

INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA

MONITORING CHEMIZMU OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH I OCENA DEPOZYCJI ZANIECZYSZCZEŃ DO PODŁOŻA W LATACH 2016-2018

WYNIKI BADAŃ MONITORINGOWYCH W WOJEWÓDZTWIE ŚLĄSKIM W 2017 ROKU

© Lonely/Fotolia



Dofinansowano ze środków
Narodowego Funduszu Ochrony
Środowiska i Gospodarki Wodnej

Temat realizowany przez IMGW-PIB na zlecenie
Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (umowa nr 3/2016/F),
finansowany ze środków rezerwy celowej budżetu państwa utworzonej
na podstawie umowy nr 362/2015/Wn-50/MN-PO-CR/D zawartej między
Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej,
a Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska o realizację zadania
państwowej jednostki budżetowej zakwalifikowanego do dofinansowania

Odpowiedzialny Wykonawca

mgr inż. Ewa Liana

Kierownik Zakładu

dr inż. Mariusz Adynkiewicz-Piragas

Dyrektor Oddziału IMGW-PIB
we Wrocławiu

dr inż. Ryszard Kosierb

Wrocław, czerwiec 2018

AUTORZY / WYKONAWCY

mgr inż. Ewa Liana

dr inż. Mariusz Adynkiewicz

dr Jan Błachuta

dr inż. Agnieszka Kolanek

mgr Ewa Terlecka

mgr inż. Michał Pobudejski

dr Bartłomiej Miszuk

dr Irena Otop

mgr Michał Mazurek

st. sam. techn. Wiesława Rawa

oraz:

- Zakład Badań Regionalnych IMGW-PIB,
- Laboratoria Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska w:
Białymstoku, Olsztynie, Częstochowie, Gdańsku, Szczecinie, Jeleniej Górze, Pile,
Bydgoszczy, Krakowie, Lublinie, Zielonej Górze, Rzeszowie, Kielcach
i w Piotrkowie Trybunalskim,
- Stacje synoptyczne IMGW-PIB wchodzące w skład sieci krajowego monitoringu:
w Świnoujściu, Łebie, Gdańsku, Suwałkach, Chojnicach, Olsztynie, Gorzowie
Wlkp., Toruniu, Białymstoku, Zielonej Górze, Poznaniu, Kaliszu, Sulejowie,
Włodawie, Legnicy, na Śnieżce, Raciborzu, Katowicach, Nowym Sączu,
Sandomierzu, na Kasprowym Wierchu i w Lesku.

WPROWADZENIE

Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i ocena depozycji zanieczyszczeń do podłoża został uruchomiony w 1998 roku jako jedno z zadań podsystemu monitoringu jakości powietrza Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS). 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 fizyko-chemicznego 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.

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowy Instytut Badawczy, na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska prowadzi badania monitoringowe, bazę danych, przygotowuje raporty i opracowania (zgodnie z wytycznymi), współpracuje z Wojewódzkimi Inspektoratami Ochrony Środowiska. IMGW-PIB prowadzi analizę jakości otrzymanych wyników badań fizyko-chemicznych i nadzór nad zbiorem nadsyłanych raportów z laboratoriów WIOŚ.

W 2017 roku sieć pomiarowo-kontrolna składała się z 22 stacji badania chemizmu opadów atmosferycznych (stacji synoptycznych IMGW-PIB), gwarantujących reprezentatywność pomiarów dla oceny obszarowego rozkładu zanieczyszczeń oraz ze 162 posterunków opadowych charakteryzujących pole średnich sum opadów dla obszaru Polski (rysunek 1).

Na powyższych stacjach zbierany jest w sposób ciągły opad atmosferyczny mokry oraz wykonuje się oznaczenie ilościowe zebranych próbek. Równoległe z poborem próbek opadu prowadzone są pomiary i obserwacje wysokości i rodzaju opadu, kierunku i prędkości wiatru oraz temperatury powietrza. Ponadto na każdej stacji zbierane są próbki dobowe opadów i na bieżąco (po upływie doby opadowej) bezpośrednio na stacji wykonywany jest pomiar wartości pH opadu.

Na posterunkach opadowych dokonuje się tylko pomiaru wysokości opadów.

Miesięczne (uśrednione) próbki opadów analizowane są w zakresie następujących wskaźników: wartości pH, przewodności elektrycznej właściwej, chlorków, siarczanów, azotu azotynowego i azotanowego, azotu amonowego, fosforu ogólnego, potasu, sodu, wapnia, magnezu, cynku, miedzi, ołowiu, kadmu, niklu i chromu. Ponadto, w celu określenia stężenia azotu ogólnego, oznaczany jest azot Kjeldahla. Wynik wątpliwy badanego składnika opadu zastąpiono średnim ważonym stężeniem (waga – wysokość opadu) z wyników dla

pozostałych miesięcy badanego roku (okresu ciepłego lub chłodnego) i oznaczono symbolem „*” z adnotacją – wartość szacunkowa.

Analizy składu fizyko-chemicznego opadów wykonywane są przez akredytowane laboratoria Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska. Poszczególne wojewódzkie laboratoria analizują opady ze stacji położonych w danym województwie. W 2017 roku w województwie śląskim analizy wykonywało laboratorium WIOŚ w Częstochowie.

Na podstawie danych pomiarowych i analitycznych opadów z 22 stacji monitoringowych oraz danych pomiarowych ze 162 punktów pomiaru wysokości opadów, charakteryzujących pole średnich sum opadów dla obszaru Polski, opracowane zostały mapy rozkładu przestrzennego wysokości opadów i stężeń substancji zawartych w opadach oraz wielkości ich depozycji na obszar Polski i jej poszczególne tereny.

Wyniki badań chemizmu opadów atmosferycznych dla obszaru Polski z 2017 roku przedstawiono w sprawozdaniu rocznym i na stronie internetowej GIOŚ (<http://www.gios.gov.pl>).

Niniejszy raport prezentuje wyniki badań dla obszaru województwa śląskiego (rys.2). Przedstawione dane obrazują stan jakości i ocenę stopnia zakwaszenia wód deszczowych w województwie śląskim w 2017 roku oraz ilości deponowanych substancji wraz z opadami z podziałem na tereny poszczególnych powiatów. Obciążenie powierzchniowe obszaru województwa śląskiego porównano z depozycją dla całego obszaru Polski i pozostałych województw, a także porównano wielkości deponowanych ładunków badanych substancji w poszczególnych latach 1999-2017 oraz przedstawiono tendencje zmian w tym okresie.

ZANIECZYSZCZENIE OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W WOJEWÓDZTWIE ŚLĄSKIM I DEPOZYCJA ZANIECZYSZCZEŃ Z OPADÓW DO PODŁOŻA W 2017 ROKU

Atmosfera kumulując zanieczyszczenia naturalne i antropogeniczne staje się podstawowym źródłem obszarowym zanieczyszczeń w skali kontynentalnej. Jednym z elementów meteorologicznych gromadzącym i przenoszącym zanieczyszczenia jest opad atmosferyczny. Zróżnicowanie w czasie i przestrzeni wielkości opadów atmosferycznych, a przez to zmiennej ilości i jakości chemicznej opadającej na powierzchnię ziemi wody, wynika przede wszystkim z różnego źródłowo obszaru gromadzenia się zasobów wodnych i zanieczyszczeń w atmosferze, zmiennej wysokości występowania kondensacji pary wodnej, czasu trwania i natężenia występującego opadu oraz kierunku napływu mas powietrza. Z powodu dużej zmienności warunków meteorologicznych w skali miesięcy, sezonów i roku,

w zależności od miejsca i czasu, ilości wnoszonych przez opady zanieczyszczeń są bardzo zróżnicowane.

W ramach krajowego monitoringu chemizmu opadów atmosferycznych i oceny depozycji zanieczyszczeń do podłoża na obszarze województwa śląskiego w 2017 roku analizowano wody opadowe przed kontaktem z podłożem, tak jak w latach poprzednich, na stacjach położonych w Katowicach i Raciborzu. Skład fizyko-chemiczny miesięcznych próbek opadów z tych stacji monitoringowych oraz wielkości miesięczne sum opadów przedstawiono w tabelach 1 i 2, natomiast charakterystyczne (minimalne, maksymalne i średnie roczne ważone) wartości pH dobowych próbek opadów na tych stacjach i dla porównania na pozostałych 20 stacjach monitoringowych na obszarze Polski zaprezentowano w tabeli 3 i 4.

Wielkość depozycji wprowadzana na określony obszar zależy od koncentracji danej substancji w opadzie atmosferycznym i ilości wody opadowej. Wielkości miesięcznych ładunków badanych substancji wnoszonych wraz z opadami na tereny reprezentowane przez stacje monitoringowe w Katowicach i Raciborzu podano w tabelach 5 i 6.

Na podstawie wyników pomiarów ilości wody opadowej w 2017 roku, zarejestrowanych na 162 punktach pomiaru wysokości opadu reprezentujących pole średnich sum opadów dla obszaru Polski (w tym sześciu na obszarze województwa śląskiego) oraz wyników analiz składu opadów z 22 stacji monitoringowych (rys. 1), przy użyciu komputerowego systemu informacji przestrzennej (GIS), oszacowano wielkości ładunków jednostkowych i całkowitych obciążających województwo śląskie, jego poszczególne powiaty i dla porównania obszary pozostałych województw Polski. Obliczone dane przedstawiono w tabelach 7 i 8, a zróżnicowanie w obciążeniu rocznym na rysunkach 3-19.

Dla porównania wielkości mokrej depozycji na obszarze województwa śląskiego w latach 1999-2017 w tabeli 9 podano wielkości ładunków jednostkowych badanych substancji wniesionych przez opady atmosferyczne w poszczególnych latach, a na rysunku 20 przedstawiono diagramy dla tych ładunków na tle średniorocznych sum opadów.

W 2017 roku na stacjach monitoringowych w województwie śląskim wykonano 213 pomiarów wartości pH **dobowych próbek opadów** w celu oceny stopnia zakwaszenia wód opadowych. Wartości pH mieściły się w zakresie od 3,93 do 7,59, w tym: w Katowicach od 3,93 do 7,03 (średnia roczna ważona pH – 4,83), a w Raciborzu od 4,40 do 7,59 (średnia roczna ważona pH – 5,76). W przypadku 37% próbek stwierdzono „kwaśne deszcze” – opady o wartości pH poniżej 5,6, (w tym 12% próbek dobowych w Raciborzu i 59% w Katowicach),

oznaczającej naturalny stopień zakwaszenia wód opadowych, wskazując na zawartość w nich mocnych kwasów mineralnych.

Poniżej zestawiono procentowy udział próbek **dobowych** opadów atmosferycznych zebranych na stacjach monitoringowych w Raciborzu i Katowicach w 2017 roku w podziale na sześć klas wartości pH:

KLASA	ODCZYN	pH	RACIBÓRZ	KATOWICE
I	podwyższony	> 6,5	48,5%	7,0%
II	lekko podwyższony	6,1 - 6,5	25,3%	23,7%
III	normalny	5,1 - 6,0	22,2%	28,1%
IV	lekko obniżony	4,6 - 5,0	3,0%	30,7%
V	znacznie obniżony	4,1 - 4,5	1,0%	9,6%
VI	silnie obniżony	< 4,1	0,0%	0,9%
liczba pomiarów			99	114

Na stacji w Raciborzu największa liczba próbek **dobowych** opadów (48,5%) zawierała się w zakresie wartości pH > 6,5, tj. w przedziale podwyższonego pH, natomiast w Katowicach najwięcej próbek **dobowych** opadów (30,7%) zebrano w przedziale o lekko obniżonym pH tj. 4,6-5,0.

Poniżej zestawiono procentowy udział uśrednionych **miesięcznych** próbek opadów atmosferycznych zebranych w cyklach miesięcznych na stacjach monitoringowych w Raciborzu i Katowicach w 2017 roku w podziale na sześć klas wartości pH:

KLASA	ODCZYN	pH	RACIBÓRZ	KATOWICE
I	podwyższony	> 6,5	58,3%	41,7%
II	lekko podwyższony	6,1 - 6,5	16,7%	8,3%
III	normalny	5,1 - 6,0	25,0%	16,7%
IV	lekko obniżony	4,6 - 5,0	0,0%	33,3%
V	znacznie obniżony	4,1 - 4,5	0,0%	0,0%
VI	silnie obniżony	< 4,1	0,0%	0,0%
liczba pomiarów			12	12

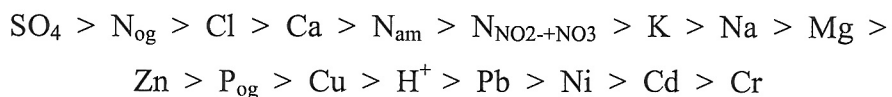
Na stacji w Raciborzu największa liczba próbek **miesięcznych** opadów (58,3%) zawierała się w zakresie wartości pH > 6,5, tj. w przedziale podwyższonego pH, natomiast

w Katowicach najwięcej próbek dobowych opadów (33,3%) zebrano w przedziale o lekko obniżonym pH tj. w zakresie 4,6-5,0 pH.

W przypadku uśrednionych miesięcznych próbek opadów wartości pH poniżej 5,6 na dwóch stacjach (w Raciborzu i w Katowicach) występowały w 21% wszystkich pomiarów i jest to o 8% mniej niż w 2016 roku, a w wieloleciu 1999-2016 ich średnia ilość kształtowała się na poziomie 53%.

Na obszar województwa śląskiego, wody opadowe w 2017 roku wniosły: 24 444 tony siarczanów (19,82 kg/ha SO_4); 12 148 ton chlorków (9,85 kg/ha Cl); 4 933 tony azotu azotynowego i azotanowego (4,00 kg/ha N); 7 807 ton azotu amonowego (6,33 kg/ha N); 16 008 ton azotu ogólnego (12,98 kg/ha N); 651,2 tony fosforu ogólnego (0,528 kg/ha P); 4 625 ton sodu (3,75 kg/ha); 4 761 ton potasu (3,86 kg/ha); 11 470 ton wapnia (9,30 kg/ha); 1 517 ton magnezu (1,23 kg/ha); 682,0 tony cynku (0,553 kg/ha); 72,4 tony miedzi (0,0587 kg/ha); 30,34 tony ołowiu (0,0246 kg/ha); 3,860 tony kadmu (0,00313 kg/ha); 6,91 tony niklu (0,0056 kg/ha); 1,850 tony chromu ogólnego (0,0015 kg/ha) oraz 35,40 tony wolnych jonów wodorowych (0,0287 kg/ha H^+).

Wielkości wprowadzonych substancji maleją zgodnie z szeregiem:



Roczny sumaryczny ładunek jednostkowy badanych substancji zdeponowany na obszar województwa śląskiego wyniósł 62,0 kg/ha i był wyższy niż średni dla całego obszaru Polski o 30,5%. W porównaniu z rokiem ubiegłym nastąpił wzrost rocznego obciążenia o 15,1%, przy wyższej średniorocznej sumie wysokości opadów o 59,0 mm (o 7,6%).

Największym ładunkiem badanych substancji w województwie śląskim został obciążony powiat bielski (79,4 kg/ha) z najwyższymi, w porównaniu do obciążenia pozostałych powiatów ładunkami siarczanów, sodu, niklu (wraz z powiatem Bielsko-Biała), chlorków, azotu azotanowego i azotynowego, potasu i wolnych jonów wodorowych

Najmniejsze obciążenie powierzchniowe wystąpiło w powiecie kłobuckim (49,2 kg/ha) z najniższym, w stosunku do pozostałych powiatów, obciążeniem ładunkami siarczanów, wapnia i niklu.

Ocena wyników dziewiętnastoletnich badań monitoringowych chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża prowadzonych, w sposób ciągły, w okresie lat 1999-2017 wykazała, że depozycja roczna analizowanych substancji wprowadzonych wraz z opadami na obszar województwa śląskiego w 2017 roku, w stosunku

do średniej z wielolecia 1999-2016, dla znacznej większości badanych składników była mniejsza, a całkowite roczne obciążenie powierzchniowe obszaru województwa ładunkiem badanych substancji deponowanych z atmosfery przez opad mokry było niższe o 5,5% w stosunku do średniej z poprzednich lat badań, przy wyższej średniorocznej sumie wysokości opadów o 8,7%.

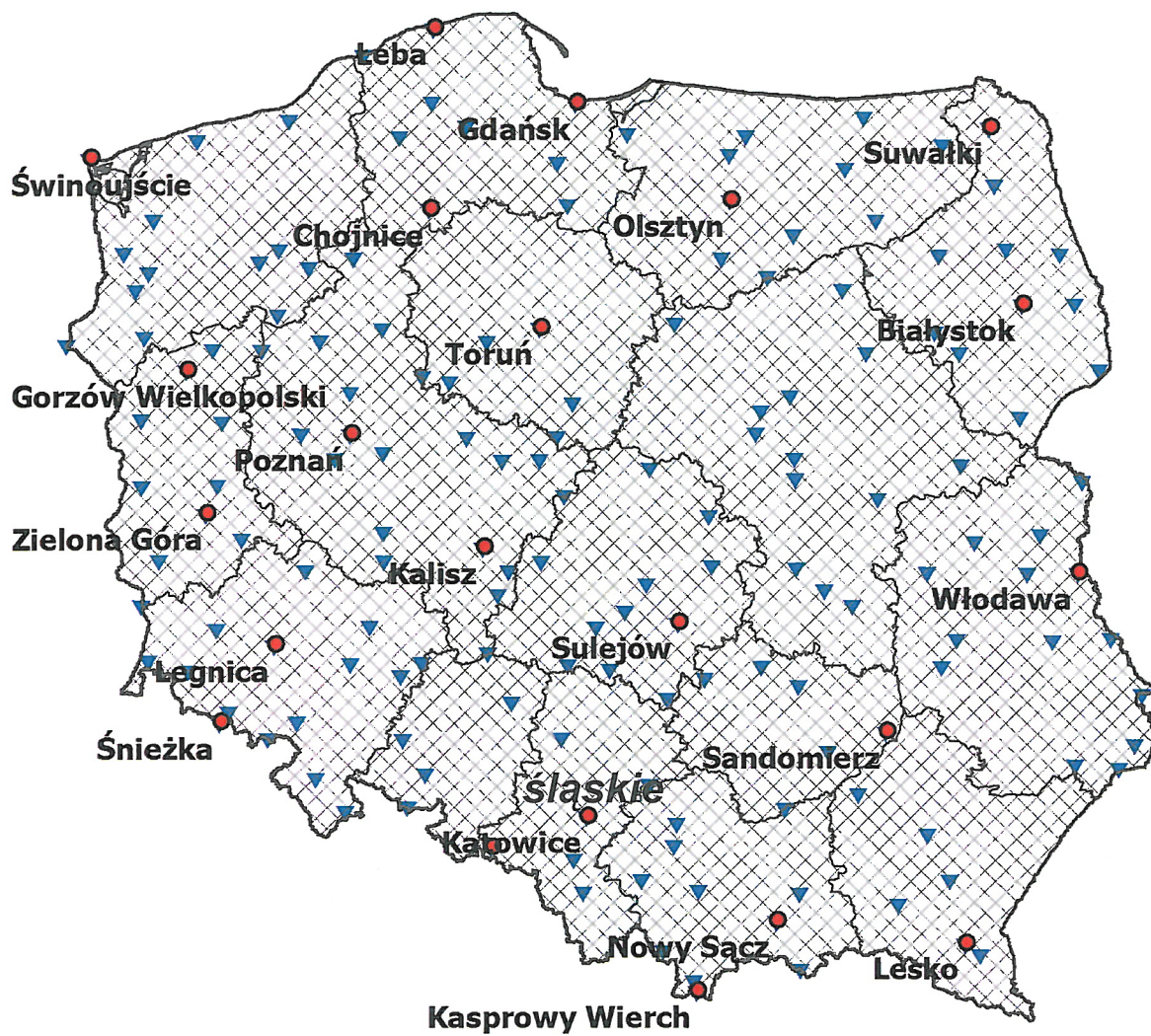
Wniesiony wraz z opadami w 2017 roku ładunek siarczanów, w porównaniu do średniego z lat 1999-2016, obniżył się o 14,8%, azotu ogólnego o 14,7%, sodu o 1,1%, cynku o 12,1%, miedzi o 14,2%, ołowiu o 45,7%, kadmu o 41,5%, niklu o 31,7% i chromu ogólnego o 53,1% oraz wolnych jonów wodorowych obniżył się o 58,7%, natomiast wzrósł ładunek chlorków o 4,0%, azotu azotynowego i azotanowego o 2,6%, azotu amonowego o 15,3%, fosforu ogólnego o 45,9%, potasu o 29,1%, wapnia o 7,8%, magnezu o 15,0%.

Przedstawione wyniki badań monitoringowych pokazują, że zanieczyszczenia transportowane w atmosferze i wprowadzane wraz z mokrym opadem atmosferycznym na teren województwa śląskiego stanowią znaczące źródło zanieczyszczeń obszarowych oddziałujących na środowisko naturalne tego obszaru.

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.



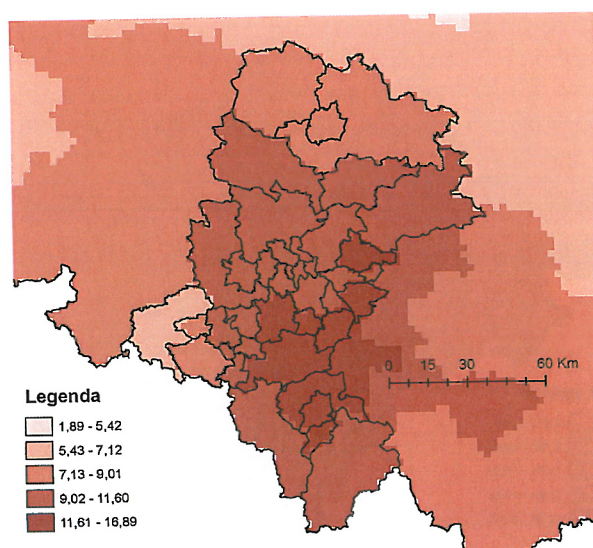
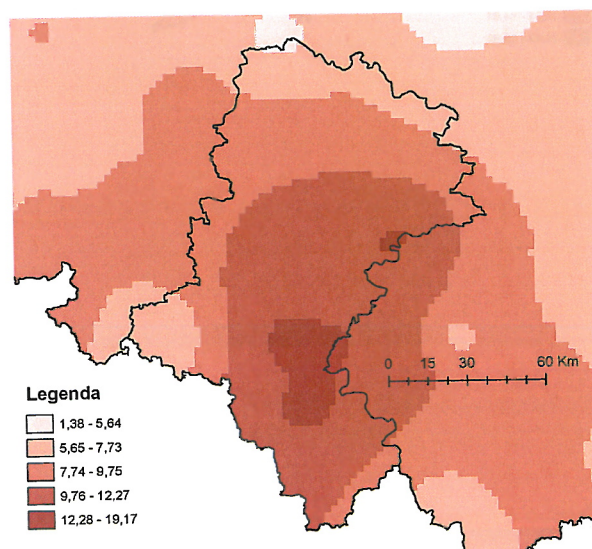
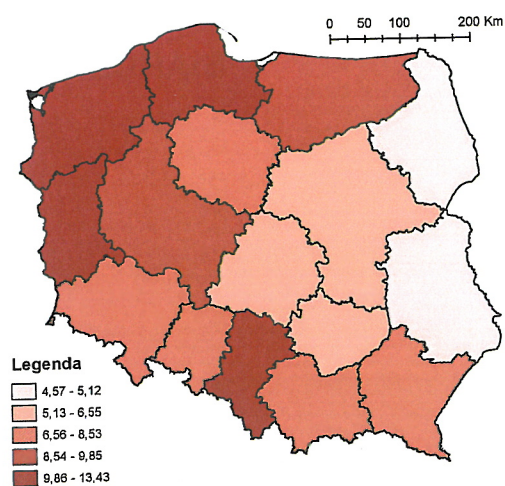
- stacje pomiaru chemizmu
- ▼ stacje opadowe

Rys. 1. Sieć stacji pomiarowo-kontrolnych ogólnopolskiego monitoringu chemizmu opadów atmosferycznych i oceny depozycji zanieczyszczeń do podłoża w 2017 r.



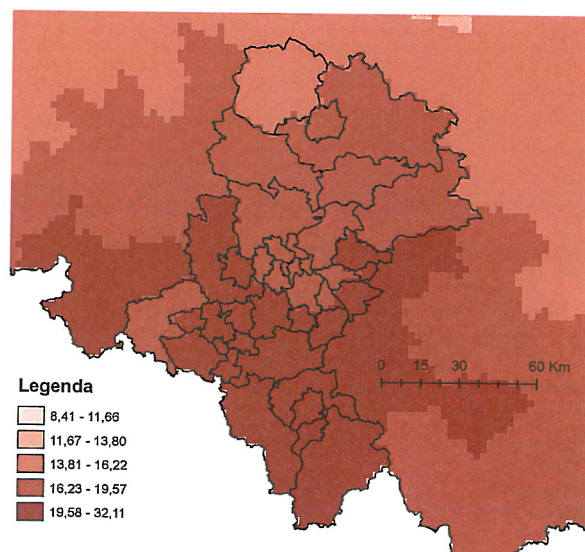
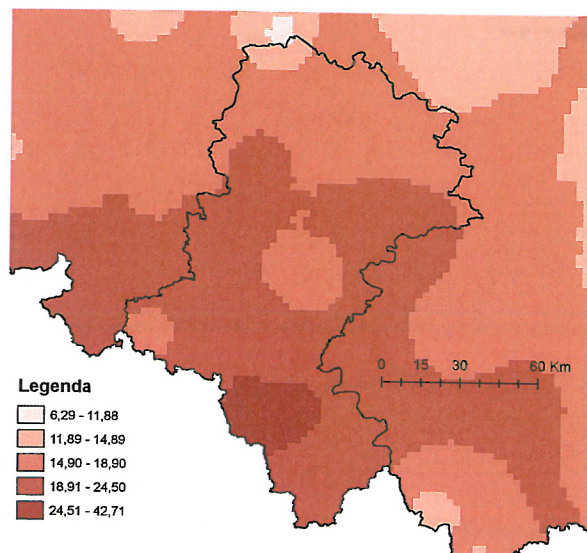
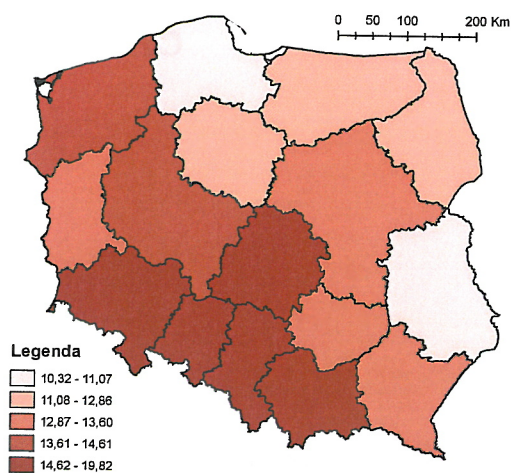
Rys. 2. Obszar województwa śląskiego z lokalizacją poszczególnych powiatów.

CHLORKI

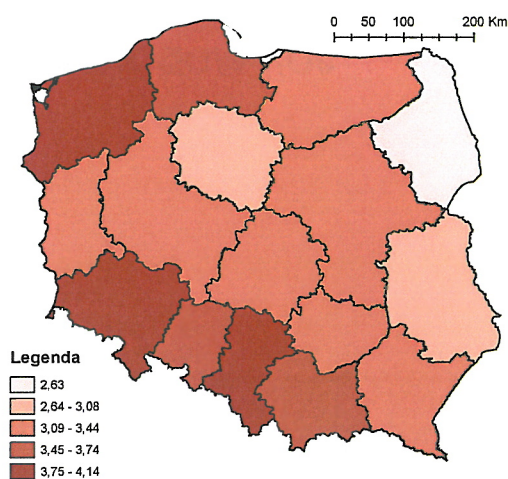


Rys. 3. Roczne ładunki jednostkowe **chlorków** [kg/ha Cl] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

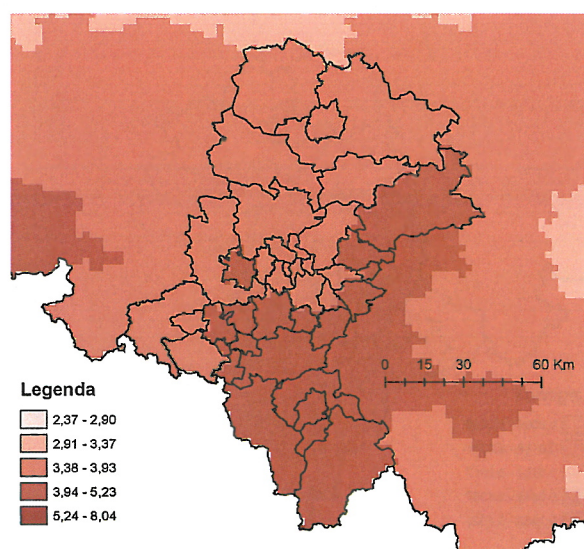
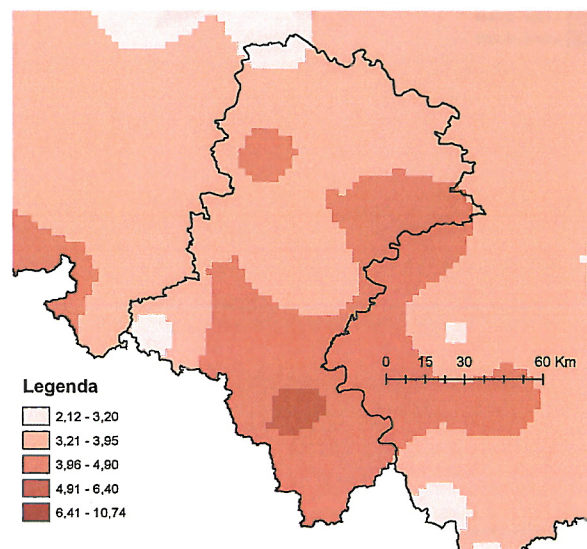
SIARCZANY



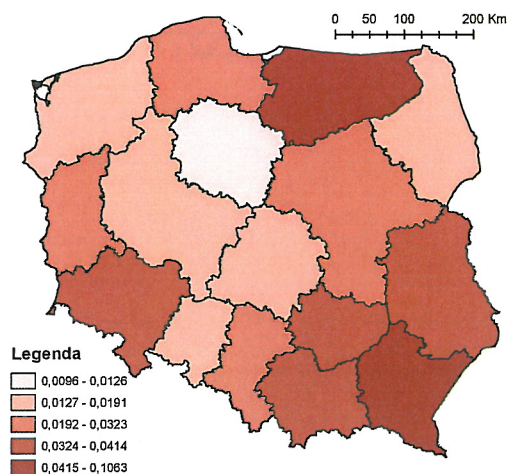
Rys. 4. Roczne ładunki jednostkowe **siarczanów** [kg/ha SO₄] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów



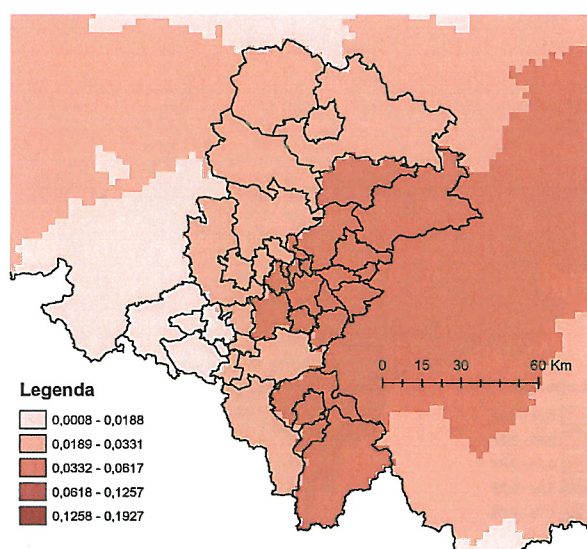
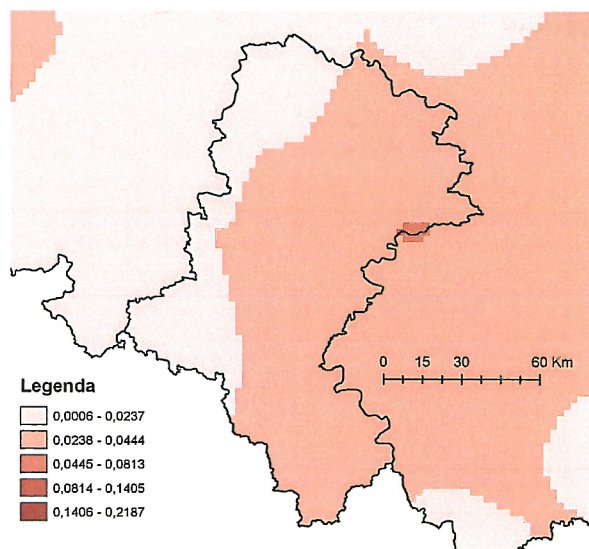
AZOT (AZOTYNOWY I AZOTANOWY)



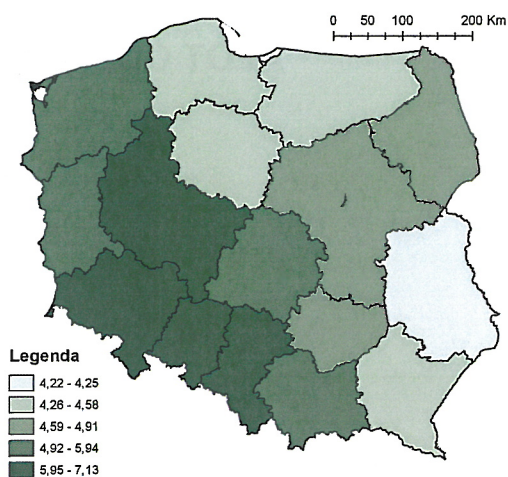
Rys. 5. Roczne ładunki jednostkowe **azotu (azotynowego i azotanowego)** [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów



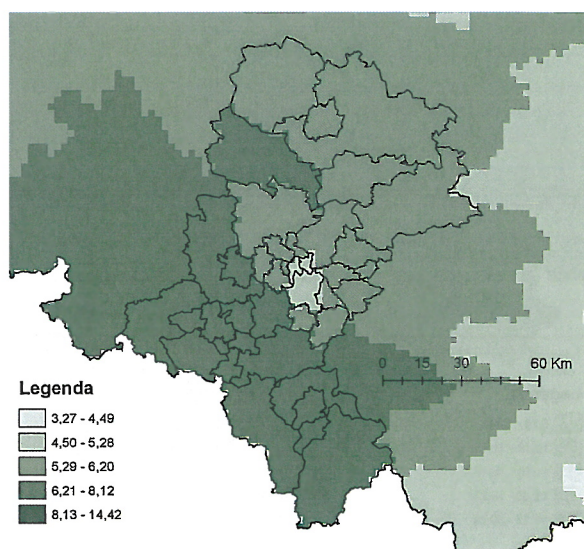
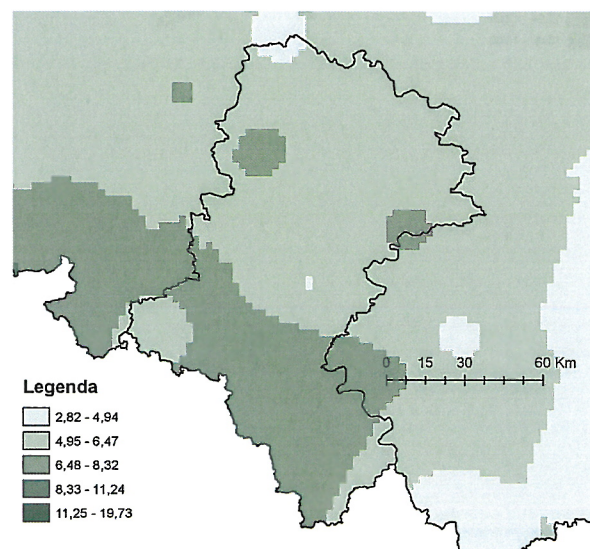
JON WODOROWY



Rys. 6. Roczne ładunki jednostkowe **jonu wodorowego** [kg/ha H⁺] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

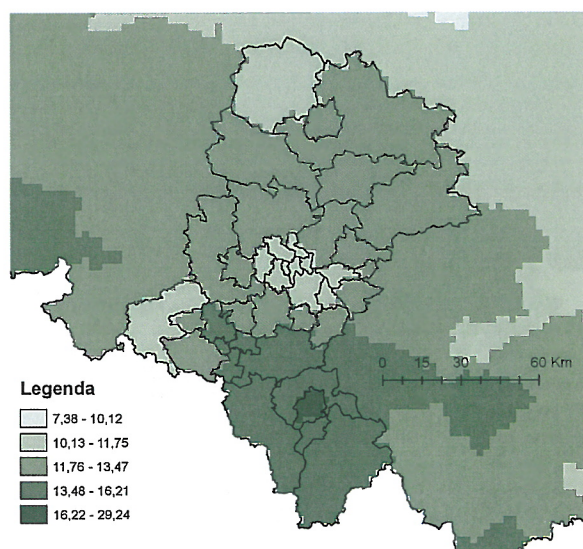
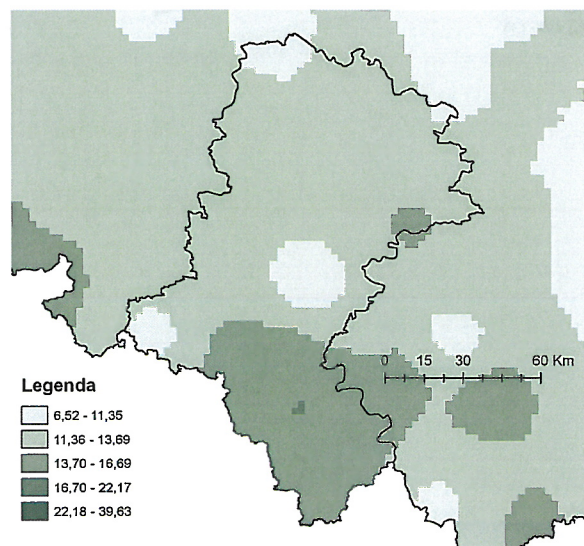
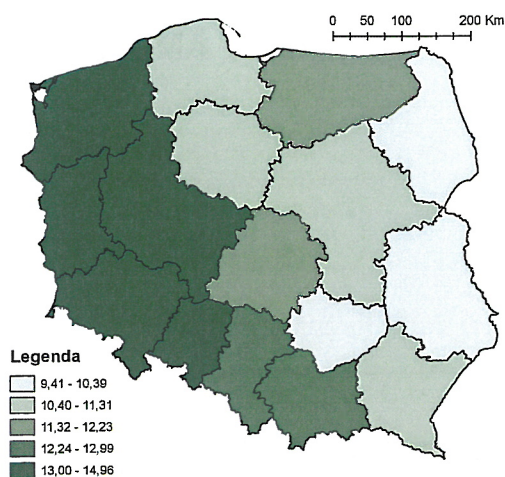


AZOT AMONOWY

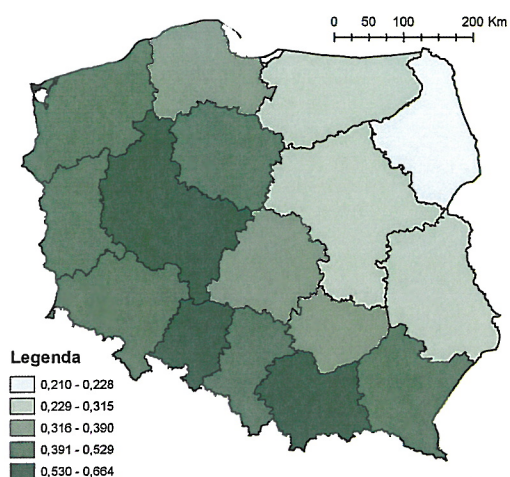


Rys. 7. Roczne ładunki jednostkowe **azotu amonowego** [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

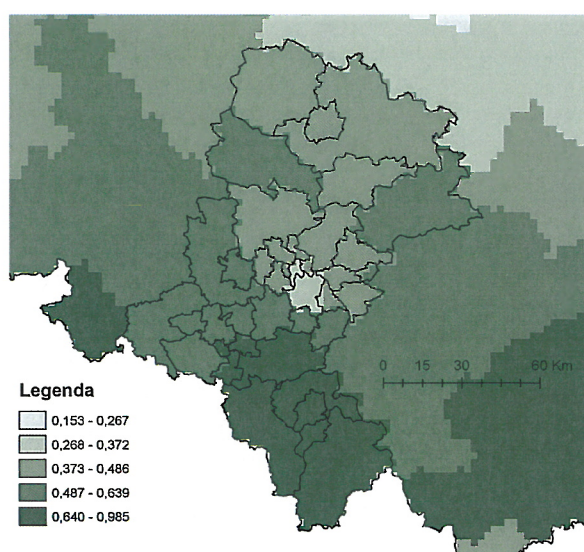
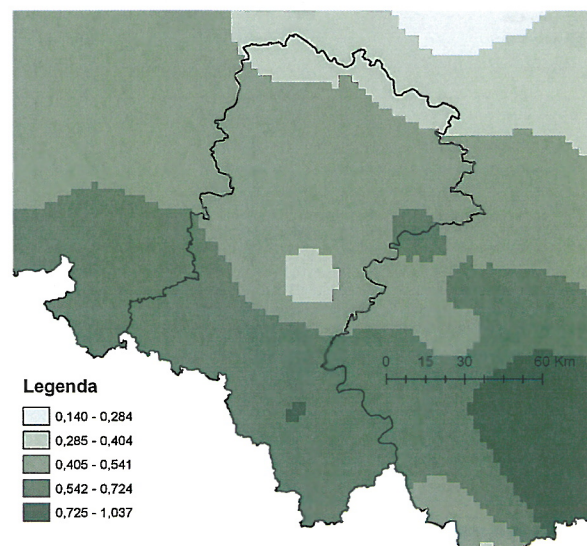
AZOT OGÓLNY



Rys. 8. Roczne ładunki jednostkowe **azotu ogólnego** [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

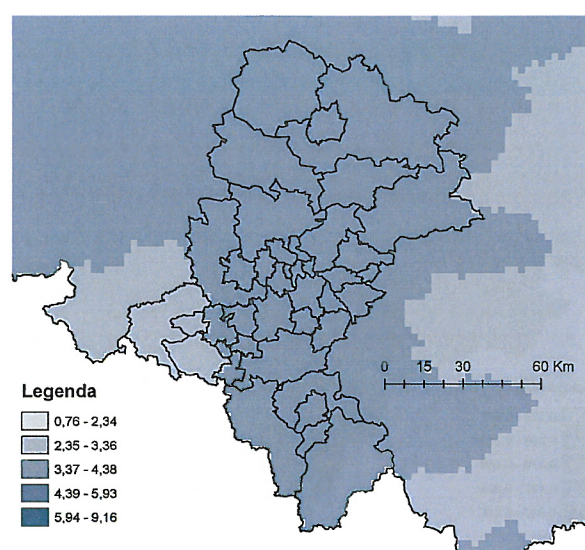
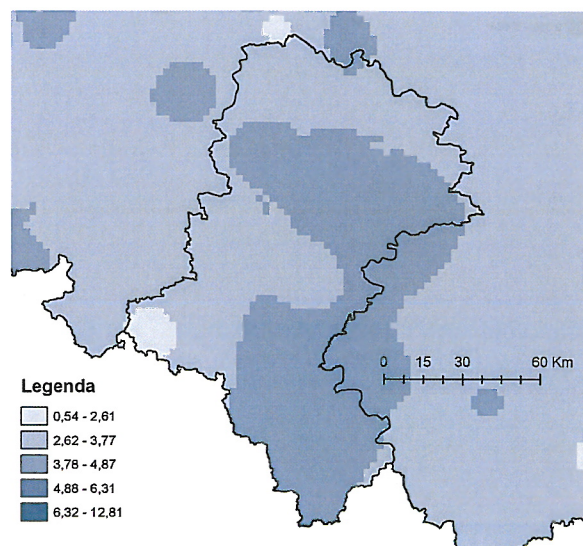
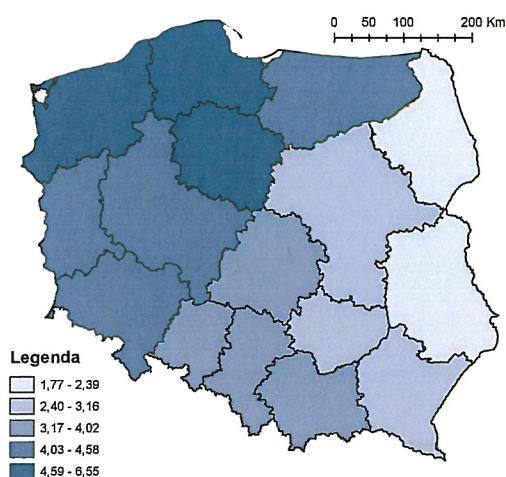


FOSFOR OGÓLNY



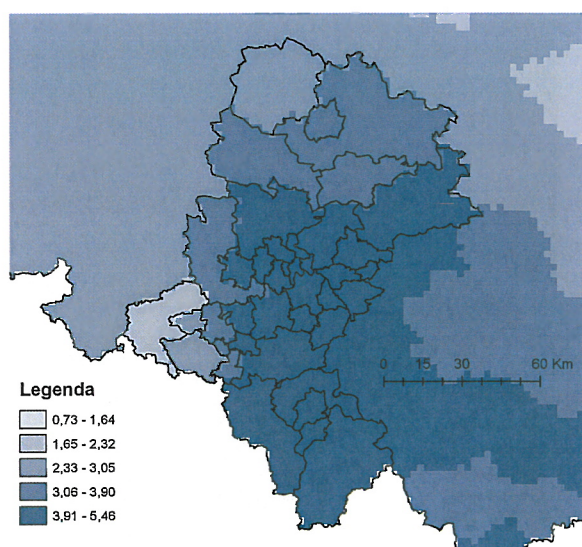
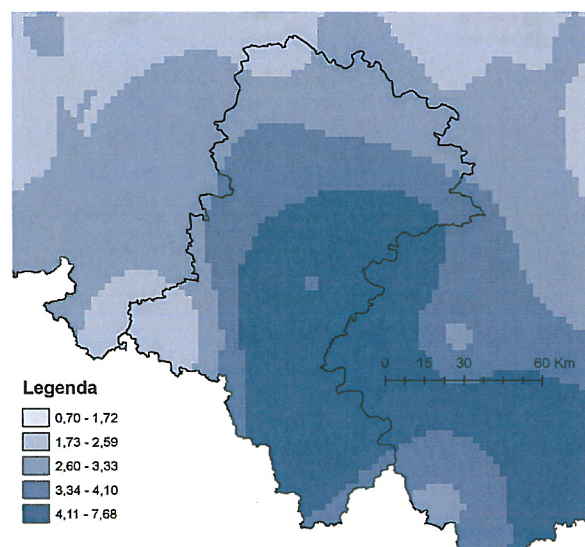
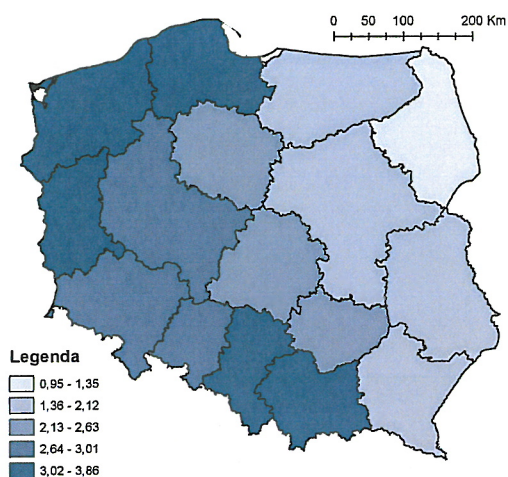
Rys. 9. Roczne ładunki jednostkowe **fosforu ogólnego** [kg/ha P] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

SÓD

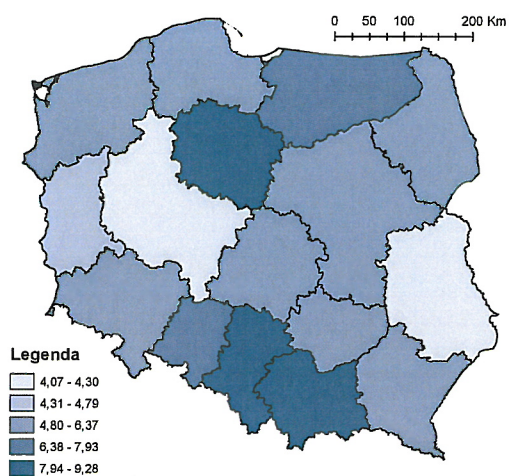


Rys. 10. Roczne ładunki jednostkowe **sodu** [kg/ha Na] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

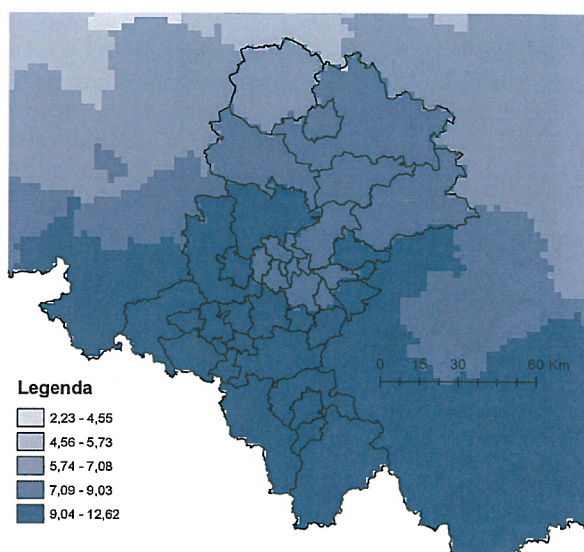
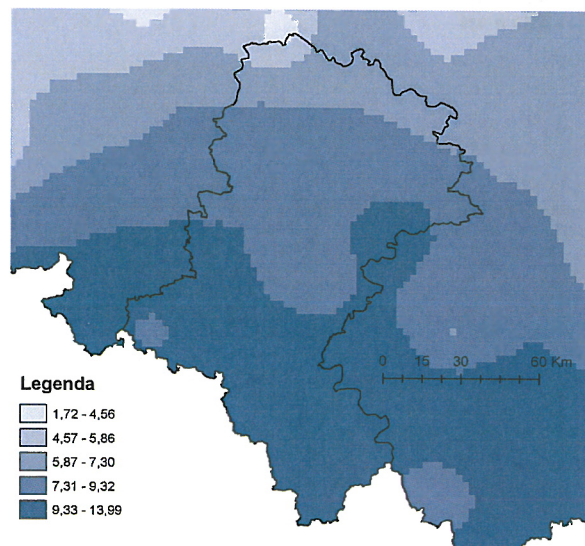
POTAS



Rys. 11. Roczne ładunki jednostkowe **potasu** [kg/ha K] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

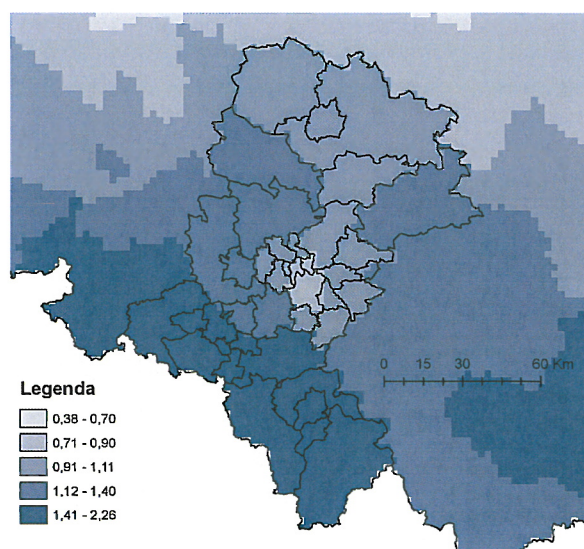
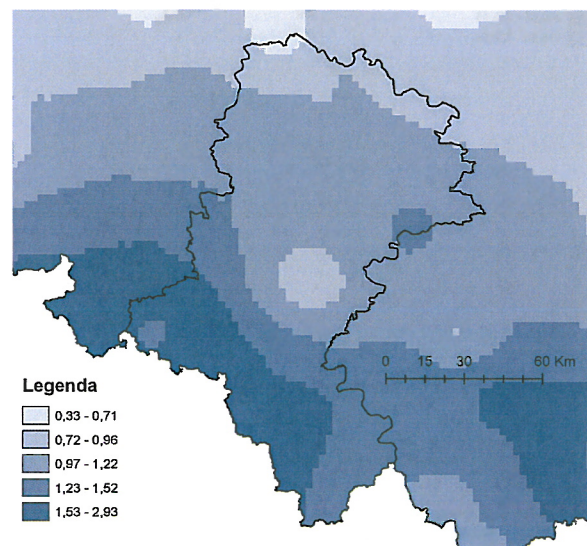
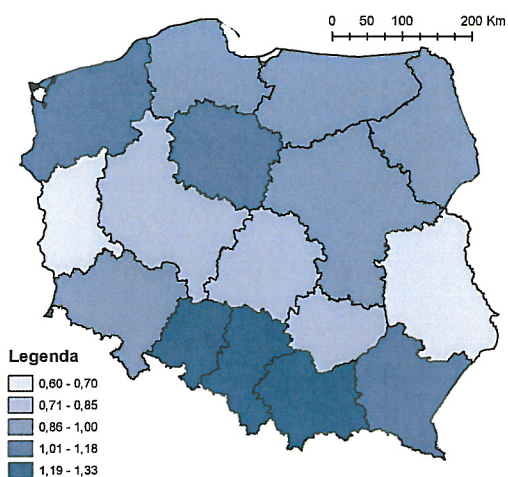


WAPŃ



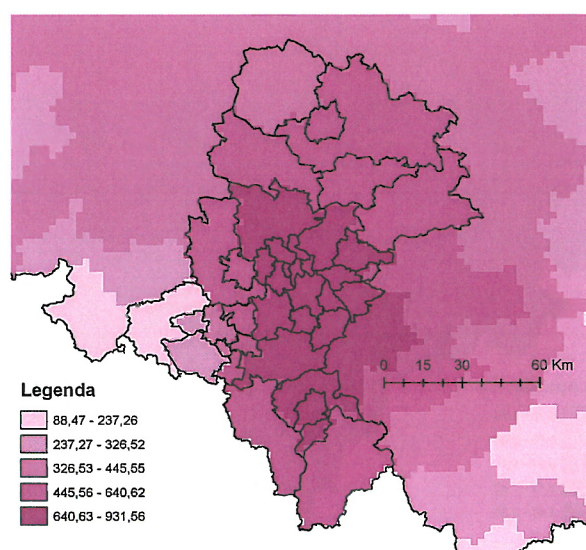
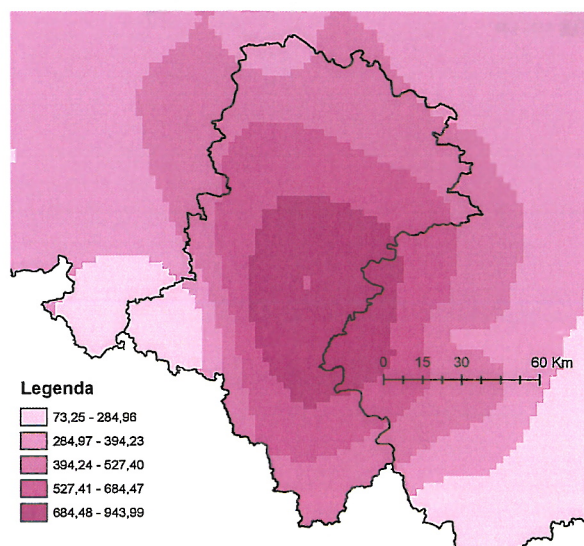
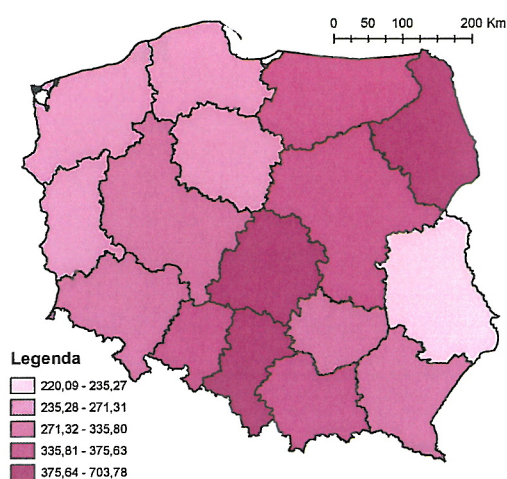
Rys. 12. Roczne ładunki jednostkowe **wapnia** [kg/ha Ca] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

MAGNEZ



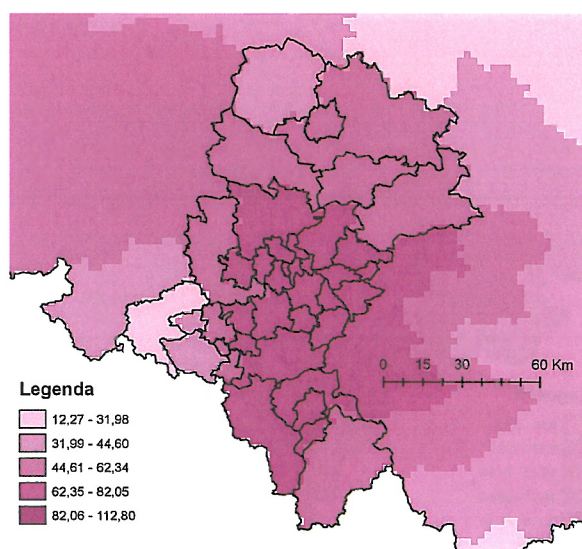
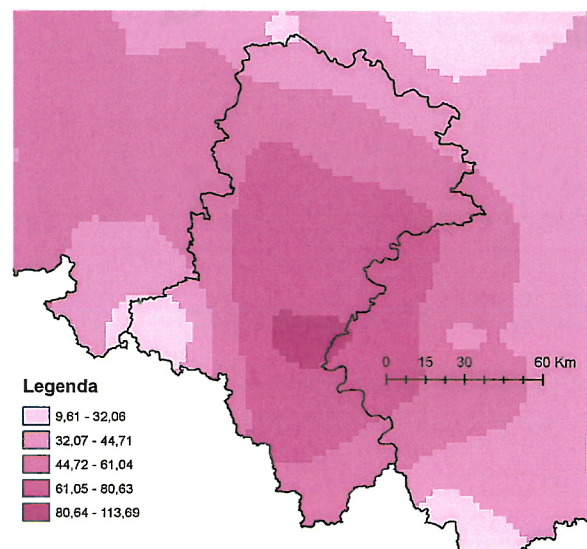
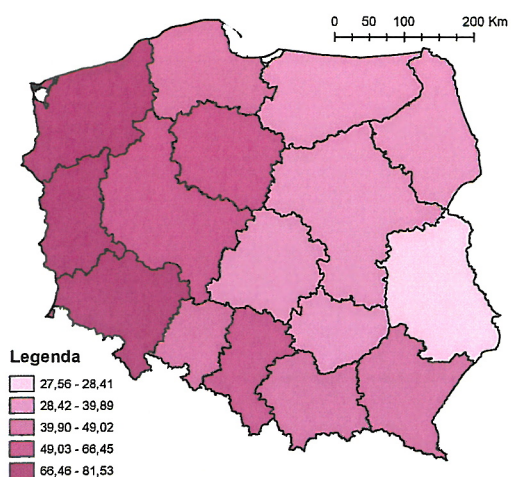
Rys. 13. Roczne ładunki jednostkowe **magnezu** [kg/ha Mg] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

CYNK



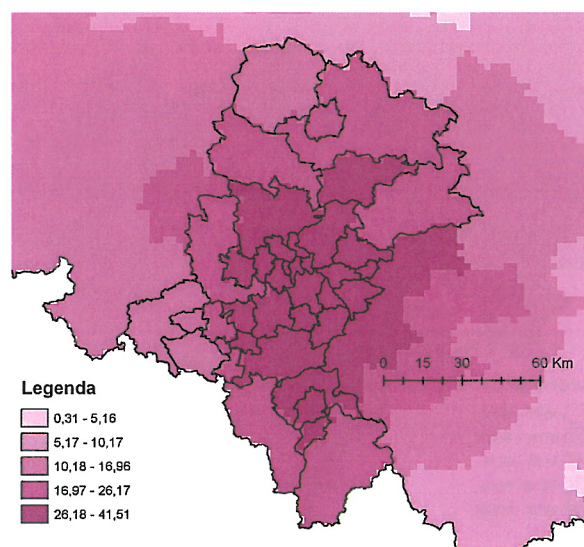
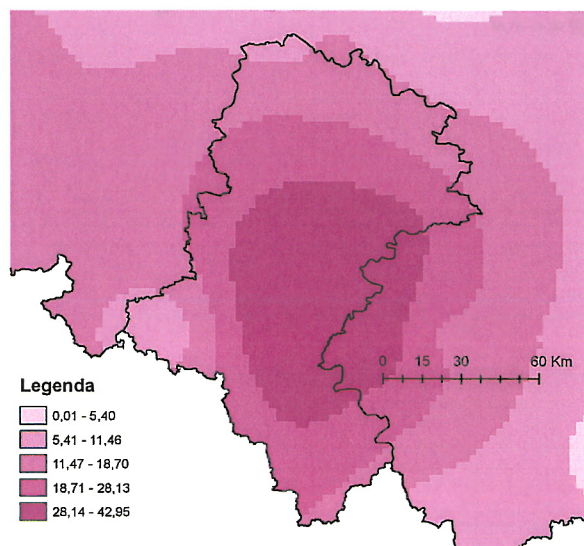
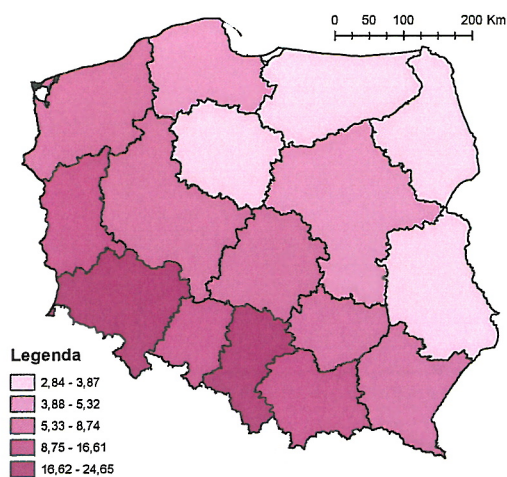
Rys. 14. Roczne ładunki jednostkowe **cynku** [g/ha Zn] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

MIEDŹ

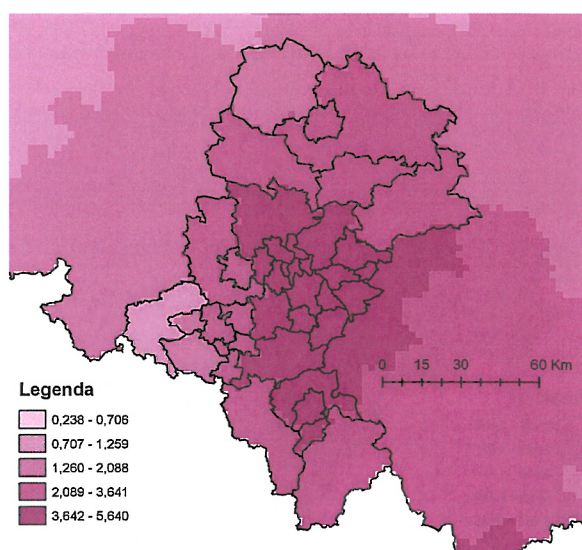
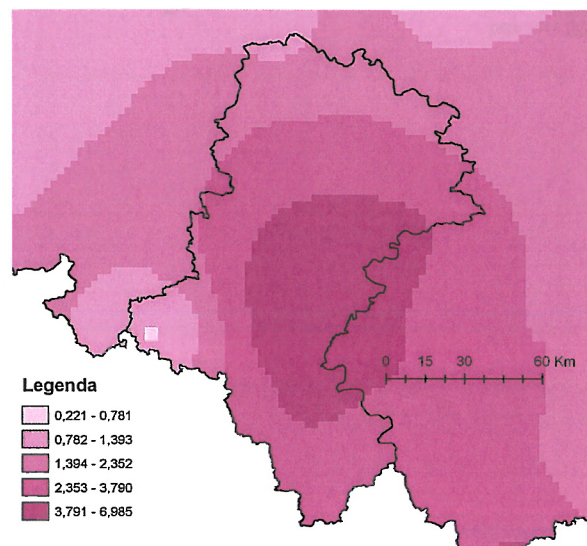
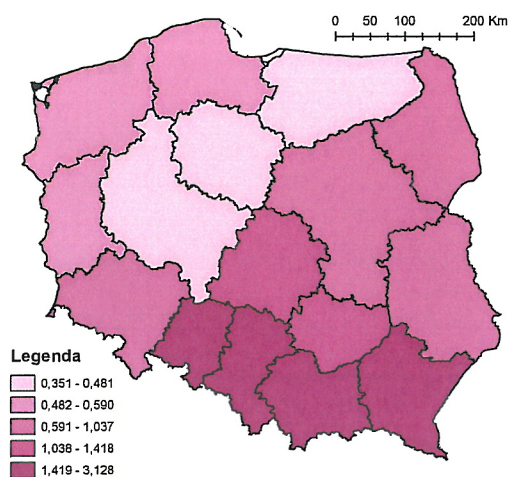


Rys. 15. Roczne ładunki jednostkowe **miedzi** [g/ha Cu] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

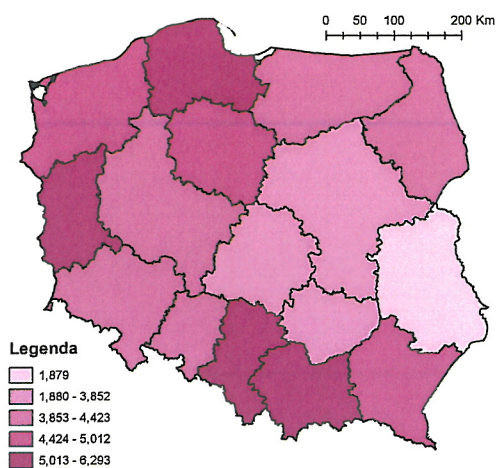
OŁÓW



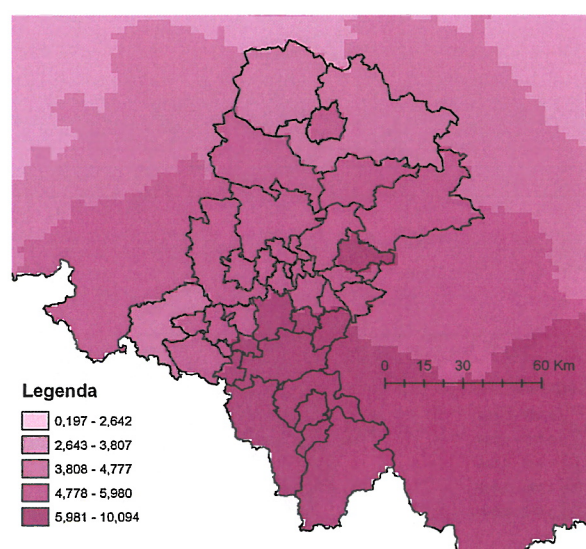
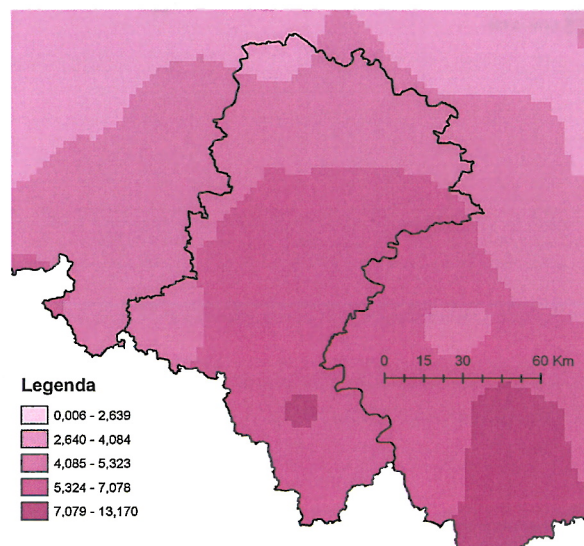
Rys. 16. Roczne ładunki jednostkowe **ołowiu** [g/ha Pb] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów



Rys. 17. Roczne ładunki jednostkowe **kadmu** [g/ha Cd] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

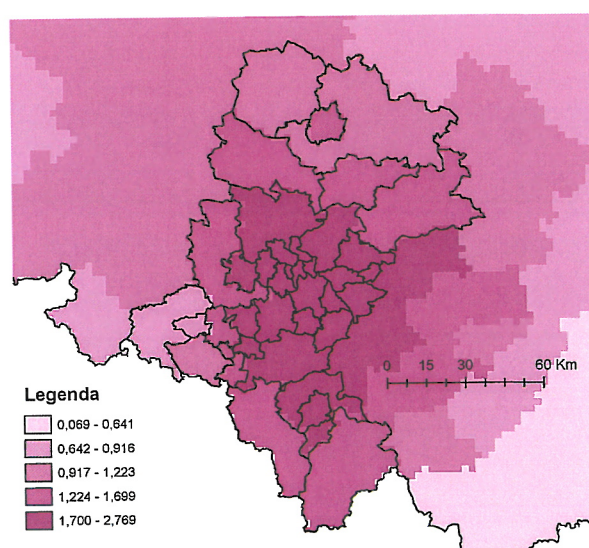
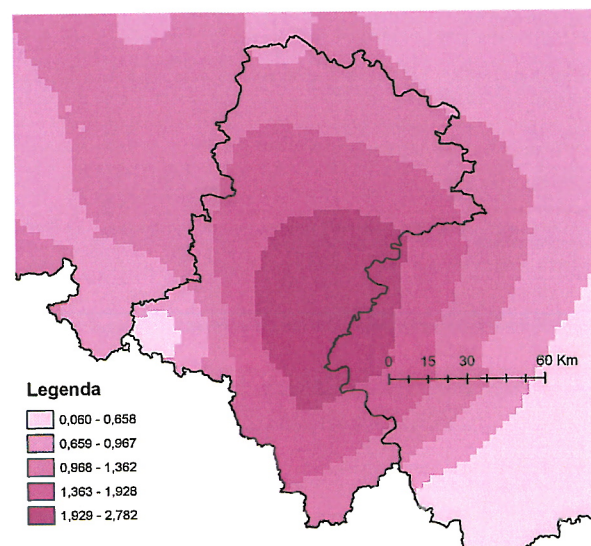
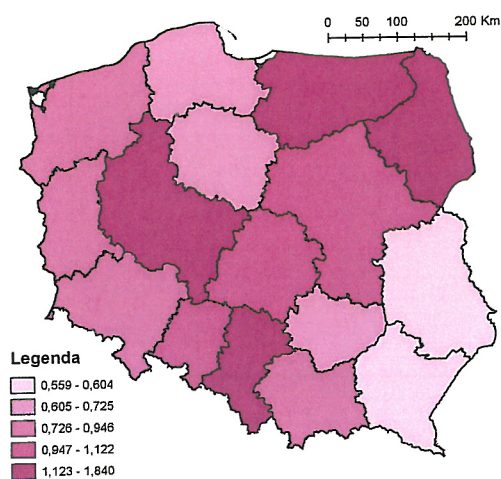


NIKIEL

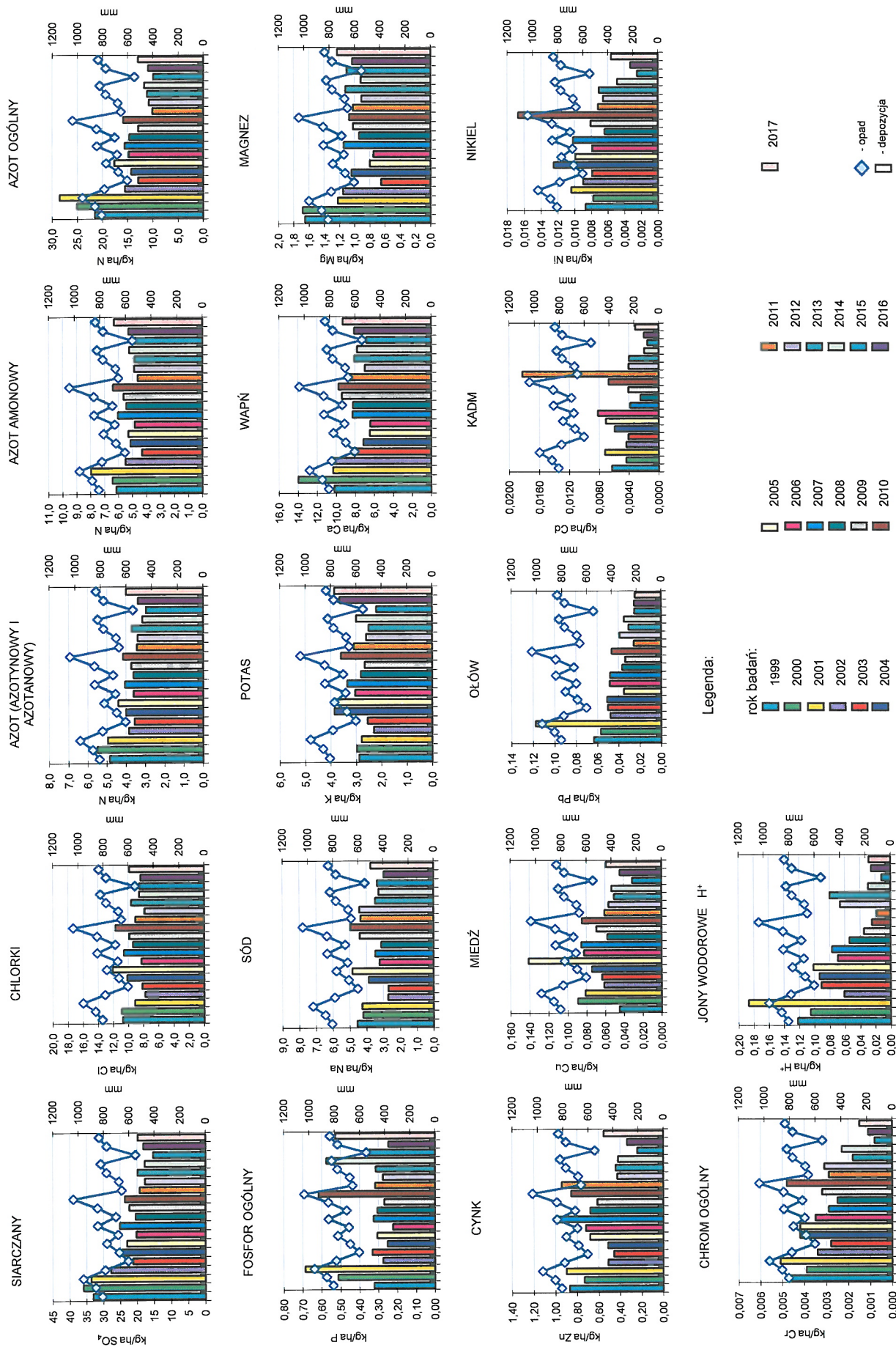


Rys. 18. Roczne ładunki jednostkowe **niklu** [g/ha Ni] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

CHROM



Rys. 19. Roczne ładunki jednostkowe **chromu** [g/ha Cr] wniesione przez opady atmosferyczne w 2017 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów



Rys. 20. Depozycja substancji wprowadzanych z opadem atmosferycznym (wet-only) na obszar województwa śląskiego w poszczególnych latach 1999-2017 (wielkości ładunków w $\text{kg/ha} \cdot \text{rok}$) oraz średnioroczne sumy opadów (mm).

Tabela 1. Skład fizykochemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych (wet-only) w 2017 roku ze stacji monitoringowej w Katowicach oraz miesięczne sumy opadów

Lp.	Wskaźnik	Jednostka	Miesiąc											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	pH	-	4,75	4,68	7,22	6,65	6,06	6,58	6,81	7,06	5,74	5,63	4,61	4,87
2	Przewodność	µS/cm	53,4	37,8	30,2	31,4	42,1	16,70	23,6	19,1	14,7	12,3	24,4	35,0
3	Chlorki	mg/l Cl	6,06	3,02	1,31	1,92	3,17	0,58	1,07	0,45	1,29	0,51	1,22	2,96
4	Siarczany	mg/l SO ₄	3,29	2,59	2,94	3,58	4,38	1,56	2,19	2,33	1,60	1,38	1,48	3,55
5	Azot (azotyny+azotanowy)	mg/l N	0,76	0,66	0,63	0,66	0,92	0,43	0,54	0,43	0,25	0,26	0,39	0,72
6	Azot amonowy	mg/l N	0,91	0,63	1,05	1,02	1,09	0,72	0,98	0,68	0,45	0,46	0,30	0,88
7	Sód	mg/l Na	3,05	1,20	0,53	1,11	0,63	0,21	0,30	0,19	0,00	0,22	0,30	1,21
8	Potas	mg/l K	0,33	0,16	0,46	0,40	3,02	0,15	0,88	0,24	0,73	0,21	0,24	0,62
9	Wapń	mg/l Ca	2,17	0,92	1,44	2,31	2,01	1,01	1,29	1,30	0,44	0,55	0,47	1,15
10	Magnez	mg/l Mg	0,32	0,10	0,19	0,18	0,22	0,09	0,12	0,12	0,05	0,07	0,07	0,23
11	Cynk	mg/l Zn	0,102	0,172	0,037	0,111	0,140	0,091	0,316	0,263	0,026	0,053	0,028	0,078
12	Miedź	mg/l Cu	0,0126	0,0159	0,0053	0,0069	0,0121	0,0055	0,0254	0,0240	0,0068	0,0050	0,0038	0,0091
13	Ołów	mg/l Pb	0,0168	0,0122	0,0099	0,0053	0,0116	0,0044	0,0051	0,0040	0,0030	0,0020	0,0035	0,0053
14	Kadm	mg/l Cd	0,00213	0,00251	0,00115	0,00080	0,00139	0,00039	0,00026	0,00028	0,00041	0,00018	0,00015	0,00082
15	Nikiel	mg/l Ni	0,0035	0,0007	0,0048	0,0013	0,0007	0,0000	0,0000	0,0003	0,0002	0,0003	0,0003	0,0000
16	Chrom og.	mg/l Cr	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0005	0,0002	0,0001	0,0009	0,0003	0,0003*	0,0003*	0,0004
17	Azot ogólny	mg/l N	1,80	1,96	1,81	1,92	2,18	1,38	1,83	1,35	0,81	1,18	0,81	1,76
18	Fosfor ogólny	mg/l P	0,021	0,014	0,059	0,08	0,326	0,009	0,048	0,036	0,014	0,000	0,041	0,107
19	Jon wodorowy	mg/l H ⁺	0,0178	0,0209	0,0001	0,0002	0,0009	0,0003	0,0002	0,0001	0,0018	0,0023	0,0246	0,0135
20	Miesięczna suma opadów	mm	14,6	29,7	53,0	91,1	24,4	29,3	39,7	47,0	163,9	66,7	62,3	24,2

* - wartość szacunkowa

Tabela 2. Skład fizykochemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych (wet-only) w 2017 roku ze stacji monitoringowej w Raciborzu oraz miesięczne sumy opadów

Lp.	Wskaźnik	Jednostka	Miesiąc											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	pH	-	5,47	6,06	7,44	6,52	5,96	6,97	7,20	7,01	6,38	7,00	5,66	6,67
2	Przewodność	µS/cm	36,2	31,4	35,1	18,9	33,6	36,90	24,8	26,0	24,7	24,4	24,9	42,8
3	Chlorki	mg/l Cl	3,09	1,30	1,40	0,87	0,99	1,37	0,53	0,52	1,48	0,87	0,95	2,33
4	Siarczany	mg/l SO ₄	4,64	3,26	3,60	2,39	5,57	3,61	1,86	2,91	3,36	2,68	2,78	6,24
5	Azot (azotynowy+azotanowy)	mg/l N	0,66	0,69	0,58	0,65	0,88	0,75	0,62	0,54	0,46	0,08	0,54	0,70
6	Azot amonowy	mg/l N	1,23	1,02	1,08	0,97	1,72	1,38	1,35	1,09	0,65	0,80	0,79	0,65
7	Sód	mg/l Na	1,29	0,44	0,45	0,66	0,18	0,77	0,32	0,28	0,13	0,55	0,43	0,94
8	Potas	mg/l K	0,27	0,18	0,25	0,36	0,45	0,36	0,48	0,39	0,16	0,44	0,26	0,33
9	Wapń	mg/l Ca	2,09	2,19	2,50	0,83	1,57	1,79	1,36	1,75	1,66	1,62	1,10	3,72
10	Magnez	mg/l Mg	0,30	0,25	0,48	0,11	0,25	0,52	0,18	0,29	0,26	0,25	0,16	0,64
11	Cynk	mg/l Zn	0,040	0,039	0,044	0,032	0,048	0,018	0,011	0,016	0,010	0,017	0,019	0,034
12	Miedź	mg/l Cu	0,0128	0,0073	0,0121	0,0043	0,0082	0,0058	0,0017	0,0036	0,0031	0,0009	0,0039	0,0062
13	Ołów	mg/l Pb	0,0024	0,0022	0,0017	0,0015	0,0049	0,0020	0,0005	0,0016	0,0005	0,0019	0,0005	0,0010
14	Kadm	mg/l Cd	0,00000	0,00016	0,00005	0,00019	0,00052	0,00016	0,00006	0,00009	0,00007	0,00010	0,00008	0,00066
15	Nikiel	mg/l Ni	0,0030	0,0005	0,0036	0,0014	0,0012	0,0000	0,0004	0,0006	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000
16	Chrom og.	mg/l Cr	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0005	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001*	0,0001*	0,0007
17	Azot ogólny	mg/l N	2,09	2,78	1,95	1,83	2,98	2,28	2,41	2,28	1,22	1,40	1,41	1,43
18	Fosfor ogólny	mg/l P	0,019	0,014	0,014	0,094	0,198	0,234	0,130	0,128	0,043	0,148	0,027	0,026
19	Jon wodorowy	mg/l H ⁺	0,0034	0,0009	0,0000	0,0003	0,0011	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0022	0,0002
20	Miesięczna suma opadów	mm	11,1	35,3	42,6	68,1	35,9	41,4	69,4	44,4	106,9	74,6	40,1	9,4

* - wartość szacunkowa

Tabela 3. Minimum, maksimum i średnie ważone wartości pH w opadach na stacjach monitoringowych ze wszystkich (sumarycznie) sektorów napływu mas powietrza w 2017 roku

lp.	stacje	ilość pomiarów	min pH	sektor napływu mas pow.	h [mm]	data	max pH	sektor napływu mas pow.	h [mm]	data	śr. pH (ważone)
1	Świnoujście	134	4,35	S	4,6	03.02.	7,03	W	2,5	12.08.	5,55
2	Łeba	128	4,23	N	3,4	30.11.	6,61	W	1,4	30.03.	5,17
3	Gdańsk	109	4,70	Z	4,3	13.01.	6,97	W	1,0	30.03.	5,45
4	Suwałki	132	5,62	S	1,6	13.01.	7,18	Z	1,6	31.08.	6,42
5	Chojnice	120	4,71	W	1,9	30.11.	7,19	W	1,0	22.12.	5,39
6	Olsztyn	132	4,44	N	1,3	24.01.	6,98	W	1,9	29.03.	5,53
7	Gorzów Wlkp.	120	4,27	S	2,8	03.02.	6,91	S	2,1	10.08.	5,45
8	Toruń	123	4,89	W	1,3	01.12.	7,08	S	1,1	20.10.	5,73
9	Białystok	138	4,30	W	2,5	02.02.	6,97	W	1,0	31.05.	5,44
10	Zielona Góra	126	4,12	S	1,8	04.02.	6,92	E	1,3	25.09.	5,28
11	Poznań	109	4,95	W	7,2	02.08.	7,15	W	6,8	07.10.	5,74
12	Kalisz	99	4,31	W	1,7	16.02.	6,82	S	1,8	10.09.	5,29
13	Sulejów	112	4,21	W	2,2	17.02.	6,94	W	1,2	14.09.	5,15
14	Włodawa	107	4,47	Z	2,0	13.01.	6,94	W	2,7	29.03.	5,32
15	Legnica	114	4,00	N	2,8	30.11.	6,75	N	1,2	17.06.	5,08
16	Śnieżka	198	4,17	S	1,4	30.01.	4,72	N	9,0	07.04.	4,47
17	Racibórz	99	4,40	E	4,9	12.05.	7,59	S	1,4	06.06.	5,76
18	Katowice	114	3,93	N	6,2	18.04.	7,03	S	1,0	03.08.	4,83
19	Nowy Sącz	116	4,08	W	1,1	03.11.	6,99	S	4,2	10.07.	5,30
20	Sandomierz	99	4,16	W	1,9	13.01.	6,95	S	1,1	29.06.	4,96
21	Kasprowy Wierch	178	4,24	N	1,9	17.12.	6,77	S	1,9	02.05.	5,09
22	Lesko	126	4,23	S	2,5	23.03.	6,97	W	1,2	06.10.	5,10

Tabela 4. Częstość występowania [w %] wartości pH w podziale na sześć klas wielkości w **dobowych** opadach atmosferycznych ze stacji monitoringowych w Raciborzu i Katowicach w 2017 roku w czasie napływu mas powietrza z poszczególnych sektorów

RACIBÓRZ

klasa wielkości	sektor napływu mas powietrza		N 331° - 060°	E 061° - 150°	S 151° - 240°	W 241° - 330°	Z zmienny	łącznie (N, E, S, W, Z)
	I	podwyższony pH > 6,5						
II	lekko podwyższony	6,1 - 6,5	23,1%	16,7%	12,5%	30,4%	25,0%	25,3%
III	normalny	5,1 - 6,0	30,8%	50,0%	18,8%	17,9%	25,0%	22,2%
IV	lekko obniżony	4,6 - 5,0	7,7%	0,0%	6,3%	1,8%	0,0%	3,0%
V	obniżony	4,1 - 4,5	0,0%	16,7%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%
VI	silnie obniżony	pH < 4,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ilość pomiarów			13	6	16	56	8	99

KATOWICE

klasa wielkości	sektor napływu mas powietrza		N 331° - 060°	E 061° - 150°	S 151° - 240°	W 241° - 330°	Z zmienny	łącznie (N, E, S, W, Z)
	I	podwyższony pH > 6,5						
II	lekko podwyższony	6,1 - 6,5	18,8%	20,0%	25,0%	27,5%	0,0%	23,7%
III	normalny	5,1 - 6,0	12,5%	20,0%	25,0%	33,3%	28,6%	28,1%
IV	lekko obniżony	4,6 - 5,0	31,3%	40,0%	16,7%	29,0%	57,1%	30,7%
V	obniżony	4,1 - 4,5	25,0%	10,0%	25,0%	2,9%	14,3%	9,6%
VI	silnie obniżony	pH < 4,1	6,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%
ilość pomiarów			16	10	12	69	7	114

Tabela 5. Miesięczne wielkości ładunków substancji wnoszonych z opadami atmosferycznymi w 2017 roku ze stacji monitoringowej w Katowicach

Lp.	Wskaźnik	Jednostka	Miesiąc											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Chlorki	kg/ha Cl	0,88	0,90	0,69	1,75	0,77	0,17	0,42	0,21	2,11	0,34	0,76	0,72
2	Siarczany	kg/ha SO ₄	0,48	0,77	1,56	3,26	1,07	0,46	0,87	1,10	2,62	0,92	0,92	0,86
3	Azot (azotynowy+azotanowy)	kg/ha N	0,11	0,20	0,33	0,60	0,22	0,13	0,21	0,20	0,41	0,17	0,24	0,17
4	Azot amonowy	kg/ha N	0,13	0,19	0,56	0,93	0,27	0,21	0,39	0,32	0,74	0,31	0,19	0,21
5	Sód	kg/ha Na	0,45	0,36	0,28	1,01	0,15	0,06	0,12	0,09	0,00	0,15	0,19	0,29
6	Potas	kg/ha K	0,05	0,05	0,24	0,36	0,74	0,04	0,35	0,11	1,20	0,14	0,15	0,15
7	Wapń	kg/ha Ca	0,32	0,27	0,76	2,10	0,49	0,30	0,51	0,61	0,72	0,37	0,29	0,28
8	Magnez	kg/ha Mg	0,05	0,03	0,10	0,16	0,05	0,03	0,05	0,06	0,08	0,05	0,04	0,06
9	Cynk	kg/ha Zn	0,015	0,051	0,020	0,101	0,034	0,027	0,125	0,124	0,043	0,035	0,017	0,019
10	Miedź	kg/ha Cu	0,0018	0,0047	0,0028	0,0063	0,0030	0,0016	0,0101	0,0113	0,0111	0,0033	0,0024	0,0022
11	Ołów	kg/ha Pb	0,0025	0,0036	0,0052	0,0048	0,0028	0,0013	0,0020	0,0019	0,0049	0,0013	0,0022	0,0013
12	Kadm	kg/ha Cd	0,00031	0,00075	0,00061	0,00073	0,00034	0,00011	0,00010	0,00013	0,00067	0,00012	0,00009	0,00020
13	Nikiel	kg/ha Ni	0,0005	0,0002	0,0025	0,0012	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001	0,0003	0,0002	0,0002	0,0000
14	Chrom og.	kg/ha Cr	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000*	0,0000*	0,0000
15	Azot ogólny	kg/ha N	0,26	0,58	0,96	1,75	0,53	0,40	0,73	0,63	1,33	0,79	0,50	0,43
16	Fosfor ogólny	kg/ha P	0,003	0,004	0,031	0,072	0,080	0,003	0,019	0,017	0,023	0,000	0,026	0,026
17	Jon wodorowy	kg/ha H ⁺	0,0026	0,0062	0,0000	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0030	0,0016	0,0153	0,0033

* - wartość szacunkowa

Tabela 6. Miesięczne wielkości ładunków substancji wnoszonych z opadami atmosferycznymi w 2017 roku ze stacji monitoringowej w Raciborzu

Lp.	Wskaźnik	Jednostka	Miesiąc											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Chlorki	kg/ha Cl	0,34	0,46	0,60	0,59	0,36	0,57	0,37	0,23	1,58	0,65	0,38	0,22
2	Siarczany	kg/ha SO ₄	0,52	1,15	1,53	1,63	2,00	1,49	1,29	1,29	3,59	2,00	1,11	0,59
3	Azot (azotynowy+azotanowy)	kg/ha N	0,07	0,24	0,25	0,44	0,32	0,31	0,43	0,24	0,49	0,06	0,22	0,07
4	Azot amonowy	kg/ha N	0,14	0,36	0,46	0,66	0,62	0,57	0,94	0,48	0,69	0,60	0,32	0,06
5	Sód	kg/ha Na	0,14	0,16	0,19	0,45	0,06	0,32	0,22	0,12	0,14	0,41	0,17	0,09
6	Potas	kg/ha K	0,03	0,06	0,11	0,25	0,16	0,15	0,33	0,17	0,17	0,33	0,10	0,03
7	Wapń	kg/ha Ca	0,23	0,77	1,07	0,57	0,56	0,74	0,94	0,78	1,77	1,21	0,44	0,35
8	Magnez	kg/ha Mg	0,03	0,09	0,20	0,07	0,09	0,22	0,12	0,13	0,28	0,19	0,06	0,06
9	Cynk	kg/ha Zn	0,004	0,014	0,019	0,022	0,017	0,007	0,008	0,007	0,011	0,013	0,008	0,003
10	Miedź	kg/ha Cu	0,0014	0,0026	0,0052	0,0029	0,0029	0,0024	0,0012	0,0016	0,0033	0,0007	0,0016	0,0006
11	Ołów	kg/ha Pb	0,0003	0,0008	0,0007	0,0010	0,0018	0,0008	0,0003	0,0007	0,0005	0,0014	0,0002	0,0001
12	Kadm	kg/ha Cd	0,00000	0,00006	0,00002	0,00013	0,00019	0,00007	0,00004	0,00004	0,00007	0,00007	0,00003	0,00006
13	Nikiel	kg/ha Ni	0,0003	0,0002	0,0015	0,0010	0,0004	0,0000	0,0003	0,0003	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000
14	Chrom og.	kg/ha Cr	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000*	0,0000*	0,0000
15	Azot ogólny	kg/ha N	0,23	0,98	0,83	1,25	1,07	0,94	1,67	1,01	1,30	1,04	0,57	0,13
16	Fosfor ogólny	kg/ha P	0,002	0,005	0,006	0,064	0,071	0,097	0,090	0,057	0,046	0,110	0,011	0,002
17	Jon wodorowy	kg/ha H ⁺	0,0004	0,0003	0,0000	0,0002	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0001	0,0009	0,0000

* - wartość szacunkowa

Tabela 7. Obciążenie powierzchniowe poszczególnych powiatów województwa śląskiego substancjami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2017 r. [ładunki jednostkowe w kg/ha*rok i ładunki całkowite w tonach/rok].

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI					
				Siarczany [SO ₄]		Chlorki [Cl]		Azot (azotynowy+azotanowy) [N _{NO2+NO3}]	
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	bedziński	Bedzin	364,13	19,09	695	11,39	415	3,88	141
2	bielski	Bielsko-Biala	458,64	25,48	1169	12,73	584	5,01	230
3	cieszyński	Cieszyn	158,15	24,61	389	11,20	177	4,74	75
4	czestochowski	Częstochowa	730,29	16,96	1239	8,10	592	3,71	271
5	gliwicki	Gliwice	1522,05	20,16	3068	9,55	1454	3,91	595
6	klóbucki	Kłobuck	664,37	15,85	1053	7,28	484	3,40	226
7	lubliniecki	Lubliniec	888,59	18,87	1677	9,21	818	3,92	348
8	mikołowski	Mikołów	822,25	20,66	1699	11,94	982	4,12	339
9	myszkowski	Myszków	233,14	18,77	438	9,93	232	3,92	91
10	pszczyński	Pszczyna	479,25	23,46	1124	12,36	592	4,63	222
11	raciborski	Racibórz	471,12	19,31	910	6,97	328	3,39	160
12	rybnicki	Rybnik	543,76	21,48	1168	9,42	512	3,98	216
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	223,64	19,16	428	10,33	231	3,89	87
14	bieruńsko-lędziński	Bieruń	644,19	20,53	1323	12,36	796	4,15	267
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286,75	21,54	618	8,15	234	3,84	110
16	zawierciański	Zawiercie	1002,23	19,56	1960	10,36	1038	4,12	413
17	żywiecki	Żywiec	1040,06	21,66	2253	10,21	1062	4,34	451
18	bielsko-biala	Bielsko-Biala	124,51	25,48	317	12,64	157	5,00	62
19	bytom	Bytom	69,44	18,49	128	11,09	77	3,73	26
20	chorzów	Chorzów	33,24	17,30	58	11,01	37	3,48	12
21	czestochowa	Częstochowa	159,71	17,37	277	8,35	133	3,72	59
22	dąbrowska-górnica	Dąbrowa Górnicza	188,73	19,86	375	11,94	225	4,04	76
23	gliwice	Gliwice	133,88	20,02	268	10,50	141	3,93	53
24	jastrzębie-zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85,33	23,98	205	10,32	88	4,46	38
25	jaworzno	Jaworzno	152,59	19,59	299	11,87	181	3,97	61
26	katowice	Katowice	164,64	17,24	284	11,03	182	3,47	57
27	mysłowice	Mysłowice	65,62	18,02	118	11,41	75	3,64	24
28	piekary-śląskie	Piekary Śląskie	39,98	18,31	73	11,18	45	3,71	15
29	ruda-śląska	Ruda Śląska	77,73	18,25	142	11,25	87	3,67	29
30	rybnik	Rybnik	148,36	22,28	331	9,46	140	4,11	61
31	siemianowice-śląskie	Siemianowice Śląskie	25,50	17,57	45	11,12	28	3,55	9
32	sosnowiec	Sosnowiec	91,06	18,37	167	11,53	105	3,71	34
33	świętochłowice	Świętochłowice	13,31	17,99	24	11,15	15	3,64	5
34	tychy	Tychy	81,81	19,96	163	12,29	101	4,03	33
35	zabrze	Zabrze	80,40	18,91	152	11,02	89	3,79	30
36	zory	Zory	64,64	23,37	151	11,19	72	4,48	29

cd. tabeli 7.

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI							
				Azot amonowy [N _{NH4}]		Azot ogólny [N _{og}]		Fosfor ogólny [P _{og}]			
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok		
1	bedziński	Bedzin	364,13	5,85	213	11,87	432	0,452	16,5		
2	bielski	Bielsko-Biała	458,64	5,01	230	16,25	745	0,705	32,3		
3	cieszyński	Cieszyn	158,15	7,66	121	15,71	248	0,699	11,1		
4	częstochowski	Częstochowa	730,29	5,79	423	12,12	885	0,423	30,9		
5	gliwicki	Gliwice	1522,05	6,46	983	12,77	1944	0,545	83,0		
6	kłobucki	Kłobuck	664,37	5,59	371	11,58	769	0,411	27,3		
7	lubliniecki	Lubliniec	888,59	6,39	568	13,02	1157	0,498	44,3		
8	mikołowski	Mikołów	822,25	6,30	518	12,64	1039	0,519	42,7		
9	myszkowski	Myszków	233,14	6,03	141	12,48	291	0,474	11,1		
10	pszczyński	Pszczyna	479,25	7,24	347	14,60	700	0,643	30,8		
11	raciborski	Racibórz	471,12	6,23	294	11,72	552	0,595	28,0		
12	rybnicki	Rybnik	543,76	6,75	367	13,11	713	0,604	32,8		
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	223,64	6,12	137	12,35	276	0,479	10,7		
14	bieruńsko-ledziński	Bieruń	644,19	6,22	401	12,60	812	0,511	32,9		
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286,75	6,84	196	13,04	374	0,637	18,3		
16	zawierciański	Zawiercie	1002,23	6,18	619	13,03	1306	0,507	50,8		
17	żywiecki	Żywiec	1040,06	6,65	692	14,69	1528	0,653	67,9		
18	Bielsko-Biała	Bielsko-Biała	124,51	7,85	98	16,28	203	0,707	8,8		
19	Bytom	Bytom	69,44	5,66	39	11,37	79	0,428	3,0		
20	Chorzów	Chorzów	33,24	5,19	17	10,40	35	0,370	1,2		
21	Częstochowa	Częstochowa	159,71	5,91	94	12,27	196	0,442	7,1		
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	188,73	6,04	114	12,31	232	0,480	9,1		
23	Gliwice	Gliwice	133,88	6,25	84	12,44	167	0,512	6,9		
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85,33	7,51	64	14,72	126	0,673	5,7		
25	Jaworzno	Jaworzno	152,59	5,93	90	12,04	184	0,474	7,2		
26	Katowice	Katowice	164,64	5,16	85	10,34	170	0,367	6,0		
27	Mysłowice	Mysłowice	65,62	5,41	36	10,87	71	0,400	2,6		
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39,98	5,59	22	11,23	45	0,417	1,7		
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77,73	5,52	43	11,07	86	0,414	3,2		
30	Rybnik	Rybnik	148,36	7,01	104	13,59	202	0,627	9,3		
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25,50	5,29	13	10,60	27	0,382	1,0		
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91,06	5,53	50	11,13	101	0,414	3,8		
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13,31	5,45	7	10,96	15	0,402	0,5		
34	Tychy	Tychy	81,81	6,03	49	12,14	99	0,484	4,0		
35	Zabrze	Zabrze	80,40	5,81	47	11,64	94	0,451	3,6		
36	Żory	Żory	64,64	7,27	47	14,41	93	0,641	4,1		

cd. tabeli 7.

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI					
				Sód [Na]		Potas [K]		Wapń [Ca]	
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	bedziński	Bedzin	364,13	3,88	141	4,51	164	9,03	329
2	bielski	Bielsko-Biala	458,64	4,34	199	5,27	242	12,23	561
3	cieszyński	Cieszyn	158,15	4,06	64	4,36	69	11,88	188
4	częstochowski	Częstochowa	730,29	3,71	271	3,15	230	7,40	540
5	gliwicki	Gliwice	1522,05	3,54	539	3,55	540	9,67	1472
6	klubucki	Kłobuck	664,37	3,41	227	2,74	182	6,49	431
7	lubliniecki	Lubliniec	888,59	3,80	338	3,57	317	8,55	760
8	mikotowski	Mikołów	822,25	3,88	319	4,94	406	9,88	812
9	myszkowski	Myszków	233,14	3,90	91	3,86	90	8,60	201
10	pszczyński	Pszczyna	479,25	4,13	198	5,21	250	11,22	538
11	raciborski	Racibórz	471,12	2,70	127	2,20	104	9,78	461
12	rybnicki	Rybnik	543,76	3,36	183	3,41	185	10,55	574
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	223,64	3,76	84	4,04	90	9,06	203
14	bielsko-łedziński	Bieruń	644,19	3,98	256	5,24	338	9,78	630
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286,75	3,05	87	2,66	76	10,75	308
16	zawierciański	Zawiercie	1002,23	4,06	407	4,04	405	8,94	896
17	żywiecki	Żywiec	1040,06	3,94	410	4,30	447	10,75	1118
18	bielsko-Biała	Bielsko-Biała	124,51	4,34	54	5,21	65	12,24	152
19	Bytom	Bytom	69,44	3,67	25	4,40	31	8,81	61
20	Chorzów	Chorzów	33,24	3,52	12	4,28	14	8,22	27
21	Częstochowa	Częstochowa	159,71	3,71	59	3,19	51	7,58	121
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	188,73	4,05	76	4,76	90	9,39	177
23	Gliwice	Gliwice	133,88	3,65	49	4,08	55	9,60	129
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85,33	3,68	31	3,75	32	11,66	99
25	Jaworzno	Jaworzno	152,59	3,90	60	4,87	74	9,32	142
26	Katowice	Katowice	164,64	3,51	58	4,30	71	8,19	135
27	Mysłowice	Mysłowice	65,62	3,64	24	4,55	30	8,57	56
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39,98	3,68	15	4,43	18	8,72	35
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77,73	3,63	28	4,48	35	8,70	68
30	Rybnik	Rybnik	148,36	3,41	51	3,34	50	10,93	162
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25,50	3,58	9	4,35	11	8,35	21
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91,06	3,72	34	4,60	42	8,74	80
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13,31	3,65	5	4,38	6	8,54	11
34	Tychy	Tychy	81,81	3,91	32	5,17	42	9,51	78
35	Zabrze	Zabrze	80,40	3,67	30	4,39	35	9,03	73
36	Żory	Żory	64,64	3,85	25	4,38	28	11,27	73

cd. tabeli 7.

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI					
				Magnez [Mg]		Cynk [Zn]		Miedź [Cu]	
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	bedziński	Bedzin	364,13	1,04	38	0,735	26,8	0,0726	2,6
2	bielski	Bielsko-Biala	458,64	1,59	73	0,687	31,5	0,0753	3,5
3	cieszyński	Cieszyn	158,15	1,66	26	0,534	8,4	0,0626	1,0
4	czestochowski	Czestochowa	730,29	0,99	72	0,468	34,2	0,0469	3,4
5	gliwicki	Gliwice	1522,05	1,34	204	0,511	77,8	0,0566	8,6
6	kłobucki	Kłobuck	664,37	0,90	60	0,423	28,1	0,0445	3,0
7	lubliniecki	Lubliniec	888,59	1,15	102	0,585	52,0	0,0606	5,4
8	mikolowski	Mikotów	822,25	1,16	95	0,778	64,0	0,0776	6,4
9	myszkowski	Myszków	233,14	1,09	25	0,596	13,9	0,0602	1,4
10	pszczyński	Pszczyna	479,25	1,42	68	0,756	36,2	0,0780	3,7
11	raciborski	Racibórz	471,12	1,58	74	0,182	8,6	0,0305	1,4
12	rybnicki	Rybnik	543,76	1,53	83	0,427	23,2	0,0512	2,8
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	223,64	1,13	25	0,673	15,1	0,0675	1,5
14	bielsko-jedziński	Bieruń	644,19	1,10	71	0,836	53,9	0,0820	5,3
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286,75	1,69	48	0,255	7,3	0,0380	1,1
16	zawierciański	Zawiercie	1002,23	1,15	115	0,576	57,7	0,0595	6,0
17	żywiecki	Żywiec	1040,06	1,46	152	0,499	51,9	0,0572	5,9
18	Bielsko-Biala	Bielsko-Biala	124,51	1,60	20	0,675	8,4	0,0744	0,9
19	Bytom	Bytom	69,44	1,00	7	0,734	5,1	0,0723	0,5
20	Chorzów	Chorzów	33,24	0,88	3	0,719	2,4	0,0708	0,2
21	Częstochowa	Częstochowa	159,71	1,02	16	0,494	7,9	0,0504	0,8
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	188,73	1,08	20	0,754	14,2	0,0748	1,4
23	Gliwice	Gliwice	133,88	1,23	16	0,629	8,4	0,0654	0,9
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85,33	1,70	15	0,455	3,9	0,0556	0,5
25	Jaworzno	Jaworzno	152,59	1,05	16	0,784	12,0	0,0772	1,2
26	Katowice	Katowice	164,64	0,87	14	0,720	11,9	0,0710	1,2
27	Mysłowice	Mysłowice	65,62	0,92	6	0,756	5,0	0,0742	0,5
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39,98	0,97	4	0,743	3,0	0,0729	0,3
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77,73	0,96	7	0,744	5,8	0,0732	0,6
30	Rybnik	Rybnik	148,36	1,61	24	0,404	6,0	0,0502	0,7
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25,50	0,90	2	0,729	1,9	0,0717	0,2
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91,06	0,95	9	0,760	6,9	0,0746	0,7
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13,31	0,94	1	0,729	1,0	0,0718	0,1
34	Tychy	Tychy	81,81	1,05	9	0,838	6,9	0,0817	0,7
35	Zabrze	Zabrze	80,40	1,05	8	0,720	5,8	0,0716	0,6
36	Żory	Żory	64,64	1,53	10	0,599	3,9	0,0660	0,4

cd. tabeli 7.

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI					
				Ołów [Pb]		Kadm [Cd]		Nikiel [Ni]	
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	bedziński	Bedzin	364,13	0,0362	1,32	0,00445	0,162	0,0059	0,21
2	bielski	Bielsko-Biala	458,64	0,0318	1,46	0,00416	0,191	0,0071	0,33
3	cieszyński	Cieszyn	158,15	0,0247	0,39	0,00322	0,051	0,0067	0,11
4	czestochowski	Czestochowa	730,29	0,0171	1,25	0,00233	0,170	0,0047	0,34
5	gliwicki	Gliwice	1522,05	0,0238	3,62	0,00279	0,425	0,0054	0,82
6	klobucki	Klobuck	664,37	0,0141	0,94	0,00175	0,116	0,0042	0,28
7	lubliniecki	Lubliniec	888,59	0,0230	2,04	0,00269	0,239	0,0051	0,45
8	mikołowski	Mikołów	822,25	0,0381	3,13	0,00465	0,382	0,0060	0,49
9	myszkowski	Myszków	233,14	0,0262	0,61	0,00335	0,078	0,0054	0,13
10	pszczyński	Pszczyna	479,25	0,0359	1,72	0,00445	0,213	0,0064	0,31
11	raciborski	Racibórz	471,12	0,0108	0,51	0,00108	0,051	0,0046	0,22
12	rybnicki	Rybnik	543,76	0,0216	1,17	0,00250	0,136	0,0055	0,30
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	223,64	0,0303	0,68	0,00362	0,081	0,0055	0,12
14	bielunski	Bieruń	644,19	0,0407	2,62	0,00500	0,322	0,0061	0,39
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286,75	0,0140	0,40	0,00151	0,043	0,0052	0,15
16	zawierciański	Zawiercie	1002,23	0,0257	2,58	0,00346	0,347	0,0056	0,56
17	żywiecki	Żywiec	1040,06	0,0212	2,20	0,00327	0,340	0,0067	0,70
18	Bielsko-Biala	Bielsko-Biala	124,51	0,0312	0,39	0,00409	0,051	0,0071	0,09
19	Bytom	Bytom	69,44	0,0363	0,25	0,00440	0,031	0,0057	0,04
20	Chorzów	Chorzów	33,24	0,0377	0,13	0,00460	0,015	0,0058	0,02
21	Czestochowa	Czestochowa	159,71	0,0186	0,30	0,00240	0,038	0,0048	0,08
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	188,73	0,0376	0,71	0,00466	0,088	0,0060	0,11
23	Gliwice	Gliwice	133,88	0,0301	0,40	0,00360	0,048	0,0056	0,07
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85,33	0,0226	0,19	0,00268	0,023	0,0061	0,05
25	Jaworzno	Jaworzno	152,59	0,0387	0,59	0,00476	0,073	0,0060	0,09
26	Katowice	Katowice	164,64	0,0379	0,62	0,00464	0,076	0,0058	0,10
27	Mysłowice	Mysłowice	65,62	0,0389	0,26	0,00476	0,031	0,0058	0,04
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39,98	0,0371	0,15	0,00450	0,018	0,0058	0,02
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77,73	0,0377	0,29	0,00459	0,036	0,0058	0,05
30	Rybnik	Rybnik	148,36	0,0204	0,30	0,00235	0,035	0,0057	0,08
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25,50	0,0379	0,10	0,00462	0,012	0,0058	0,01
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91,06	0,0389	0,35	0,00476	0,043	0,0059	0,05
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13,31	0,0372	0,05	0,00455	0,006	0,0058	0,01
34	Tychy	Tychy	81,81	0,0415	0,34	0,00508	0,042	0,0060	0,05
35	Zabrze	Zabrze	80,40	0,0352	0,28	0,00426	0,034	0,0057	0,05
36	Żory	Żory	64,64	0,0291	0,19	0,00352	0,023	0,0062	0,04

cd. tabeli 7.

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI				
				Chrom [Cr]		Jon wodorowy [H ⁺]		
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	ton/rok
1	bedziński	Bedzin	364,13	0,0021	0,076	0,0356	1,30	
2	bielski	Bielsko-Biala	458,64	0,0019	0,087	0,0367	1,68	
3	cieszyński	Cieszyn	158,15	0,0016	0,025	0,0299	0,47	
4	częstochowski	Częstochowa	730,29	0,0012	0,088	0,0292	2,13	
5	gliwicki	Gliwice	152,05	0,0014	0,213	0,0216	3,29	
6	kłobucki	Kłobuck	664,37	0,0011	0,073	0,0190	1,26	
7	lubliniecki	Lubliniec	888,59	0,0015	0,133	0,0244	2,17	
8	mikolowski	Mikołów	822,25	0,0022	0,181	0,0330	2,71	
9	myszkowski	Myszków	233,14	0,0016	0,037	0,0344	0,80	
10	pszczyński	Pszczyna	479,25	0,0020	0,096	0,0325	1,56	
11	raciborski	Racibórz	471,12	0,0007	0,033	0,0056	0,26	
12	rybnicki	Rybnik	543,76	0,0013	0,071	0,0174	0,95	
13	tanogórski	Tanowskie Góry	223,64	0,0018	0,040	0,0295	0,66	
14	bieruńsko-ledziński	Bieruń	644,19	0,0023	0,148	0,0362	2,33	
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286,75	0,0009	0,026	0,0095	0,27	
16	zawierciański	Zawiercie	1002,23	0,0016	0,160	0,0400	4,01	
17	żywiecki	Żywiec	1040,06	0,0013	0,135	0,0344	3,58	
18	Bielsko-Biała	Bielsko-Biała	124,51	0,0019	0,024	0,0366	0,46	
19	Bytom	Bytom	69,44	0,0021	0,015	0,0330	0,23	
20	Chorzów	Chorzów	33,24	0,0022	0,007	0,0338	0,11	
21	Częstochowa	Częstochowa	159,71	0,0013	0,021	0,0275	0,44	
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	188,73	0,0022	0,042	0,0380	0,72	
23	Gliwice	Gliwice	133,88	0,0018	0,024	0,0275	0,37	
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85,33	0,0014	0,012	0,0202	0,17	
25	Jaworzno	Jaworzno	152,59	0,0022	0,034	0,0364	0,56	
26	Katowice	Katowice	164,64	0,0022	0,036	0,0339	0,56	
27	Mysłowice	Mysłowice	65,62	0,0022	0,014	0,0347	0,23	
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39,98	0,0021	0,008	0,0338	0,14	
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77,73	0,0022	0,017	0,0335	0,26	
30	Rybnik	Rybnik	148,36	0,0013	0,019	0,0166	0,25	
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25,50	0,0022	0,006	0,0342	0,09	
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91,06	0,0022	0,020	0,0353	0,32	
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13,31	0,0022	0,003	0,0343	0,05	
34	Tychy	Tychy	81,81	0,0023	0,019	0,0357	0,29	
35	Zabrze	Zabrze	80,40	0,0020	0,016	0,0318	0,26	
36	Żory	Żory	64,64	0,0017	0,011	0,0257	0,17	

Tabela 8. Obciążenie powierzchniowe obszaru Polski substancjami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2017 r. z podziałem na obszar poszczególnych województw [ładunki jednostkowe w kg/ha*rok i ładunki całkowite w tonach/rok]

Lp	Województwo	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI					
			Siarczany [SO ₄]		Chlorki [Cl]		Azot (azotynowy+azotanowy) [N _{NO2+NO3}]	
			kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	dolnośląskie	19947	16,72	33351	7,52	15000	4,15	8278
2	kujawsko-pomorskie	17972	12,79	22986	7,52	13515	3,01	5410
3	łódzkie	18219	14,64	26673	6,37	11606	3,36	6122
4	lubelskie	25122	10,32	25926	4,64	11657	3,04	7637
5	lubuskie	13988	13,58	18996	11,43	15988	3,31	4630
6	małopolskie	15183	17,77	26980	8,30	12602	3,60	5466
7	mazowieckie	35558	12,87	45763	6,31	22437	3,21	11414
8	opolskie	9412	18,01	16951	7,71	7257	3,70	3482
9	podkarpackie	17846	13,40	23914	6,55	11689	3,09	5514
10	podlaskie	20187	11,09	22387	4,57	9225	2,63	5309
11	pomorskie	18310	10,79	19756	11,82	21642	3,44	6299
12	śląskie	12333	19,82	24444	9,85	12148	4,00	4933
13	świętokrzyskie	11711	13,49	15798	5,13	6008	3,23	3783
14	warmińsko-mazurskie	24173	12,68	30651	9,38	22674	3,26	7880
15	wielkopolskie	29826	14,42	43009	8,54	25471	3,28	9783
16	zachodniopomorskie	22892	13,64	31225	13,43	30744	3,74	8562

cd. tabeli 8.

Lp	Województwo	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI					
			Azot amonowy [N _{NH4}]		Azot ogólny [N _{og}]		Fosfor ogólny [P _{og}]	
			kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	dolnośląskie	19947	7,13	14222	14,98	29881	0,460	917,6
2	kujawsko-pomorskie	17972	4,57	8213	10,92	19625	0,452	812,3
3	łódzkie	18219	5,42	9875	11,59	21116	0,346	630,4
4	lubelskie	25122	4,22	10601	9,41	23640	0,229	575,3
5	lubuskie	13988	5,45	7623	14,12	19751	0,390	545,5
6	małopolskie	15183	4,92	7470	12,24	18584	0,664	1008,2
7	mazowieckie	35558	4,82	17139	10,93	38865	0,308	1095,2
8	opolskie	9412	6,44	6061	12,99	12226	0,530	498,8
9	podkarpackie	17846	4,26	7602	10,40	18560	0,450	803,1
10	podlaskie	20187	4,59	9266	10,36	20914	0,210	423,9
11	pomorskie	18310	4,52	8276	11,27	20635	0,316	578,6
12	śląskie	12333	6,33	7807	12,98	16008	0,528	651,2
13	świętokrzyskie	11711	4,75	5563	10,26	12015	0,337	394,7
14	warmińsko-mazurskie	24173	4,43	10709	11,33	27388	0,278	672,0
15	wielkopolskie	29826	5,94	17717	14,36	42830	0,625	1864,1
16	zachodniopomorskie	22892	5,46	12499	14,47	33125	0,456	1043,9

cd. tabeli 8.

Lp	Województwo	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI					
			Sód [Na]		Potas [K]		Wapń [Ca]	
			kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	dolnośląskie	19947	4,03	8039	2,64	5266	5,36	10692
2	kujawsko-pomorskie	17972	4,60	8267	2,49	4475	7,94	14270
3	łódzkie	18219	3,63	6613	2,42	4409	5,43	9893
4	lubelskie	25122	1,77	4447	1,35	3391	4,07	10225
5	lubuskie	13988	4,30	6015	3,01	4210	4,32	6043
6	małopolskie	15183	3,16	4798	3,86	5861	9,20	13968
7	mazowieckie	35558	3,13	11130	1,84	6543	5,86	20837
8	opolskie	9412	3,54	3332	2,70	2541	7,54	7097
9	podkarpackie	17846	2,88	5140	1,87	3337	5,62	10029
10	podlaskie	20187	2,30	4643	0,95	1918	5,70	11507
11	pomorskie	18310	6,55	11993	3,33	6097	4,80	8789
12	śląskie	12333	3,75	4625	3,86	4761	9,30	11470
13	świętokrzyskie	11711	2,40	2811	2,13	2494	5,45	6382
14	warmińsko-mazurskie	24173	4,23	10225	1,75	4230	6,37	15398
15	wielkopolskie	29826	4,45	13273	2,82	8411	4,28	12766
16	zachodniopomorskie	22892	6,44	14742	3,69	8447	5,64	12911

cd. tabeli 8.

Lp	Województwo	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI					
			Magnez [Mg]		Cynk [Zn]		Miedź [Cu]	
			kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	dolnośląskie	19947	0,98	1955	0,300	598,4	0,0666	132,8
2	kujawsko-pomorskie	17972	1,12	2013	0,263	472,7	0,0492	88,4
3	łódzkie	18219	0,76	1385	0,377	686,9	0,0351	63,9
4	lubelskie	25122	0,60	1507	0,220	552,7	0,0276	69,3
5	lubuskie	13988	0,69	965	0,236	330,1	0,0811	113,4
6	małopolskie	15183	1,33	2019	0,336	510,1	0,0425	64,5
7	mazowieckie	35558	0,85	3022	0,368	1308,5	0,0347	123,4
8	opolskie	9412	1,18	1111	0,350	329,4	0,0472	44,4
9	podkarpackie	17846	1,12	1999	0,323	576,4	0,0425	75,8
10	podlaskie	20187	0,99	1999	0,704	1421,2	0,0364	73,5
11	pomorskie	18310	0,96	1758	0,251	459,6	0,0400	73,2
12	śląskie	12333	1,23	1517	0,553	682,0	0,0587	72,4
13	świętokrzyskie	11711	0,78	913	0,273	319,7	0,0285	33,4
14	warmińsko-mazurskie	24173	0,99	2393	0,368	889,6	0,0353	85,3
15	wielkopolskie	29826	0,70	2088	0,315	939,5	0,0555	165,5
16	zachodniopomorskie	22892	1,00	2289	0,255	583,7	0,0817	187,0

cd. tabeli 8.

Lp	Województwo	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI					
			Ołów [Pb]		Kadm [Cd]		Nikiel [Ni]	
			kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	dolnośląskie	19947	0,0166	33,11	0,00089	1,775	0,0039	7,78
2	kujawsko-pomorskie	17972	0,0031	5,57	0,00035	0,629	0,0046	8,27
3	łódzkie	18219	0,0065	11,84	0,00104	1,895	0,0036	6,56
4	lubelskie	25122	0,0034	8,54	0,00099	2,487	0,0019	4,77
5	lubuskie	13988	0,0088	12,31	0,00055	0,769	0,0054	7,55
6	małopolskie	15183	0,0126	19,13	0,00259	3,932	0,0063	9,57
7	mazowieckie	35558	0,0044	15,65	0,00080	2,845	0,0035	12,45
8	opolskie	9412	0,0138	12,99	0,00142	1,337	0,0044	4,14
9	podkarpackie	17846	0,0074	13,21	0,00281	5,015	0,0044	7,85
10	podlaskie	20187	0,0028	5,65	0,00059	1,191	0,0041	8,28
11	pomorskie	18310	0,0039	7,14	0,00049	0,897	0,0050	9,16
12	śląskie	12333	0,0246	30,34	0,00313	3,860	0,0056	6,91
13	świętokrzyskie	11711	0,0080	9,37	0,00133	1,558	0,0035	4,10
14	warmińsko-mazurskie	24173	0,0030	7,25	0,00044	1,064	0,0041	9,91
15	wielkopolskie	29826	0,0054	16,11	0,00046	1,372	0,0041	12,23
16	zachodniopomorskie	22892	0,0068	15,57	0,00057	1,305	0,0045	10,30

cd. tabeli 8.

Lp	Województwo	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI			
			Chrom [Cr]		Wolne jony wodorowe [H ⁺]	
			kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	dolnośląskie	19947	0,0009	1,795	0,0375	74,80
2	kujawsko-pomorskie	17972	0,0006	1,078	0,0096	17,25
3	łódzkie	18219	0,0009	1,640	0,0169	30,79
4	lubelskie	25122	0,0006	1,507	0,0351	88,18
5	lubuskie	13988	0,0009	1,259	0,0257	35,95
6	małopolskie	15183	0,0007	1,063	0,0326	49,50
7	mazowieckie	35558	0,0011	3,911	0,0269	95,65
8	opolskie	9412	0,0010	0,941	0,0181	17,04
9	podkarpackie	17846	0,0006	1,071	0,1063	189,70
10	podlaskie	20187	0,0018	3,634	0,0129	26,04
11	pomorskie	18310	0,0007	1,282	0,0192	35,16
12	śląskie	12333	0,0015	1,850	0,0287	35,40
13	świętokrzyskie	11711	0,0007	0,820	0,0408	47,78
14	warmińsko-mazurskie	24173	0,0015	3,626	0,0417	100,80
15	wielkopolskie	29826	0,0011	3,281	0,0153	45,63
16	zachodniopomorskie	22892	0,0009	2,060	0,0172	39,37

Tabela 9. Roczne obciążenie powierzchniowe obszaru województwa śląskiego zanieczyszczeniami wniesionymi przez opady atmosferyczne w latach 1999-2017 r. [ładunki jednostkowe w kg/ha*rok i ładunki całkowite w tonach] oraz średnioroczne sumy opadów [mm]

Lp	WSKAŹNIK ZANIECZYSZCZENIA	ładunki jednostkowe w kg/ha																		
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	Siarczany [SO ₄]	33,00	35,93	33,59	27,76	21,20	24,50	23,00	20,25	25,13	20,42	22,33	23,63	19,25	17,70	19,92	17,82	15,28	18,18	19,82
2	Chlorki [Cl]	10,72	10,88	9,10	7,77	8,12	10,14	12,08	8,25	10,57	9,34	9,85	11,70	9,05	7,83	9,61	8,54	8,52	8,34	9,85
3	Azot (azotynowy+azotanowy) [N _{NO2+NO3}]	4,86	5,50	4,96	3,85	3,56	4,00	4,40	3,60	4,06	3,61	3,73	4,16	3,43	3,39	3,70	3,15	2,95	3,37	4,00
4	Azot amonowy [N _{NH4}]	6,15	6,42	7,97	5,49	4,31	5,14	5,30	4,84	6,03	5,43	5,64	6,39	4,62	4,87	4,86	5,23	4,78	5,28	6,33
5	Azot ogólny [N _{og}]	21,50	25,09	28,51	15,53	12,90	14,28	17,63	14,77	15,59	14,66	12,91	15,87	10,12	10,78	11,18	11,75	9,91	10,94	12,98
6	Fosfor ogólny [P _{og}]	0,322	0,514	0,687	0,276	0,333	0,252	0,307	0,224	0,325	0,305	0,269	0,616	0,318	0,277	0,314	0,575	0,349	0,247	0,528
7	Sód [Na]	4,57	4,21	4,27	2,73	2,71	3,88	4,84	3,23	3,47	3,12	4,41	4,96	4,35	4,42	3,48	3,26	3,35	2,95	3,75
8	Potas [K]	2,89	2,98	2,80	2,31	2,56	3,86	3,92	3,04	3,35	2,81	2,67	3,60	3,09	2,61	2,51	3,00	2,20	3,65	3,86
9	Wapń [Ca]	10,20	13,98	10,34	10,43	8,28	7,13	6,48	6,43	8,26	8,22	9,39	9,73	8,66	7,00	8,13	7,79	6,81	8,09	9,30
10	Magnez [Mg]	1,65	1,68	1,22	1,15	0,65	1,04	0,80	0,75	1,14	0,94	1,02	1,07	1,02	0,91	1,12	0,92	1,10	1,03	1,23
11	Cynk [Zn]	0,870	0,734	0,900	0,513	0,458	0,512	0,691	0,720	0,971	0,68	0,615	0,856	0,944	0,428	0,443	0,422	0,241	0,334	0,553
12	Miedź [Cu]	0,0450	0,0890	0,0813	0,0614	0,0636	0,0742	0,1410	0,0825	0,0853	0,0576	0,0694	0,0845	0,0609	0,0564	0,0503	0,0531	0,0310	0,0443	0,0587
13	Ołów [Pb]	0,0635	0,0570	0,1177	0,0477	0,0501	0,0508	0,0350	0,0484	0,0480	0,0366	0,0338	0,0465	0,0257	0,0390	0,0305	0,0348	0,0251	0,0253	0,0246
14	Kadm [Cd]	0,00630	0,00434	0,00723	0,00434	0,00406	0,00593	0,00709	0,00821	0,00383	0,00245	0,00407	0,00673	0,01827	0,00404	0,00399	0,00195	0,00151	0,00197	0,00313
15	Nikiel [Ni]	0,0087	0,0078	0,0104	0,0090	0,0079	0,0125	0,0099	0,0079	0,0102	0,0064	0,0081	0,0167	0,0072	0,0066	0,0071	0,0049	0,0025	0,0033	0,0056
16	Chrom [Cr]	0,0046	0,0039	0,0051	0,0034	0,0028	0,0042	0,0042	0,0035	0,0029	0,0025	0,0032	0,0048	0,0029	0,0031	0,0018	0,0023	0,0008	0,0011	0,0015
17	Jon wodorowy [H ⁺]	0,1221	0,1052	0,1869	0,0610	0,0908	0,0934	0,1014	0,0695	0,0769	0,0541	0,0352	0,0243	0,0177	0,0663	0,0800	0,0295	0,0117	0,0253	0,0287
18	Wysokości opadów [mm]	809,0	862,0	960,3	786,6	604,8	675,6	773,1	684,6	847,1	703,6	849,0	1039,9	656,2	679,6	778,0	823,7	548,6	777,9	836,9

cd. tabeli 9

Lp		WSKAŹNIK ZANIECZYSZCZENIA	ładunki całkowite w tonach																		
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1		Siarczany [SO ₄]	40570	44172	41296	34125	26061	30118	28280	24901	30897	25104	27453	29051	23666	21829	24567	21977	18845	22421	24444
2		Chlorki [Cl]	13179	13376	11188	9556	9981	12471	14849	10148	12999	11483	12110	14384	11126	9657	11852	10532	10508	10286	12148
3		Azot (azotynowy+azotanowy) [N _{NO2+NO3}]	5975	6762	6098	4728	4376	4913	5415	4427	4996	4438	4586	5114	4217	4181	4563	3885	3638	4156	4933
4		Azot amonowy [N _{NH4}]	7561	7893	9798	6755	5295	6317	6514	5946	7415	6676	6934	7856	5680	6006	5994	6450	5895	6512	7807
5		Azot ogólny [N _{og}]	26432	30846	35050	19097	15856	17554	21674	18157	19172	18023	15872	19511	12442	13295	13788	14491	12222	13492	16008
6		Fosfor ogólny [P _{og}]	395.9	631.9	844.6	338.9	409.8	310.0	377.5	275.5	399.0	375.0	330.7	757.3	390.9	341.6	387.3	709.1	430.4	304.6	651.2
7		Sód [Na]	5618	5176	5250	3361	3335	4774	5946	3970	4270	3836	5422	6098	5348	5451	4292	4021	4132	3638	4625
8		Potas [K]	3553	3664	3442	2841	3146	4750	4813	3740	4117	3455	3282	4426	3799	3219	3096	3700	2713	4502	4761
9		Wapń [Ca]	12540	17187	12712	12820	10174	8767	7963	7907	10160	10106	11544	11962	10647	8633	10027	9607	8399	9977	11470
10		Magnez [Mg]	2029	2065	1500	1411	794	1274	979	921	1406	1156	1254	1315	1254	1122	1381	1135	1357	1270	1517
11		Cynk [Zn]	1069.6	902.4	1106.5	630.5	562.9	629.4	836.6	885.7	1194.3	836.0	756.1	1052.4	1160.6	527.9	546.4	520.5	297.2	411.9	682.0
12		Miedź [Cu]	55.3	109.4	100.0	75.5	78.1	91.3	173.3	101.4	104.9	70.8	85.3	103.9	74.9	69.6	62.0	65.5	38.2	54.6	72.4
13		Ołów [Pb]	78.07	70.08	144.70	58.70	61.54	62.44	43.04	59.52	59.01	45.00	41.55	57.17	31.60	48.10	37.62	42.92	30.96	31.20	30.34
14		Kadm [Cd]	7.745	5.336	8.889	5.331	4.997	7.288	8.719	10.088	4.707	3.012	5.004	8.274	22.461	4.983	4.921	2.405	1.862	2.43	3.860
15		Nikiel [Ni]	10.70	9.59	12.79	11.05	9.69	15.33	12.13	9.68	12.60	7.87	9.96	20.53	8.85	8.14	8.76	6.04	3.08	4.07	6.91
16		Chrom [Cr]	5.631	4.807	6.270	4.208	3.406	5.184	5.195	4.339	3.508	3.074	3.934	5.901	3.565	3.823	2.220	2.837	0.987	1.357	1.850
17		Jon wodorowy [H ⁺]	150.11	129.33	229.77	74.97	111.64	114.80	124.66	85.43	94.57	66.51	43.27	29.87	21.76	81.77	98.66	36.38	14.43	31.20	35.40