ze 162 posterunków opadowych charakteryzujących średnie pole opadowe dla obszaru kraju.

Skład chemiczny opadów analizowano w cyklach miesięcznych, w zakresie obejmującym stężenia związków kwasotwórczych, biogennych i metali (w tym metali ciężkich), tj. na zawartość chlorków, siarczanów, azotynów i azotanów, azotu amonowego, azotu ogólnego, fosforu ogólnego, potasu, sodu, wapnia, magnezu, cynku, miedzi, żelaza, ołowiu, kadmu, niklu, chromu i manganu. Badano również odczyn (pH) opadów w celu oceny stopnia zakwaszenia wód opadowych oraz przewodność elektryczną właściwą.

Wartości odczynu (pH) opadów, w roku 2012, występowały w zakresie od 4,08 do 7,86 w tym na stacji w Nowym Sączu mieściły się w zakresie od 4,08 do 7,26 a na Kasprowym Wierchu od 4,11 do 7,86. „Kwaśne deszcze” tj. opady o wartości pH poniżej 5,6, oznaczającej naturalny stopień zakwaszenia wód opadowych, stwierdzono w 65% badanych próbek. Obserwuje się postępujący spadek ilości kwaśnych deszczy od 2010 roku, w latach 2012/2011 zanotowano spadek ilości kwaśnych deszczy o 5%.

Ładunki zanieczyszczeń wniesione wraz z opadami w 2012 roku, w porównaniu do średnich z lat 1999-2011, były mniejsze dla większości substancji: dla siarczanów o 35,9%, chlorków o 20,4%, azotynów i azotanów o 21,6%, azotu amonowego o 15,2%, azotu ogólnego o 30%, fosforu ogólnego o 23,9%, sodu o 14,4%, wapnia o 18,9%, magnezu o 24,6%, cynku o 46,9%, miedzi o 26,0%, żelaza o 31,8%, ołowiu o 32,6%, niklu o 32,9%, chromu o 26,5%, potasu o 48,8%, kadmu o 44,3% i manganu 33,2% oraz jonów wodorowych o 39,8% (wykresy 20-24, mapa 10). Depozycja badanych substancji w 2012 roku w porównaniu do średniej z 14-letniego okresu pomiarowego, dla wszystkich składników była mniejsza a roczne obciążenie powierzchniowe województwa ładunkiem substancji

pochodzących z mokrego opadu było mniejsze od średniego z poprzednich lat o 27,4%, przy niższej średniorocznej sumie wielkości opadów o 20,9%.

Wielkości wprowadzonych substancji maleją zgodnie z szeregiem:

$\text{SO}_4^{2-} > \text{Nog} > \text{Ca} > \text{Cl}^- > \text{N}_{\text{NH}_4^+} > \text{Na} > \text{N}_{\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-} > \text{K} > \text{Mg} > \text{Zn} > \text{Pog} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{H}^+ > \text{Mn} > \text{Pb} > \text{Ni} > \text{Cr} > \text{Cd}$.

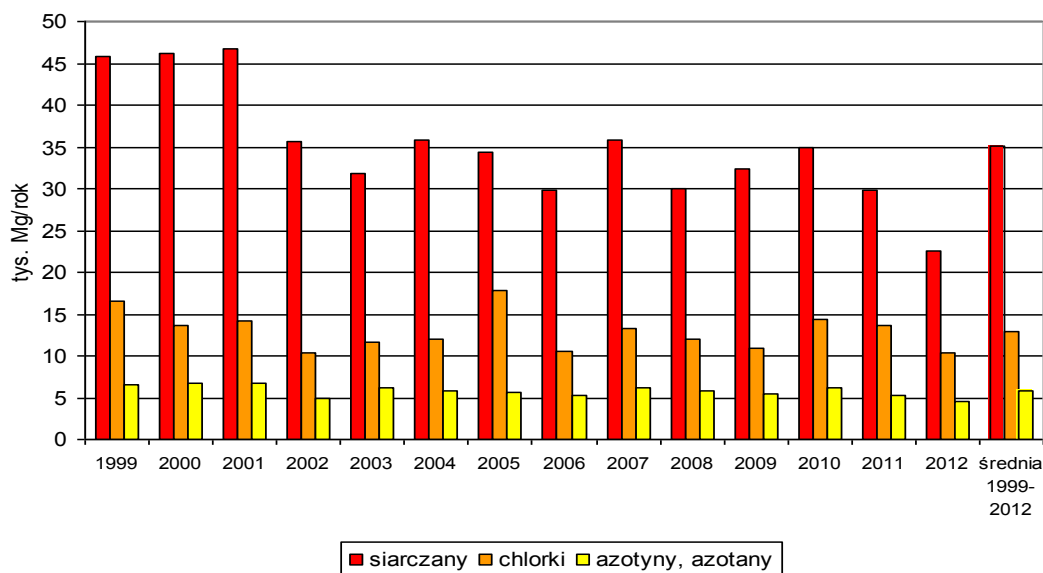
Największym ładunkiem badanych substancji w województwie małopolskim został obciążony w 2007 i 2008 roku – powiat tatrzański, w 2009 roku powiat nowosądecki, w 2010 powiat oświęcimski, w 2011 powiat nowosądecki, w 2012 roku powiat oświęcimski z najwyższymi, w porównaniu do obciążenia pozostałych powiatów, ładunkami siarczanów, chlorków, azotynów i azotanów, fosforu ogólnego, sodu, cynku, żelaza, kadmu, niklu, chromu, manganu oraz wolnych jonów wodorowych.

Najmniejsze obciążenie powierzchniowe wystąpiło w powiecie dąbrowskim z najniższym w stosunku do pozostałych powiatów, obciążeniem ładunkami chlorków, potasu, magnezu, wapnia i manganu.

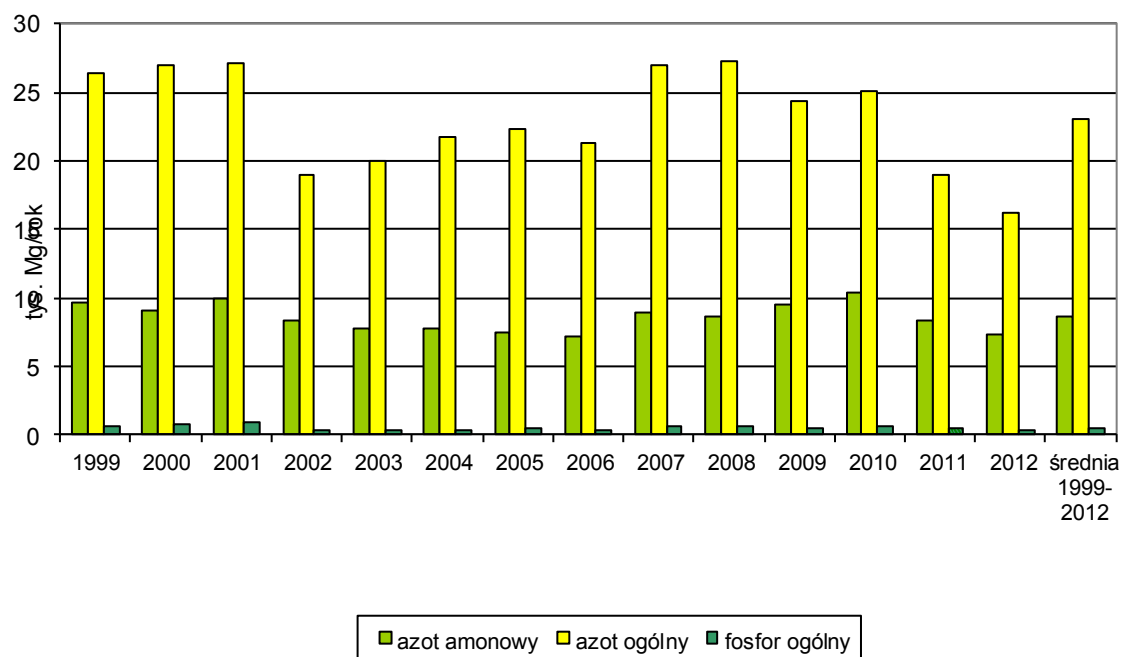
Roczny sumaryczny ładunek jednostkowy badanych substancji zdeponowany na obszar województwa małopolskiego wyniósł 47,0 kg/ha i był mniejszy niż średni dla całego kraju o 4,8%. W porównaniu z 2011 rokiem zaobserwowano spadek rocznego obciążenia o 20,2%, przy niższej średniorocznej sumie wysokości opadów o 9,4% na obszarze województwa.

Kwasotwórcze związki siarki i azotu, związki biogenne i metale ciężkie mają szczególnie negatywny wpływ na środowisko. Kwaśne deszcze czyli opady o obniżonym odczynie powodują niekorzystne zmiany w funkcjonowaniu ekosystemów lądowych i wodnych oraz w infrastrukturze technicznej. Związki biogenne (azotu i fosforu) wpływają na zmiany warunków troficznych gleb i wód, natomiast metale ciężkie pogarszają jakość produkcji roślinnej i wód zlewni.

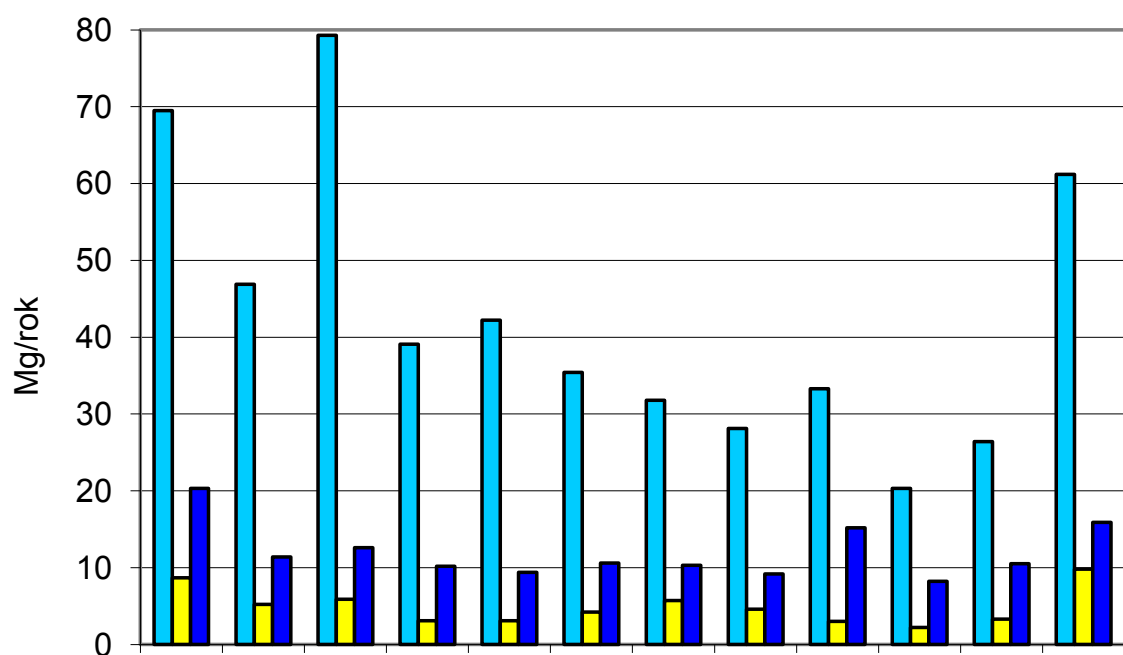
Przeciwnie pod względem znaczenia ekologicznego oddziaływanie mają występujące w opadach kationy zasadowe (sód, potas, wapń i magnez) powodujące neutralizację wód opadowych.



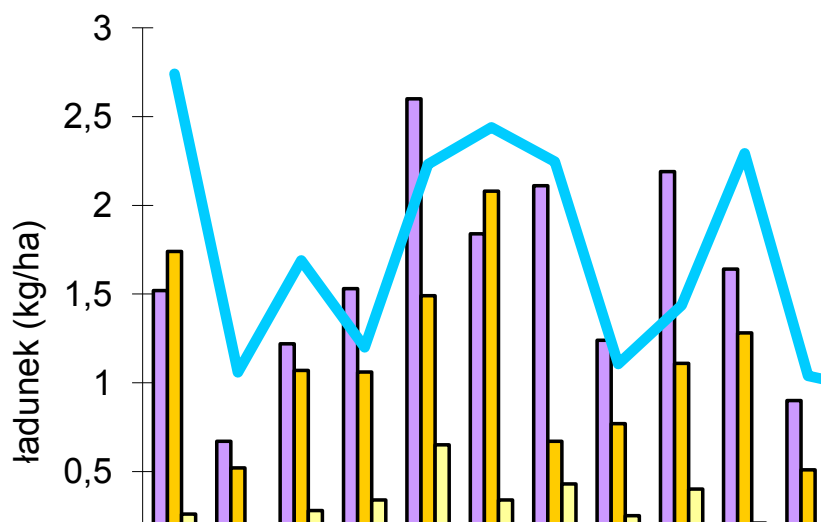
Wykres 20. Roczne obciążenie województwa substancjami kwasotwórczymi wniesionymi z opadami atmosferycznymi



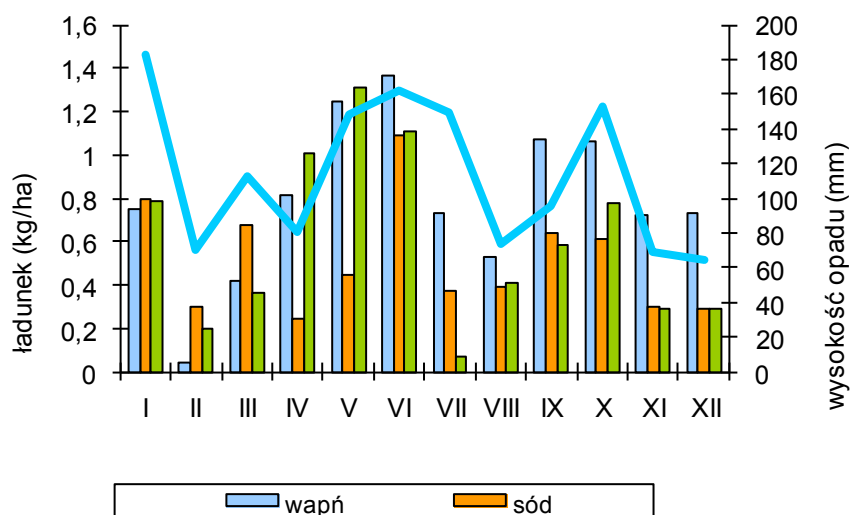
Wykres 21. Roczne obciążenie województwa związkami biogennymi wniesionymi z opadami atmosferycznymi



Wykres 22. Roczne obciążenie województwa metalami ciężkimi wniesionymi z opadami atmosferycznymi

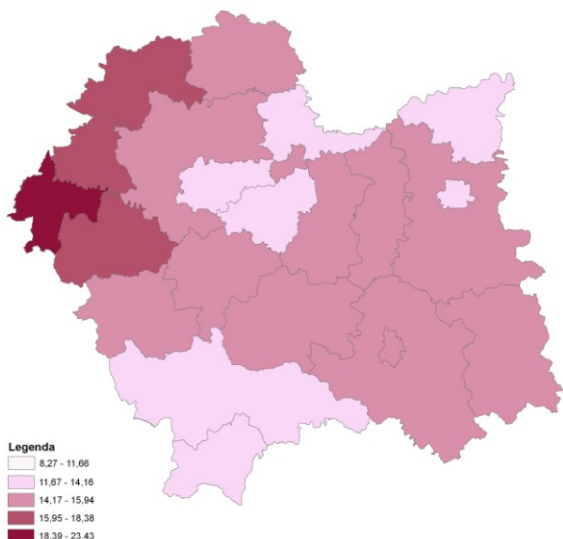


Wykres 23. Miesięczne ładunki związków kwasotwórczych wniesione z opadami atmosferycznymi na Kasprowym Wierchu



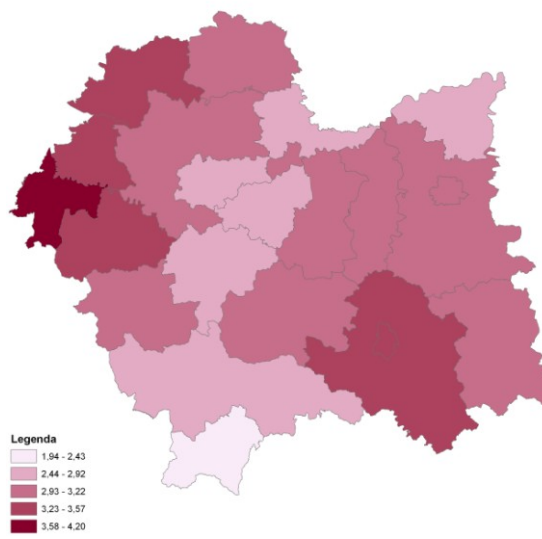
Wykres 24. Miesięczne ładunki substancji zasadowych wniesione z opadami atmosferycznymi na Kasprowym Wierchu

Siarczany



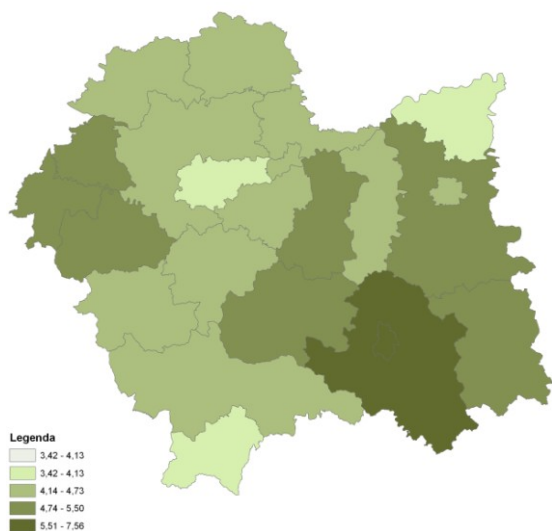
- Legenda
- 8,27 - 11,66
 - 11,67 - 14,16
 - 14,17 - 15,94
 - 15,95 - 18,38
 - 18,39 - 23,43

Azotyny i azotany

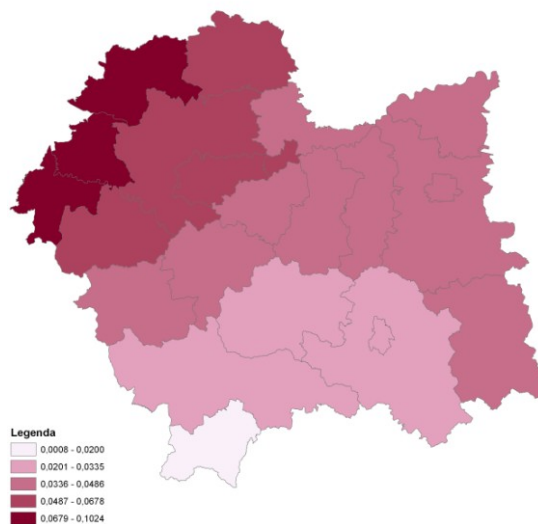


- Legenda
- 1,94 - 2,43
 - 2,44 - 2,92
 - 2,93 - 3,22
 - 3,23 - 3,57
 - 3,58 - 4,20

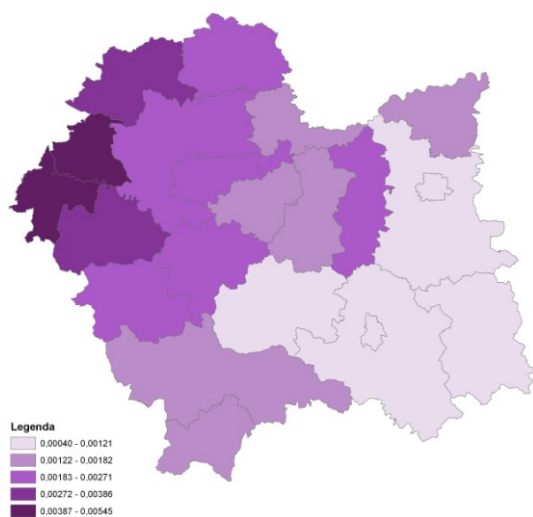
Azot amonowy



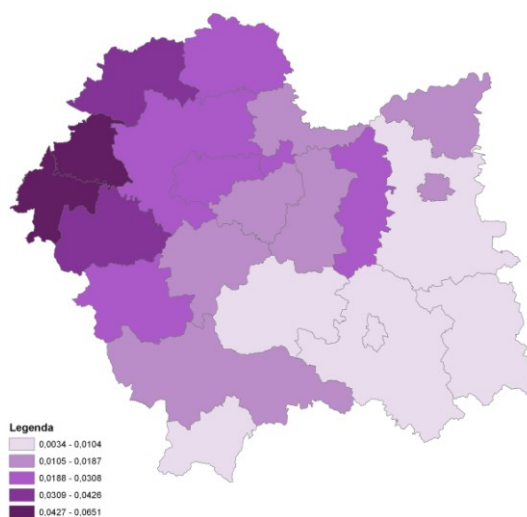
Jon wodorowy



Kadm



Ołów



Mapa 10. Przestrzenny rozkład ładunków w [kg/ha] wniesionych na obszar województwa i jego poszczególnych powiatów