

INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA

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

WYNIKI BADAŃ MONITORINGOWYCH W WOJEWÓDZTWIE ŚLĄSKIM W 2016 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 2017

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. tech. 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 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.

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 2016 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 fizykochemicznego opadów wykonywane są przez akredytowane laboratoria Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska. Poszczególne wojewódzkie laboratoria analizują opady ze stacji położonych w danym województwie. W 2016 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 2016 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 2016 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 1999-2016 oraz przedstawiono tendencje zmian w tym okresie.

ZANIECZYSZCZENIE OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W WOJEWÓDZTWIE ŚLĄSKIM I DEPOZYCJA ZANIECZYSZCZEŃ Z OPADÓW DO PODŁOŻA W 2016 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 2016 roku analizowano wody opadowe przed kontaktem z podłożem, tak jak w latach poprzednich, na stacjach położonych w Katowicach i Raciborzu. Skład fizykochemiczny 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 2016 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 1999-2016 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 2016 roku na stacjach monitoringowych w województwie śląskim wykonano 184 pomiary wartości pH dobowych próbek opadów w celu oceny stopnia zakwaszenia wód opadowych. Wartości pH mieściły się w zakresie od 3,67 do 7,35, w tym: w Katowicach od 3,67 do 6,97 (średnia roczna ważona pH – 4,80), a w Raciborzu od 5,07 do 7,35 (średnia roczna ważona pH – 6,14). W przypadku 42% próbek stwierdzono „kwaśne deszcze” – opady

o wartości pH poniżej 5,6, (w tym 5% próbek dobowych w Raciborzu i 71% 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 2016 roku w podziale na sześć klas wartości pH:

KLASA	ODCZYN	pH	RACIBÓRZ	KATOWICE
I	podwyższony	> 6,5	41,8%	9,5%
II	lekko podwyższony	6,1 - 6,5	45,5%	11,4%
III	normalny	5,1 - 6,0	12,7%	26,7%
IV	lekko obniżony	4,6 - 5,0	0,0%	34,4%
V	obniżony	4,1 - 4,5	0,0%	15,2%
VI	silnie obniżony	< 4,1	0,0%	2,8%
liczba pomiarów			79	105

Na stacji w Raciborzu największa liczba próbek dobowych opadów zawierała się w przedziale wartości pH 6,1-6,5, tj. w przedziale lekko podwyższonego pH oraz w przedziale powyżej 6,5, podwyższonego pH, natomiast w Katowicach najwięcej próbek dobowych opadów zebrano w przedziale o lekko obniżonym pH tj. 4,6-5,0.

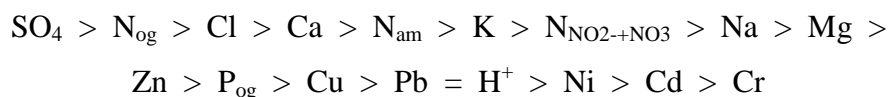
Poniżej zestawiono procentowy udział uśrednionych miesięcznych próbek opadów atmosferycznych zebranych w cyklach miesięcznych na stacjach monitoringowych w Raciborzu i Katowicach w 2016 roku w podziale na sześć klas wartości pH:

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

W przypadku uśrednionych miesięcznych próbek opadów wartości pH poniżej 5,6 na dwóch stacjach (w Raciborzu i w Katowicach) występowały w 29% wszystkich pomiarów i jest to o 29% więcej niż w 2015 roku, a w wieloleciu 1999-2015 ich średnia ilość kształtowała się na poziomie 54%.

Na obszar województwa śląskiego, wody opadowe w 2016 roku wniosły: 22 421 ton siarczanów (18,18 kg/ha SO₄); 10 286 ton chlorków (8,34 kg/ha Cl); 4 156 ton azotu azotynowego i azotanowego (3,37 kg/ha N); 6 512 ton azotu amonowego (5,28 kg/ha N); 13 492 tony azotu ogólnego (10,94 kg/ha N); 304,6 tony fosforu ogólnego (0,247 kg/ha P); 3 638 ton sodu (2,95 kg/ha); 4 502 tony potasu (3,65 kg/ha); 9 977 ton wapnia (8,09 kg/ha); 1 270 ton magnezu (1,03 kg/ha); 411,9 tony cynku (0,334 kg/ha); 54,6 tony miedzi (0,0443 kg/ha); 31,20 tony ołowiu (0,0253 kg/ha); 2,430 tony kadmu (0,00197 kg/ha); 4,07 tony niklu (0,0033 kg/ha); 1,357 tony chromu ogólnego (0,0011 kg/ha) oraz 31,20 tony wolnych jonów wodorowych (0,0253 kg/ha H⁺).

Wielkości wprowadzonych substancji maleją zgodnie z szeregiem:



Roczny sumaryczny ładunek jednostkowy badanych substancji zdeponowany na obszar województwa śląskiego wyniósł 53,9 kg/ha i był wyższy niż średni dla całego obszaru Polski o 23,8%. W porównaniu z rokiem ubiegłym nastąpił wzrost rocznego obciążenia o 12,6%, przy wyższej średniorocznej sumie wysokości opadów o 229,3 mm (o 41,8%).

Największym ładunkiem badanych substancji w województwie śląskim został obciążony powiat bielski (71,8 kg/ha) z najwyższymi, w porównaniu do obciążenia pozostałych powiatów ładunkami siarczanów, chlorków, azotu azotanowego i azotynowego, azotu amonowego (wraz z powiatem Bielsko-Biała), sodu (wraz z powiatem Bielsko-Biała), potasu i miedzi (wraz z powiatem Bielsko-Biała), kadmu, niklu (wraz z powiatem Bielsko-Biała) i chromu (razem z dwunastoma innymi powiatami) oraz powiat Bielsko-Biała (71,7 kg/ha) z najwyższymi, w porównaniu do obciążenia pozostałych powiatów ładunkami oprócz wymienionych wyżej, azotu ogólnego, wapnia i chromu (razem z dwunastoma innymi powiatami).

Najmniejsze obciążenie powierzchniowe wystąpiło w powiecie kłobuckim (43,6 kg/ha) z najniższym, w stosunku do pozostałych powiatów, obciążeniem ładunkami siarczanów, azotu amonowego, wapnia i magnezu.

Ocena wyników osiemnastoletnich badań monitoringowych chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża prowadzonych, w sposób ciągły, w okresie lat 1999-2016 wykazała, że depozycja roczna analizowanych substancji wprowadzonych wraz z opadami na obszar województwa śląskiego w 2016 roku, w stosunku do średniej z wielolecia 1999-2015, 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 18,8% w stosunku do średniej z poprzednich lat badań, przy średniorocznej sumie wysokości opadów podobnej do średniej z wielolecia.

Wniesiony wraz z opadami w 2016 roku ładunek siarczanów, w porównaniu do średniego z lat 1999-2015, obniżył się o 22,9%, ładunek chlorków o 12,5%, azotu azotynowego i azotanowego o 14,5%, azotu amonowego o 4,0%, azotu ogólnego o 29,3%, fosforu ogólnego o 32,9%, sodu o 23,2%, wapnia o 6,6%, magnezu o 3,7%, cynku o 48,3%, miedzi o 36,5%, ołowiu o 45,6%, kadmu o 64,5%, niklu o 61,2% i chromu ogólnego o 66,7% oraz wolnych jonów wodorowych obniżył się o 64,9%. Ładunek potasu wzrósł o 23,7%.

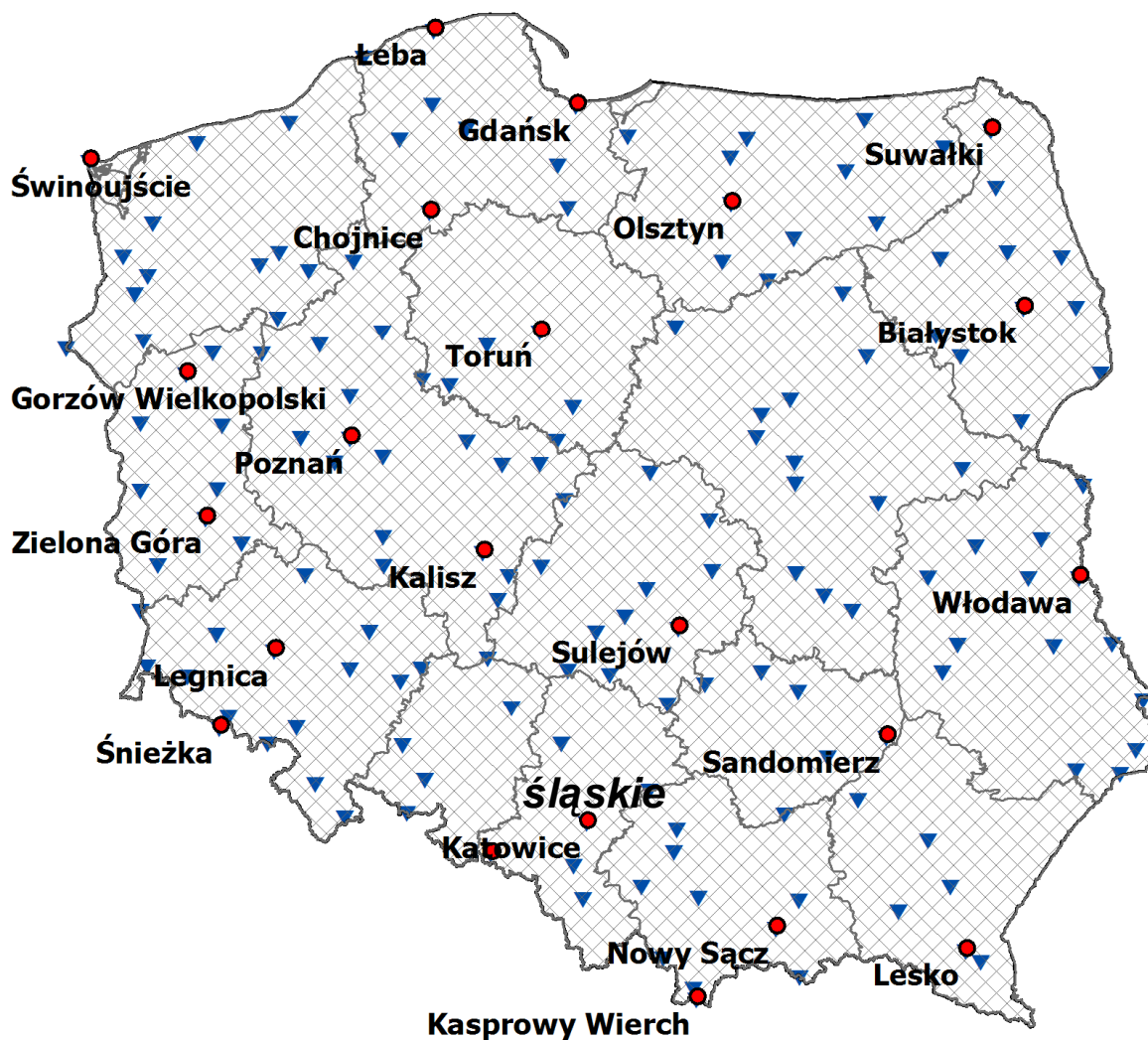
Przedstawione wyniki badań monitoringowych pokazują, że zanieczyszczenia transportowane w atmosferze i wprowadzane wraz z mokrym opadem atmosferycznym na teren województwa śląskiego stanowią znaczące źródło zanieczyszczeń obszarowych oddziaływujących na środowisko naturalne tego obszaru.

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.



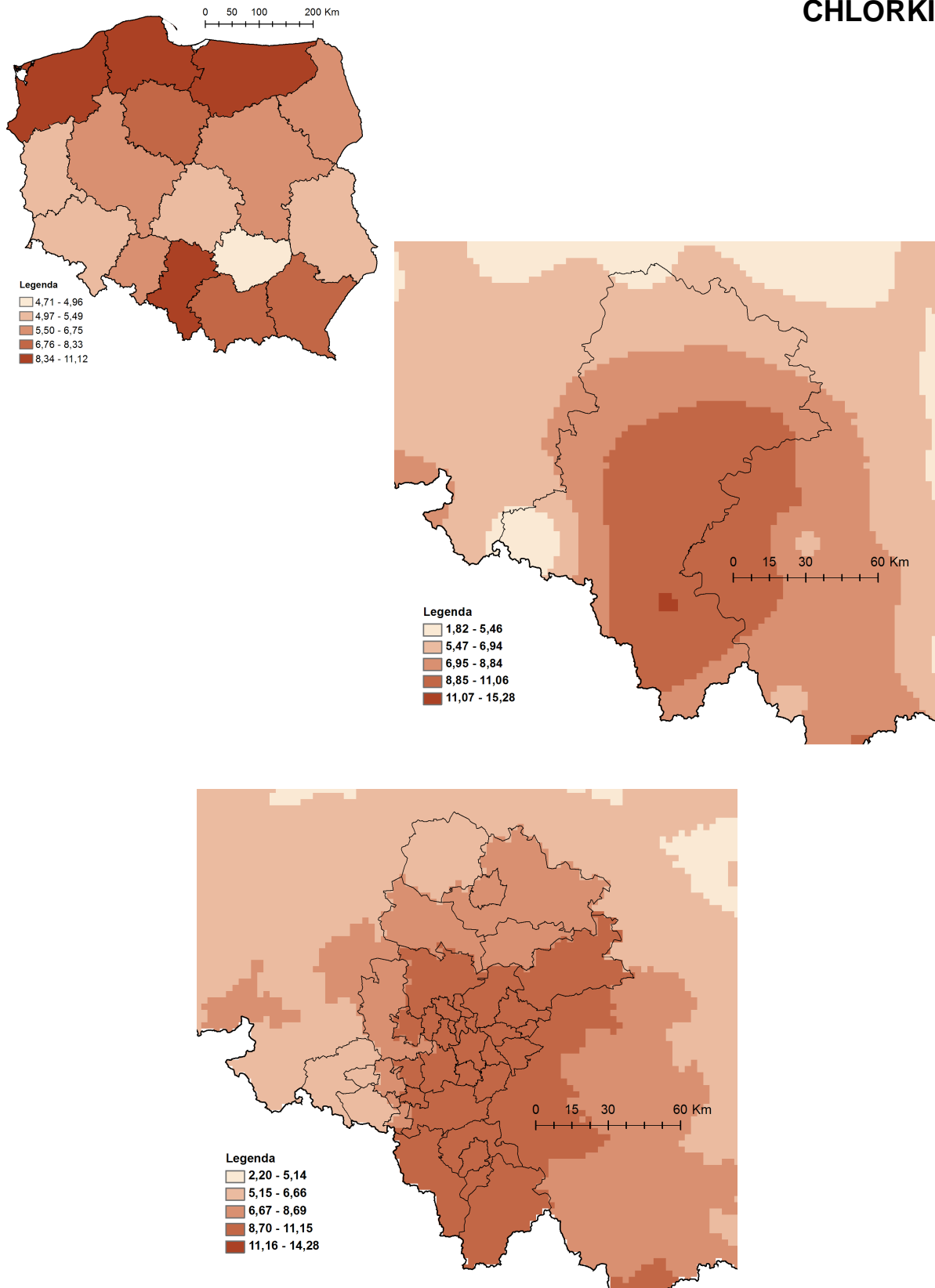
- stacje pomiaru chemizmu
- ▼ stacje opadowe

Rys. 1. Sieć stacji pomiarowo-kontrolnych ogólnopolskiego monitoringu chemizmu opadów atmosferycznych i oceny depozycji zanieczyszczeń do podłoża w 2016 r.



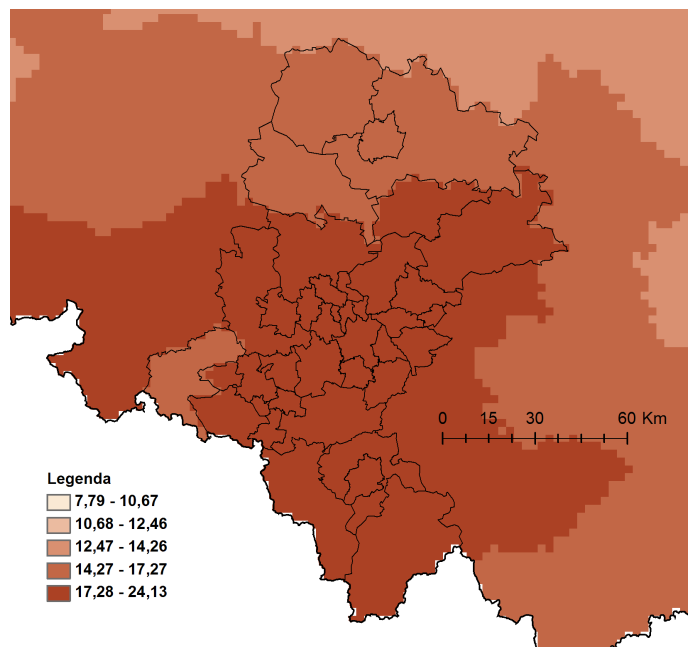
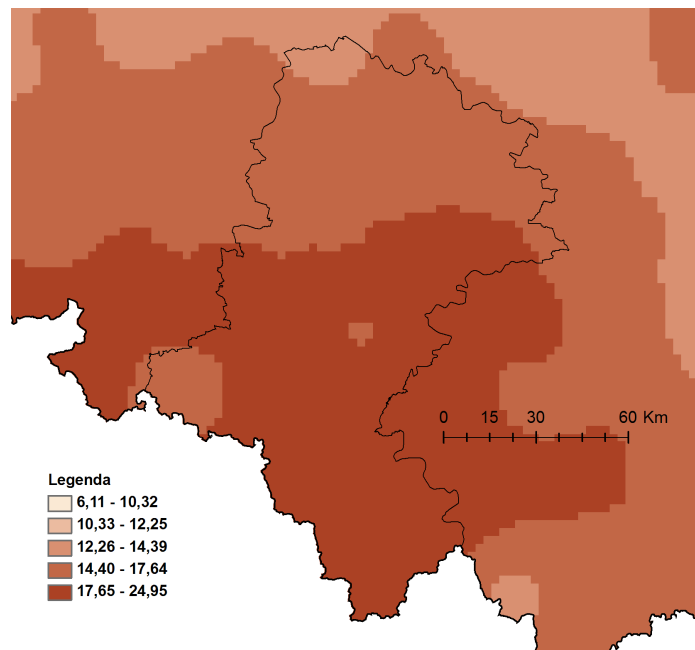
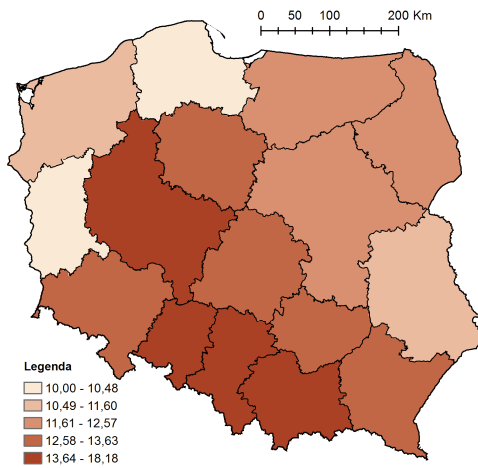
Rys. 2. Obszar województwa śląskiego z lokalizacją poszczególnych powiatów.

CHLORKI



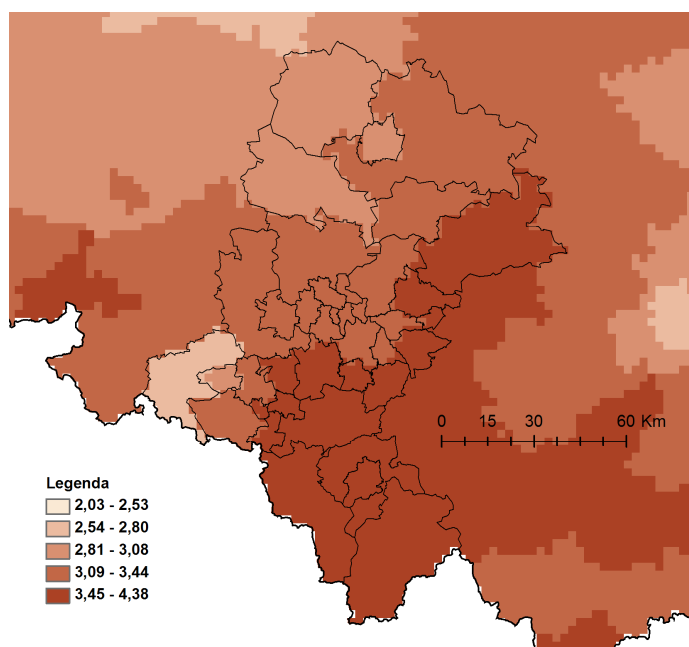
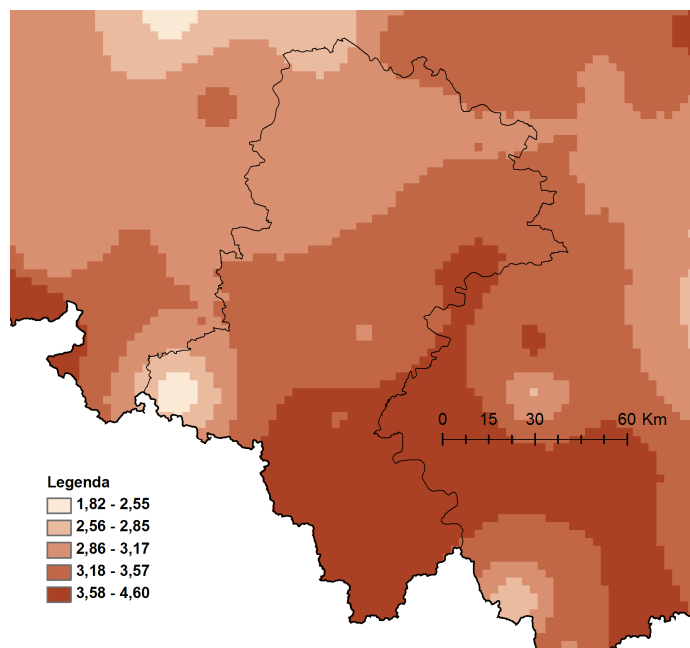
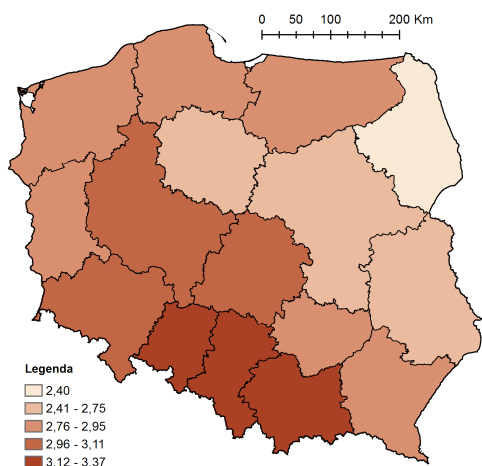
Rys. 3. Roczne ładunki jednostkowe **chlorków** [kg/ha Cl] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

SIARCZANY



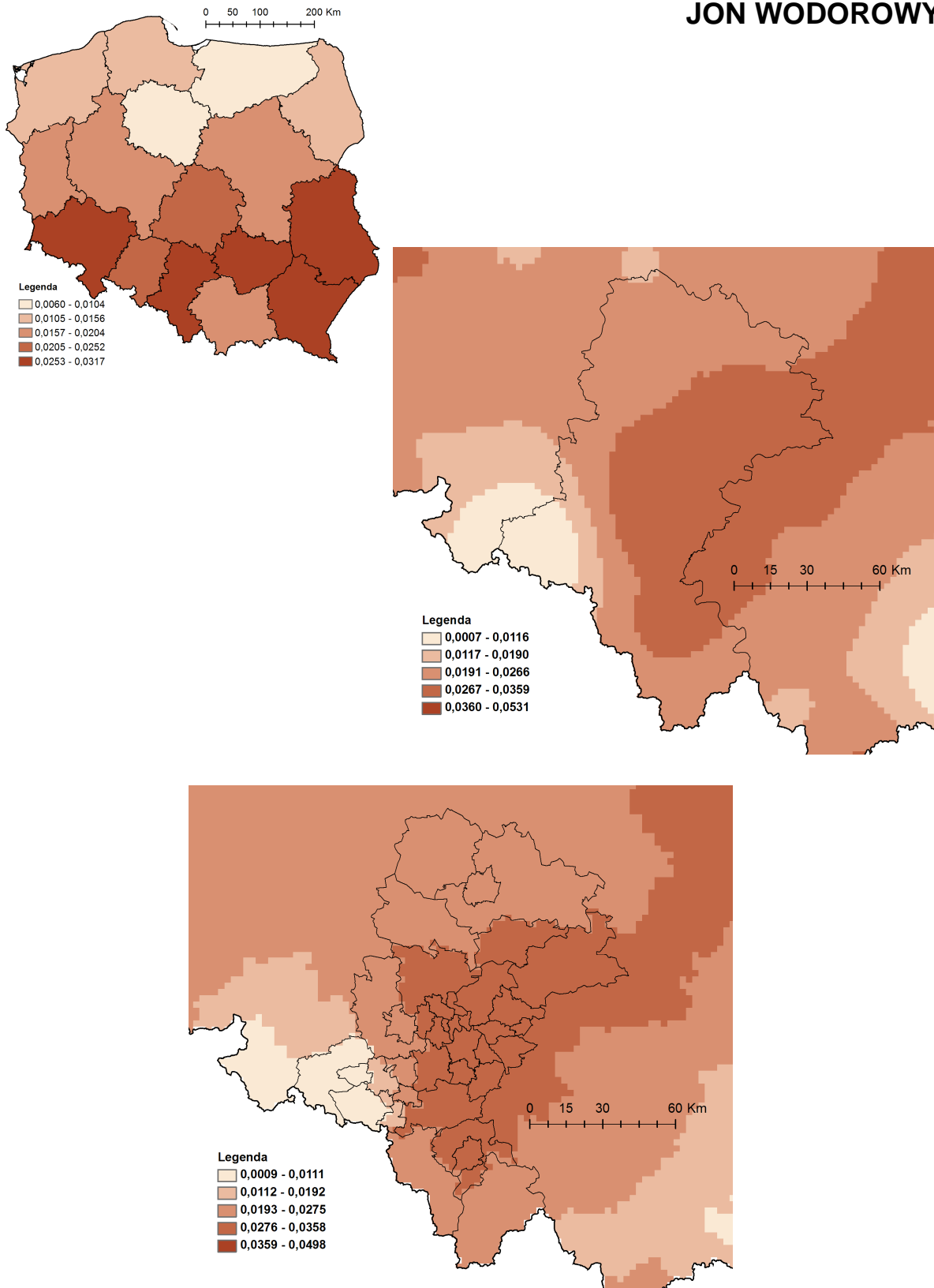
Rys. 4. Roczne ładunki jednostkowe **siarczanów** [kg/ha SO₄] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

AZOT (AZOTYNOWY I AZOTANOWY)



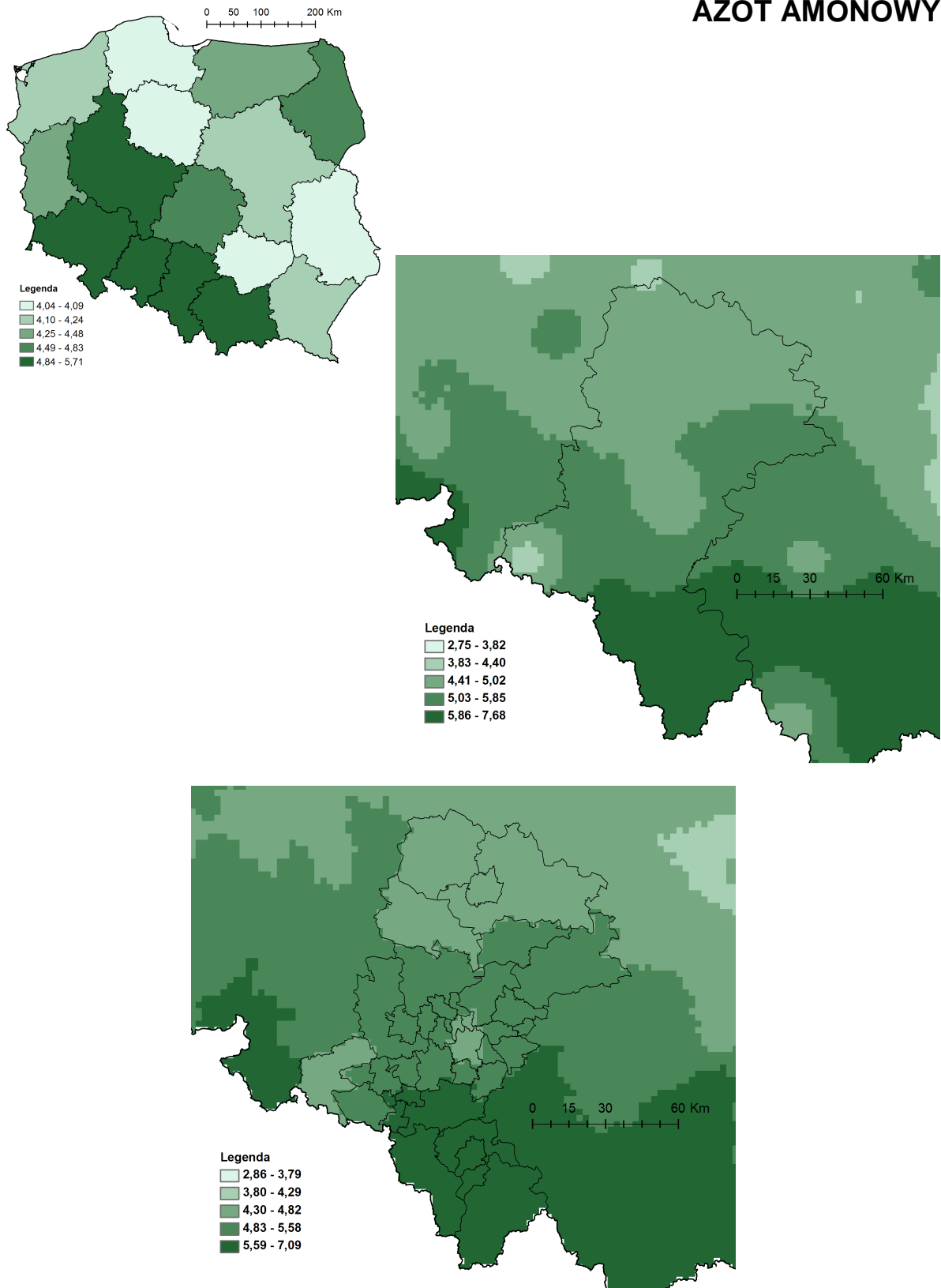
Rys. 5. Roczne ładunki jednostkowe **azotu (azotynowego i azotanowego)** [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

JON WODOROWY



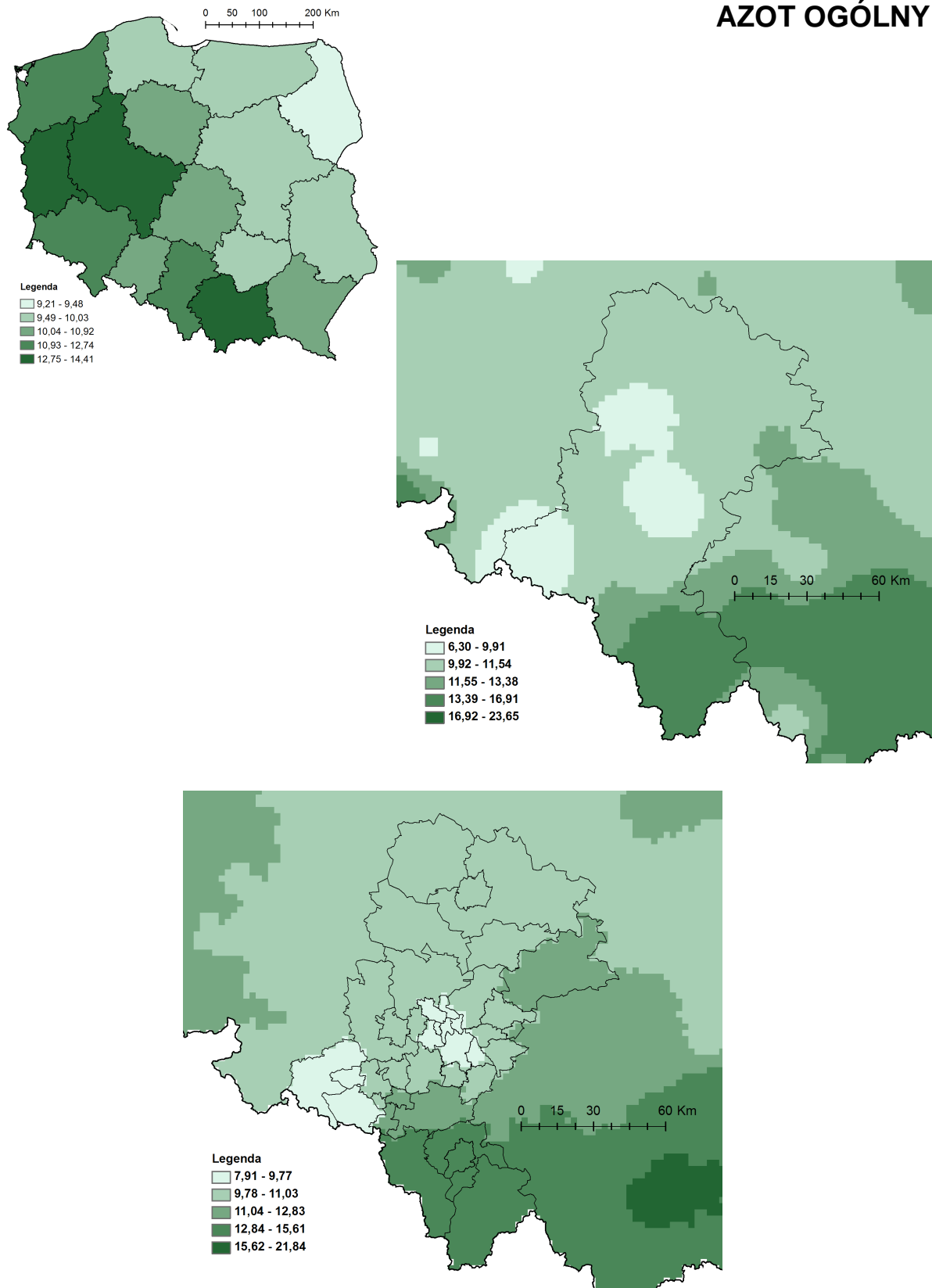
Rys. 6. Roczne ładunki jednostkowe **jonu wodorowego** [kg/ha H^+] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

AZOT AMONOWY



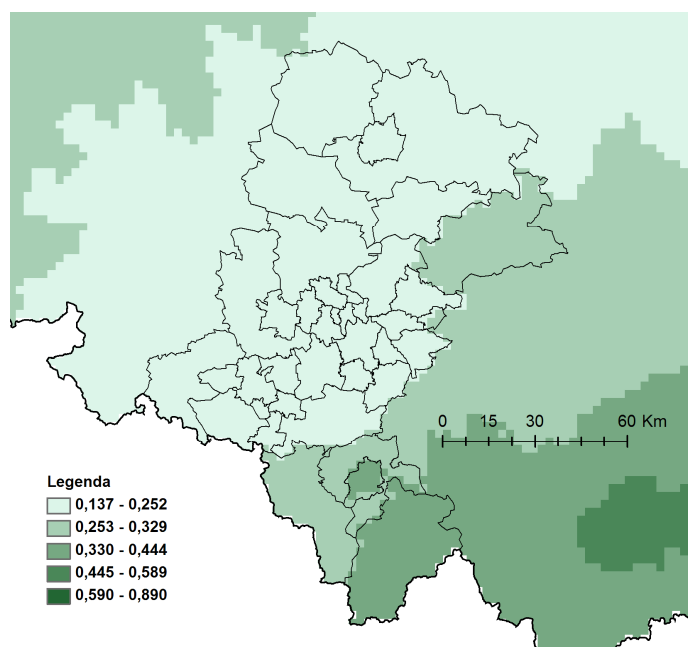
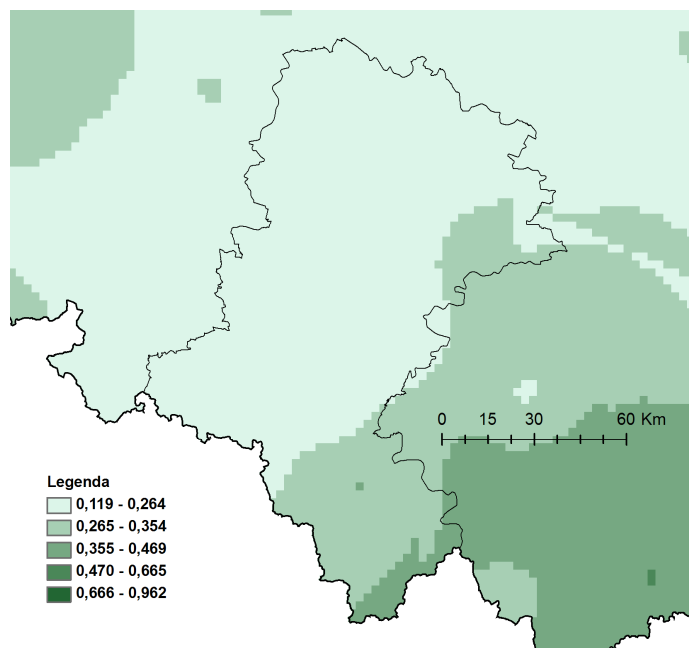
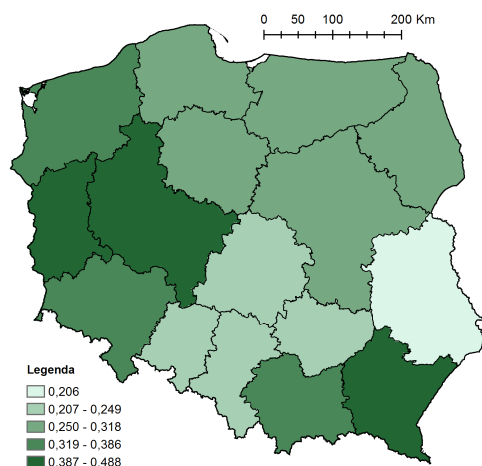
Rys. 7. Roczne ładunki jednostkowe **azotu amonowego** [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

AZOT OGÓLNY

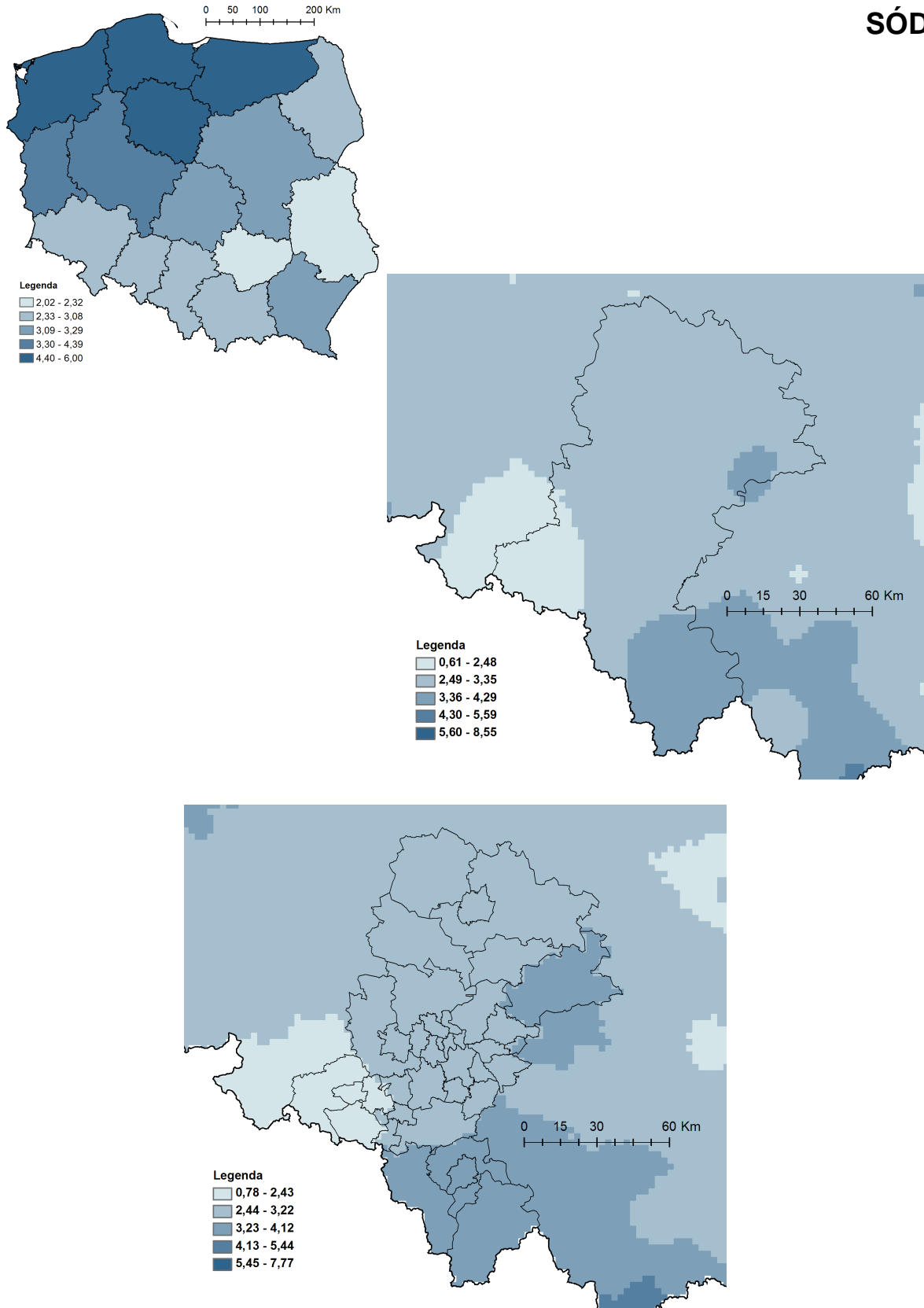


Rys. 8. Roczne ładunki jednostkowe **azotu ogólnego** [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

FOSFOR OGÓLNY

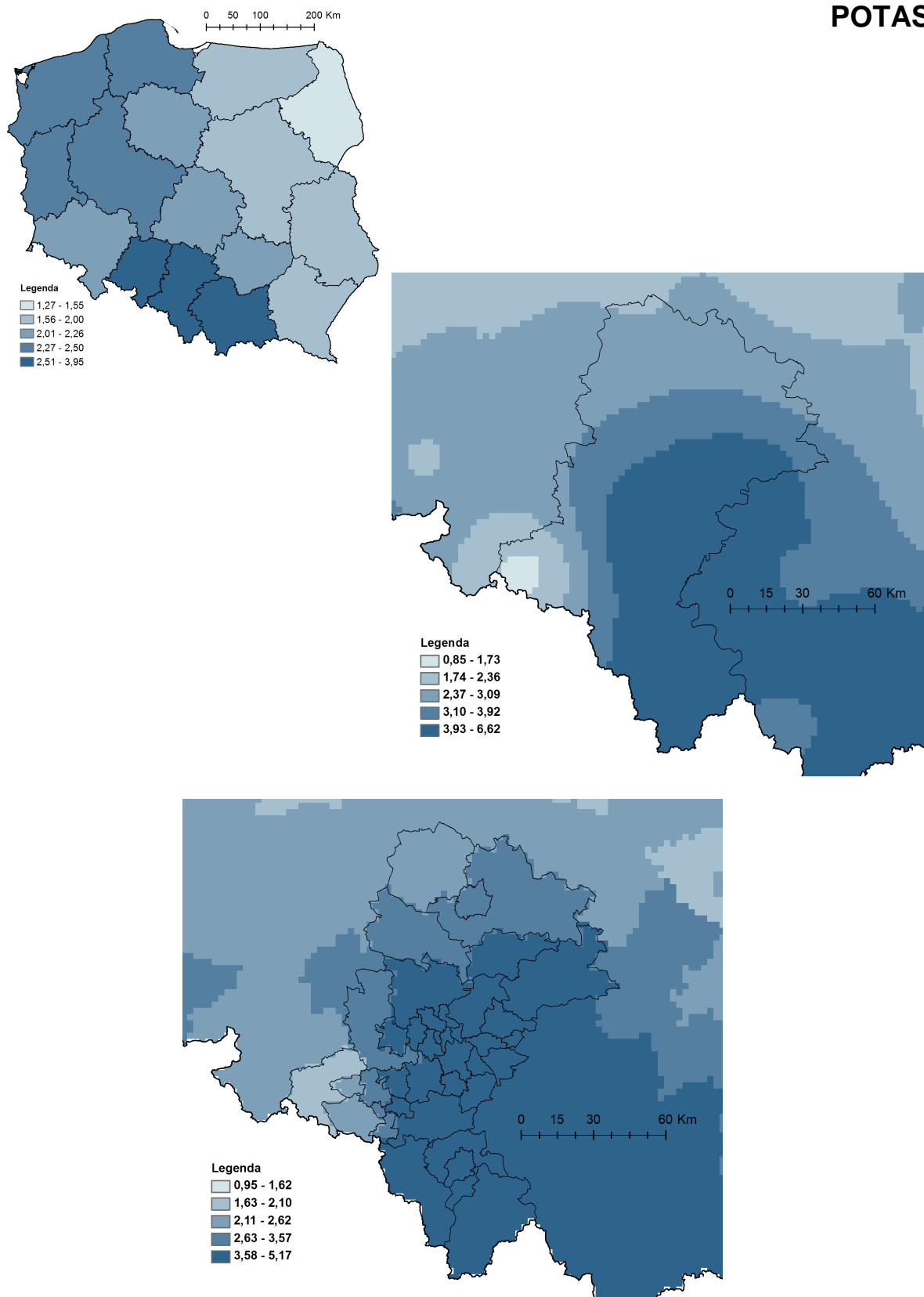


Rys. 9. Roczne ładunki jednostkowe **fosforu ogólnego** [kg/ha P] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów



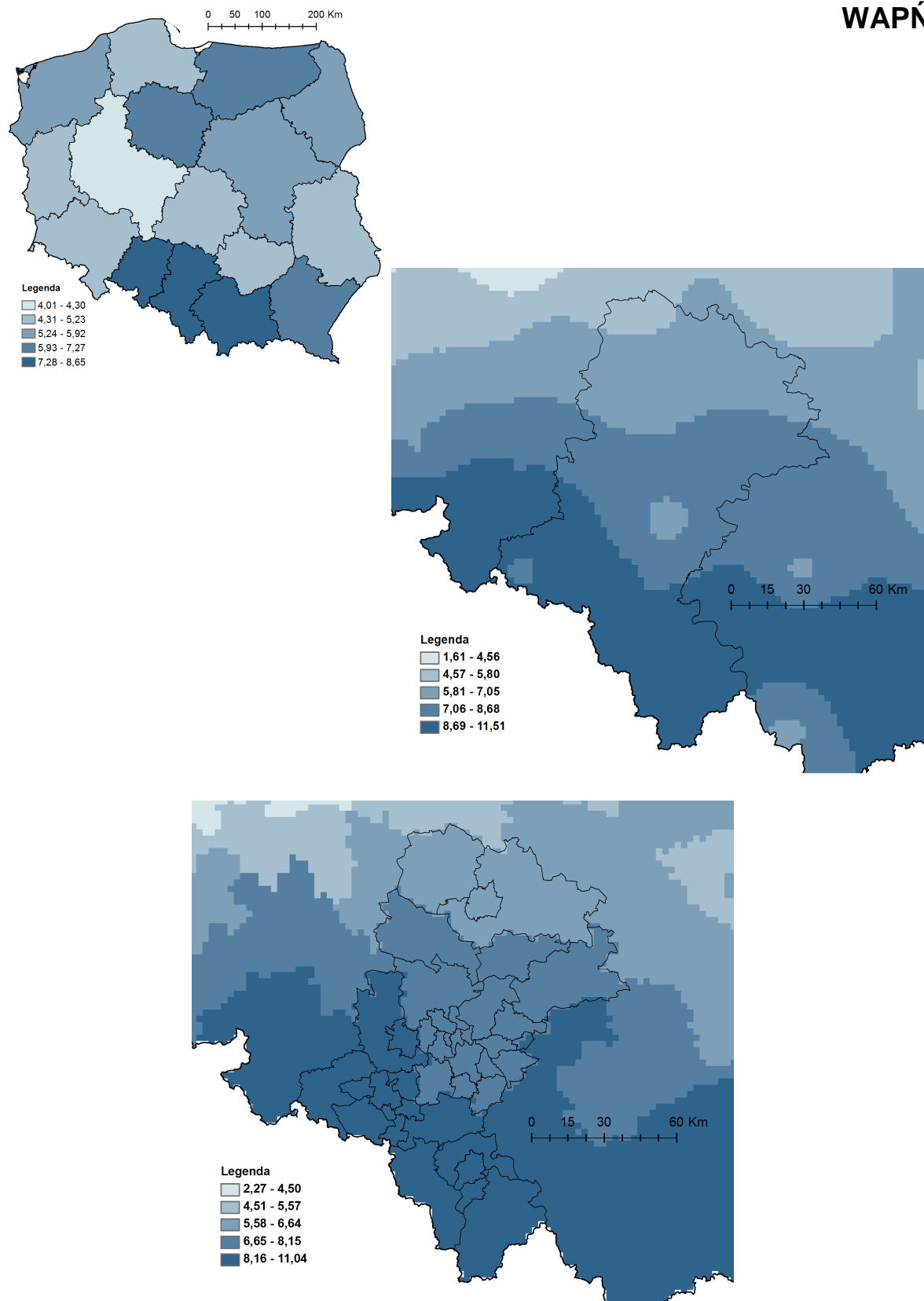
Rys. 10. Roczne ładunki jednostkowe **sodu** [kg/ha Na] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

POTAS



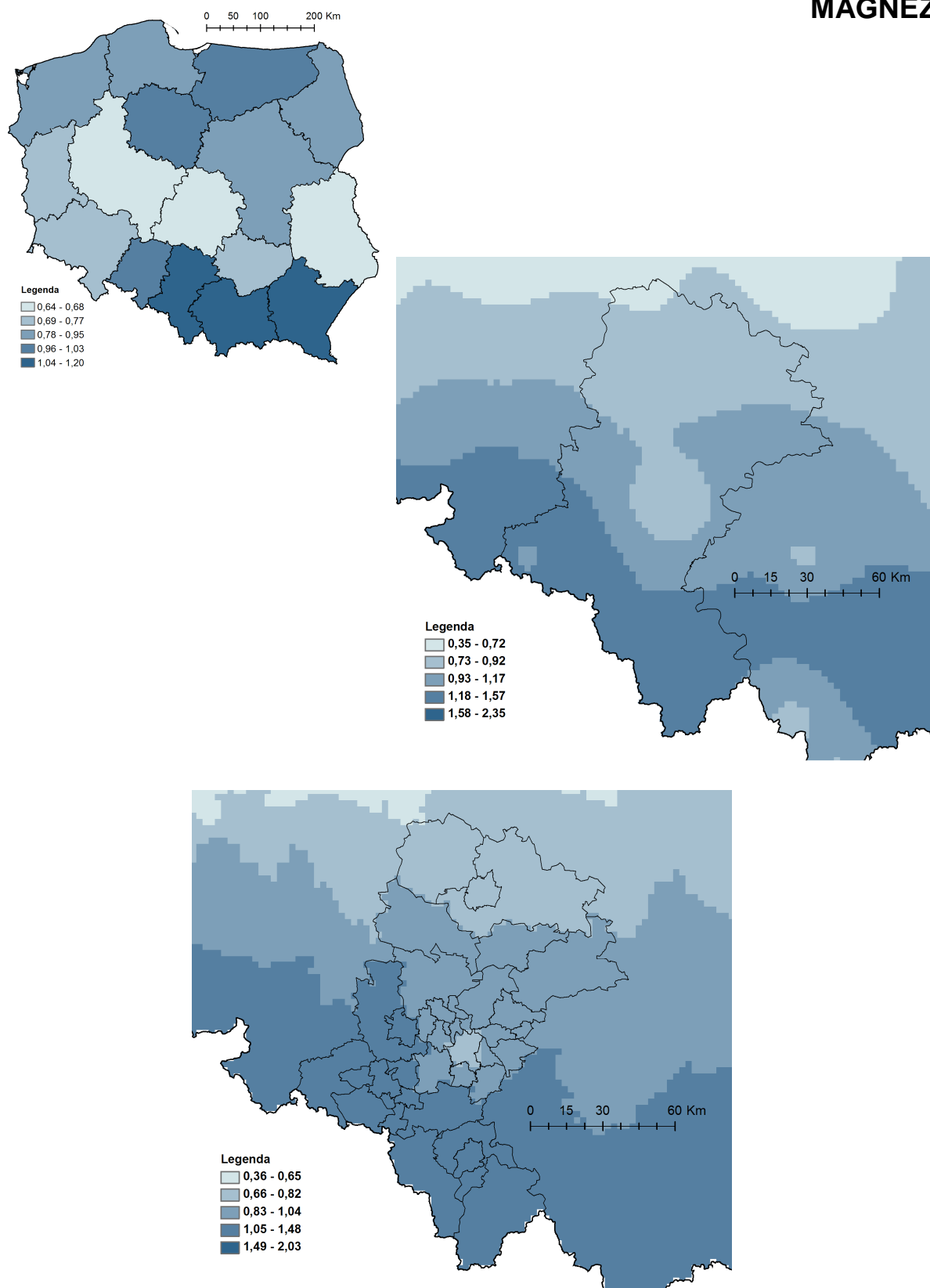
Rys. 11. Roczne ładunki jednostkowe **potasu** [kg/ha K] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

WAPŃ



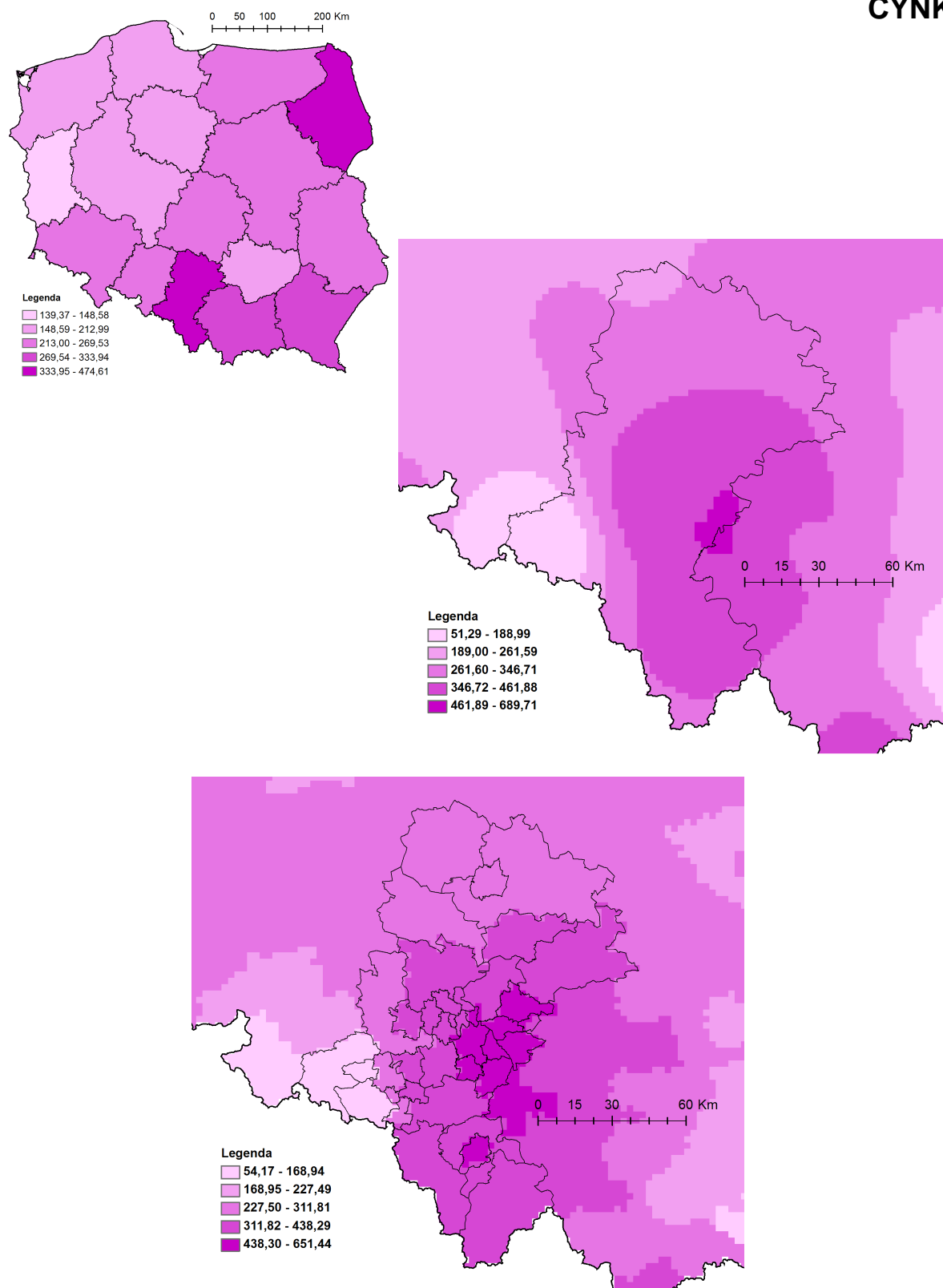
Rys. 12. Roczne ładunki jednostkowe **wapnia** [kg/ha Ca] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

MAGNEZ



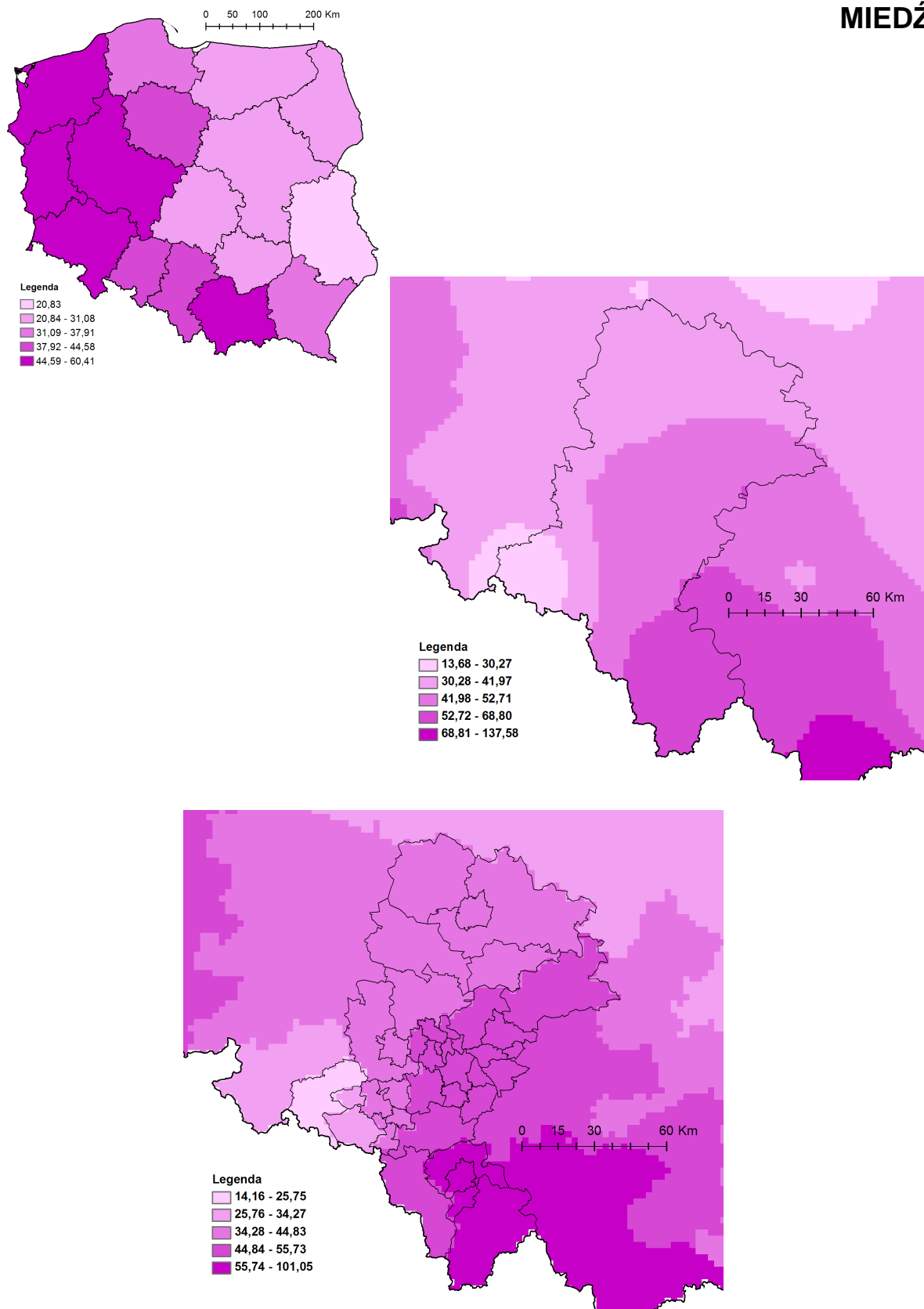
Rys. 13. Roczne ładunki jednostkowe **magnezu** [kg/ha Mg] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

CYNK

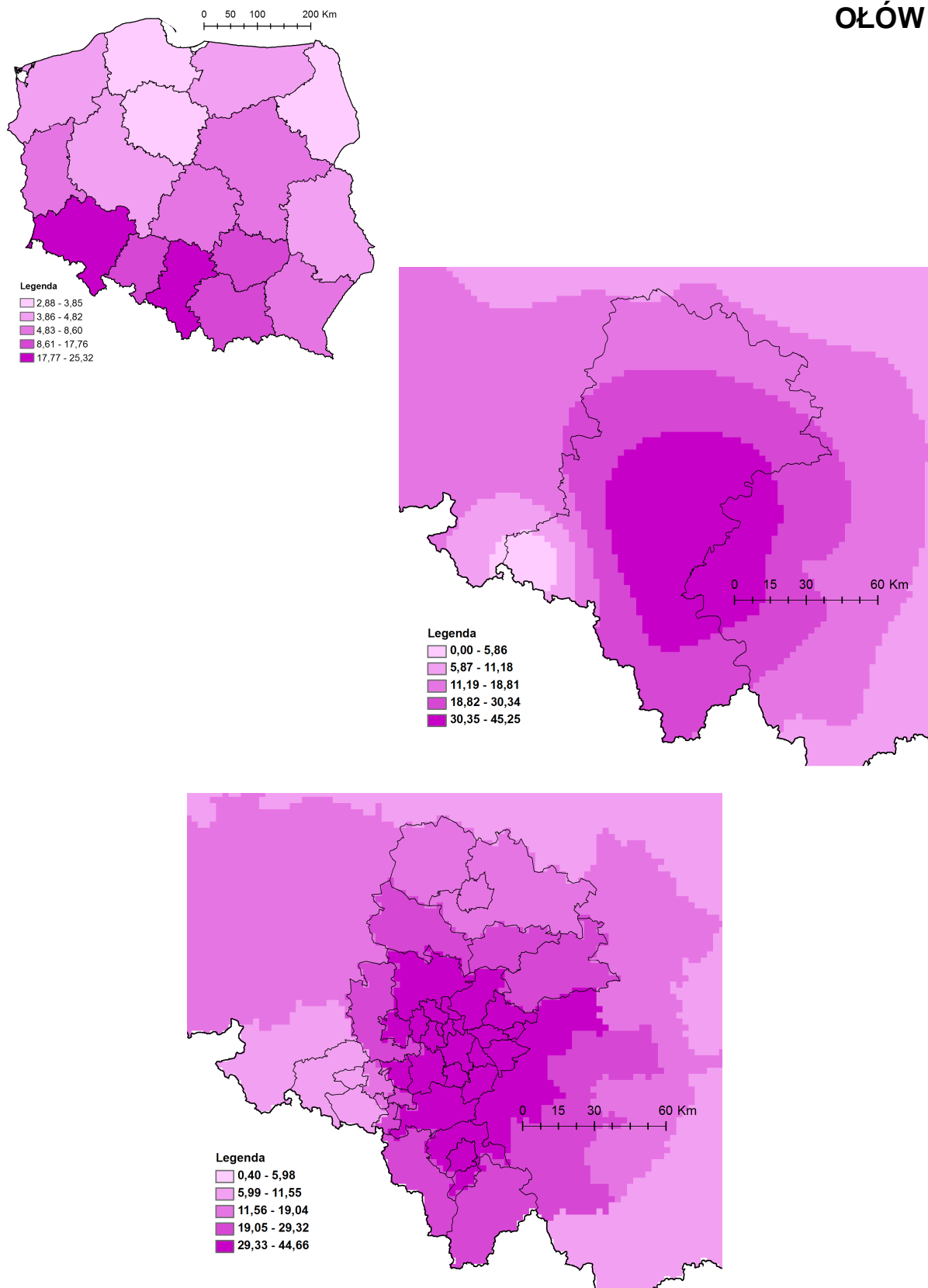


Rys. 14. Roczne ładunki jednostkowe **cynku** [g/ha Zn] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

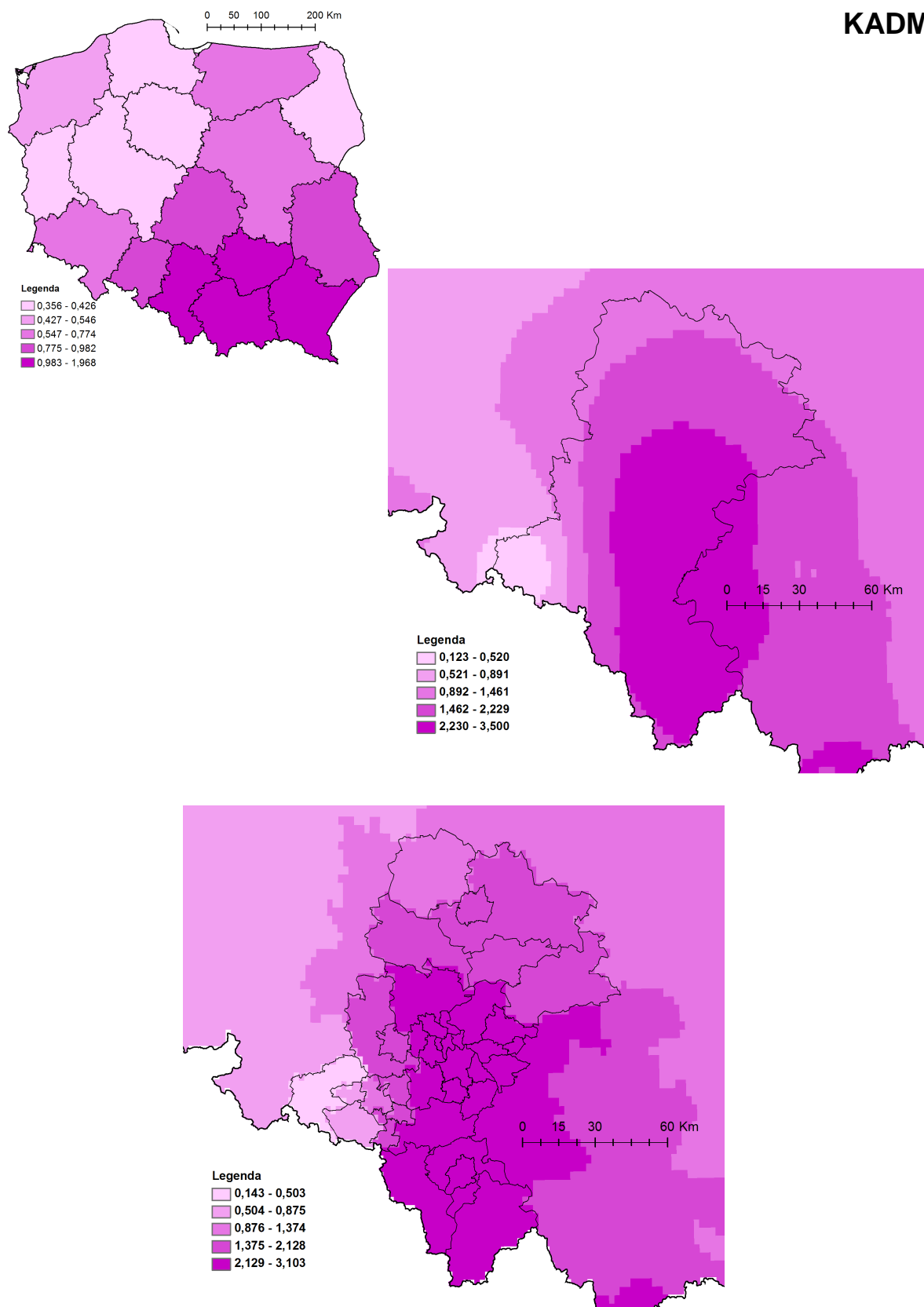
MIEDŹ



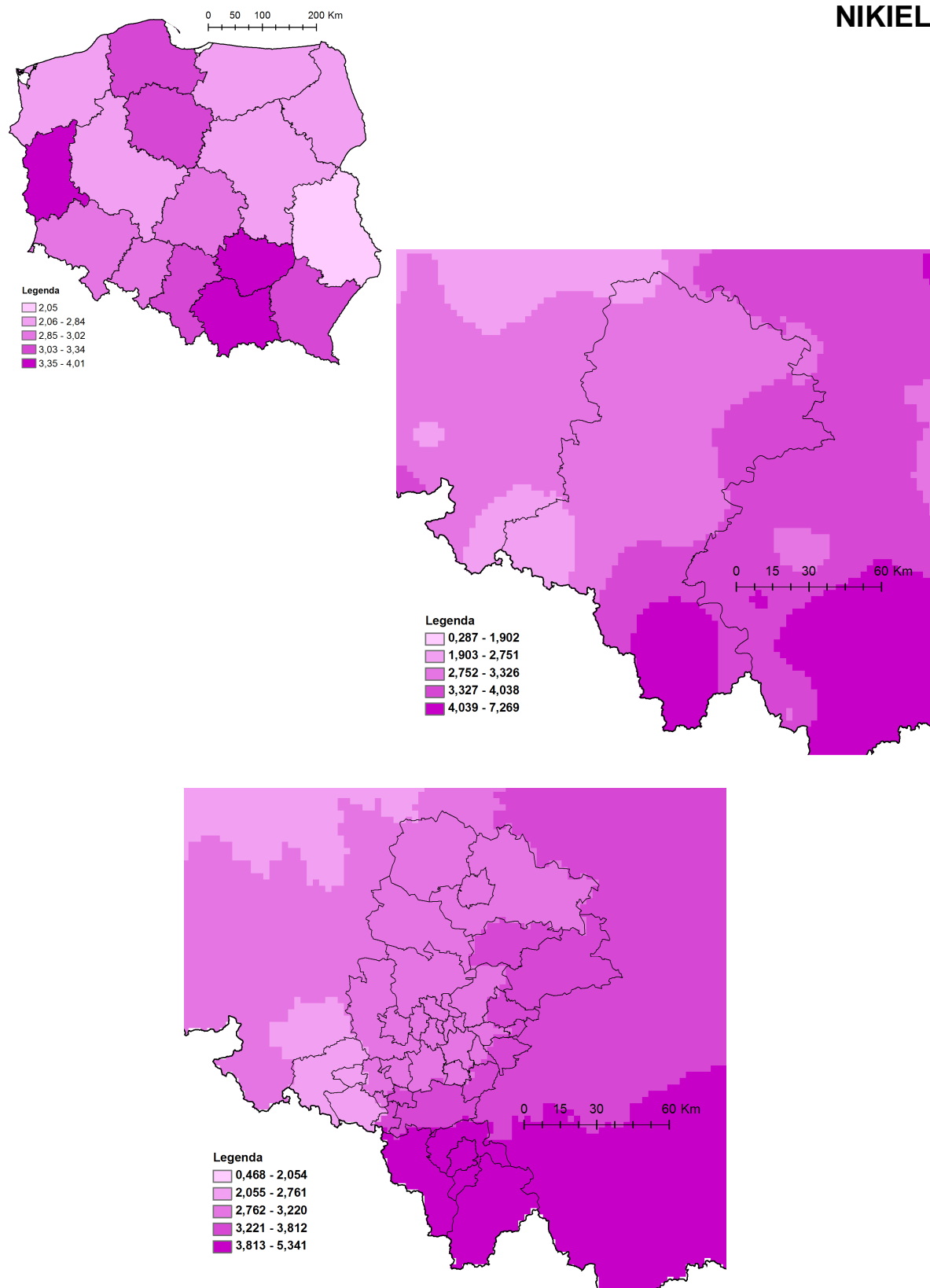
Rys. 15. Roczne ładunki jednostkowe **miedzi** [g/ha Cu] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów



Rys. 16. Roczne ładunki jednostkowe **ołowiu** [g/ha Pb] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

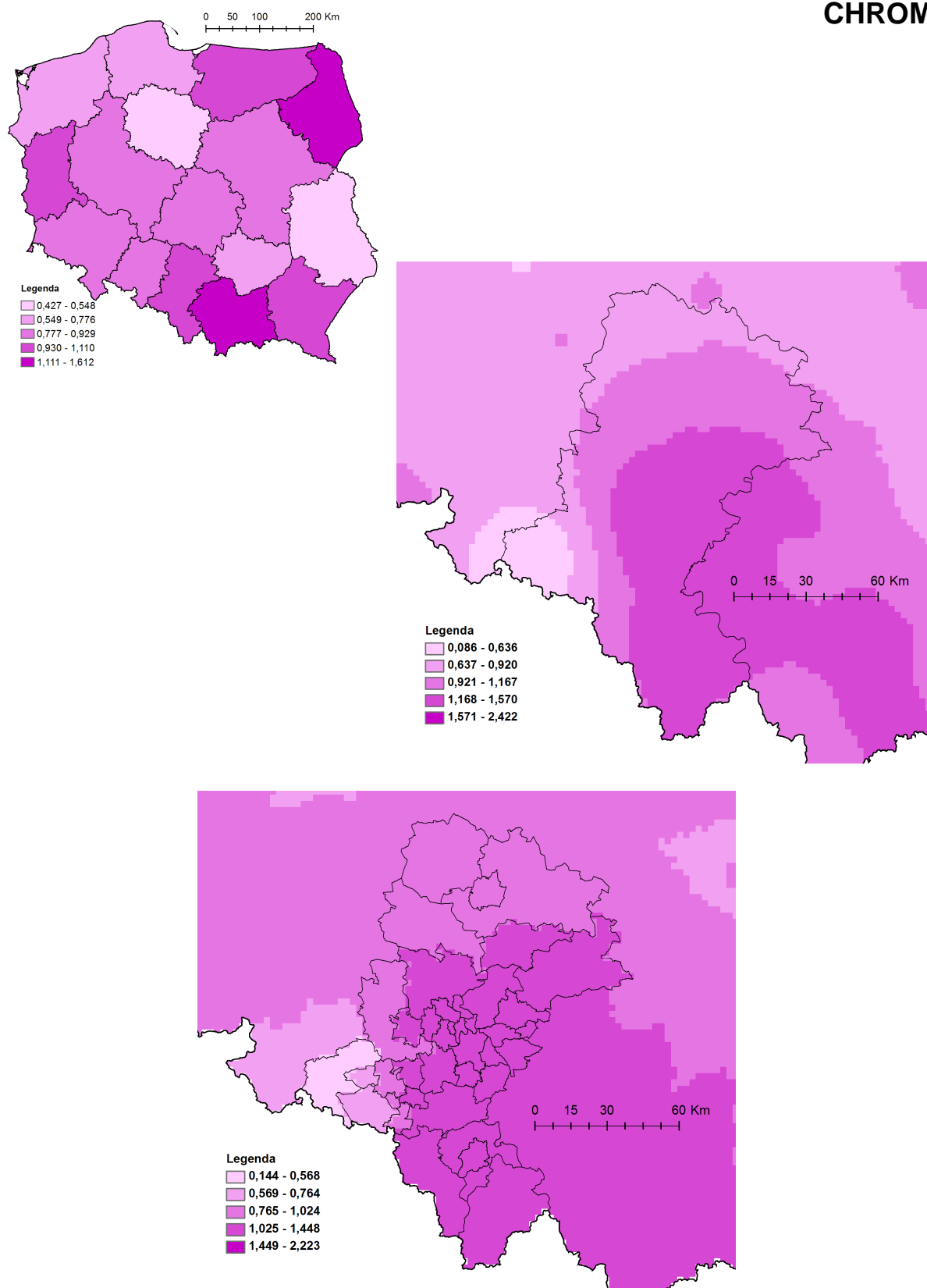


Rys. 17. Roczne ładunki jednostkowe **kadm** [g/ha Cd] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

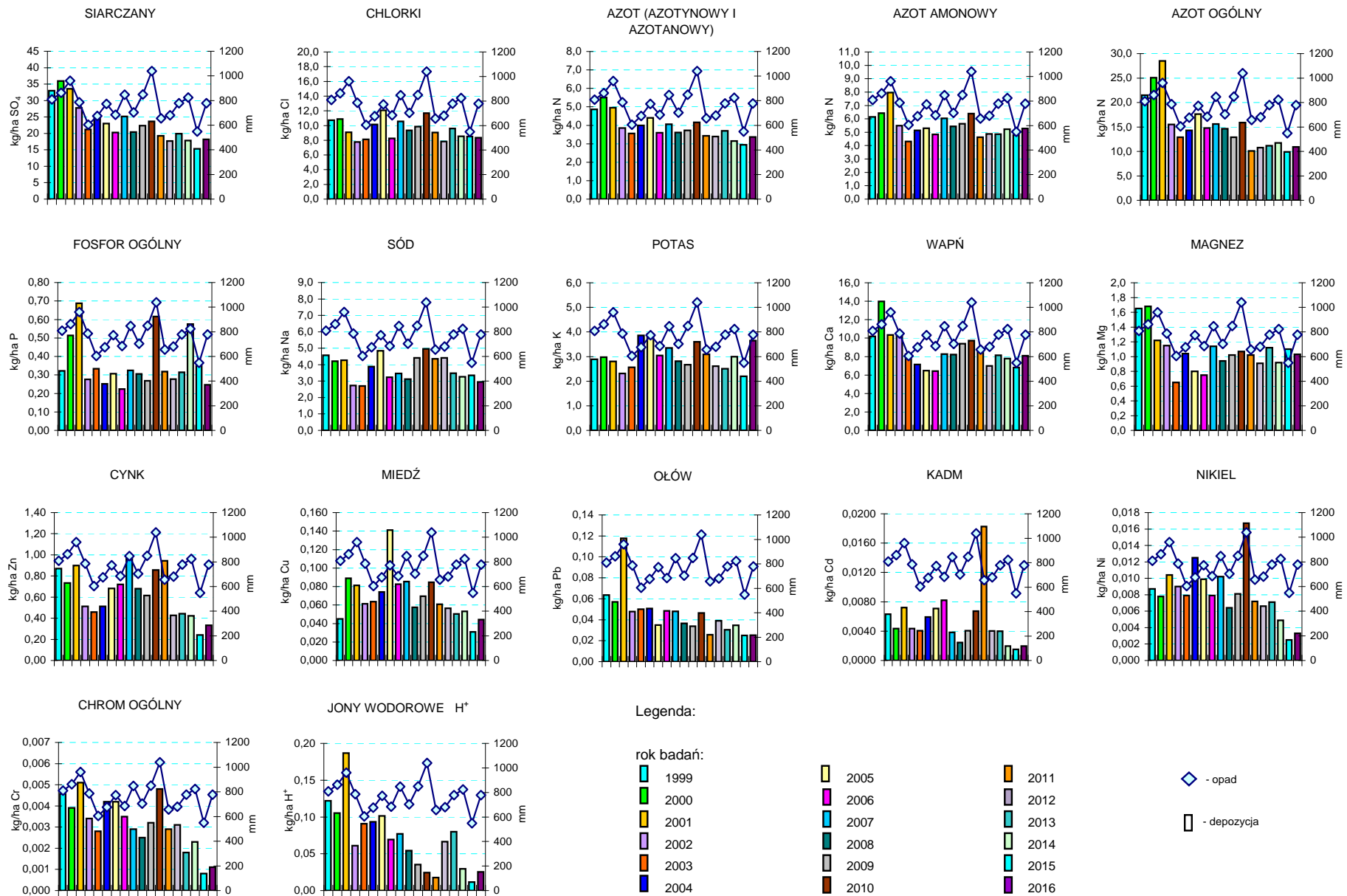


Rys. 18. Roczne ładunki jednostkowe **niklu** [g/ha Ni] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

CHROM



Rys. 19. Roczne ładunki jednostkowe **chromu** [g/ha Cr] wniesione przez opady atmosferyczne w 2016 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 1999-2016 (wielkości ładunków w kg/ha*rok) oraz średnioroczne sumy opadów (mm).

Tabela 1. Skład fizykochemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych (wet-only) w 2016 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	-	5,32	5,51	4,39	5,52	6,11	6,21	5,62	6,23	6,82	6,65	4,83	4,98
2	Przewodność	μS/cm	27,6	21,3	46,8	27,7	29,5	20,10	10,4	15,3	17,9	24,2	27,3	25,3
3	Chlorki	mg/l Cl	2,71	1,81	1,90	1,37	0,86	1,69	0,33	1,09	0,91	2,06	2,24	2,31
4	Siarczany	mg/l SO ₄	3,41	1,85	5,06	4,01	3,77	2,47	1,36	2,08	1,67	2,76	2,36	2,12
5	Azot (azotynowy+azotanowy)	mg/l N	0,63	0,40	0,88	0,76	0,70	0,40	0,28	0,34	0,35	0,30	0,51	0,43
6	Azot amonowy	mg/l N	0,59	0,37	1,68	1,34	1,21	0,54	0,43	0,64	0,47	0,45	0,55	0,67
7	Sód	mg/l Na	1,39	0,42	0,68	0,44	0,52	0,42	0,10	0,25	0,30	0,19	0,78	0,63
8	Potas	mg/l K	0,40	0,70	0,23	0,48	0,45	0,70	0,07	0,66	0,92	1,83	0,69	0,36
9	Wapń	mg/l Ca	1,26	1,05	1,45	1,38	1,56	0,94	0,40	0,57	0,99	1,33	0,93	0,74
10	Magnez	mg/l Mg	0,12	0,14	0,13	0,16	0,21	0,12	0,05	0,08	0,11	0,12	0,12	0,08
11	Cynk	mg/l Zn	0,170	0,065	0,151	0,037	0,220	0,046	0,017	0,037	0,037	0,059	0,060	0,043
12	Miedź	mg/l Cu	0,0154	0,0063	0,0143	0,0067	0,0083	0,0060	0,0021	0,0041	0,0033	0,0074	0,0106	0,0114
13	Ołów	mg/l Pb	0,0094	0,0035	0,0125	0,0095	0,0100	0,0044	0,0023	0,0110	0,0031	0,0058	0,0082	0,0070
14	Kadm	mg/l Cd	0,00038	0,00021	0,00081	0,00054	0,00075	0,00031	0,00019	0,00029	0,00057	0,00043	0,00067	0,00048
15	Nikiel	mg/l Ni	0,0007	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0010	0,0005	0,0008	0,0015	0,0000
16	Chrom og.	mg/l Cr	0,0002	0,0003	0,0003	0,0000	0,0004	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0002	0,0002
17	Azot ogólny	mg/l N	1,27	1,04	2,73	2,36	1,96	1,07	0,92	0,99	0,85	0,93	1,25	1,30
18	Fosfor ogólny	mg/l P	0,041	0,030	0,034	0,03	0,045	0,010	0,012	0,010	0,066	0,066	0,015	0,014
19	Jon wodorowy	mg/l H ⁺	0,0048	0,0031	0,0407	0,0030	0,0008	0,0006	0,0024	0,0006	0,0002	0,0002	0,0148	0,0105
20	Miesięczna suma opadów	mm	34,7	90,9	26,7	49,0	32,7	77,7	195,8	67,9	26,2	70,6	36,8	37,4

Tabela 2. Skład fizykochemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych (wet-only) w 2016 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	-	5,81	6,04	5,77	6,67	6,25	6,33	6,21	6,92	6,87	6,87	6,80	5,32
2	Przewodność	μS/cm	28,4	26,7	40,4	21,5	26,8	18,40	9,3	14,8	20,8	20,3	35,4	49,6
3	Chlorki	mg/l Cl	1,39	1,40	1,49	0,45	0,62	0,48	0,22	0,38	0,70	1,01	2,67	1,54
4	Siarczany	mg/l SO ₄	4,20	3,19	6,59	2,35	4,06	2,01	0,93	1,40	2,21	2,59	3,89	9,70
5	Azot (azotynowy+azotanowy)	mg/l N	0,62	0,57	0,90	0,56	0,69	0,43	0,28	0,32	0,46	0,33	0,51	0,60
6	Azot amonowy	mg/l N	0,55	0,67	1,90	1,28	1,35	0,69	0,50	0,71	0,45	0,61	1,06	0,98
7	Sód	mg/l Na	0,30	0,41	0,56	0,31	0,33	0,17	0,03	0,21	0,23	0,31	0,43	0,57
8	Potas	mg/l K	0,09	0,23	0,10	0,18	0,21	0,13	0,12	0,19	0,16	0,21	2,44	0,26
9	Wapń	mg/l Ca	2,33	2,18	2,33	0,98	1,67	1,10	0,51	1,17	1,50	2,13	2,56	4,74
10	Magnez	mg/l Mg	0,40	0,32	0,34	0,15	0,22	0,19	0,07	0,19	0,25	0,24	0,29	0,47
11	Cynk	mg/l Zn	0,016	0,012	0,024	0,009	0,025	0,012	0,002	0,017	0,015	0,024	0,041	0,031
12	Miedź	mg/l Cu	0,0062	0,0042	0,0139	0,0009	0,0094	0,0027	0,0018	0,0026	0,0000	0,0020	0,0070	0,0078
13	Ołów	mg/l Pb	0,0011	0,0013	0,0012	0,0015	0,0012	0,0004	0,0000	0,0001	0,0000	0,0004	0,0009	0,0016
14	Kadm	mg/l Cd	0,00005	0,00014	0,00015	0,00006	0,00008	0,00002	0,00001	0,00001	0,00004	0,00009	0,00007	0,00019
15	Nikiel	mg/l Ni	0,0003	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0004	0,0007	0,0024	0,0006
16	Chrom og.	mg/l Cr	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0003
17	Azot ogólny	mg/l N	1,21	1,33	2,83	2,00	2,31	1,24	0,98	1,10	1,44	1,23	1,65	1,64
18	Fosfor ogólny	mg/l P	0,046	0,030	0,014	0,030	0,066	0,003	0,014	0,028	0,026	0,005	0,006	0,015
19	Jon wodorowy	mg/l H ⁺	0,0016	0,0009	0,0017	0,0002	0,0006	0,0005	0,0006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0048
20	Miesięczna suma opadów	mm	20,5	53,1	11,8	44,6	47,0	45,7	115,8	51,9	26,0	66,1	28,8	21,3

Tabela 3. Minimum, maksimum i średnie ważone wartości pH w opadach na stacjach monitoringowych ze wszystkich (sumarycznie) sektorów napływu mas powietrza w 2016 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	Swinoujście	95	4,48	N	1,6	15.02.	7,05	E	1,6	31.05.	5,68
2	Łeba	115	4,09	N	1,0	13.12.	6,66	W	3,8	25.03.	5,09
3	Gdańsk	92	4,38	S	1,2	24.10.	7,04	W	2,0	13.08.	5,49
4	Suwałki	123	5,35	W	12,5	28.10.	7,23	W	1,6	7.11.	6,39
5	Chojnice	103	4,38	Z	2,9	15.02.	6,93	S	1,2	18.08.	5,39
6	Olsztyn	123	4,50	S W	3,8 1,9	24.10. 13.12	7,03	E	1,4	12.05.	5,39
7	Gorzów Wlkp.	97	4,38	Z	1,0	11.01.	6,95	W W	1,1 3,4	25.03. 02.11.	5,50
8	Toruń	98	4,87	E	1,2	06.01.	7,13	W	1,1	08.06.	5,92
9	Białystok	124	4,18	N	1,0	11.03.	6,95	E	1,7	27.07.	5,18
10	Zielona Góra	106	4,18	W	6,1	21.10.	7,04	W	1,1	09.08.	5,15
11	Poznań	108	3,17	W	5,4	12.01.	7,03	N	3,3	13.04.	5,11
12	Kalisz	88	4,12	Z	1,1	07.03.	7,17	W	3,4	02.07.	5,19
13	Sulejów	100	4,26	E	2,0	28.02.	7,01	N	1,0	10.04.	5,00
14	Włodawa	109	4,00	Z	2,4	05.09.	7,06	N	1,5	06.06	5,25
15	Legnica	95	4,31	W	2,8	23.01.	6,85	W W	3,8 3,0	01.04. 13.04.	5,09
16	Śnieżka	180	4,13	N	1,2	16.01.	4,78	N	23,8	05.10.	4,48
17	Racibórz	79	5,07	E	4,3	12.10.	7,35	W	1,4	08.07.	6,14
18	Katowice	105	3,67	N	1,0	12.03.	6,97	W	8,1	17.04.	4,80
19	Nowy Sącz	90	4,37	N	1,6	13.11.	7,06	W	8,6	29.07.	5,57
20	Sandomierz	93	4,30	W	1,2	12.01.	7,11	E	5,6	29.02.	4,88
21	Kasprowy Wierch	183	4,36	W	1,3	21.01.	7,07	E	1,0	19.08.	5,32
22	Lesko	116	4,12	W	2,5	14.01.	7,20	N	8,0	14.12.	5,20

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 2016 roku w czasie napływu mas powietrza z poszczególnych sektorów

RACIBÓRZ

sektor napływu mas powie- trza			N	E	S	W	Z	łącznie
			331° - 060°	061° - 150°	151° - 240°	241° - 330°	zmienny	(N, E, S, W, Z)
1	podwyższony	> 6,5 pH	64,7%	12,5%	40,0%	37,5%	50,0%	41,8%
2	lekko podwyższony	6,1 - 6,5	23,5%	62,5%	40,0%	56,3%	50,0%	45,6%
3	normalny	5,1 - 6,0	11,8%	25,0%	20,0%	6,3%	0,0%	12,7%
4	lekko obniżony	4,6 - 5,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
5	obniżony	4,1 - 4,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
6	silnie obniżony	< 4,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ilość pomiarów			17	8	20	32	2	79

KATOWICE

sektor napływu mas powie- trza			N	E	S	W	Z	łącznie
			331° - 060°	061° - 150°	151° - 240°	241° - 330°	zmienny	(N, E, S, W, Z)
1	podwyższony	> 6,5 pH	5,0%	10,0%	0,0%	15,4%	0,0%	9,5%
2	lekko podwyższony	6,1 - 6,5	5,0%	10,0%	10,0%	13,5%	33,3%	11,4%
3	normalny	5,1 - 6,0	30,0%	40,0%	45,0%	17,3%	0,0%	26,7%
4	lekko obniżony	4,6 - 5,0	35,0%	20,0%	40,0%	34,6%	33,3%	34,3%
5	obniżony	4,1 - 4,5	20,0%	20,0%	5,0%	17,3%	0,0%	15,2%
6	silnie obniżony	< 4,1	5,0%	0,0%	0,0%	1,9%	33,3%	2,8%
ilość pomiarów			20	10	20	52	3	105

Tabela 5. Miesięczne wielkości ładunków substancji wnoszonych z opadami atmosferycznymi w 2016 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	0,94	1,65	0,51	0,67	0,28	1,31	0,65	0,74	0,24	1,45	0,82	0,86
2	Siarczany	kg/ha SO ₄	1,18	1,68	1,35	1,96	1,23	1,92	2,66	1,41	0,44	1,95	0,87	0,79
3	Azot (azotynowy+azotanowy)	kg/ha N	0,22	0,36	0,23	0,37	0,23	0,31	0,55	0,23	0,09	0,21	0,19	0,16
4	Azot amonowy	kg/ha N	0,20	0,34	0,45	0,66	0,40	0,42	0,84	0,43	0,12	0,32	0,20	0,25
5	Sód	kg/ha Na	0,48	0,38	0,18	0,22	0,17	0,33	0,20	0,17	0,08	0,13	0,29	0,24
6	Potas	kg/ha K	0,14	0,64	0,06	0,24	0,15	0,54	0,14	0,45	0,24	1,29	0,25	0,13
7	Wapń	kg/ha Ca	0,44	0,95	0,39	0,68	0,51	0,73	0,78	0,39	0,26	0,94	0,34	0,28
8	Magnez	kg/ha Mg	0,04	0,13	0,03	0,08	0,07	0,09	0,10	0,05	0,03	0,08	0,04	0,03
9	Cynk	kg/ha Zn	0,059	0,059	0,040	0,018	0,072	0,036	0,033	0,025	0,010	0,042	0,022	0,016
10	Miedź	kg/ha Cu	0,0053	0,0057	0,0038	0,0033	0,0027	0,0047	0,0041	0,0027	0,0009	0,0052	0,0039	0,0043
11	Ołów	kg/ha Pb	0,0033	0,0032	0,0033	0,0047	0,0033	0,0034	0,0046	0,0075	0,0008	0,0041	0,0030	0,0026
12	Kadm	kg/ha Cd	0,00013	0,00019	0,00022	0,00026	0,00025	0,00024	0,00036	0,00020	0,00015	0,00030	0,00025	0,00018
13	Nikiel	kg/ha Ni	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0007	0,0001	0,0005	0,0006	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	0,44	0,95	0,73	1,16	0,64	0,83	1,80	0,67	0,22	0,66	0,46	0,49
16	Fosfor ogólny	kg/ha P	0,014	0,027	0,009	0,012	0,015	0,008	0,023	0,007	0,017	0,047	0,006	0,005
17	Jon wodorowy	kg/ha H ⁺	0,0017	0,0028	0,0109	0,0015	0,0003	0,0005	0,0047	0,0004	0,0000	0,0002	0,0054	0,0039

Tabela 6. Miesięczne wielkości ładunków substancji wnoszonych z opadami atmosferycznymi w 2016 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	0,28	0,74	0,18	0,20	0,29	0,22	0,25	0,20	0,18	0,67	0,77	0,33
2	Siarczany	kg/ha SO ₄	0,86	1,69	0,78	1,05	1,91	0,92	1,08	0,73	0,57	1,71	1,12	2,07
3	Azot (azotynowy+azotanowy)	kg/ha N	0,13	0,30	0,11	0,25	0,32	0,20	0,32	0,17	0,12	0,22	0,15	0,13
4	Azot amonowy	kg/ha N	0,11	0,36	0,22	0,57	0,63	0,32	0,58	0,37	0,12	0,40	0,31	0,21
5	Sód	kg/ha Na	0,06	0,22	0,07	0,14	0,16	0,08	0,03	0,11	0,06	0,20	0,12	0,12
6	Potas	kg/ha K	0,02	0,12	0,01	0,08	0,10	0,06	0,14	0,10	0,04	0,14	0,70	0,06
7	Wapń	kg/ha Ca	0,48	1,16	0,27	0,44	0,78	0,50	0,59	0,61	0,39	1,41	0,74	1,01
8	Magnez	kg/ha Mg	0,08	0,17	0,04	0,07	0,10	0,09	0,08	0,10	0,07	0,16	0,08	0,10
9	Cynk	kg/ha Zn	0,003	0,006	0,003	0,004	0,012	0,005	0,003	0,009	0,004	0,016	0,012	0,007
10	Miedź	kg/ha Cu	0,0013	0,0022	0,0016	0,0004	0,0044	0,0012	0,0021	0,0014	0,0000	0,0013	0,0020	0,0017
11	Ołów	kg/ha Pb	0,0002	0,0007	0,0001	0,0007	0,0006	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0003
12	Kadm	kg/ha Cd	0,00001	0,00007	0,00002	0,00003	0,00004	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00006	0,00002	0,00004
13	Nikiel	kg/ha Ni	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	0,0005	0,0007	0,0001
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	0,25	0,71	0,33	0,89	1,09	0,57	1,13	0,57	0,37	0,81	0,48	0,35
16	Fosfor ogólny	kg/ha P	0,009	0,016	0,002	0,013	0,031	0,001	0,016	0,015	0,007	0,003	0,002	0,003
17	Jon wodorowy	kg/ha H ⁺	0,0003	0,0005	0,0002	0,0001	0,0003	0,0002	0,0007	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0010

Tabela 7. Obciążenie powierzchniowe poszczególnych powiatów województwa śląskiego substancjami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2016 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	18,59	677	10,19	371	3,38	123
2	bielski	Bielsko-Biała	458,64	24,13	1107	11,02	505	4,38	201
3	cieszyński	Cieszyn	158,15	22,19	351	9,29	147	3,99	63
4	częstochoowski	Częstochowa	730,29	15,44	1128	6,76	494	3,14	229
5	gliwicki	Gliwice	1522,05	18,47	2811	7,94	1209	3,25	495
6	kłobucki	Kłobuck	664,37	14,67	975	6,02	400	2,94	195
7	lubliniecki	Lubliniec	888,59	16,16	1436	7,37	655	3,03	269
8	mikołowski	Mikołów	822,25	19,47	1601	10,28	845	3,47	285
9	myszkowski	Myszków	233,14	17,27	403	8,49	198	3,28	76
10	pszczyński	Pszczyna	479,25	20,55	985	9,98	478	3,65	175
11	raciborski	Racibórz	471,12	16,53	779	5,20	245	2,74	129
12	rybnicki	Rybnik	543,76	19,02	1034	7,53	409	3,25	177
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	223,64	17,57	393	8,79	197	3,20	72
14	bieruńsko-lędziński	Bieruń	644,19	19,93	1284	10,93	704	3,58	231
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286,75	18,49	530	6,18	177	3,09	89
16	zawierciański	Zawiercie	1002,23	18,03	1807	8,93	895	3,47	348
17	żywiecki	Żywiec	1040,06	20,21	2102	9,05	941	3,83	398
18	Bielsko-Biała	Bielsko-Biała	124,51	24,07	300	10,93	136	4,37	54
19	Bytom	Bytom	69,44	18,22	127	9,97	69	3,29	23
20	Chorzów	Chorzów	33,24	17,89	59	10,27	34	3,23	11
21	Częstochowa	Częstochowa	159,71	15,48	247	6,85	109	3,06	49
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	188,73	19,24	363	10,67	201	3,49	66
23	Gliwice	Gliwice	133,88	18,81	252	9,00	120	3,33	45
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85,33	20,90	178	8,15	70	3,59	31
25	Jaworzno	Jaworzno	152,59	19,53	298	10,81	165	3,52	54
26	Katowice	Katowice	164,64	17,92	295	10,32	170	3,23	53
27	Mysłowice	Mysłowice	65,62	18,49	121	10,57	69	3,33	22
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39,98	18,20	73	10,13	40	3,29	13
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77,73	18,33	142	10,24	80	3,30	26
30	Rybnik	Rybnik	148,36	19,61	291	7,49	111	3,34	50
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25,50	18,02	46	10,31	26	3,25	8
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91,06	18,65	170	10,62	97	3,36	31
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13,31	18,15	24	10,23	14	3,28	4
34	Tychy	Tychy	81,81	19,35	158	10,83	89	3,47	28
35	Zabrze	Zabrze	80,40	18,40	148	9,78	79	3,30	27
36	Zory	Zory	64,64	20,53	133	9,00	58	3,58	23

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	5,05	184	10,12	368	0,232	8,4
2	bielski	Bielsko-Biała	458,64	7,09	325	14,47	664	0,345	15,8
3	cieszyński	Cieszyn	158,15	6,54	103	13,29	210	0,299	4,7
4	częstochoowski	Częstochowa	730,29	4,73	345	10,58	773	0,239	17,5
5	gliwicki	Gliwice	1522,05	5,19	790	10,18	1549	0,210	32,0
6	kłobucki	Kłobuck	664,37	4,61	306	10,34	687	0,245	16,3
7	lubliniecki	Lubliniec	888,59	4,72	419	9,93	882	0,225	20,0
8	mikołowski	Mikołów	822,25	5,28	434	10,34	850	0,226	18,6
9	myszkowski	Myszków	233,14	4,96	116	10,56	246	0,246	5,7
10	pszczyński	Pszczyna	479,25	5,71	274	11,31	542	0,247	11,8
11	raciborski	Racibórz	471,12	4,72	222	8,61	406	0,141	6,6
12	rybnicki	Rybnik	543,76	5,32	289	10,09	549	0,191	10,4
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	223,64	4,90	110	9,87	221	0,222	5,0
14	bieruńsko-łedziński	Bieruń	644,19	5,40	348	10,66	687	0,245	15,8
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286,75	5,25	151	9,73	279	0,167	4,8
16	zawierciański	Zawiercie	1002,23	5,20	521	11,33	1136	0,268	26,9
17	żywiecki	Żywiec	1040,06	6,30	655	13,65	1420	0,351	36,5
18	Bielsko-Biała	Bielsko-Biała	124,51	7,09	88	14,50	181	0,346	4,3
19	Bytom	Bytom	69,44	4,93	34	9,71	67	0,216	1,5
20	Chorzów	Chorzów	33,24	4,76	16	9,31	31	0,201	0,7
21	Częstochowa	Częstochowa	159,71	4,68	75	10,28	164	0,236	3,8
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	188,73	5,20	98	10,49	198	0,246	4,6
23	Gliwice	Gliwice	133,88	5,20	70	10,19	136	0,218	2,9
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85,33	5,91	50	11,37	97	0,221	1,9
25	Jaworzno	Jaworzno	152,59	5,28	81	10,50	160	0,244	3,7
26	Katowice	Katowice	164,64	4,76	78	9,30	153	0,200	3,3
27	Mysłowice	Mysłowice	65,62	4,93	32	9,64	63	0,212	1,4
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39,98	4,90	20	9,66	39	0,216	0,9
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77,73	4,91	38	9,62	75	0,211	1,6
30	Rybnik	Rybnik	148,36	5,50	82	10,43	155	0,195	2,9
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25,50	4,80	12	9,41	24	0,205	0,5
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91,06	4,98	45	9,78	89	0,219	2,0
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13,31	4,87	6	9,60	13	0,212	0,3
34	Tychy	Tychy	81,81	5,19	42	10,16	83	0,227	1,9
35	Zabrze	Zabrze	80,40	5,00	40	9,84	79	0,217	1,7
36	Zory	Zory	64,64	5,72	37	11,13	72	0,228	1,5

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	3,08	112	4,49	163	7,58	276
2	bielski	Bielsko-Biała	458,64	3,66	168	5,17	237	11,04	506
3	cieszyński	Cieszyn	158,15	3,23	51	4,12	65	10,77	170
4	częstochoowski	Częstochowa	730,29	2,99	218	2,92	213	6,38	466
5	gliwicki	Gliwice	1522,05	2,61	397	3,31	504	8,61	1310
6	kłobucki	Kłobuck	664,37	2,81	187	2,61	173	5,83	387
7	lubliniecki	Lubliniec	888,59	2,84	252	3,13	278	6,79	603
8	mikołowski	Mikołów	822,25	2,99	246	4,51	371	8,16	671
9	myszkowski	Myszków	233,14	3,07	72	3,72	87	7,26	169
10	pszczyński	Pszczyna	479,25	3,04	146	4,38	210	9,18	440
11	raciborski	Racibórz	471,12	1,67	79	1,91	90	9,24	435
12	rybnicki	Rybnik	543,76	2,36	128	3,05	166	9,56	520
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	223,64	2,87	64	3,80	85	7,44	166
14	bieruńsko-łedziński	Bieruń	644,19	3,15	203	4,95	319	8,11	522
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286,75	2,00	57	2,33	67	10,09	289
16	zawierciański	Zawiercie	1002,23	3,25	326	3,98	399	7,77	779
17	żywiecki	Żywiec	1040,06	3,46	360	4,33	450	9,65	1004
18	Bielsko-Biała	Bielsko-Biała	124,51	3,66	46	5,13	64	11,07	138
19	Bytom	Bytom	69,44	2,93	20	4,35	30	7,38	51
20	Chorzów	Chorzów	33,24	2,91	10	4,40	15	6,95	23
21	Częstochowa	Częstochowa	159,71	2,92	47	2,94	47	6,37	102
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	188,73	3,19	60	4,78	90	7,91	149
23	Gliwice	Gliwice	133,88	2,78	37	3,86	52	8,33	112
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85,33	2,64	23	3,32	28	10,58	90
25	Jaworzno	Jaworzno	152,59	3,15	48	4,89	75	7,95	121
26	Katowice	Katowice	164,64	2,91	48	4,42	73	6,93	114
27	Mysłowice	Mysłowice	65,62	2,99	20	4,61	30	7,24	48
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39,98	2,96	12	4,42	18	7,28	29
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77,73	2,93	23	4,45	35	7,30	57
30	Rybnik	Rybnik	148,36	2,38	35	2,99	44	10,02	149
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25,50	2,94	7	4,45	11	7,05	18
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91,06	3,03	28	4,67	43	7,37	67
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13,31	2,97	4	4,43	6	7,19	10
34	Tychy	Tychy	81,81	3,07	25	4,81	39	7,74	63
35	Zabrze	Zabrze	80,40	2,90	23	4,26	34	7,61	61
36	Zory	Zory	64,64	2,80	18	3,81	25	9,76	63

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	0,91	33	0,433	15,8	0,0489	1,8
2	bielski	Bielsko-Biała	458,64	1,40	64	0,441	20,2	0,0606	2,8
3	cieszyński	Cieszyn	158,15	1,41	22	0,339	5,4	0,0517	0,8
4	częstochoowski	Częstochowa	730,29	0,81	59	0,301	22,0	0,0377	2,8
5	gliwicki	Gliwice	1522,05	1,11	169	0,296	45,1	0,0401	6,1
6	kłobucki	Kłobuck	664,37	0,76	50	0,265	17,6	0,0357	2,4
7	lubliniecki	Lubliniec	888,59	0,87	77	0,308	27,4	0,0400	3,6
8	mikołowski	Mikołów	822,25	0,99	81	0,416	34,2	0,0484	4,0
9	myszkowski	Myszków	233,14	0,91	21	0,360	8,4	0,0441	1,0
10	pszczyński	Pszczyna	479,25	1,15	55	0,376	18,0	0,0486	2,3
11	raciborski	Racibórz	471,12	1,25	59	0,117	5,5	0,0245	1,2
12	rybnicki	Rybnik	543,76	1,25	68	0,244	13,3	0,0361	2,0
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	223,64	0,92	21	0,369	8,3	0,0440	1,0
14	bieruńsko-łedziński	Bieruń	644,19	0,97	62	0,461	29,7	0,0518	3,3
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286,75	1,35	39	0,158	4,5	0,0295	0,8
16	zawierciański	Zawiercie	1002,23	0,98	98	0,367	36,8	0,0467	4,7
17	żywiecki	Żywiec	1040,06	1,26	131	0,363	37,8	0,0594	6,2
18	Bielsko-Biała	Bielsko-Biała	124,51	1,41	18	0,436	5,4	0,0606	0,8
19	Bytom	Bytom	69,44	0,88	6	0,424	2,9	0,0473	0,3
20	Chorzów	Chorzów	33,24	0,82	3	0,438	1,5	0,0475	0,2
21	Częstochowa	Częstochowa	159,71	0,82	13	0,300	4,8	0,0381	0,6
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	188,73	0,95	18	0,449	8,5	0,0512	1,0
23	Gliwice	Gliwice	133,88	1,04	14	0,358	4,8	0,0439	0,6
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85,33	1,39	12	0,262	2,2	0,0402	0,3
25	Jaworzno	Jaworzno	152,59	0,95	14	0,463	7,1	0,0515	0,8
26	Katowice	Katowice	164,64	0,81	13	0,439	7,2	0,0476	0,8
27	Mysłowice	Mysłowice	65,62	0,85	6	0,451	3,0	0,0490	0,3
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39,98	0,87	3	0,433	1,7	0,0478	0,2
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77,73	0,87	7	0,434	3,4	0,0478	0,4
30	Rybnik	Rybnik	148,36	1,32	20	0,235	3,5	0,0362	0,5
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25,50	0,83	2	0,440	1,1	0,0479	0,1
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91,06	0,87	8	0,454	4,1	0,0496	0,5
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13,31	0,85	1	0,436	0,6	0,0480	0,1
34	Tychy	Tychy	81,81	0,92	8	0,452	3,7	0,0505	0,4
35	Zabrze	Zabrze	80,40	0,92	7	0,411	3,3	0,0466	0,4
36	Zory	Zory	64,64	1,25	8	0,320	2,1	0,0437	0,3

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	0,0396	1,44	0,00269	0,098	0,0031	0,11
2	bielski	Bielsko-Biała	458,64	0,0350	1,61	0,00310	0,142	0,0043	0,20
3	cieszyński	Cieszyn	158,15	0,0245	0,39	0,00220	0,035	0,0039	0,06
4	częstochowski	Częstochowa	730,29	0,0176	1,29	0,00161	0,118	0,0032	0,23
5	gliwicki	Gliwice	1522,05	0,0235	3,58	0,00145	0,221	0,0029	0,44
6	kłobucki	Kłobuck	664,37	0,0147	0,98	0,00135	0,090	0,0029	0,19
7	lubliniecki	Lubliniec	888,59	0,0224	1,99	0,00170	0,151	0,0029	0,26
8	mikołowski	Mikołów	822,25	0,0400	3,29	0,00260	0,214	0,0032	0,26
9	myszkowski	Myszków	233,14	0,0272	0,63	0,00212	0,049	0,0032	0,07
10	pszczyński	Pszczyna	479,25	0,0345	1,65	0,00259	0,124	0,0035	0,17
11	raciborski	Racibórz	471,12	0,0061	0,29	0,00047	0,022	0,0023	0,11
12	rybnicki	Rybnik	543,76	0,0192	1,04	0,00134	0,073	0,0029	0,16
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	223,64	0,0315	0,70	0,00220	0,049	0,0030	0,07
14	bieruńsko-łedziński	Bieruń	644,19	0,0442	2,85	0,00298	0,192	0,0033	0,21
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286,75	0,0096	0,28	0,00074	0,021	0,0027	0,08
16	zawierciański	Zawiercie	1002,23	0,0268	2,69	0,00197	0,197	0,0036	0,36
17	żywiecki	Żywiec	1040,06	0,0234	2,43	0,00241	0,251	0,0041	0,43
18	Bielsko-Biała	Bielsko-Biała	124,51	0,0342	0,43	0,00309	0,038	0,0043	0,05
19	Bytom	Bytom	69,44	0,0402	0,28	0,00261	0,018	0,0030	0,02
20	Chorzów	Chorzów	33,24	0,0437	0,15	0,00276	0,009	0,0029	0,01
21	Częstochowa	Częstochowa	159,71	0,0187	0,30	0,00172	0,027	0,0030	0,05
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	188,73	0,0408	0,77	0,00266	0,050	0,0033	0,06
23	Gliwice	Gliwice	133,88	0,0314	0,42	0,00193	0,026	0,0030	0,04
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85,33	0,0198	0,17	0,00159	0,014	0,0033	0,03
25	Jaworzno	Jaworzno	152,59	0,0433	0,66	0,00276	0,042	0,0033	0,05
26	Katowice	Katowice	164,64	0,0442	0,73	0,00278	0,046	0,0029	0,05
27	Mysłowice	Mysłowice	65,62	0,0447	0,29	0,00284	0,019	0,0030	0,02
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39,98	0,0414	0,17	0,00274	0,011	0,0030	0,01
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77,73	0,0425	0,33	0,00268	0,021	0,0030	0,02
30	Rybnik	Rybnik	148,36	0,0176	0,26	0,00128	0,019	0,0030	0,04
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25,50	0,0435	0,11	0,00279	0,007	0,0029	0,01
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91,06	0,0442	0,40	0,00280	0,025	0,0030	0,03
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13,31	0,0422	0,06	0,00274	0,004	0,0030	0,00
34	Tychy	Tychy	81,81	0,0448	0,37	0,00295	0,024	0,0032	0,03
35	Zabrze	Zabrze	80,40	0,0385	0,31	0,00241	0,019	0,0030	0,02
36	Zory	Zory	64,64	0,0273	0,18	0,00196	0,013	0,0033	0,02

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
1	będziński	Będzin	364,13	0,0013	0,047	0,0323	1,18
2	bielski	Bielsko-Biała	458,64	0,0014	0,064	0,0321	1,47
3	cieszyński	Cieszyn	158,15	0,0011	0,017	0,0240	0,38
4	częstochowski	Częstochowa	730,29	0,0009	0,066	0,0257	1,88
5	gliwicki	Gliwice	1522,05	0,0010	0,152	0,0214	3,26
6	kłobucki	Kłobuck	664,37	0,0009	0,060	0,0220	1,46
7	lubliniecki	Lubliniec	888,59	0,0010	0,089	0,0242	2,15
8	mikołowski	Mikołów	822,25	0,0013	0,107	0,0305	2,51
9	myszkowski	Myszków	233,14	0,0011	0,026	0,0288	0,67
10	pszczyński	Pszczyna	479,25	0,0012	0,058	0,0279	1,34
11	raciborski	Racibórz	471,12	0,0005	0,024	0,0061	0,29
12	rybnicki	Rybnik	543,76	0,0009	0,049	0,0163	0,89
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	223,64	0,0011	0,025	0,0276	0,62
14	bieruńsko-łódziński	Bieruń	644,19	0,0014	0,090	0,0332	2,14
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286,75	0,0006	0,017	0,0091	0,26
16	zawierciański	Zawiercie	1002,23	0,0011	0,110	0,0309	3,10
17	żywiecki	Żywiec	1040,06	0,0012	0,125	0,0252	2,62
18	Bielsko-Biała	Bielsko-Biała	124,51	0,0014	0,017	0,0317	0,39
19	Bytom	Bytom	69,44	0,0013	0,009	0,0311	0,22
20	Chorzów	Chorzów	33,24	0,0014	0,005	0,0325	0,11
21	Częstochowa	Częstochowa	159,71	0,0009	0,014	0,0248	0,40
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	188,73	0,0014	0,026	0,0335	0,63
23	Gliwice	Gliwice	133,88	0,0011	0,015	0,0259	0,35
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85,33	0,0009	0,008	0,0178	0,15
25	Jaworzno	Jaworzno	152,59	0,0014	0,021	0,0332	0,51
26	Katowice	Katowice	164,64	0,0014	0,023	0,0326	0,54
27	Mysłowice	Mysłowice	65,62	0,0014	0,009	0,0331	0,22
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39,98	0,0013	0,005	0,0319	0,13
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77,73	0,0014	0,011	0,0319	0,25
30	Rybnik	Rybnik	148,36	0,0008	0,012	0,0155	0,23
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25,50	0,0014	0,004	0,0326	0,08
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91,06	0,0014	0,013	0,0333	0,30
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13,31	0,0014	0,002	0,0323	0,04
34	Tychy	Tychy	81,81	0,0014	0,011	0,0332	0,27
35	Zabrze	Zabrze	80,40	0,0013	0,010	0,0300	0,24
36	Żory	Żory	64,64	0,0011	0,007	0,0228	0,15

Tabela 8. Obciążenie powierzchniowe obszaru Polski substancjami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2016 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	13,12	26170	4,97	9914	3,10	6184
2	kujawsko-pomorskie	17972	13,44	24154	7,36	13227	2,70	4852
3	łódzkie	18219	13,61	24796	5,37	9784	3,01	5484
4	lubelskie	25122	11,39	28614	5,18	13013	2,65	6657
5	lubuskie	13988	10,09	14114	5,17	7232	2,80	3917
6	małopolskie	15183	16,42	24930	7,28	11053	3,35	5086
7	mazowieckie	35558	12,31	43772	6,59	23433	2,67	9494
8	opolskie	9412	16,74	15756	6,25	5883	3,11	2927
9	podkarpackie	17846	13,18	23521	6,77	12082	2,84	5068
10	podlaskie	20187	12,36	24951	5,51	11123	2,40	4845
11	pomorskie	18310	10,00	18310	11,12	20361	2,87	5255
12	śląskie	12333	18,18	22421	8,34	10286	3,37	4156
13	świętokrzyskie	11711	12,59	14744	4,71	5516	2,81	3291
14	warmińsko-mazurskie	24173	11,61	28065	10,58	25575	2,75	6648
15	wielkopolskie	29826	13,64	40683	6,57	19596	2,95	8799
16	zachodniopomorskie	22892	10,48	23991	9,22	21106	2,92	6684

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	4,83	9634	11,70	23338	0,318	634,3
2	kujawsko-pomorskie	17972	4,09	7351	10,03	18026	0,301	541,0
3	łódzkie	18219	4,49	8180	10,77	19622	0,234	426,3
4	lubelskie	25122	4,08	10250	9,49	23841	0,206	517,5
5	lubuskie	13988	4,24	5931	12,75	17835	0,445	622,5
6	małopolskie	15183	5,71	8669	13,34	20254	0,369	560,3
7	mazowieckie	35558	4,18	14863	9,71	34527	0,250	889,0
8	opolskie	9412	5,13	4828	10,86	10221	0,241	226,8
9	podkarpackie	17846	4,22	7531	10,54	18810	0,387	690,6
10	podlaskie	20187	4,73	9548	9,21	18592	0,280	565,2
11	pomorskie	18310	4,04	7397	9,49	17376	0,316	578,6
12	śląskie	12333	5,28	6512	10,94	13492	0,247	304,6
13	świętokrzyskie	11711	4,07	4766	10,01	11723	0,230	269,4
14	warmińsko-mazurskie	24173	4,33	10467	9,97	24100	0,305	737,3
15	wielkopolskie	29826	5,29	15778	14,41	42979	0,488	1455,5
16	zachodniopomorskie	22892	4,09	9363	11,61	26578	0,380	869,9

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	3,04	6064	2,23	4448	4,71	9395
2	kujawsko-pomorskie	17972	4,40	7908	2,12	3810	6,87	12347
3	łódzkie	18219	3,19	5812	2,08	3790	5,35	9747
4	lubelskie	25122	2,02	5075	1,56	3919	4,99	12536
5	lubuskie	13988	3,29	4602	2,27	3175	4,35	6085
6	małopolskie	15183	3,01	4570	3,95	5997	8,46	12845
7	mazowieckie	35558	3,24	11521	1,82	6472	5,65	20090
8	opolskie	9412	2,78	2617	2,51	2362	7,43	6993
9	podkarpackie	17846	3,09	5514	1,94	3462	5,74	10244
10	podlaskie	20187	2,32	4683	1,27	2564	5,84	11789
11	pomorskie	18310	6,00	10986	2,39	4376	4,62	8459
12	śląskie	12333	2,95	3638	3,65	4502	8,09	9977
13	świętokrzyskie	11711	2,19	2565	2,01	2354	5,41	6336
14	warmińsko-mazurskie	24173	4,94	11941	1,88	4545	6,78	16389
15	wielkopolskie	29826	4,09	12199	2,44	7278	4,00	11930
16	zachodniopomorskie	22892	4,89	11194	2,34	5357	5,06	11583

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	0,73	1456	0,246	490,7	0,0604	120,5
2	kujawsko-pomorskie	17972	1,03	1851	0,192	345,1	0,0380	68,3
3	łódzkie	18219	0,64	1166	0,249	453,7	0,0299	54,5
4	lubelskie	25122	0,66	1658	0,214	537,6	0,0208	52,3
5	lubuskie	13988	0,68	951	0,139	194,4	0,0565	79,0
6	małopolskie	15183	1,17	1776	0,271	411,5	0,0505	76,7
7	mazowieckie	35558	0,77	2738	0,262	931,6	0,0271	96,4
8	opolskie	9412	0,99	932	0,235	221,2	0,0408	38,4
9	podkarpackie	17846	1,20	2142	0,295	526,5	0,0312	55,7
10	podlaskie	20187	0,87	1756	0,475	958,9	0,0262	52,9
11	pomorskie	18310	0,92	1685	0,204	373,5	0,0343	62,8
12	śląskie	12333	1,03	1270	0,334	411,9	0,0443	54,6
13	świętokrzyskie	11711	0,69	808	0,209	244,8	0,0276	32,3
14	warmińsko-mazurskie	24173	0,95	2296	0,230	556,0	0,0293	70,8
15	wielkopolskie	29826	0,66	1969	0,199	593,5	0,0447	133,3
16	zachodniopomorskie	22892	0,91	2083	0,149	341,1	0,0509	116,5

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	0,0178	35,51	0,00070	1,396	0,0030	5,98
2	kujawsko-pomorskie	17972	0,0035	6,29	0,00039	0,701	0,0032	5,75
3	łódzkie	18219	0,0071	12,94	0,00094	1,713	0,0030	5,47
4	lubelskie	25122	0,0039	9,80	0,00078	1,960	0,0020	5,02
5	lubuskie	13988	0,0066	9,23	0,00039	0,546	0,0038	5,32
6	małopolskie	15183	0,0150	22,77	0,00163	2,475	0,0040	6,07
7	mazowieckie	35558	0,0049	17,42	0,00072	2,560	0,0028	9,96
8	opolskie	9412	0,0136	12,80	0,00084	0,791	0,0028	2,64
9	podkarpackie	17846	0,0085	15,17	0,00168	2,998	0,0032	5,71
10	podlaskie	20187	0,0029	5,85	0,00037	0,747	0,0026	5,25
11	pomorskie	18310	0,0029	5,31	0,00040	0,732	0,0030	5,49
12	śląskie	12333	0,0253	31,20	0,00197	2,430	0,0033	4,07
13	świętokrzyskie	11711	0,0087	10,19	0,00099	1,159	0,0033	3,86
14	warmińsko-mazurskie	24173	0,0039	9,43	0,00055	1,330	0,0028	6,77
15	wielkopolskie	29826	0,0047	14,02	0,00036	1,074	0,0028	8,35
16	zachodniopomorskie	22892	0,0042	9,61	0,00043	0,984	0,0025	5,72

cd. tabeli 8.

Lp	Województwo	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI			
			Chrom [Cr]		Jon wodorowy [H ⁺]	
			kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	dolnośląskie	19947	0,0009	1,795	0,0318	63,43
2	kujawsko-pomorskie	17972	0,0004	0,719	0,0060	10,78
3	łódzkie	18219	0,0008	1,458	0,0224	40,81
4	lubelskie	25122	0,0005	1,256	0,0292	73,36
5	lubuskie	13988	0,0010	1,399	0,0188	26,30
6	małopolskie	15183	0,0011	1,670	0,0201	30,52
7	mazowieckie	35558	0,0009	3,200	0,0186	66,14
8	opolskie	9412	0,0008	0,753	0,0204	19,20
9	podkarpackie	17846	0,0009	1,606	0,0316	56,39
10	podlaskie	20187	0,0016	3,230	0,0137	27,66
11	pomorskie	18310	0,0005	0,916	0,0104	19,04
12	śląskie	12333	0,0011	1,357	0,0253	31,20
13	świętokrzyskie	11711	0,0007	0,820	0,0315	36,89
14	warmińsko-mazurskie	24173	0,0010	2,417	0,0083	20,06
15	wielkopolskie	29826	0,0009	2,684	0,0157	46,83
16	zachodniopomorskie	22892	0,0007	1,602	0,0122	27,93

Tabela 9. Roczne obciążenie powierzchniowe obszaru województwa śląskiego zanieczyszczeniami wniesionymi przez opady atmosferyczne w latach 1999-2016 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
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
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
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	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
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
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
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
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
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
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
11	Cynk [Zn]	0,870	0,734	0,900	0,513	0,458	0,512	0,681	0,720	0,971	0,68	0,615	0,856	0,944	0,428	0,443	0,422	0,241	0,334
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
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
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
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
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
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
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

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
1	Siarczany [SO ₄]	40570	44172	41296	34125	26061	30118	28280	24901	30897	25104	27453	29051	23666	21829	24567	21977	18845	22421
2	Chlorki [Cl]	13179	13376	11188	9556	9981	12471	14849	10148	12999	11483	12110	14384	11126	9657	11852	10532	10508	10286
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
4	Azot amonowy [N _{NH4}]	7561	7893	9798	6755	5295	6317	6514	5946	7415	6676	6934	7856	5680	6006	5994	6450	5895	6512
5	Azot ogólny [N _{og.}]	26432	30846	35050	19097	15856	17554	21674	18157	19172	18023	15872	19511	12442	13295	13788	14491	12222	13492
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
7	Sód [Na]	5618	5176	5250	3361	3335	4774	5946	3970	4270	3836	5422	6098	5348	5451	4292	4021	4132	3638
8	Potas [K]	3553	3664	3442	2841	3146	4750	4813	3740	4117	3455	3282	4426	3799	3219	3096	3700	2713	4502
9	Wapń [Ca]	12540	17187	12712	12820	10174	8767	7963	7907	10160	10106	11544	11962	10647	8633	10027	9607	8399	9977
10	Magnez [Mg]	2029	2065	1500	1411	794	1274	979	921	1406	1156	1254	1315	1254	1122	1381	1135	1357	1270
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
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
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
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	2,430
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
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
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