

1. POWIETRZE

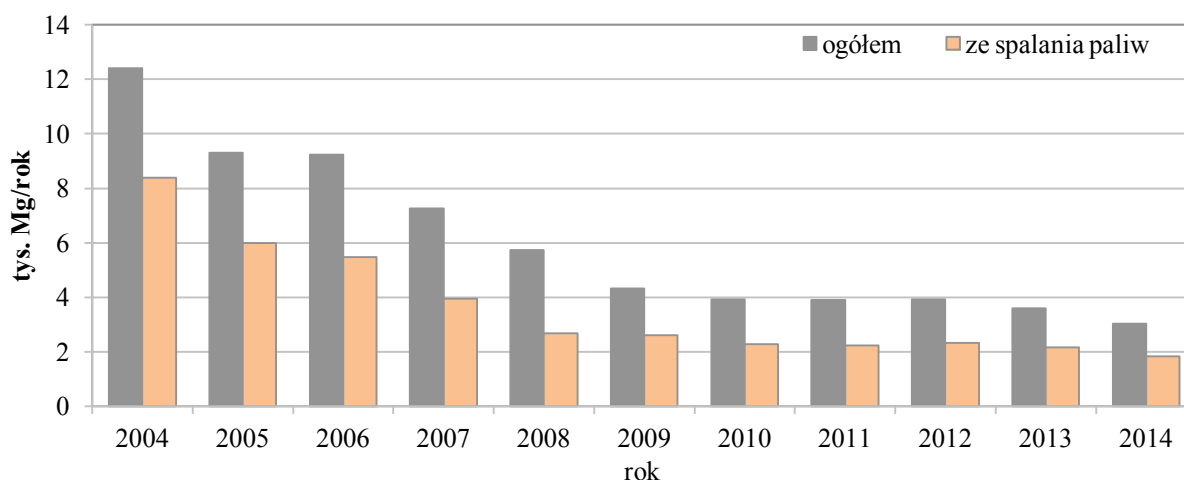
❖ Presje

Według danych GUS za 2014 rok, ilość wyemitowanych pyłów zmalała o 15,6%, natomiast ilość gazów wzrosła o 0,4% w porównaniu z rokiem poprzednim. Dane te dotyczą zakładów uznanych za szczególnie uciążliwe dla środowiska oraz instalacji energetycznych o mocy nominalnej przekraczającej 50 MWt.

Zgodnie z prowadzoną przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie bazą informacji o korzystaniu ze środowiska w systemie Ekoinfonet do największych emitentów na terenie województwa małopolskiego 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 7 Sp. z o.o. w Oświęcimiu.

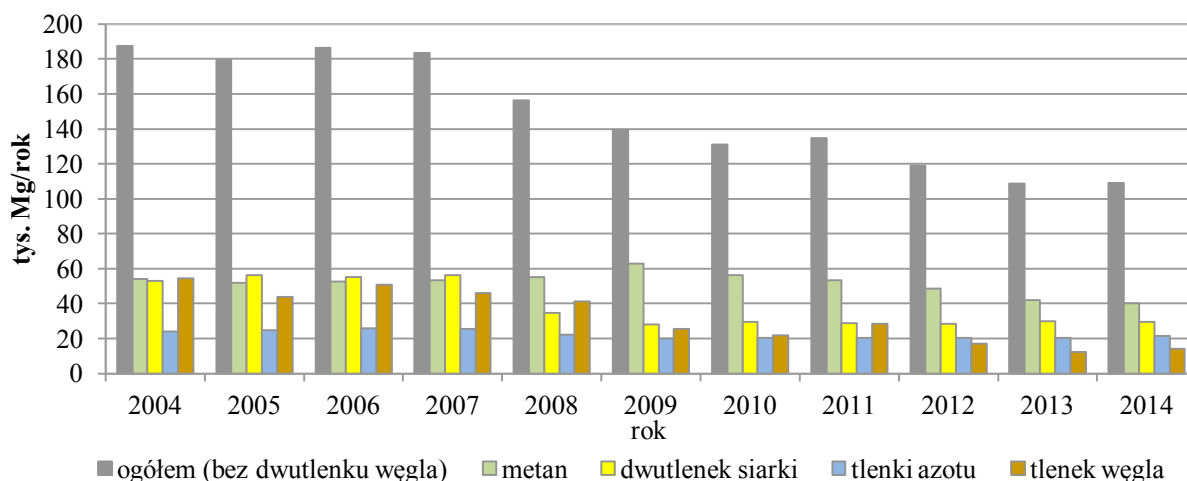
W ostatnim dziesięcioleciu emisja zanieczyszczeń pyłowych w województwie małopolskim uległa obniżeniu o 75,6%. Trend ten mimo stagnacji w latach 2010-2012 jest zauważalny w ostatnim roku, kiedy to emisja zanieczyszczeń pyłowych zmniejszyła się o 15,6% w stosunku do roku poprzedniego (wykres 1).



Wykres 1. Emisja zanieczyszczeń pyłowych z zakładów szczególnie uciążliwych w latach 2004-2014 w województwie małopolskim (źródło: GUS)

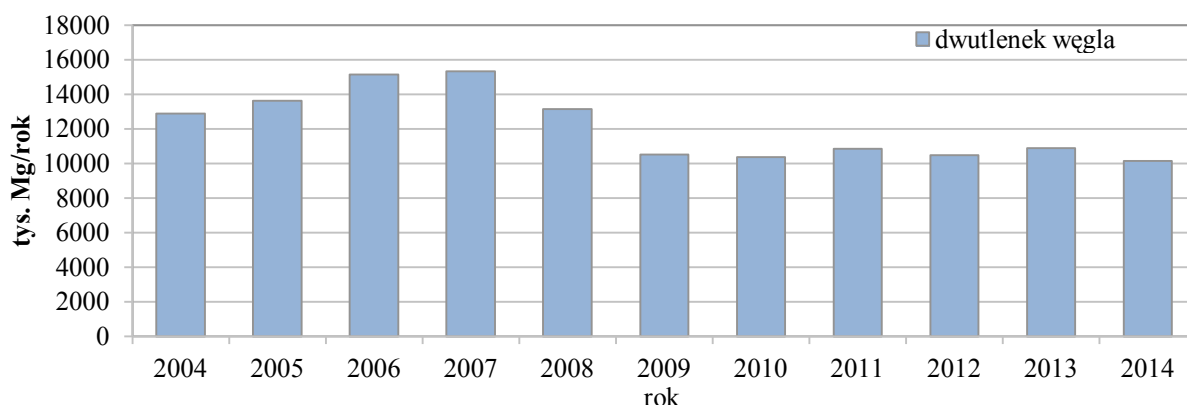
Mniejszą dynamiką cechuje się spadek zanieczyszczenia pyłami pochodzącymi ze spalania paliw, gdzie po etapie gwałtownego spadku nastąpił okres stagnacji obejmujący okres 2009-2013. W ubiegłym roku zaznaczyło się wyraźne obniżenie wartości wyemitowanych pyłów ze spalania paliw w stosunku do roku 2013 (15%). W minionym dziesięcioleciu wartość ta wyniosła 78% (wykres 1).

W ostatnim dziesięcioleciu zanieczyszczenia gazowe (bez uwzględnienia CO₂ oraz metanu) uległa obniżeniu o 42%, przy czym ten typ zanieczyszczenia powietrza charakteryzuje się częstszym występowaniem lat o wyższym poziomie wyemitowanych substancji w stosunku do roku wcześniejszego. W ostatnim roku zaobserwowano nieznaczny wzrost zanieczyszczenia gazowego (0,4%), w tym tlenku węgla o 15% oraz tlenków azotu o 5,6%. Dwutlenek siarki zanotował spadek o 1% (wykres 2).



Wykres 2. Emisja zanieczyszczeń gazowych z zakładów szczególnie uciążliwych w latach 2004-2014 w województwie małopolskim (źródło: GUS)

Emisja dwutlenku węgla uznawanego za najważniejszy z gazów cieplarnianych odpowiadających za zmiany klimatu, w stosunku do początku dziesięciolecia zmalała o 21%, a w stosunku do 2013 roku o 7%. Substancja ta wykazywała największe tendencje wzrostowe w stosunku do pozostałych zanieczyszczeń gazowych (wykres 3.). Emisja kolejnego z gazów cieplarnianych, a stanowiącego 38% emitowanych w Małopolsce zanieczyszczeń gazowych (bez dwutlenku węgla) – metanu - uległa obniżeniu o 26% w stosunku do początku rozpatrywanego okresu oraz o 4% w stosunku do 2013 roku.



Wykres 3. Emisja dwutlenku węgla z zakładów szczególnie uciążliwych w latach 2004-2014 w województwie małopolskim (źródło: GUS)

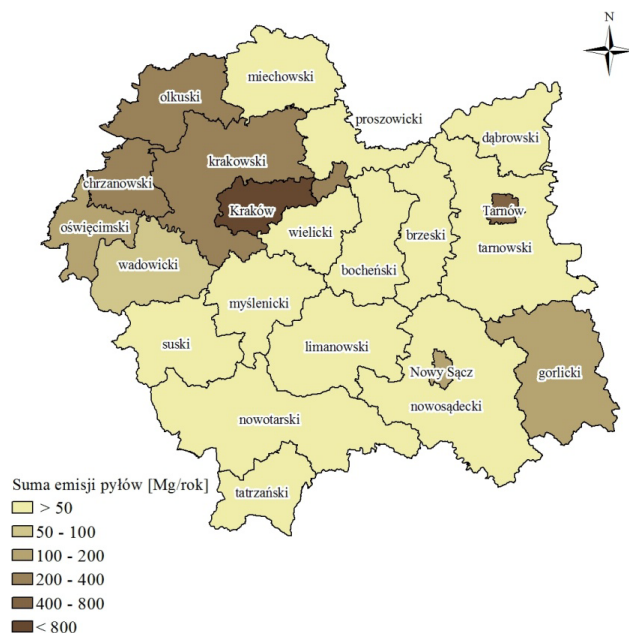
Od wielu lat główne źródła wpływające na wielkość emisji powierzchniowej to: ogrzewanie indywidualne zlokalizowane na terenach zabudowanych, oczyszczalnie ścieków, hałdy oraz wysypiska. Do głównych zanieczyszczeń pochodzących z emisji powierzchniowej należą SO_2 , NO_x , CO, węglowodory oraz pyły.

Działania mające na celu ograniczenie emisji zanieczyszczeń pochodzenia komunalnego, takie jak modernizacja pieców przeznaczonych do spalania paliw stałych, stosowanie paliw gazowych oraz pozostałych alternatywnych źródeł zasilania w energię, nie są jeszcze prowadzone na taką skalę, aby w sposób istotny wpłynąć na poprawę obecnego stanu powietrza.

Emisja zanieczyszczeń pyłowych i gazowych pochodzących ze źródeł punktowych odwzorowuje charakter działalności podmiotów korzystających ze środowiska na terenie danego powiatu. Najbardziej obciążoną część regionu stanowi obszar północno-zachodni

województwa, w którym zlokalizowana jest znaczna ilość podmiotów przemysłowych, oddziałujących na środowisko w stopniu znaczącym oraz trzy największe miasta województwa.

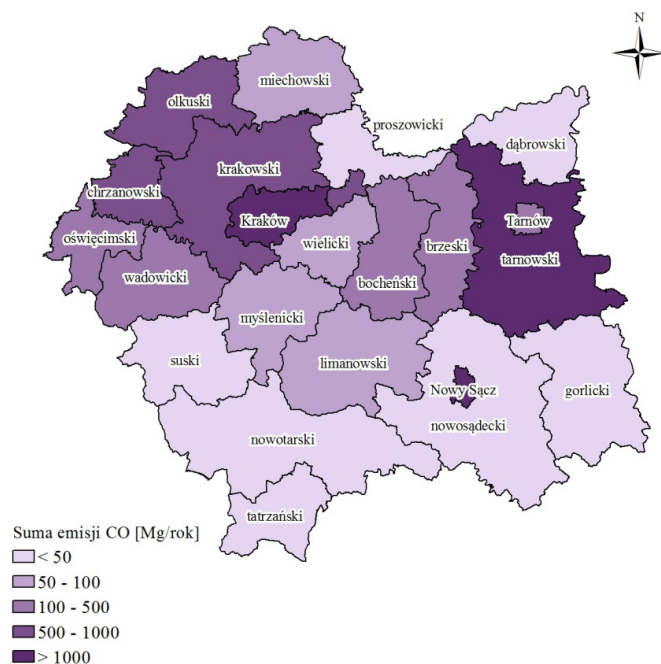
Pod względem emisji pyłów największy udział w województwie mają Kraków i Tarnów oraz powiaty krakowski, olkuski i chrzanowski. Łącznie na ich terenie wyemitowane zostało 79% wszystkich pyłów pochodzących ze źródeł punktowych (mapa 1). Pod względem zanieczyszczeń gazowych, emisja z powiatów oświęcimskiego, krakowskiego, chrzanowskiego oraz Aglomeracji Krakowskiej i Tarnowa, stanowią w sumie 94% emisji gazów w województwie małopolskim (mapa 2). Szczegółowy rozkład zanieczyszczeń gazowych zobrazowano na mapach 3-6.



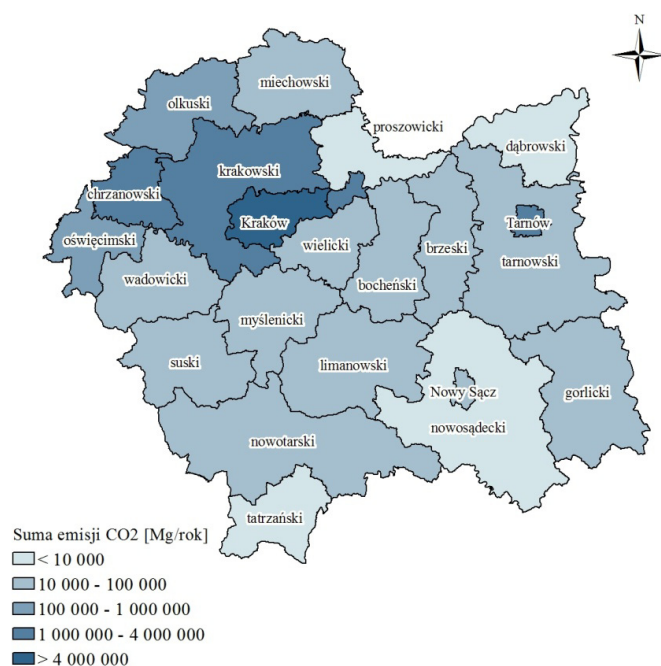
Mapa 1. Emisja pyłów ze źródeł punktowych w powiatach województwa małopolskiego w roku 2014 (źródło: Baza emisji Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego)



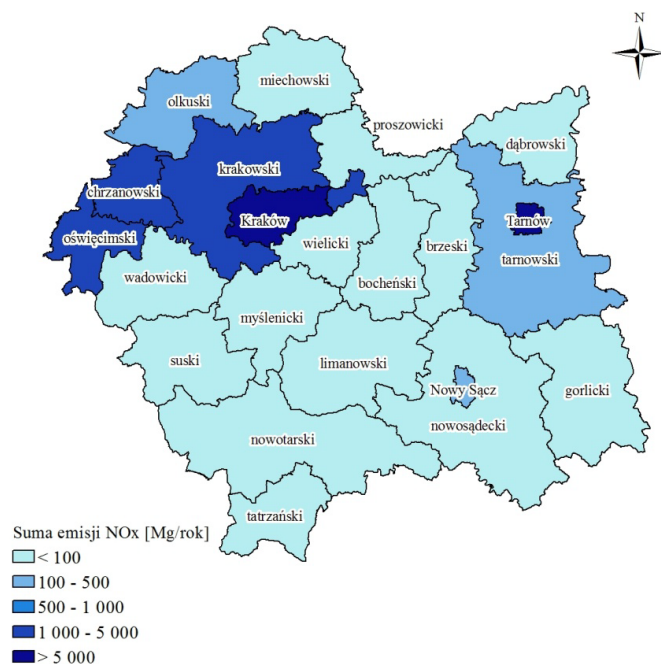
Mapa 2. Emisja gazów ze źródeł punktowych w powiatach województwa małopolskiego w roku 2014 (źródło: Baza emisji Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego)



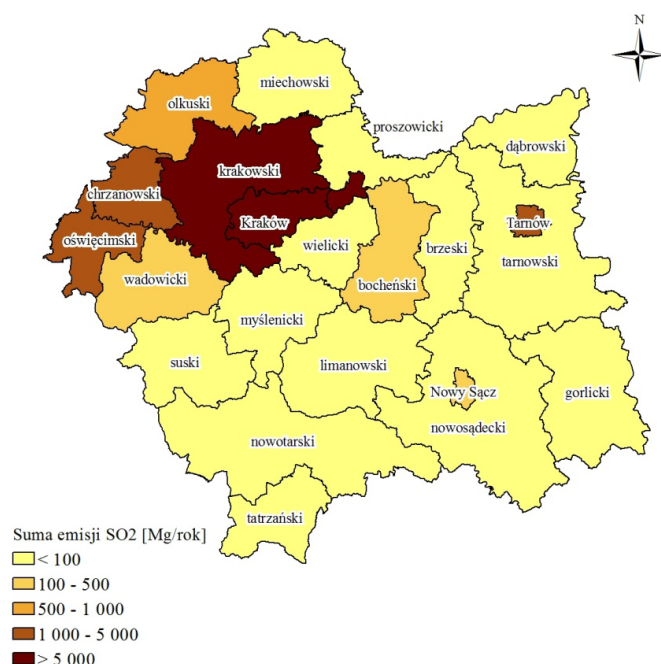
Mapa 3. Emisja CO ze źródeł punktowych w powiatach województwa małopolskiego w roku 2014 (źródło: Baza emisji Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego)



Mapa 4. Emisja CO₂ ze źródeł punktowych w powiatach województwa małopolskiego w roku 2014 (źródło: Baza emisji Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego)

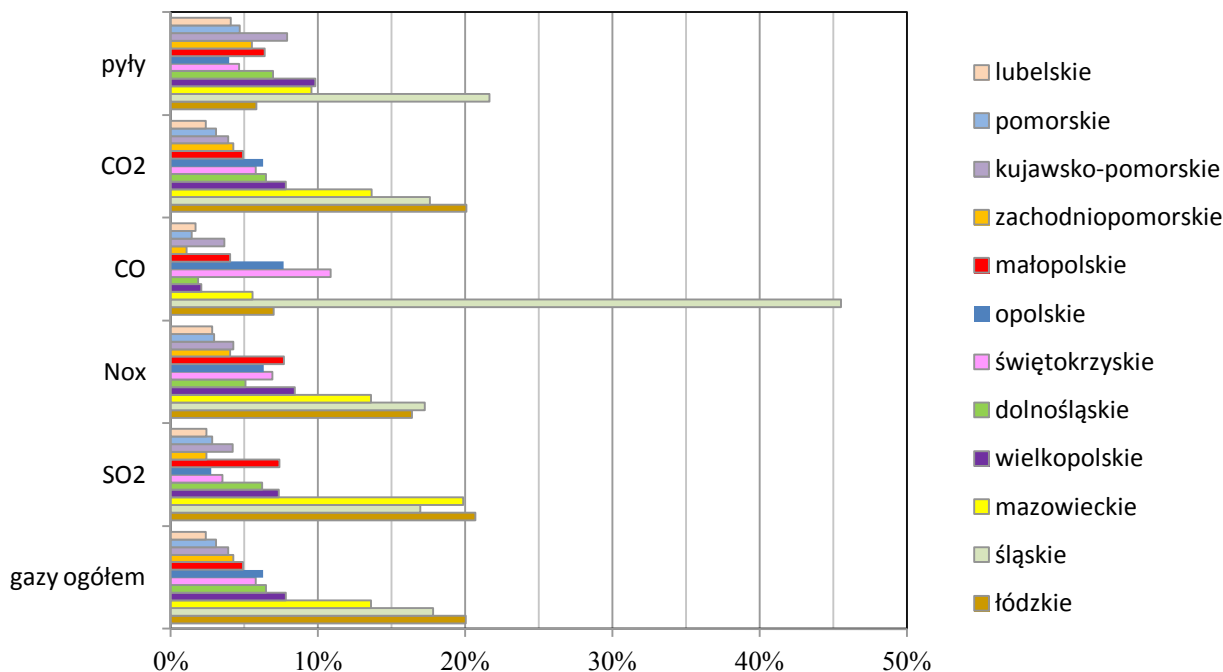


Mapa 5. Emisja NO_x ze źródeł punktowych w powiatach województwa małopolskiego w roku 2014 (źródło: Baza emisji Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego)



Mapa 6. Emisja SO₂ ze źródeł punktowych w powiatach województwa małopolskiego w roku 2014 (źródło: Baza emisji Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego)

Udział województwa małopolskiego w emisji zanieczyszczeń powietrza pochodzących ze źródeł punktowych w odniesieniu do pozostałych województw można określić jako umiarkowany (wykres.4).

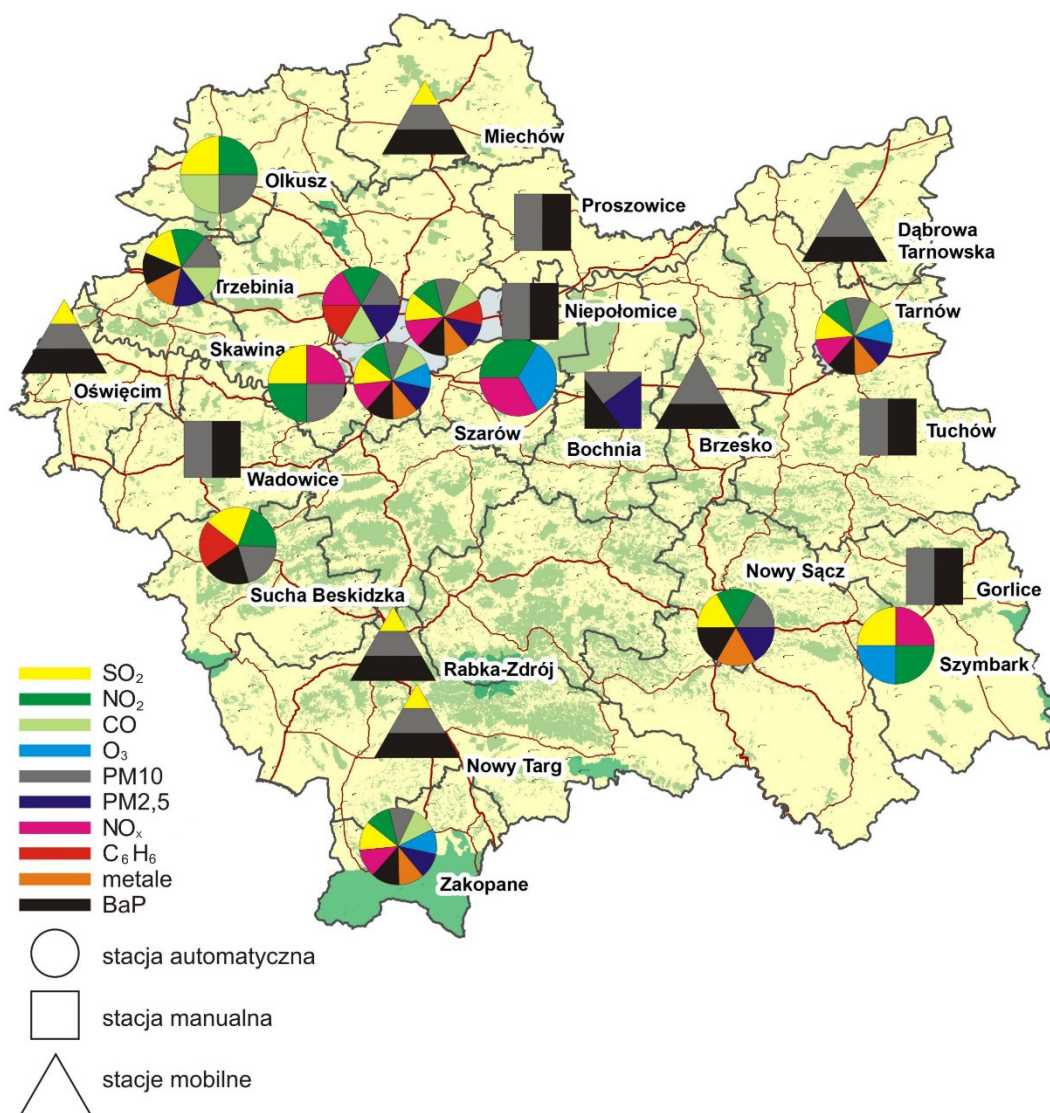


Wykres 4. Emisja zanieczyszczeń powietrza w województwach o udziale powyżej 1% w stosunku do sumy emisji w Polsce w 2014 roku (źródło: GUS)

❖ Ocena jakości powietrza

Badania jakości powietrza prowadzone były zgodnie z wojewódzkim programem Państwowego Monitoringu Środowiska w 24 stacjach pomiarowych, w tym 12 automatycznych, 6 manualnych i 6 mobilnych (mapa 7, tabela 1). W stacjach automatycznych pomiary prowadzono w sposób ciągły a w stacjach mobilnych okresowo, w seriach 2x2 tygodnie/kwartał. We współpracy z władzami samorządowymi, które partycypowały w kosztach energii elektrycznej, wykonano kompletne (kompletność powyżej 14%) pomiary stężenia pyłu PM10 i B(a)P w Brzesku i Dąbrowie Tarnowskiej oraz SO₂, PM10 i B(a)P w Oświęcimiu, Miechowie, Nowym Targu i Rabce.

Na podstawie pomiarów i w oparciu o dostępne wyniki modelowania rozprzestrzeniania zanieczyszczeń została opracowana „Roczna ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w 2014 roku” dla następujących substancji: SO₂, NO₂, NO_x, CO, C₆H₆, O₃, pyłu zawieszonego PM10, zawartości Pb, As, Cd, Ni i B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 oraz dla pyłu PM2,5.



Mapa 7. Sieć monitoringu jakości powietrza w województwie małopolskim w 2014 roku

Tabela 1. Wykaz stacji i stanowisk pomiarowych monitoringu jakości powietrza

Lp.	Lokalizacja stacji	Mierzone zanieczyszczenia											
		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	A	A	M		A	A/M	A/M	M	M	M	M	M
2	Kraków, Al. Krasińskiego	A	A	M	A		A	A					
3	Kraków, ul. Bulwarowa	A	A	A	A		A	A/M	M	M	M	M	M
4	Nowy Sącz, ul. Nadbrzeżna	A	A				M	A/M	M	M	M	M	M
5	Tarnów, ul. Bitwy pod Studziankami	A	A	M	A	A	M	A/M	M	M	M	M	M
6	Bochnia, ul. Konfederatów Barskich						M	M					M
7	Brzesko, ul. Wiejska							M					M

Lp.	Lokalizacja stacji	Mierzone zanieczyszczenia											
		SO ₂	NO ₂	C ₆ H ₆	CO	O ₃	PM2.5	PM10	Pb	As	Cd	Ni	B(a)P
8	Trzebinia, oś. ZWM	A	A		A		M	A/M	M	M	M	M	M
9	Olkusz, ul. Francesco Nullo	A	A		A			A					
10	Oświęcim, ul. Śniadeckiego	A						M					M
11	Tuchów, ul. Chopina							M					M
12	Dąbrowa Tarnowska, ul. Zaręby							M					M
13	Gorlice, ul. Krasieńskiego							M					M
14	Szymbark	A	A			A							
15	Skawina, oś. Ogrody	A	A					A					
16	Niepołomice, ul. 3 Maja							M					M
17	Szarów		A			A							
18	Miechów, ul. Marii Konopnickiej	A						M					M
19	Proszowice, ul. Królewska							M					M
20	Sucha Beskidzka, ul. Handlowa	A	A	A				A/M					M
21	Wadowice, oś. Pod Skarpą							M					M
22	Nowy Targ, ul. Powstańców Śląskich	A						M					M
23	Rabka, ul. Chopina	A						M					M
24	Zakopane, ul. Sienkiewicza	A	A		A		M	A/M	M	M	M	M	M

A – pomiar automatyczny

M – pomiar manualny

AM – pomiar automatyczny i manualny

Wynikiem rocznej oceny jakości powietrza w województwie małopolskim w 2014 roku jest klasyfikacja stref wykonana dla kryterium ochrony zdrowia i kryterium ochrony roślin. W odniesieniu do kryteriów ustanowionych w celu *ochrony zdrowia* stwierdzone zostały ponadnormatywne stężenia substancji we wszystkich strefach w województwie (tabela 2):

- *Aglomeracja Krakowska*: NO₂, pył zawieszony PM10, benzo(a)piren w pyle PM10, pył zawieszony PM2,5;
- *miasto Tarnów*: pył zawieszony PM10, benzo(a)piren w pyle PM10;
- *strefa małopolska*: pył zawieszony PM10, benzo(a)piren w pyle PM10, pył zawieszony PM2,5.

Tabela 2. Wyniki klasyfikacji stref – kryterium ochrony zdrowia

Lp.	Nazwa strefy	Kod strefy	Klasa strefy dla poszczególnych zanieczyszczeń – ochrona zdrowia ludzi											
			SO ₂	NO ₂	CO	C ₆ H ₆	O ₃	PM10	PM2,5	Pb	As	Cd	Ni	B(a)P
1	Aglomeracja Krakowska	PL1201	A	C	A	A	A	C	C	A	A	A	A	C
2	miasto Tarnów	PL1202	A	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	C
3	strefa małopolska	PL1203	A	A	A	A	A	C	C	A	A	A	A	C

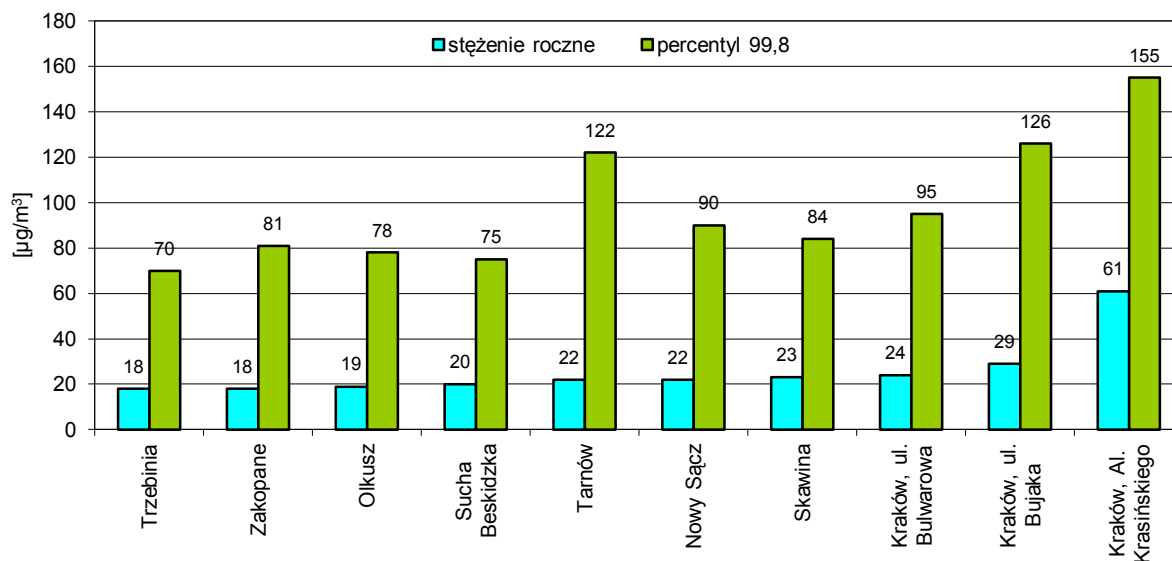
Zgodnie z klasyfikacją dla kryterium *ochrony roślin*, obowiązującą jedynie dla strefy małopolskiej, nie stwierdzono ponadnormatywnych stężeń SO₂, NO_x i O₃, co pozwoliło na ustalenie klasy A.

Stężenia ozonu przekroczyły natomiast poziom celu długoterminowego dla kryterium ochrony zdrowia i ochrony roślin. Obszar przekroczeń poziomu długoterminowego ozonu, dla kryterium ochrony zdrowia obejmuje wszystkie strefy: Aglomeracja Krakowska, miasto Tarnów, strefa małopolska a dla kryterium ochrony roślin strefę małopolską.

Dla wszystkich stref zakwalifikowanych do klasy C, ze względu na ochronę zdrowia, zostały ustalone obszary przekroczeń normatywnych stężeń zanieczyszczeń, obejmujące Aglomerację Krakowską (NO₂, B(a)P, PM10, PM2,5); miasto Tarnów (B(a)P, PM10); strefę małopolską (B(a)P – wszystkie gminy w województwie, PM10 – Andrychów, Bochnia, Brzesko, Brzeszcze, Bukowina Tatrzańska, Chrzanów, Czarny Dunajec, Dąbrowa Tarnowska, Dobczyce, Gorlice, Grybów, Jordanów, Kalwaria Zebrzydowska, Limanowa, Liszki, Lubień, Maków Podhalański, Miechów, Michałowice, Myślenice, Niepołomice, Nowy Sącz, Nowy Targ, Olkusz, Oświęcim, Pcim, Proszowice, Skąpa, Skawina, Skomielna Biała, Słomniki, Spytkowice, Sułkowice, Świątniki Górne, Rabka Zdrój, Sucha Beskidzka, Trzebinia, Tuchów, Wadowice, Wolbrom, Zakopane, PM2,5 – Andrychów, Bochnia, Chrzanów, Dobczyce, Grybów, Jordanów, Kalwaria Zebrzydowska, Maków Podhalański, Myślenice, Nowy Sącz, Nowy Targ, Oświęcim, Pcim, Proszowice, Rabka-Zdrój, Skawina, Słomniki, Sucha Beskidzka, Sułkowice, Tuchów, Wadowice, Zakopane.

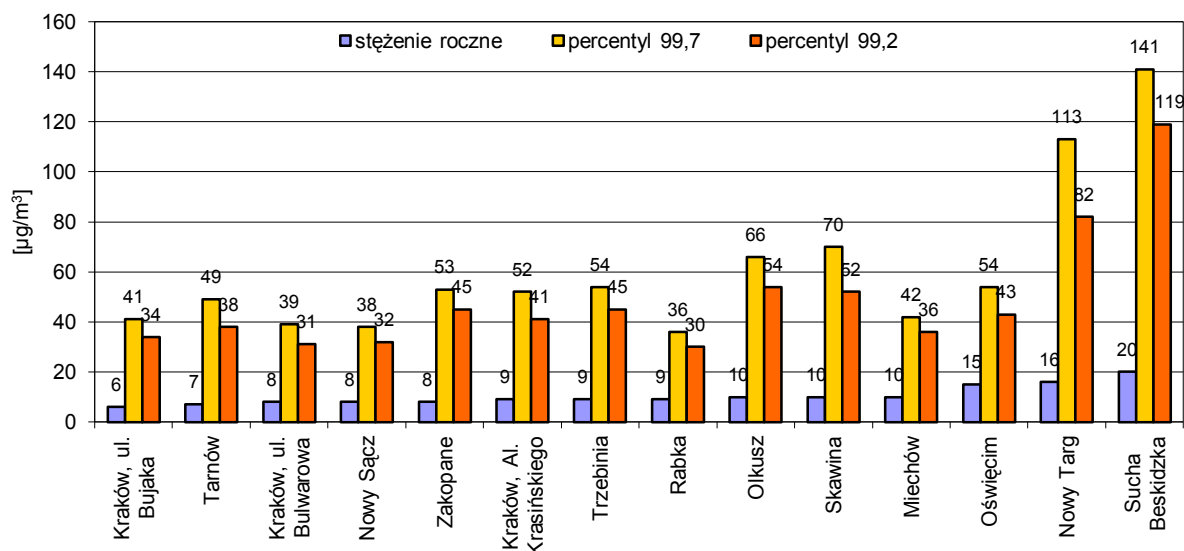
Stężenia *dwutlenku azotu* zmierzone metodami automatycznymi nie wykazały ponadnormatywnych wartości 1-godzinnych (200 µg/m³), występujących z częstością wyższą niż dopuszczalna (18 razy), określone wartością percentyla 99,8 (wykres 5).

Średnie roczne stężenie dwutlenku azotu przekroczyło poziom dopuszczalny (40 µg/m³) w Krakowie, Al. Krasińskiego i wyniosło 61 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.



Wykres 5. Stężenia dwutlenku azotu (źródło: WIOŚ/PMŚ)

Stężenia *dwutlenku siarki* nie przekraczały dopuszczalnego poziomu obowiązującego dla 1-godzinnego czasu uśrednienia ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) z wymaganą częstością (24 razy) oraz poziomu dla 24 godzin ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 3$ razy), co przedstawia wartość percentyla 99,7 obliczonego ze stężeń 1-godzinnych i percentyla 99,2 ze stężeń 24-godzinnych, które nie przekraczają odpowiednio $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (wykres 6).

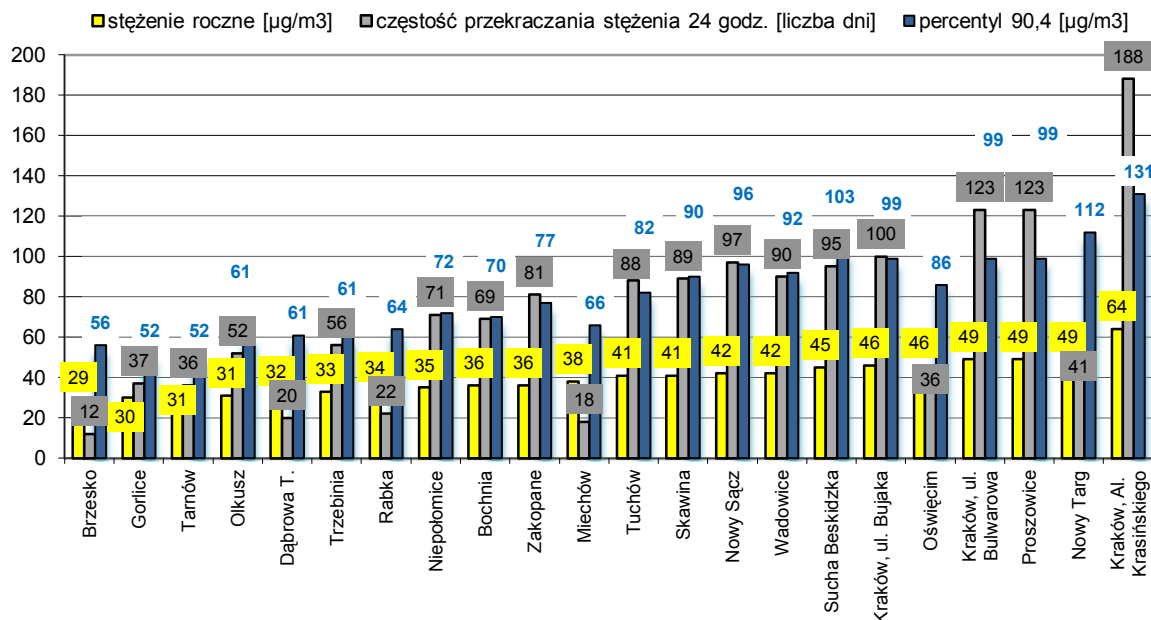


Wykres 6. Stężenia dwutlenku siarki (źródło: WIOŚ/PMŚ)

Dobowe stężenia **pyłu zawieszonego PM10** przekraczały wartość dopuszczalną wynoszącą $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (wyrażoną ilością dni w ciągu roku wyższą od 35 lub wartością percentyla 90,4 wyższą od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) we wszystkich stanowiskach na terenie województwa (wykres 7). Na terenie Aglomeracji Krakowskiej oraz w strefie małopolskiej: w Gorlicach, Miechowie, Oświęcimiu, Suchej Beskidzkiej i Wadowicach wystąpiło, w okresie zimowym,

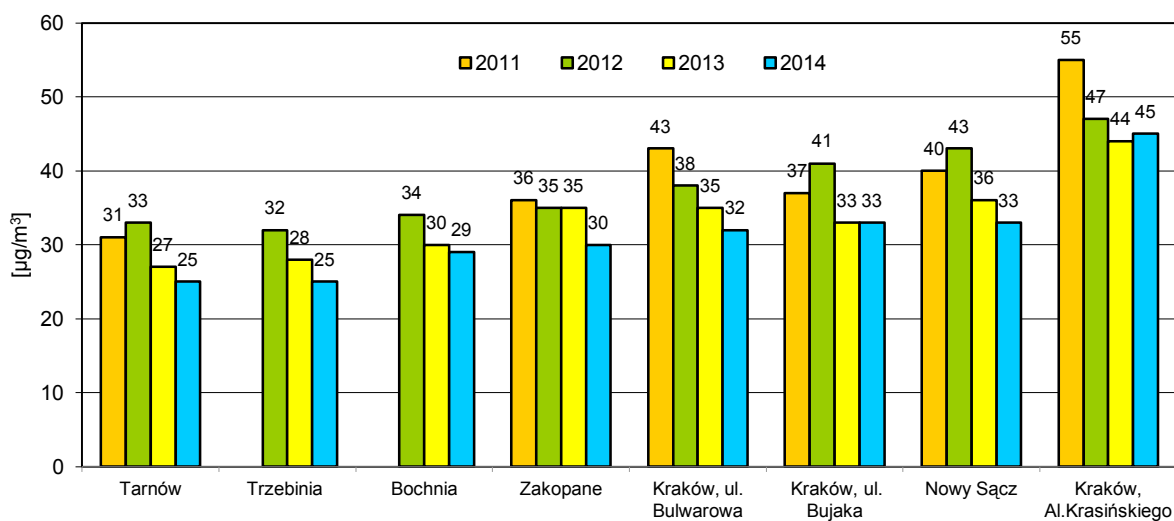
przekroczenie poziomu informowania stężenia pyłu zawieszonego PM10 wynoszącego 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Średnie roczne stężenie, niższe od rocznej wartości dopuszczalnej wynoszącej 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, stwierdzono w: Brzesku, Gorlicach, Tarnowie, Olkuszu, Dąbrowie Tarnowskiej, Trzebini, Rabce, Niepołomicach, Bochni, Zakopanem i Miechowie.



Wykres 7. Stężenia pyłu zawieszonego PM10, częstość przekraczania stężenia dobowego i wartość percentyla 90,4 (źródło: WIOŚ/PMŚ)

Średnie roczne stężenie *pyłu zawieszonego PM2,5* przekraczało w latach 2011-2013, wartość dopuszczalną i poziom docelowy (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) we wszystkich stanowiskach pomiarowych (wykres 8). W 2014 r. w większości stanowisk wystąpił spadek stężenia pyłu zawieszonego PM2,5 a w Tarnowie i Trzebini nie przekroczył wartości 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Wykres 8. Stężenia pyłu zawieszonego PM2,5 (źródło: WIOŚ/PMŚ)

Od 2010 roku na stacjach tła miejskiego zlokalizowanych w aglomeracjach i miastach

powyżej 100 tys. mieszkańców pomiary pyłu zawieszonego PM_{2,5} prowadzone były dodatkowo w celu określania wskaźnika średniego narażenia ludzi na pył PM_{2,5}. Pomiary te służyły do obliczania krajowego wskaźnika średniego narażenia oraz wskaźników narażenia dla poszczególnych miast powyżej 100 tys. mieszkańców i aglomeracji. Wskaźniki średniego narażenia dla roku 2014 zostały obliczone dla Aglomeracji Krakowskiej i Tarnowa oraz kraju w oparciu o stężenia pyłu PM_{2,5} uzyskane z pomiarów prowadzonych w latach 2012-2014 (zgodnie z rozp. MŚ z dnia 13 września 2012 r. w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji – Dz.U. z 2012 poz. 1029).

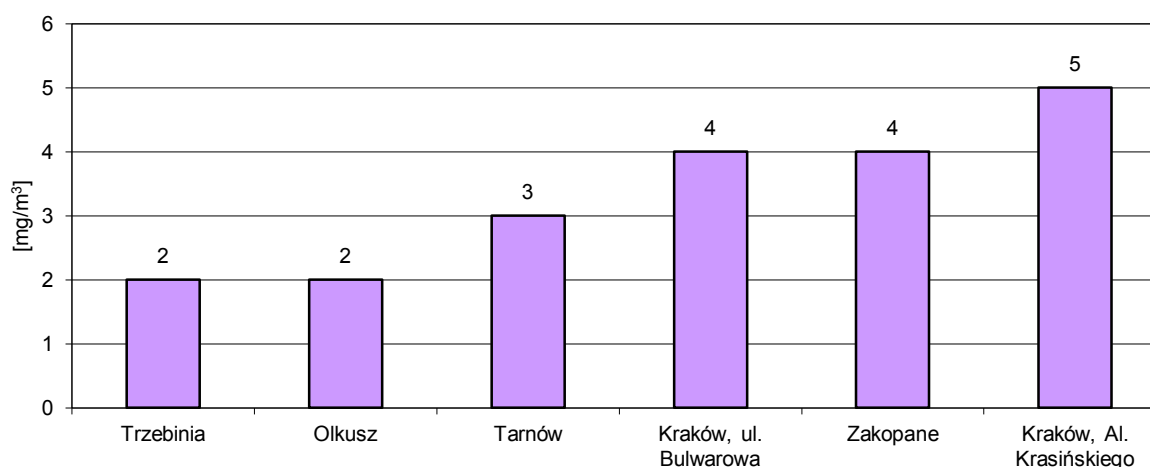
Tabela 3. Wskaźniki średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5}

Strefa	Wskaźnik średniego narażenia na pył PM _{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] w latach				
	2010	2011	2012	2013	2014
Agglomeracja Krakowska	35,6	36,4	38,1	37	36
Miasto Tarnów	32,3	31,9	32,5	31	29
Polska	28	26,9	26,1	25	24

Wartości wskaźnika średniego narażenia, obliczone przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska dla Aglomeracji Krakowskiej i miasta Tarnowa (tabela 3), przekraczały w latach 2010-2014 krajowy cel redukcji narażenia na pył PM_{2,5} ($18 \mu\text{g}/\text{m}^3$) oraz pułap stężenia ekspozycji ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

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.

Poziom dopuszczalny **tlenku węgla**, określony jako maksymalna średnia ośmiogodzinna spośród średnich kroczących, obliczonych ze średnich jednogodzinnych i wynoszący $10 \text{ mg}/\text{m}^3$, nie został przekroczony na żadnym stanowisku pomiarowym w województwie (wykres 9). Niski poziom stężenia tlenku węgla zadecydował o zakwalifikowaniu wszystkich stref do klasy A.

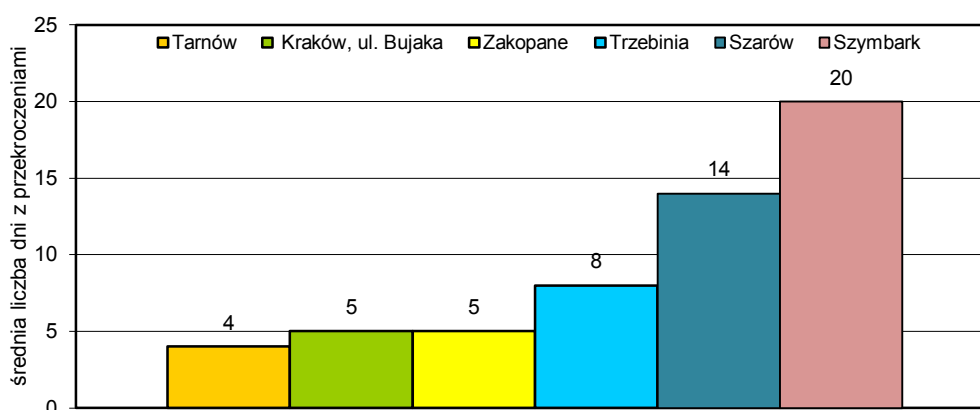


Wykres 9. Stężenia tlenku węgla (źródło: WIOŚ/PMŚ)

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. progu 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 10).

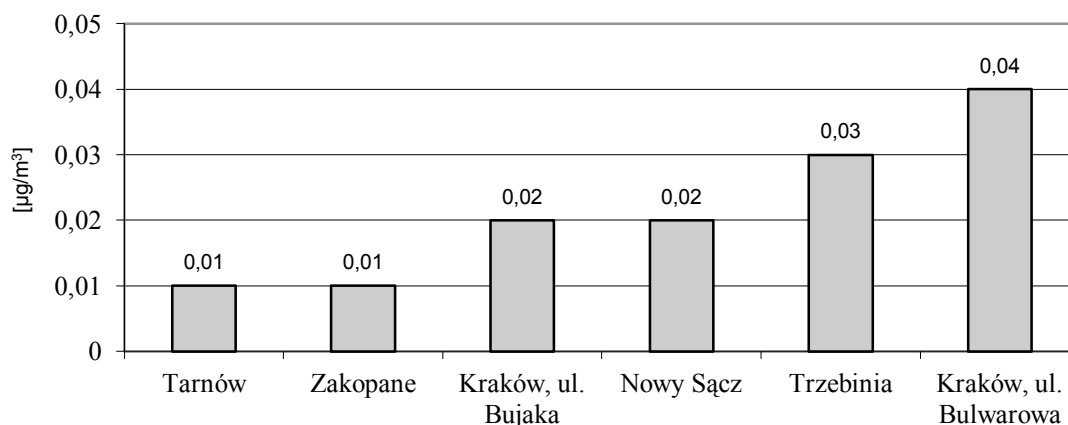


Wykres 10. Średnia liczba dni z przekroczeniami wartości docelowej dla ozonu w latach 2012-2014 (źródło: WIOŚ/PMŚ)

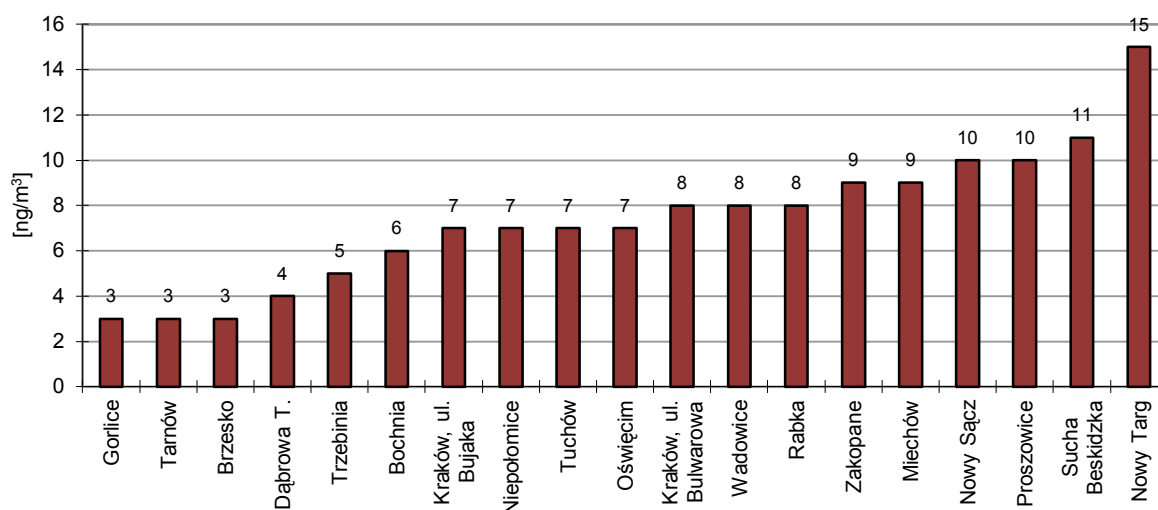
Stężenia **metali ciężkich** mierzone były w 4 a **benzo(α)pirenu** w 19 stanowiskach na terenie województwa. Stężenia ołowiu (wykres 11) występowały znacznie poniżej poziomu dopuszczalnego - $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, w wyniku czego wszystkie strefy zostały zakwalifikowane do klasy A.

Stężenia pozostałych metali ciężkich: arsenu, kadmu i niklu, zawartych w pyłe PM10 nie przekraczały poziomu docelowego i w wyniku rocznej oceny jakości powietrza za 2014 rok cały obszar województwa został także zakwalifikowany do klasy A.

Stężenia benzo(α)pirenu (wykres 12) na wszystkich stanowiskach były bardzo wysokie i przekraczały poziom docelowy ($1 \text{ ng}/\text{m}^3$). Wysoki poziom tego zanieczyszczenia zdecydował o zakwalifikowaniu obszaru całego województwa do klasy C. Zdecydowanie najwyższe stężenia benzo(α)pirenu zarejestrowano w Nowym Targu, Suchej Beskidzkiej, Nowym Sączu i Proszowicach.



Wykres 11. Stężenia ołowiu w pyłe zawieszonym PM10 (źródło: WIOŚ/PMŚ)



Wykres 12. Średnie roczne stężenia benzo(α)pirenu w pyłe zawieszonym PM10 (źródło : WIOŚ/PMŚ)

W odniesieniu do kryteriów ustanowionych w celu *ochrony roślin* nie stwierdzono ponadnormatywnych stężeń substancji (tabela 4).

Tabela 4. Wyniki klasyfikacji stref – kryterium ochrony roślin

L.p.	Nazwa strefy	Kod strefy	Klasa strefy dla poszczególnych zanieczyszczeń – ochrona roślin		
			SO ₂	NO _x	O ₃
1	strefa małopolska	PL1203	A	A	A

Podsumowanie

Pomimo pewnej poprawy w 2014 roku, jakość powietrza w województwie małopolskim w dalszym ciągu nie spełnia kryteriów określonych dla pyłu zawieszzonego PM₁₀ i PM_{2,5} oraz benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ a w także dwutlenku azotu w Aglomeracji Krakowskiej. Przyczyną występujących przekroczeń jest oddziaływanie: emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków; emisji z zakładów przemysłowych, ciepłowni i elektrowni; emisji związanej z ruchem pojazdów a także szczególne lokalne warunki rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń.

❖ **Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i ocena depozycji zanieczyszczeń do podłoża**

Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i ocena depozycji zanieczyszczeń do podłoża uruchomione zostały jako jedno z zadań podsystemu monitoringu jakości powietrza Państwowego Monitoringu Środowiska w 1998 roku. Badania w pełnym cyklu rocznym przeprowadzono po raz pierwszy w 1999 roku. Celem tego monitoringu jest określanie w skali kraju rozkładu ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych z mokrym opadem do podłoża w ujęciu czasowym i przestrzennym. Systematyczne badania składu fizykochemicznego opadów oraz równoległe obserwacje i pomiary parametrów meteorologicznych dostarczają informacji o obciążeniu obszarów leśnych, gleb i wód powierzchniowych substancjami deponowanymi z powietrza – związkami zakwaszającymi, biogennymi i metalami ciężkimi, tworząc podstawy do analizy istniejącego stanu.

W województwie małopolskim badania chemizmu opadów atmosferycznych prowadzone były w stacjach monitoringowych w Nowym Sączu i na Kasprowym Wierchu, stanowiąc element systemu obejmującego 23 stacje pomiarowe na terenie kraju, gwarantujące reprezentatywność dla oceny obszarowego rozkładu zanieczyszczeń oraz 162 posterunki opadowe charakteryzujące 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.

W 2014 roku na stacjach monitoringowych w województwie małopolskim wykonano 277 pomiarów wartości pH dobowych próbek opadów w celu oceny stopnia zakwaszenia wód opadowych. Wartości pH mieściły się w zakresie od 3,65 do 7,27, w tym: w Nowym Sączu od 4,35 do 7,27, średnia roczna ważona pH 5,42, a na Kasprowym Wierchu od 3,65 do 6,84, średnia roczna ważona pH 4,94. W przypadku 62% próbek dobowych opadów stwierdzono „kwaśne deszcze” – opady o wartości pH poniżej 5,6, oznaczającej naturalny stopień zakwaszenia wód opadowych, wskazując na zawartość w nich mocnych kwasów mineralnych. W porównaniu z rokiem ubiegłym stwierdzono spadek ilości kwaśnych deszczy w próbkach dobowych o 7%.

W przypadku uśrednionych próbek miesięcznych wartości pH poniżej 5,6 wystąpiły w 29% pomiarów i jest to o 28% mniej niż w 2013 roku, a w wieloleciu 2001-2013 ich ilość kształtowała się na poziomie 62%.

Na obszar województwa małopolskiego, wody opadowe w 2014 roku wniosły: 25 173 tony siarczanów (16,58 kg/ha SO₄); 10 279 ton chlorków (6,77 kg/ha Cl); 4 540 ton (N) azotynów i azotanów (2,99 kg/ha N); 8 594 tony azotu amonowego (5,66 kg/ha N); 21 742

tony azotu ogólnego (14,32 kg/ha N); 607,3 tony fosforu ogólnego (0,400 kg/ha P); 4 084 tony sodu (2,69 kg/ha); 4 767 ton potasu (3,14 kg/ha); 10 658 ton wapnia (7,02 kg/ha); 1 549 ton magnezu (1,02 kg/ha); 505,6 tony cynku (0,333 kg/ha); 73,5 tony miedzi (0,0484 kg/ha); 25,81 tony ołowiu (0,0170 kg/ha); 2,657 tony kadmu (0,00175 kg/ha); 6,23 tony niklu (0,0041 kg/ha); 2,429 tony chromu (0,0016 kg/ha) oraz 43,73 tony wolnych jonów wodorowych (0,0288 kg H⁺/ha).

Wielkości wprowadzonych substancji maleją zgodnie z szeregiem: SO₄ > N_{og} > Ca > Cl > NNH₄ > K > NNO₂+NO₃ > Na > Mg > P_{og} > Zn > Cu > H⁺ > Pb > Ni > Cd > Cr

Roczny sumaryczny ładunek jednostkowy badanych substancji zdeponowany na obszar województwa małopolskiego wyniósł 52,4 kg/ha i był wyższy niż średni dla całego obszaru Polski o 24,4%. W porównaniu z rokiem ubiegłym nastąpił wzrost rocznego obciążenia o 5,0%, przy wyższej średniorocznej sumie wysokości opadów o 117,1 mm (o 8,1%).

Największym ładunkiem badanych substancji w województwie małopolskim zostały obciążone powiat tatrzański (69,0 kg/ha) z najwyższymi w powiecie, w porównaniu do obciążenia pozostałych powiatów, ładunkami azotu ogólnego, sodu, potasu, magnezu, cynku, miedzi, kadmu i wolnych jonów wodorowych.

Najmniejsze obciążenie powierzchniowe wystąpiło w powiecie dąbrowskim (44,9 kg/ha) z najniższym, w stosunku do pozostałych powiatów, obciążeniem ładunkami wapnia, magnezu i chromu.

Ocena wyników szesnastoletnich badań monitoringowych chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża prowadzonych, w sposób ciągły, w okresie lat 1999-2014 wykazała, że depozycja roczna analizowanych substancji wprowadzonych wraz z opadami na obszar województwa małopolskiego w 2014 roku, w stosunku do średniej z wielolecia 1999-2013, dla w większości badanych składników była mniejsza, a całkowite roczne obciążenie powierzchniowe obszaru województwa ładunkiem badanych substancji zdeponowanych z atmosfery przez opad mokry było mniejsze od średniego z poprzednich lat badań o 17,9%, przy wyższej średniorocznej sumie wysokości opadów o 8,1%.

Wniesione wraz z opadami w 2014 roku ładunki, w porównaniu do średnich z lat 1999-2013, były mniejsze dla siarczanów o 27,1%, chlorków o 20,4%, azotynów i azotanów o 21,1%, azotu ogólnego o 4,41%, sodu o 23,1%, wapnia o 18,3%, magnezu o 13,6%, cynku o 32,7%, miedzi o 16,8%, ołowiu o 33,6%, kadmu o 46,1%, niklu o 44,6%, chromu o 51,5% oraz wolnych jonów wodorowych o 59,1% %, natomiast wystąpił niewielki wzrost depozycji azotu amonowego o 1,2%, większy fosforu ogólnego o 20,1% i potasu o 4,7%.

Przedstawione wyniki badań monitoringowych pokazują, że zanieczyszczenia transportowane w atmosferze i wprowadzane wraz z mokrym opadem atmosferycznym na teren województwa małopolskiego stanowią znaczące źródło zanieczyszczeń obszarowych oddziaływujących na środowisko naturalne tego obszaru (mapa 8).

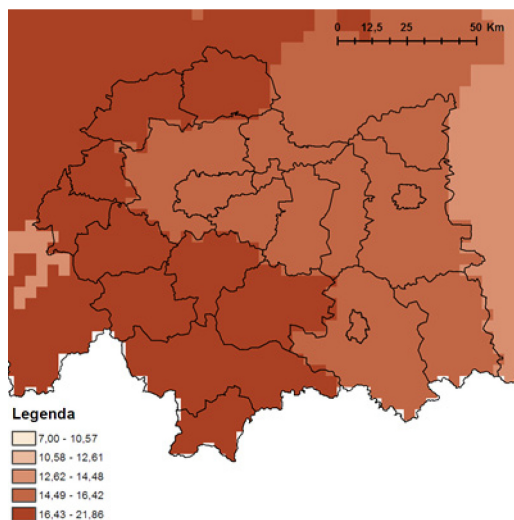
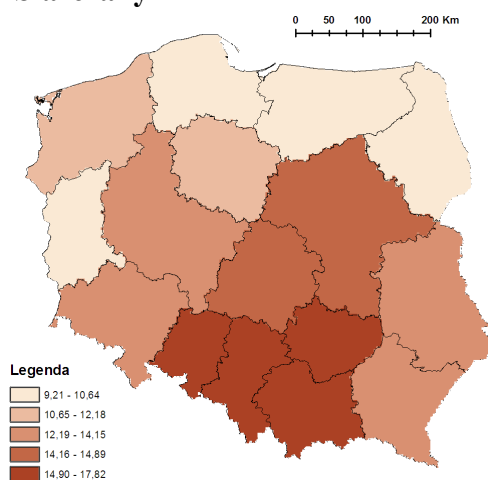
Spośród badanych substancji, szczególnie ujemny wpływ, na stan środowiska, mogą mieć kwasotwórcze związki siarki i azotu, związki biogenne i metale ciężkie. Opady o odczynie obniżonym („kwaśne deszcze”) stanowią znaczne zagrożenie zarówno dla środowiska wywołując negatywne zmiany w strukturze oraz funkcjonowaniu ekosystemów lądowych i wodnych, jak również dla infrastruktury technicznej (np. linie energetyczne). Związki biogenne (azotu i fosforu) wpływają na zmiany warunków troficznych gleb i wód. Metale ciężkie stanowią zagrożenie dla produkcji roślinnej i zlewni wodociągowych.

Występujące w opadach kationy zasadowe (sód, potas, wapń i magnez), są pod względem znaczenia ekologicznego przeciwieństwem substancji kwasotwórczych, biogennych i metali ciężkich. Ich oddziaływanie na środowisko jest pozytywne, ponieważ

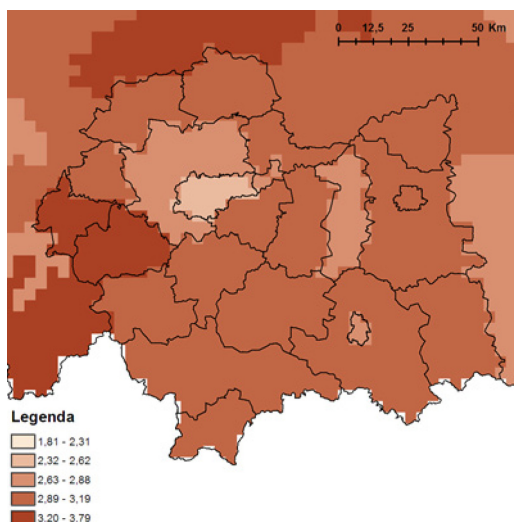
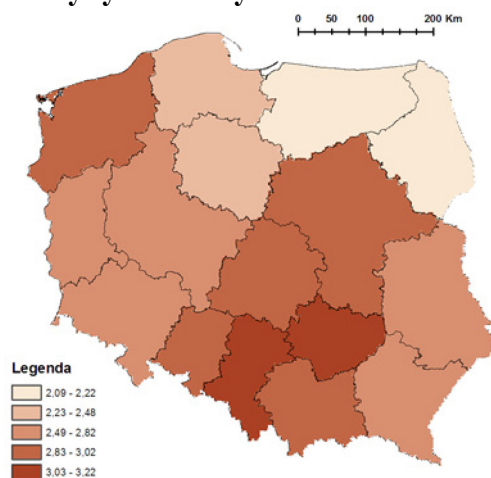
powodują neutralizację wód opadowych.

Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i oceny depozycji zanieczyszczeń do podłoża jest obecnie najpełniejszym źródłem wiedzy o stanie jakości wód opadowych i przestrzennym rozkładzie mokrej depozycji zanieczyszczeń w odniesieniu do obszaru całego kraju jak i terenów poszczególnych województw, a także dostarcza informacji o przyczynach tego stanu i daje możliwość określenia tendencji zmian mokrej depozycji.

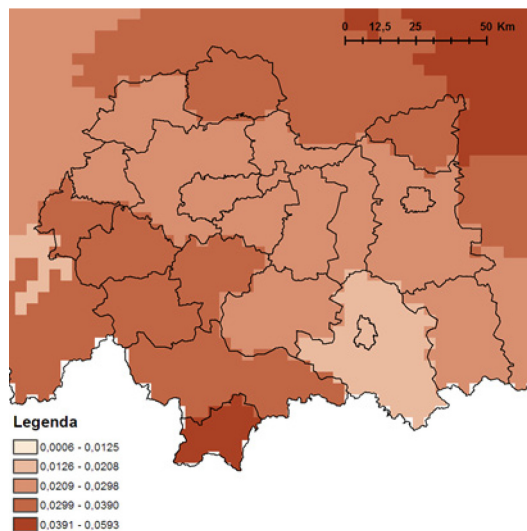
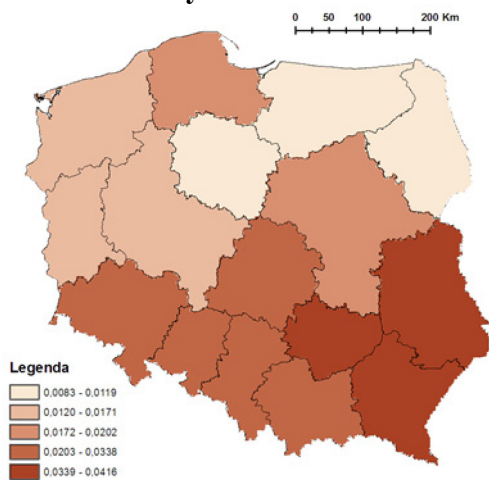
Siarczany



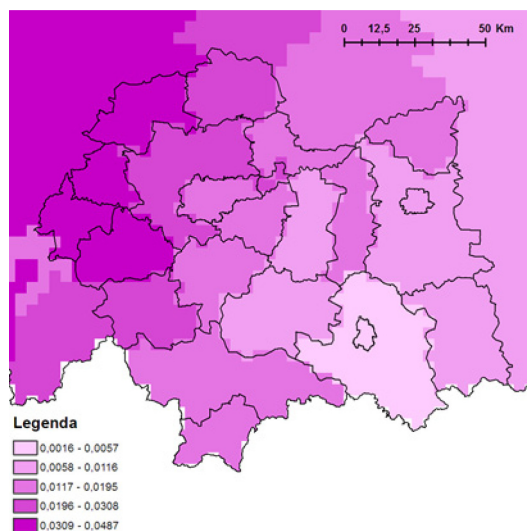
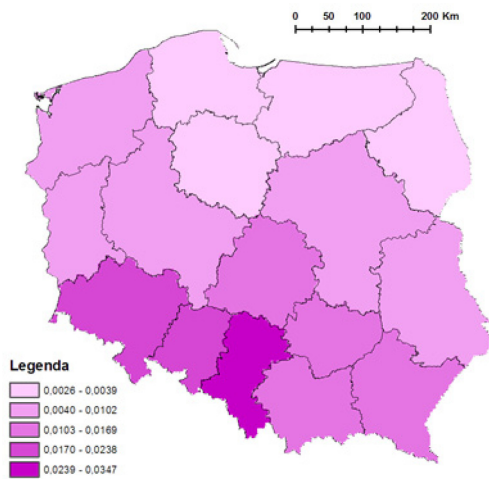
Azotyny i azotany



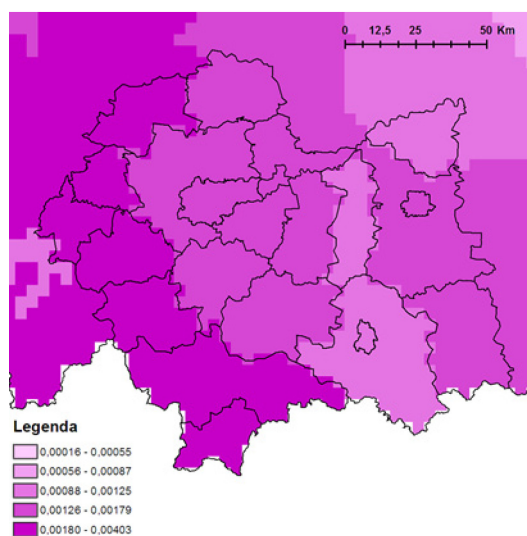
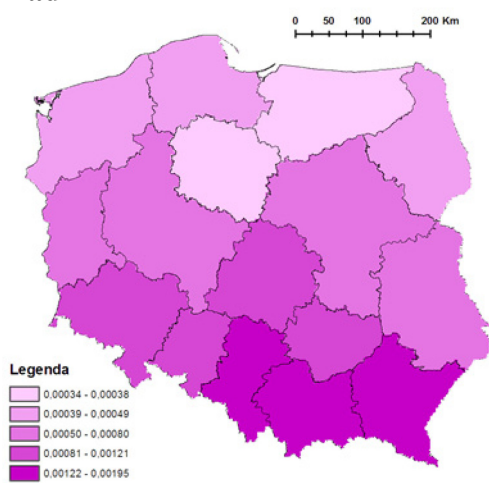
Jon wodorowy



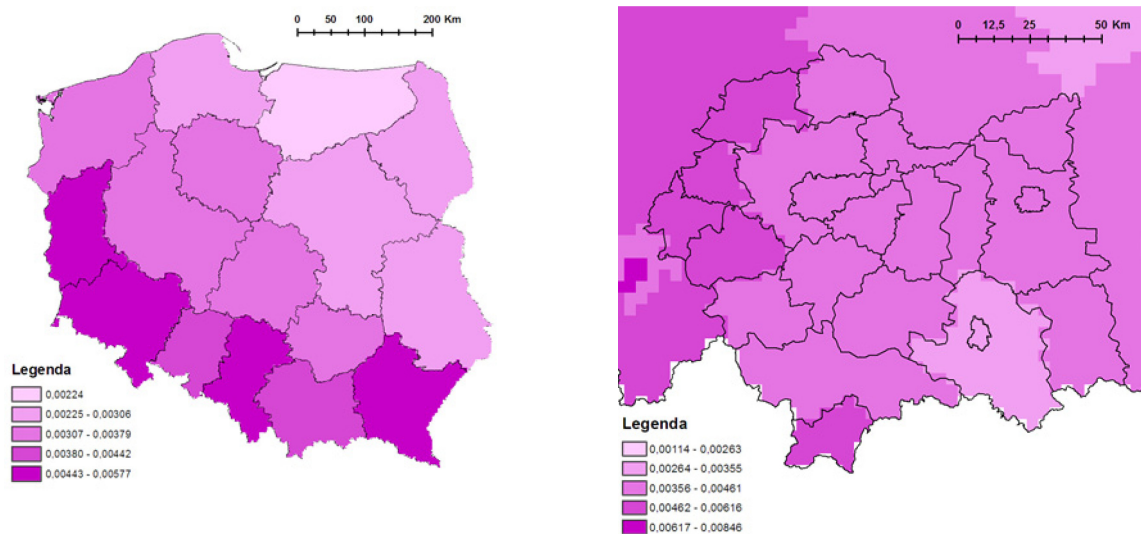
Ołów



Kadm



Nikiel



Mapa 8. Roczne ładunki substancji [kg/ha] wniesione przez opady w 2014 roku na obszar poszczególnych województw Polski i powiatów województwa małopolskiego