

## **Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża w województwie śląskim w 2011 roku.**

*Ewa Liana, Michał Pobudejski, Anna Bożek – Instytut Meteorologii i Gospodarki W-PIB Oddział we Wrocławiu.*

Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i ocena depozycji zanieczyszczeń do podłoża uruchomione zostały jako jedno z zadań podsystemu monitoringu jakości powietrza Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS) w 1998 roku. Celem tego monitoringu jest określanie w skali kraju rozkładu ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych z mokrym opadem do podłoża w ujęciu czasowym i przestrzennym. Systematyczne badania składu fizyczno-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.

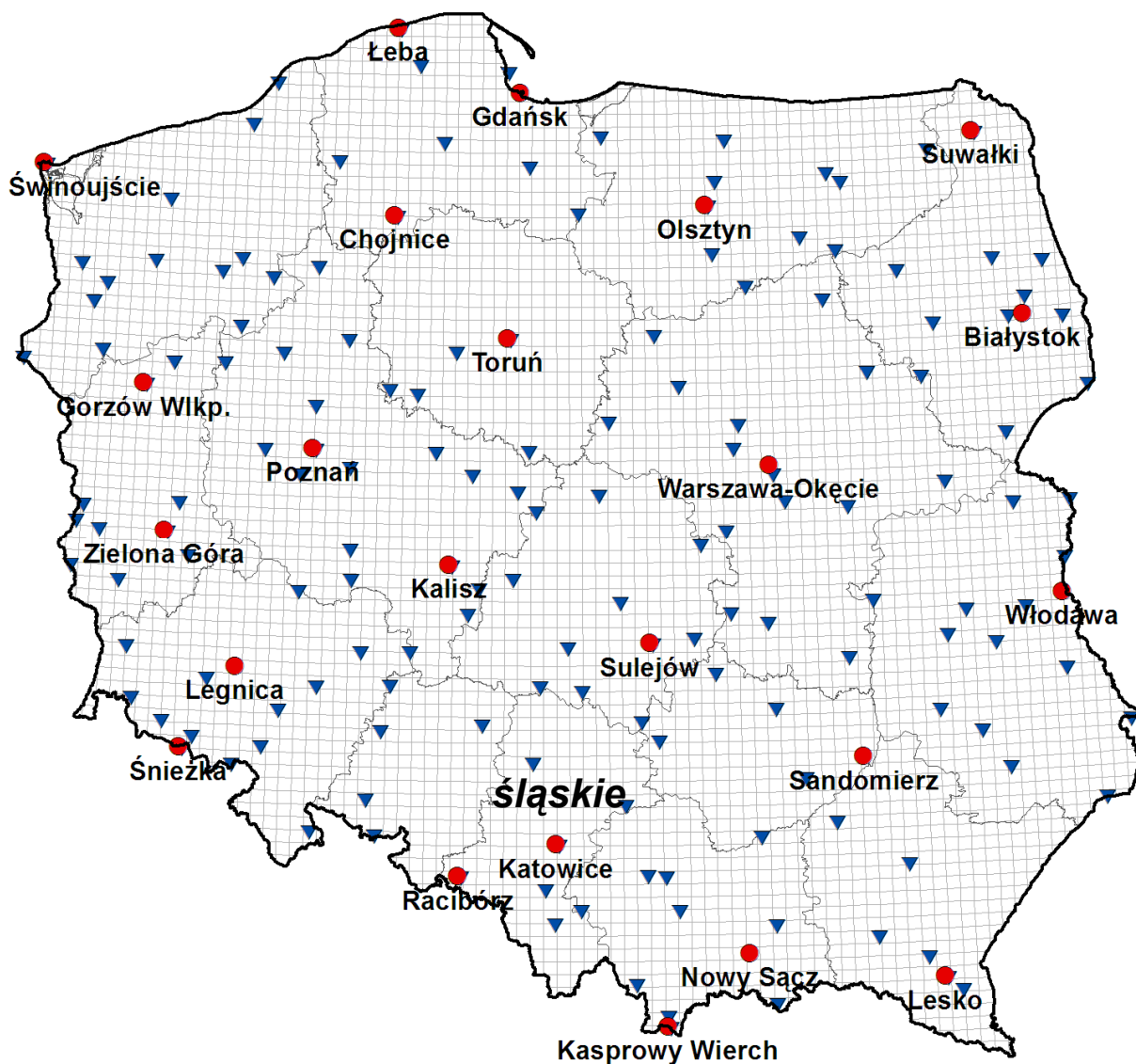
Wrocławski Oddział Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowego Instytutu Badawczego, na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska prowadzi badania monitoringowe, bank danych, przygotowuje raporty i opracowania (zgodnie z wytycznymi), współpracuje z wojewódzkimi inspektoratami ochrony środowiska. Laboratorium IMGW-PIB we Wrocławiu prowadzi analizę jakości otrzymanych wyników badań fizyczno-chemicznych i nadzór nad zbiorem nadsyłanych raportów z laboratoriów WIOŚ.

W 2011 roku sieć pomiarowo-kontrolna składała się z 23 stacji badania chemizmu opadów atmosferycznych (stacji synoptycznych IMGW-PIB), gwarantujących reprezentatywność pomiarów dla oceny obszarowego rozkładu zanieczyszczeń oraz ze 162 posterunków opadowych charakteryzujących średnie pole opadowe 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,



- Stacje pomiaru chemizmu
- ▼ Stacje opadowe

Rys. 1 Sieć stacji pomiarowo-kontrolnych Ogólnopolskiego Monitoringu Chemizmu Opadów Atmosferycznych i Oceny Depozycji Zanieczyszczeń do Podłoża w 2011 r.

azotynów i azotanów, azotu amonowego, azotu ogólnego, fosforu ogólnego, potasu, sodu, wapnia, magnezu, cynku, miedzi, żelaza, ołowiu, kadmu, niklu, chromu i manganu. Ponadto, w celu określenia stężenia azotu ogólnego, oznaczany jest azot Kjeldahla.

Analizy składu fizyczno-chemicznego opadów wykonywane są przez akredytowane laboratoria wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska. Poszczególne wojewódzkie laboratoria analizują opady ze stacji położonych w danym województwie. W 2011 roku w województwie śląskim analizy wykonywało laboratorium WIOŚ w Częstochowie.

Na podstawie danych pomiarowych i analitycznych opadów z 23 stacji monitoringowych oraz danych pomiarowych ze 162 punktów pomiaru wysokości opadów, charakteryzujących średnie pole 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 2011 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 2011 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 1999-2011 oraz przedstawiono tendencje zmian w tym okresie.

## **ZANIECZYSZCZENIE OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W WOJEWÓDZTWIE ŚLĄSKIM I DEPOZYCJA ZANIECZYSZCZEŃ Z OPADÓW DO PODŁOŻA W 2011 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 2011 roku analizowano wody opadowe przed kontaktem z podłożem, tak jak w latach poprzednich, na stacjach położonych w Katowicach i Raciborzu. Skład fizyczno-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 21 stacjach monitoringowych na obszarze Polski zaprezentowano w tabeli 3.

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 4 i 5.

Na podstawie wyników pomiarów ilości wody opadowej w 2011 r., zarejestrowanych na 162 punktach pomiaru wysokości opadu reprezentujących średnie pole opadowe dla obszaru Polski (w tym sześciu na obszarze województwa śląskiego) oraz wyników analiz składu opadów z 23 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 6 i 7, a zróżnicowanie w obciążeniu rocznym na rysunkach 3-21.

Dla porównania wielkości mokrej depozycji na obszarze województwa śląskiego w latach 1999-2011 w tabeli 8 podano wielkości ładunków jednostkowych badanych substancji wniesionych przez opady atmosferyczne w poszczególnych latach, a na rysunku 22 przedstawiono diagramy dla tych ładunków na tle średniorocznych sum opadów.

W 2011 roku na stacjach monitoringowych w województwie śląskim wykonano 176 pomiarów wartości pH dobowych próbek opadów w celu oceny stopnia zakwaszenia wód opadowych. Wartości pH mieściły się w zakresie od 3,72 do 7,19, w tym: w Katowicach od 3,72 do 7,19, średnia roczna ważona pH 4,76, a w Raciborzu od 4,10 do 7,14, średnia roczna ważona pH 5,23. W przypadku 53% próbek stwierdzono „kwaśne deszcze” – opady

Tabela 1. Skład fizyczno-chemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych (wet-only) w 2011 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	Odczyn	pH	5.87	6.73	5.69	5.54	5.95	6.78	6.83	7.46	6.59	6.41	bd	5.68
2	Przewodność	μS/cm	40.0	54.0	37.0	46.0	30.0	44.00	17.0	25.0	43.0	25.0	bd	23.0
3	Chlorki	mg Cl <sup>-</sup> /dm <sup>3</sup>	2.70	6.20	4.00	2.60	1.10	1.90	0.67	0.66	2.10	2.00	bd	1.90
4	Siarczany	mg SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /dm <sup>3</sup>	3.20	4.60	3.60	5.90	3.50	4.50	2.50	2.20	4.70	3.10	bd	2.10
5	Azotyny+azotany	mg N/dm <sup>3</sup>	0.67	1.20	0.41	0.98	0.55	0.70	0.39	0.29	0.98	0.52	bd	0.46
6	Azot amonowy	mg N/dm <sup>3</sup>	0.57	1.00	0.47	1.70	0.76	0.57	0.40	0.40	1.40	0.67	bd	0.46
7	Sód	mg Na/dm <sup>3</sup>	0.91	2.40	1.50	0.55	0.31	0.91	0.25	2.40	0.59	0.56	bd	0.75
8	Potas	mg K/dm <sup>3</sup>	0.32	0.39	0.20	0.47	0.25	0.79	0.24	0.35	1.40	0.54	bd	0.53
9	Wapń	mg Ca/dm <sup>3</sup>	3.00	3.70	1.70	2.00	1.70	3.60	0.84	0.88	2.20	1.50	bd	0.92
10	Magnez	mg Mg/dm <sup>3</sup>	0.39	0.37	0.16	0.31	0.16	0.32	0.10	0.09	0.30	0.24	bd	0.14
11	Cynk	mg Zn/dm <sup>3</sup>	0.320	0.210	0.300	0.260	0.085	0.072	0.520	0.042	0.096	0.100	bd	0.064
12	Miedź	mg Cu/dm <sup>3</sup>	0.0060	0.0120	0.0100	0.0150	0.0068	0.0010	0.0069	0.0090	0.0310	0.0087	bd	0.0080
13	Żelazo	mg Fe/dm <sup>3</sup>	0.110	0.140	0.078	0.170	0.061	0.005	0.032	0.044	0.092	0.022	bd	0.044
14	Ołów	mg Pb/dm <sup>3</sup>	0.0076	0.0280	0.0110	0.0230	0.0064	0.0005	0.0036	0.0005	0.0076	0.0160	bd	0.0040
15	Kadm	mg Cd/dm <sup>3</sup>	0.06000	0.00350	0.00140	0.00080	0.00030	0.00040	0.00050	0.00040	0.00100	0.00100	bd	0.00015
16	Nikiel	mg Ni/dm <sup>3</sup>	0.0010	0.0035	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0008	0.0021	0.0008	0.0008	bd	0.0018
17	Chrom og.	mg Cr/dm <sup>3</sup>	0.0007	0.0003	0.0003	0.0006	0.0016	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	bd	0.0003
18	Mangan	mg Mn/dm <sup>3</sup>	0.0060	0.0220	0.0120	0.0340	0.0050	0.0090	0.0050	0.0050	0.0210	0.0210	bd	0.0025
19	Azot ogólny	mg N/dm <sup>3</sup>	1.37	2.80	1.21	3.08	1.75	1.40	1.09	0.89	2.38	1.22	bd	1.06
20	Fosfor ogólny	mg P/dm <sup>3</sup>	0.150	0.025	0.080	0.06	0.025	0.150	0.025	0.025	0.025	0.060	bd	0.060
21	Jon wodorowy	mg H <sup>+</sup> /dm <sup>3</sup>	0.0013	0.0002	0.0020	0.0029	0.0011	0.0002	0.0001	0.0000	0.0003	0.0004	bd	0.0021
22	Miesięczna suma opadów	mm	32.4	14.9	43.6	29.8	84.9	50.4	123.4	90.9	13.6	33.1	0.0	44.9

bd - zawartość substancji w próbce opadu nie została zbadana z powodu zbyt małej ilości wody opadowej, niezbędnej do analizy chemicznej

Tabela 2. Skład fizyczno-chemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych (wet-only) w 2011 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	Odczyn	pH	5.73	6.27	5.66	5.68	5.76	6.68	6.85	7.17	6.54	6.48	-	5.36
2	Przewodność	μS/cm	25.0	32.0	28.0	48.0	21.0	18.00	12.0	21.0	44.0	18.0	-	34.0
3	Chlorki	mg Cl <sup>-</sup> /dm <sup>3</sup>	1.60	1.50	1.60	1.50	0.60	0.33	0.28	0.43	2.50	0.88	-	3.50
4	Siarczany	mg SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /dm <sup>3</sup>	1.60	2.80	3.00	7.10	2.20	1.60	1.00	1.20	4.00	1.60	-	3.20
5	Azotyny+azotany	mg N/dm <sup>3</sup>	0.42	0.91	0.60	1.51	0.47	0.35	0.26	0.30	1.12	0.40	-	0.79
6	Azot amonowy	mg N/dm <sup>3</sup>	0.68	0.93	1.10	2.50	0.86	0.60	0.43	0.53	1.90	0.82	-	0.90
7	Sód	mg Na/dm <sup>3</sup>	0.52	0.60	0.61	0.61	0.26	0.21	0.15	0.89	1.20	0.48	-	1.40
8	Potas	mg K/dm <sup>3</sup>	1.00	0.36	0.62	0.68	0.17	0.17	0.12	0.32	1.60	0.25	-	1.60
9	Wapń	mg Ca/dm <sup>3</sup>	0.58	1.40	0.97	1.70	0.83	0.97	0.40	0.51	1.70	0.57	-	1.60
10	Magnez	mg Mg/dm <sup>3</sup>	0.07	0.13	0.10	0.23	0.07	0.07	0.04	0.06	0.20	0.09	-	0.20
11	Cynk	mg Zn/dm <sup>3</sup>	0.061	0.041	0.029	0.047	0.026	0.019	0.005	0.013	0.032	0.021	-	0.055
12	Miedź	mg Cu/dm <sup>3</sup>	0.0026	0.0044	0.0010	0.0010	0.0044	0.0010	0.0010	0.0031	0.0190	0.0029	-	0.0190
13	Żelazo	mg Fe/dm <sup>3</sup>	0.053	0.035	0.037	0.077	0.025	0.005	0.024	0.056	0.053	0.036	-	0.047
14	Ołów	mg Pb/dm <sup>3</sup>	0.0012	0.0022	0.0014	0.0049	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0033	-	0.0040
15	Kadm	mg Cd/dm <sup>3</sup>	0.00160	0.00060	0.00070	0.00040	0.00020	0.00020	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	-	0.00015
16	Nikiel	mg Ni/dm <sup>3</sup>	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	-	0.0018
17	Chrom og.	mg Cr/dm <sup>3</sup>	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0008	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	-	0.0003
18	Mangan	mg Mn/dm <sup>3</sup>	0.0025	0.0060	0.0060	0.0110	0.0025	0.0040	0.0025	0.0025	0.0140	0.0050	-	0.0110
19	Azot ogólny	mg N/dm <sup>3</sup>	1.32	2.11	2.11	4.31	1.67	1.05	1.06	1.20	3.22	1.30	-	1.89
20	Fosfor ogólny	mg P/dm <sup>3</sup>	0.025	0.025	0.060	0.050	0.025	0.030	0.025	0.025	0.025	0.025	-	0.025
21	Jon wodorowy	mg H <sup>+</sup> /dm <sup>3</sup>	0.0019	0.0005	0.0022	0.0021	0.0017	0.0002	0.0001	0.0001	0.0003	0.0003	-	0.0044
22	Miesięczna suma opadów	mm	25.0	8.6	32.6	27.0	68.7	84.7	130.8	62.5	16.8	39.6	-	9.8

- brak wystąpienia mokrego opadu atmosferycznego

Tabela 3. Minimum, maksimum i średnie ważone wartości pH w opadach na stacjach monitoringowych ze wszystkich (sumarycznie) sektorów napływu mas powietrza w 2011 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	95	4.42	S	3.5	06.01	7.18	W	1.0	01.04	5.33
2	Łeba	103	4.13	W	1.6	23.12	7.08	S	5.4	05.08	5.10
3	Gdańsk	82	4.67	W	4,8	14.01	7.06	W	1.2	10.02	5.62
4	Suwałki	106	4.95	Z	9.5	19.09	7.25	W	2.1	05.09	6.07
5	Chojnice	94	4.34	W	1.2	13.01	7.03	W	5.6	25.03	5.26
6	Olsztyn	95	4.38	W	4.6	24.12	7.02	W	1.1	07.04	5.26
7	Gorzów Wlkp.	76	4.36	W	2.6	13.01	7.09	W	1.0	09.08	5.35
8	Toruń	91	4.16	W	1.2	07.12	7.13	W	3.8	17.03	5.33
9	Białystok	107	4.30	W	2,7	07.01	7.10	N	1.6	29.07	5.19
				W	1,8	12.01					
				W	5,5	19.07					
10	Zielona Góra	95	4.23	W	1.3	09.09	6.89	W	1.2	24.05	4.99
11	Poznań	79	4.76	N	23.5	11.07	7.44	S	3.2	18.09	5.74
12	Warszawa	92	4.44	W	5.2	04.02	7.01	N	1.2	01.05	5.31
13	Kalisz	85	4.51	W	0.6	09.09	7.44	W	1.1	08.10	5.36
14	Sulejów	89	4.32	S	1.8	21.07	6.94	N	1.5	02.08	4.90
15	Włodawa	87	4.17	W	1.1	24.12	6.84	N	2.6	29.06	5.03
16	Legnica	80	4.11	W	2.4	12.05	6.42	S	2.4	13.07	4.88
17	Śnieżka	136	4.03	W	1.3	26.11.	4.89	S	15.3	17.03	4.55
18	Racibórz	87	4.10	E	2.6	24.04	7.14	W	2.6	14.09	5.23
19	Katowice	89	3.72	W	1.2	10.01	7.19	W	1.0	25.06	4.76
20	Nowy Sącz	100	4.07	N	1.5	19.02	7.14	S	1.3	14.07.	5.15
21	Sandomierz	74	4.02	W	4.0	19.01	7.11	W	2.8	07.04	4.76
22	Kasprowy Wierch	149	3.90	S	1.8	16.02	6.89	W	1.3	14.07	4.87
23	Lesko	97	3.98	N	2.5	23.01	7.18	W	1.7	25.06	5.16

Tabela 4. Miesięczne wielkości ładunków substancji wnoszonych z opadami atmosferycznymi w 2011 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 Cl <sup>-</sup> /ha	0.87	0.92	1.74	0.77	0.93	0.96	0.83	0.60	0.29	0.66	bd	0.85
2	Siarczany	kg SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /ha	1.04	0.69	1.57	1.76	2.97	2.27	3.09	2.00	0.64	1.03	bd	0.94
3	Azotyny+azotany	kg N/ha	0.22	0.18	0.18	0.29	0.47	0.35	0.48	0.26	0.13	0.17	bd	0.21
4	Azot amonowy	kg N/ha	0.18	0.15	0.20	0.51	0.65	0.29	0.49	0.36	0.19	0.22	bd	0.21
5	Sód	kg Na/ha	0.29	0.36	0.65	0.16	0.26	0.46	0.31	2.18	0.08	0.19	bd	0.34
6	Potas	kg K/ha	0.10	0.06	0.09	0.14	0.21	0.40	0.30	0.32	0.19	0.18	bd	0.24
7	Wapń	kg Ca/ha	0.97	0.55	0.74	0.60	1.44	1.81	1.04	0.80	0.30	0.50	bd	0.41
8	Magnez	kg Mg/ha	0.13	0.06	0.07	0.09	0.14	0.16	0.12	0.08	0.04	0.08	bd	0.06
9	Cynk	kg Zn/ha	0.104	0.031	0.131	0.077	0.072	0.036	0.642	0.038	0.013	0.033	bd	0.029
10	Miedź	kg Cu/ha	0.0019	0.0018	0.0044	0.0045	0.0058	0.0005	0.0085	0.0082	0.0042	0.0029	bd	0.0036
11	Żelazo	kg Fe/ha	0.036	0.021	0.034	0.051	0.052	0.003	0.039	0.040	0.013	0.007	bd	0.020
12	Ołów	kg Pb/ha	0.0025	0.0042	0.0048	0.0069	0.0054	0.0003	0.0044	0.0005	0.0010	0.0053	bd	0.0018
13	Kadm	kg Cd/ha	0.01944	0.00052	0.00061	0.00024	0.00025	0.00020	0.00062	0.00036	0.00014	0.00033	bd	0.00007
14	Nikiel	kg Ni/ha	0.0003	0.0005	0.0004	0.0003	0.0008	0.0005	0.0010	0.0019	0.0001	0.0003	bd	0.0008
15	Chrom og.	kg Cr/ha	0.0002	0.0000	0.0001	0.0002	0.0014	0.0002	0.0004	0.0003	0.0000	0.0001	bd	0.0001
16	Mangan	kg Mn/ha	0.0019	0.0033	0.0052	0.0101	0.0042	0.0045	0.0062	0.0045	0.0029	0.0070	bd	0.0011
17	Azot ogólny	kg N/ha	0.44	0.42	0.53	0.92	1.49	0.71	1.35	0.81	0.32	0.40	bd	0.48
18	Fosfor ogólny	kg P/ha	0.049	0.004	0.035	0.018	0.021	0.076	0.031	0.023	0.003	0.020	bd	0.027
19	Jon wodorowy	kg H <sup>+</sup> /ha	0.0004	0.0000	0.0009	0.0009	0.0010	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	bd	0.0009

bd - brak danych o depozycji (z powodu braku wyniku analizy chemicznej próbki opadu atmosferycznego mokrego)



Tabela 5. Miesięczne wielkości ładunków substancji wnoszonych z opadami atmosferycznymi w 2011 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 Cl/ha	0.40	0.13	0.52	0.41	0.41	0.28	0.37	0.27	0.42	0.35	-	0.34
2	Siarczany	kg SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /ha	0.40	0.24	0.98	1.92	1.51	1.36	1.31	0.75	0.67	0.63	-	0.31
3	Azotyny+azotany	kg N/ha	0.11	0.08	0.20	0.41	0.32	0.30	0.34	0.19	0.19	0.16	-	0.08
4	Azot amonowy	kg N/ha	0.17	0.08	0.36	0.68	0.59	0.51	0.56	0.33	0.32	0.32	-	0.09
5	Sód	kg Na/ha	0.13	0.05	0.20	0.16	0.18	0.18	0.20	0.56	0.20	0.19	-	0.14
6	Potas	kg K/ha	0.25	0.03	0.20	0.18	0.12	0.14	0.16	0.20	0.27	0.10	-	0.16
7	Wapń	kg Ca/ha	0.15	0.12	0.32	0.46	0.57	0.82	0.52	0.32	0.29	0.23	-	0.16
8	Magnez	kg Mg/ha	0.02	0.01	0.03	0.06	0.05	0.06	0.05	0.04	0.03	0.04	-	0.02
9	Cynk	kg Zn/ha	0.015	0.004	0.009	0.013	0.018	0.016	0.007	0.008	0.005	0.008	-	0.005
10	Miedź	kg Cu/ha	0.0007	0.0004	0.0003	0.0003	0.0030	0.0008	0.0013	0.0019	0.0032	0.0011	-	0.0019
11	Żelazo	kg Fe/ha	0.013	0.003	0.012	0.021	0.017	0.004	0.031	0.035	0.009	0.014	-	0.005
12	Ołów	kg Pb/ha	0.0003	0.0002	0.0005	0.0013	0.0003	0.0004	0.0007	0.0003	0.0001	0.0013	-	0.0004
13	Kadm	kg Cd/ha	0.00040	0.00005	0.00023	0.00011	0.00014	0.00017	0.00020	0.00009	0.00003	0.00006	-	0.00001
14	Nikiel	kg Ni/ha	0.0003	0.0001	0.0003	0.0003	0.0007	0.0008	0.0010	0.0005	0.0001	0.0003	-	0.0002
15	Chrom og.	kg Cr/ha	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0005	0.0003	0.0004	0.0002	0.0001	0.0001	-	0.0000
16	Mangan	kg Mn/ha	0.0006	0.0005	0.0020	0.0030	0.0017	0.0034	0.0033	0.0016	0.0024	0.0020	-	0.0011
17	Azot ogólny	kg N/ha	0.33	0.18	0.69	1.16	1.15	0.89	1.39	0.75	0.54	0.51	-	0.19
18	Fosfor ogólny	kg P/ha	0.006	0.002	0.020	0.014	0.017	0.025	0.033	0.016	0.004	0.010	-	0.002
19	Jon wodorowy	kg H <sup>+</sup> /ha	0.0005	0.0000	0.0007	0.0006	0.0012	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	-	0.0004

- brak wystąpienia mokrego opadu atmosferycznego

Tabela 6. Obciążenie powierzchniowe poszczególnych powiatów województwa śląskiego substancjami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2011 r. [ładunki jednostkowe w kg/ha\*rok i ładunki całkowite w tonach/rok].

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	WSKAŹNIKI					
				Siarczany [SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ]		Chlorki [Cl]		Azotyny+azotany [N <sub>NO2</sub> <sup>-</sup> +NO <sub>3</sub> ]	
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	będziński	Będzin	368.02	20.72	763	10.16	374	3.48	128
2	bielski	Bielsko-Biała	457.23	21.53	984	9.62	440	3.88	177
3	cieszyński	Cieszyn	730.20	17.94	1310	8.32	608	3.27	239
4	częstochoowski	Częstochowa	1519.49	17.84	2711	8.07	1226	3.16	480
5	gliwicki	Gliwice	663.35	18.96	1258	9.48	629	3.19	212
6	kłobucki	Kłobuck	889.15	18.50	1645	8.96	797	3.25	289
7	lubliniecki	Lubliniec	822.13	20.77	1708	10.89	895	3.74	307
8	mikołowski	Mikołów	231.53	18.15	420	9.20	213	3.13	72
9	myszkowski	Myszków	478.62	21.24	1017	10.02	480	3.69	177
10	pszczyński	Pszczyna	473.46	18.88	894	8.93	423	3.36	159
11	raciborski	Racibórz	543.98	16.62	904	7.21	392	3.67	200
12	rybnicki	Rybnik	224.63	15.94	358	7.88	177	3.03	68
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	642.74	19.15	1231	9.58	616	3.19	205
14	bieruńsko-lędziński	Bieruń	156.68	23.19	363	10.71	168	4.10	64
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286.92	17.26	495	7.68	220	3.56	102
16	zawierciański	Zawiercie	1003.27	21.87	2194	10.03	1006	3.81	382
17	żywiecki	Żywiec	1039.96	18.77	1952	8.70	905	3.40	354
18	Bielsko-Biała	Bielsko-Biała	124.93	19.12	239	8.81	110	3.44	43
19	Bytom	Bytom	69.32	17.87	124	8.89	62	2.92	20
20	Chorzów	Chorzów	33.60	19.81	67	9.79	33	3.31	11
21	Częstochowa	Częstochowa	159.61	18.80	300	8.86	141	3.31	53
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	187.81	21.26	399	10.26	193	3.61	68
23	Gliwice	Gliwice	133.85	18.96	254	9.48	127	3.19	43
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85.44	18.11	155	8.40	72	3.44	29
25	Jaworzno	Jaworzno	152.20	21.00	320	9.87	150	3.70	56
26	Katowice	Katowice	164.54	20.44	336	10.01	165	3.48	57
27	Mysłowice	Mysłowice	66.09	22.18	147	10.57	70	3.83	25
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39.67	19.50	77	9.67	38	3.24	13
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77.59	18.47	143	9.21	71	3.04	24
30	Rybnik	Rybnik	148.26	15.86	235	7.46	111	3.23	48
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25.16	18.52	47	9.21	23	3.04	8
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91.26	21.40	195	10.30	94	3.66	33
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13.22	18.47	24	9.21	12	3.04	4
34	Tychy	Tychy	81.62	20.17	165	9.76	80	3.53	29
35	Zabrze	Zabrze	80.47	18.32	147	9.16	74	3.02	24
36	Zory	Zory	64.64	17.17	111	8.21	53	3.27	21

cd. tabeli 6.

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	WSKAŹNIKI					
				Azot amonowy [N <sub>NH4+</sub> ]		Azot ogólny [N <sub>og</sub> ]		Fosfor ogólny [P <sub>og</sub> ]	
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	bedziński	Bedzin	368.02	4.21	155	9.37	345	0.369	13.6
2	bielski	Bielsko-Biała	457.23	5.65	258	12.36	565	0.335	15.3
3	cieszyński	Cieszyn	730.20	4.68	342	10.26	749	0.287	21.0
4	częstochoński	Częstochowa	1519.49	4.30	653	9.57	1454	0.286	43.5
5	gliwicki	Gliwice	663.35	3.78	251	8.44	560	0.348	23.1
6	kłobucki	Kłobuck	889.15	4.14	368	9.29	826	0.320	28.5
7	lubliniecki	Lubliniec	822.13	4.68	385	10.20	839	0.371	30.5
8	mikołowski	Mikołów	231.53	3.93	91	8.69	201	0.311	7.2
9	myszkowski	Myszków	478.62	4.89	234	10.84	519	0.358	17.1
10	pszczyński	Pszczyna	473.46	4.34	205	9.59	454	0.315	14.9
11	raciborski	Racibórz	543.98	5.88	320	11.62	632	0.230	12.5
12	rybnicki	Rybnik	224.63	4.27	96	9.02	203	0.254	5.7
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	642.74	3.72	239	8.37	538	0.358	23.0
14	bieruńsko-łedziński	Bieruń	156.68	5.55	87	11.96	187	0.368	5.8
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286.92	5.47	157	11.07	318	0.247	7.1
16	zawierciański	Zawiercie	1003.27	5.21	523	11.55	1159	0.357	35.8
17	żywiecki	Żywiec	1039.96	5.01	521	11.17	1162	0.293	30.5
18	Bielsko-Biała	Bielsko-Biała	124.93	4.76	59	10.48	131	0.308	3.8
19	Bytom	Bytom	69.32	3.31	23	7.52	52	0.347	2.4
20	Chorzów	Chorzów	33.60	3.93	13	8.78	30	0.358	1.2
21	Częstochowa	Częstochowa	159.61	4.33	69	9.69	155	0.313	5.0
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	187.81	4.50	85	10.00	188	0.374	7.0
23	Gliwice	Gliwice	133.85	3.78	51	8.44	113	0.348	4.7
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85.44	4.91	42	10.39	89	0.286	2.4
25	Jaworzno	Jaworzno	152.20	4.94	75	10.82	165	0.349	5.3
26	Katowice	Katowice	164.54	4.33	71	9.56	157	0.353	5.8
27	Mysłowice	Mysłowice	66.09	4.94	33	10.79	71	0.369	2.4
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39.67	3.81	15	8.55	34	0.359	1.4
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77.59	3.50	27	7.92	61	0.349	2.7
30	Rybnik	Rybnik	148.26	4.82	71	9.89	147	0.240	3.6
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25.16	3.50	9	7.91	20	0.352	0.9
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91.26	4.62	42	10.20	93	0.368	3.4
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13.22	3.50	5	7.92	10	0.349	0.5
34	Tychy	Tychy	81.62	4.60	38	10.03	82	0.335	2.7
35	Zabrze	Zabrze	80.47	3.47	28	7.84	63	0.348	2.8
36	Zory	Zory	64.64	4.64	30	9.73	63	0.271	1.8

cd. tabeli 6.

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	WSKAŹNIKI					
				Sód [Na]		Potas [K]		Wapń [Ca]	
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	będziński	Będzin	368.02	4.96	183	2.76	102	10.61	390
2	bielski	Bielsko-Biała	457.23	4.18	191	3.81	174	9.20	421
3	cieszyński	Cieszyn	730.20	3.84	280	3.24	237	7.90	577
4	częstochowski	Częstochowa	1519.49	3.87	588	2.84	432	7.16	1088
5	gliwicki	Gliwice	663.35	4.77	316	2.53	168	10.00	663
6	kłobucki	Kłobuck	889.15	4.72	420	2.88	256	8.22	731
7	lubliniecki	Lubliniec	822.13	5.20	428	3.73	307	10.14	834
8	mikołowski	Mikołów	231.53	4.85	112	2.50	58	9.00	208
9	myszkowski	Myszków	478.62	4.76	228	3.26	156	9.52	456
10	pszczyński	Pszczyna	473.46	4.34	205	2.79	132	9.07	429
11	raciborski	Racibórz	543.98	3.63	197	3.15	171	6.49	353
12	rybnicki	Rybnik	224.63	4.17	94	2.63	59	7.26	163
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	642.74	4.78	307	2.54	163	10.22	657
14	bieruńsko-łedziński	Bieruń	156.68	5.01	78	3.28	51	10.64	167
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286.92	3.86	111	3.06	88	7.10	204
16	zawierciański	Zawiercie	1003.27	4.61	463	3.62	363	9.26	929
17	żywiecki	Żywiec	1039.96	3.58	372	4.04	420	8.03	835
18	Bielsko-Biała	Bielsko-Biała	124.93	4.06	51	3.18	40	8.61	108
19	Bytom	Bytom	69.32	4.51	31	2.26	16	9.85	68
20	Chorzów	Chorzów	33.60	4.85	16	2.56	9	10.34	35
21	Częstochowa	Częstochowa	159.61	4.38	70	3.07	49	8.13	130
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	187.81	4.89	92	2.89	54	10.54	198
23	Gliwice	Gliwice	133.85	4.77	64	2.53	34	10.00	134
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85.44	4.12	35	2.95	25	8.03	69
25	Jaworzno	Jaworzno	152.20	4.54	69	3.14	48	9.73	148
26	Katowice	Katowice	164.54	4.92	81	2.73	45	10.22	168
27	Mysłowice	Mysłowice	66.09	5.00	33	3.03	20	10.67	71
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39.67	4.80	19	2.54	10	10.32	41
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77.59	4.66	36	2.35	18	9.98	77
30	Rybnik	Rybnik	148.26	3.84	57	2.82	42	6.81	101
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25.16	4.63	12	2.36	6	10.05	25
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91.26	4.89	45	2.93	27	10.50	96
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13.22	4.66	6	2.35	3	9.98	13
34	Tychy	Tychy	81.62	4.83	39	2.84	23	9.67	79
35	Zabrze	Zabrze	80.47	4.65	37	2.34	19	9.94	80
36	Zory	Zory	64.64	4.16	27	2.81	18	7.73	50

cd. tabeli 6.

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	WSKAŹNIKI					
				Magnez [Mg]		Cynk [Zn]		Miedź [Cu]	
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	będziński	Będzin	368.02	1.21	45	1.361	50.1	0.0529	1.9
2	bielski	Bielsko-Biała	457.23	1.10	50	0.859	39.3	0.0531	2.4
3	cieszyński	Cieszyn	730.20	0.93	68	0.749	54.7	0.0470	3.4
4	częstochoński	Częstochowa	1519.49	0.88	134	0.813	123.5	0.0731	11.1
5	gliwicki	Gliwice	663.35	1.13	75	1.257	83.4	0.0473	3.1
6	kłobucki	Kłobuck	889.15	1.03	92	0.982	87.3	0.0916	8.1
7	lubliniecki	Lubliniec	822.13	1.25	103	1.094	89.9	0.0910	7.5
8	mikołowski	Mikołów	231.53	1.02	24	1.108	25.7	0.0465	1.1
9	myszkowski	Myszków	478.62	1.13	54	1.097	52.5	0.0695	3.3
10	pszczyński	Pszczyna	473.46	1.03	49	1.106	52.4	0.0471	2.2
11	raciborski	Racibórz	543.98	0.73	40	0.349	19.0	0.0339	1.8
12	rybnicki	Rybnik	224.63	0.83	19	0.712	16.0	0.0416	0.9
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	642.74	1.15	74	1.281	82.3	0.0476	3.1
14	bieruńsko-łedziński	Bieruń	156.68	1.24	19	1.303	20.4	0.0579	0.9
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286.92	0.82	24	0.523	15.0	0.0420	1.2
16	zawierciański	Zawiercie	1003.27	1.11	111	0.967	97.0	0.0702	7.0
17	żywiecki	Żywiec	1039.96	0.97	101	0.618	64.3	0.0479	5.0
18	Bielsko-Biała	Bielsko-Biała	124.93	1.00	12	0.919	11.5	0.0488	0.6
19	Bytom	Bytom	69.32	1.09	8	1.236	8.6	0.0410	0.3
20	Chorzów	Chorzów	33.60	1.17	4	1.344	4.5	0.0482	0.2
21	Częstochowa	Częstochowa	159.61	1.01	16	0.941	15.0	0.0828	1.3
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	187.81	1.21	23	1.341	25.2	0.0535	1.0
23	Gliwice	Gliwice	133.85	1.13	15	1.257	16.8	0.0473	0.6
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85.44	0.92	8	0.806	6.9	0.0458	0.4
25	Jaworzno	Jaworzno	152.20	1.14	17	1.145	17.4	0.0543	0.8
26	Katowice	Katowice	164.54	1.17	19	1.320	21.7	0.0512	0.8
27	Mysłowice	Mysłowice	66.09	1.24	8	1.371	9.1	0.0563	0.4
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39.67	1.17	5	1.320	5.2	0.0478	0.2
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77.59	1.12	9	1.271	9.9	0.0435	0.3
30	Rybnik	Rybnik	148.26	0.77	11	0.555	8.2	0.0383	0.6
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25.16	1.12	3	1.277	3.2	0.0434	0.1
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91.26	1.21	11	1.340	12.2	0.0545	0.5
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13.22	1.12	1	1.271	1.7	0.0435	0.1
34	Tychy	Tychy	81.62	1.11	9	1.188	9.7	0.0511	0.4
35	Zabrze	Zabrze	80.47	1.11	9	1.255	10.1	0.0432	0.3
36	Zory	Zory	64.64	0.88	6	0.772	5.0	0.0436	0.3

cd. tabeli 6.

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	WSKAŹNIKI							
				Żelazo [Fe]		Ołów [Pb]		Kadm [Cd]		Nikiel [Ni]	
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	będziński	Będzin	368.02	0.331	12.2	0.0386	1.42	0.03072	1.131	0.0071	0.26
2	bielski	Bielsko-Biała	457.23	0.248	11.3	0.0245	1.12	0.01256	0.574	0.0069	0.32
3	cieszyński	Cieszyn	730.20	0.217	15.8	0.0204	1.49	0.01183	0.864	0.0063	0.46
4	częstochocki	Częstochowa	1519.49	0.207	31.5	0.0186	2.83	0.01250	1.899	0.0075	1.14
5	gliwicki	Gliwice	663.35	0.308	20.4	0.0355	2.35	0.03150	2.090	0.0066	0.44
6	kłobucki	Kłobuck	889.15	0.236	21.0	0.0252	2.24	0.02014	1.791	0.0078	0.69
7	lubliniecki	Lubliniec	822.13	0.298	24.5	0.0307	2.52	0.02754	2.264	0.0081	0.67
8	mikołowski	Mikołów	231.53	0.304	7.0	0.0329	0.76	0.02414	0.559	0.0069	0.16
9	myszkowski	Myszków	478.62	0.278	13.3	0.0279	1.34	0.02057	0.985	0.0081	0.39
10	pszczyński	Pszczyna	473.46	0.282	13.4	0.0298	1.41	0.01874	0.887	0.0068	0.32
11	raciborski	Racibórz	543.98	0.263	14.3	0.0132	0.72	0.00620	0.337	0.0068	0.37
12	rybnicki	Rybnik	224.63	0.260	5.8	0.0221	0.50	0.01480	0.332	0.0065	0.15
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	642.74	0.306	19.7	0.0358	2.30	0.03235	2.079	0.0066	0.42
14	bieruńsko-łedziński	Bieruń	156.68	0.364	5.7	0.0391	0.61	0.02301	0.361	0.0079	0.12
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286.92	0.258	7.4	0.0171	0.49	0.00915	0.263	0.0068	0.20
16	zawierciański	Zawiercie	1003.27	0.251	25.2	0.0231	2.32	0.01655	1.660	0.0084	0.84
17	żywiecki	Żywiec	1039.96	0.175	18.2	0.0166	1.73	0.00806	0.838	0.0060	0.62
18	Bielsko-Biała	Bielsko-Biała	124.93	0.249	3.1	0.0252	0.31	0.01453	0.182	0.0066	0.08
19	Bytom	Bytom	69.32	0.283	2.0	0.0339	0.23	0.03342	0.232	0.0059	0.04
20	Chorzów	Chorzów	33.60	0.325	1.1	0.0382	0.13	0.03147	0.106	0.0068	0.02
21	Częstochowa	Częstochowa	159.61	0.227	3.6	0.0231	0.37	0.01736	0.277	0.0077	0.12
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	187.81	0.330	6.2	0.0382	0.72	0.02846	0.535	0.0073	0.14
23	Gliwice	Gliwice	133.85	0.308	4.1	0.0355	0.48	0.03150	0.422	0.0066	0.09
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85.44	0.269	2.3	0.0236	0.20	0.01428	0.122	0.0068	0.06
25	Jaworzno	Jaworzno	152.20	0.306	4.7	0.0333	0.51	0.02208	0.336	0.0073	0.11
26	Katowice	Katowice	164.54	0.336	5.5	0.0383	0.63	0.02815	0.463	0.0072	0.12
27	Mysłowice	Mysłowice	66.09	0.358	2.4	0.0404	0.27	0.02681	0.177	0.0076	0.05
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39.67	0.315	1.2	0.0371	0.15	0.03229	0.128	0.0067	0.03
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77.59	0.298	2.3	0.0354	0.27	0.03257	0.253	0.0063	0.05
30	Rybnik	Rybnik	148.26	0.255	3.8	0.0179	0.27	0.01102	0.163	0.0065	0.10
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25.16	0.297	0.7	0.0354	0.09	0.03306	0.083	0.0062	0.02
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91.26	0.339	3.1	0.0388	0.35	0.02790	0.255	0.0074	0.07
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13.22	0.298	0.4	0.0354	0.05	0.03257	0.043	0.0063	0.01
34	Tychy	Tychy	81.62	0.326	2.7	0.0352	0.29	0.02363	0.193	0.0072	0.06
35	Zabrze	Zabrze	80.47	0.295	2.4	0.0350	0.28	0.03275	0.264	0.0062	0.05
36	Zory	Zory	64.64	0.269	1.7	0.0233	0.15	0.01509	0.098	0.0067	0.04

cd. tabeli 6.

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	WSKAŹNIKI					
				Chrom [Cr]		Mangan [Mn]		Jon wodorowy [H+]	
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	będziński	Będzin	368.02	0.0032	0.118	0.0600	2.21	0.0072	0.26
2	bielski	Bielsko-Biała	457.23	0.0031	0.142	0.0714	3.26	0.0202	0.92
3	cieszyński	Cieszyn	730.20	0.0027	0.197	0.0559	4.08	0.0152	1.11
4	częstochoński	Częstochowa	1519.49	0.0027	0.410	0.0455	6.91	0.0294	4.47
5	gliwicki	Gliwice	663.35	0.0029	0.192	0.0540	3.58	0.0050	0.33
6	kłobucki	Kłobuck	889.15	0.0025	0.222	0.0470	4.18	0.0196	1.74
7	lubliniecki	Lubliniec	822.13	0.0028	0.230	0.0570	4.69	0.0125	1.03
8	mikołowski	Mikołów	231.53	0.0030	0.069	0.0508	1.18	0.0066	0.15
9	myszkowski	Myszków	478.62	0.0032	0.153	0.0578	2.77	0.0217	1.04
10	pszczyński	Pszczyna	473.46	0.0029	0.137	0.0540	2.56	0.0092	0.44
11	raciborski	Racibórz	543.98	0.0027	0.147	0.0375	2.04	0.0084	0.46
12	rybnicki	Rybnik	224.63	0.0026	0.058	0.0413	0.93	0.0075	0.17
13	tarnogórski	Tarnowskie Góry	642.74	0.0029	0.186	0.0545	3.50	0.0051	0.33
14	bieruńsko-łedziński	Bieruń	156.68	0.0035	0.055	0.0693	1.09	0.0118	0.18
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	286.92	0.0027	0.077	0.0425	1.22	0.0096	0.28
16	zawierciański	Zawiercie	1003.27	0.0034	0.341	0.0592	5.94	0.0313	3.14
17	żywiecki	Żywiec	1039.96	0.0027	0.281	0.0747	7.77	0.0219	2.28
18	Bielsko-Biała	Bielsko-Biała	124.93	0.0028	0.035	0.0592	0.74	0.0145	0.18
19	Bytom	Bytom	69.32	0.0028	0.019	0.0508	0.35	0.0036	0.02
20	Chorzów	Chorzów	33.60	0.0031	0.010	0.0576	0.19	0.0054	0.02
21	Częstochowa	Częstochowa	159.61	0.0027	0.043	0.0479	0.76	0.0226	0.36
22	Dąbrowa Górnicza	Dąbrowa Górnicza	187.81	0.0033	0.062	0.0624	1.17	0.0102	0.19
23	Gliwice	Gliwice	133.85	0.0029	0.039	0.0540	0.72	0.0050	0.07
24	Jastrzębie-Zdrój	Jastrzębie-Zdrój	85.44	0.0028	0.024	0.0494	0.42	0.0103	0.09
25	Jaworzno	Jaworzno	152.20	0.0031	0.047	0.0630	0.96	0.0141	0.21
26	Katowice	Katowice	164.54	0.0032	0.053	0.0597	0.98	0.0072	0.12
27	Mysłowice	Mysłowice	66.09	0.0034	0.022	0.0663	0.44	0.0097	0.06
28	Piekary Śląskie	Piekary Śląskie	39.67	0.0030	0.012	0.0561	0.22	0.0053	0.02
29	Ruda Śląska	Ruda Śląska	77.59	0.0029	0.023	0.0528	0.41	0.0041	0.03
30	Rybnik	Rybnik	148.26	0.0026	0.039	0.0392	0.58	0.0078	0.12
31	Siemianowice Śląskie	Siemianowice Śląskie	25.16	0.0029	0.007	0.0531	0.13	0.0041	0.01
32	Sosnowiec	Sosnowiec	91.26	0.0033	0.030	0.0634	0.58	0.0098	0.09
33	Świętochłowice	Świętochłowice	13.22	0.0029	0.004	0.0528	0.07	0.0041	0.01
34	Tychy	Tychy	81.62	0.0032	0.026	0.0583	0.48	0.0086	0.07
35	Zabrze	Zabrze	80.47	0.0029	0.023	0.0522	0.42	0.0041	0.03
36	Zory	Zory	64.64	0.0027	0.017	0.0456	0.29	0.0085	0.05

Tabela 7. Obciążenie powierzchniowe obszaru Polski substancjami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2011 r. z podziałem na obszary poszczególnych województw [ładunki jednostkowe w kg/ha\*rok i ładunki całkowite w tonach/rok]

Lp	Województwo	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	WSKAŹNIKI					
			Siarczany [SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ]		Chlorki [Cl <sup>-</sup> ]		Azotyny+azotany [N <sub>NO2<sup>-</sup>+NO3<sup>-</sup>]</sub>	
			kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	dolnośląskie	19946	16.93	33769	7.77	15498	2.91	5804
2	kujawsko-pomorskie	17970	14.66	26344	7.62	13693	2.46	4421
3	lubelskie	25135	12.88	32374	5.10	12819	2.40	6032
4	lubuskie	13984	12.29	17186	5.62	7859	2.59	3622
5	łódzkie	18219	16.34	29770	6.82	12425	2.71	4937
6	małopolskie	15141	19.77	29934	8.98	13597	3.51	5314
7	mazowieckie	35597	16.96	60373	8.60	30613	2.80	9967
8	opolskie	9412	18.06	16998	8.73	8217	3.34	3144
9	podkarpackie	17908	15.82	28330	6.38	11425	3.14	5623
10	podlaskie	20180	12.49	25205	5.40	10897	2.53	5106
11	pomorskie	18298	14.48	26496	11.98	21921	2.89	5288
12	śląskie	12294	19.25	23666	9.05	11126	3.43	4217
13	świętokrzyskie	11672	15.16	17695	6.07	7085	2.86	3338
14	warmińsko-mazurskie	24202	12.45	30131	7.06	17087	2.56	6196
15	wielkopolskie	29826	18.46	55059	9.63	28722	2.97	8858
16	zachodniopomorskie	22901	13.90	31832	8.51	19489	3.24	7420



cd. tabeli 7.

Lp	Województwo	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	WSKAŹNIKI					
			Azot amonowy [N <sub>NH4+</sub> ]		Azot ogólny [N <sub>og.</sub> ]		Fosfor ogólny [P <sub>og.</sub> ]	
			kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	dolnośląskie	19946	3.90	7779	10.26	20465	0.268	534.6
2	kujawsko-pomorskie	17970	3.84	6900	9.05	16263	0.308	553.5
3	lubelskie	25135	4.37	10984	10.71	26920	0.307	771.6
4	lubuskie	13984	4.25	5943	10.00	13984	0.375	524.4
5	łódzkie	18219	4.06	7397	8.83	16087	0.238	433.6
6	małopolskie	15141	5.52	8358	12.52	18957	0.295	446.7
7	mazowieckie	35597	4.70	16731	12.01	42752	0.362	1288.6
8	opolskie	9412	4.89	4602	10.72	10090	0.293	275.8
9	podkarpackie	17908	4.24	7593	14.08	25214	0.457	818.4
10	podlaskie	20180	5.39	10877	11.49	23187	0.620	1251.2
11	pomorskie	18298	3.92	7173	9.75	17841	0.397	726.4
12	śląskie	12294	4.62	5680	10.12	12442	0.318	390.9
13	świętokrzyskie	11672	3.97	4634	10.67	12454	0.284	331.5
14	warmińsko-mazurskie	24202	4.56	11036	9.15	22145	0.301	728.5
15	wielkopolskie	29826	5.00	14913	11.38	33942	0.507	1512.2
16	zachodniopomorskie	22901	4.97	11382	11.77	26954	0.514	1177.1

cd. tabeli 7.

Lp	Województwo	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	WSKAŹNIKI					
			Sód [Na]		Potas [K]		Wapń [Ca]	
			kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	dolnośląskie	19946	6.10	12167	2.24	4468	6.13	12227
2	kujawsko-pomorskie	17970	4.02	7224	1.66	2983	7.23	12992
3	lubelskie	25135	1.86	4675	1.90	4776	4.44	11160
4	lubuskie	13984	3.17	4433	1.77	2475	4.61	6447
5	łódzkie	18219	3.47	6322	1.90	3462	5.50	10020
6	małopolskie	15141	3.24	4906	4.36	6601	8.02	12143
7	mazowieckie	35597	3.57	12708	2.04	7262	7.04	25060
8	opolskie	9412	4.89	4602	2.96	2786	7.31	6880
9	podkarpackie	17908	2.82	5050	2.65	4746	5.41	9688
10	podlaskie	20180	2.31	4662	1.87	3774	6.34	12794
11	pomorskie	18298	6.24	11418	2.63	4812	5.64	10320
12	śląskie	12294	4.35	5348	3.09	3799	8.66	10647
13	świętokrzyskie	11672	2.46	2871	2.94	3432	4.95	5778
14	warmińsko-mazurskie	24202	3.72	9003	1.59	3848	5.52	13360
15	wielkopolskie	29826	5.74	17120	2.57	7665	7.08	21117
16	zachodniopomorskie	22901	4.66	10672	2.31	5290	5.96	13649

cd. tabeli 7.

Lp	Województwo	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	WSKAŹNIKI					
			Magnez [Mg]		Cynk [Zn]		Miedź [Cu]	
			kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	dolnośląskie	19946	1.05	2094	0.410	817.8	0.1597	318.5
2	kujawsko-pomorskie	17970	0.85	1527	0.236	424.1	0.0640	115.0
3	lubelskie	25135	0.70	1759	0.399	1002.9	0.0462	116.1
4	lubuskie	13984	0.58	811	0.161	225.1	0.0886	123.9
5	łódzkie	18219	0.75	1366	0.502	914.6	0.0915	166.7
6	małopolskie	15141	1.00	1514	0.436	660.1	0.0389	58.9
7	mazowieckie	35597	1.20	4272	0.527	1876.0	0.0627	223.2
8	opolskie	9412	0.94	885	0.688	647.5	0.1046	98.4
9	podkarpackie	17908	0.97	1737	0.363	650.1	0.0436	78.1
10	podlaskie	20180	1.08	2179	0.691	1394.4	0.0297	59.9
11	pomorskie	18298	0.89	1629	0.245	448.3	0.0588	107.6
12	śląskie	12294	1.02	1254	0.944	1160.6	0.0609	74.9
13	świętokrzyskie	11672	0.67	782	0.534	623.3	0.0555	64.8
14	warmińsko-mazurskie	24202	0.86	2081	0.402	972.9	0.0304	73.6
15	wielkopolskie	29826	0.76	2267	0.494	1473.4	0.2069	617.1
16	zachodniopomorskie	22901	0.71	1626	0.178	407.6	0.0818	187.3

cd. tabeli 7.

Lp	Województwo	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	WSKAŹNIKI							
			Żelazo [Fe]		Ołów [Pb]		Kadm [Cd]		Nikiel [Ni]	
			kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	dolnośląskie	19946	0.111	221.4	0.0191	38.10	0.00264	5.266	0.0096	19.15
2	kujawsko-pomorskie	17970	0.130	233.6	0.0063	11.32	0.00202	3.630	0.0056	10.06
3	lubelskie	25135	0.085	213.6	0.0079	19.86	0.00190	4.776	0.0070	17.59
4	lubuskie	13984	0.122	170.6	0.0069	9.65	0.00101	1.412	0.0113	15.80
5	łódzkie	18219	0.161	293.3	0.0080	14.58	0.00322	5.867	0.0064	11.66
6	małopolskie	15141	0.133	201.4	0.0120	18.17	0.00567	8.585	0.0057	8.63
7	mazowieckie	35597	0.237	843.6	0.0064	22.78	0.00230	8.187	0.0084	29.90
8	opolskie	9412	0.210	197.7	0.0170	16.00	0.01051	9.892	0.0080	7.53
9	podkarpackie	17908	0.104	186.2	0.0105	18.80	0.00258	4.620	0.0081	14.51
10	podlaskie	20180	0.166	335.0	0.0060	12.11	0.00109	2.200	0.0028	5.65
11	pomorskie	18298	0.139	254.3	0.0075	13.72	0.00187	3.422	0.0051	9.33
12	śląskie	12294	0.258	317.2	0.0257	31.60	0.01827	22.461	0.0072	8.85
13	świętokrzyskie	11672	0.123	143.6	0.0122	14.24	0.00345	4.027	0.0095	11.09
14	warmińsko-mazurskie	24202	0.180	435.6	0.0060	14.52	0.00122	2.953	0.0037	8.95
15	wielkopolskie	29826	0.083	247.6	0.0053	15.81	0.00191	5.697	0.0085	25.35
16	zachodniopomorskie	22901	0.150	343.5	0.0064	14.66	0.00150	3.435	0.0082	18.78

cd. tabeli 7.

Lp	Województwo	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	WSKAŹNIKI					
			Chrom [Cr]		Mangan [Mn]		Jon wodorowy [H <sup>+</sup> ]	
			kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	dolnośląskie	19946	0.0017	3.391	0.0323	64.43	0.0338	67.42
2	kujawsko-pomorskie	17970	0.0024	4.313	0.0339	60.92	0.0088	15.81
3	lubelskie	25135	0.0026	6.535	0.0299	75.15	0.0330	82.95
4	lubuskie	13984	0.0022	3.076	0.0377	52.72	0.0262	36.64
5	łódzkie	18219	0.0022	4.008	0.0339	61.76	0.0405	73.79
6	małopolskie	15141	0.0028	4.239	0.0672	101.75	0.0305	46.18
7	mazowieckie	35597	0.0035	12.459	0.0484	172.29	0.0222	79.03
8	opolskie	9412	0.0023	2.165	0.0407	38.31	0.0157	14.78
9	podkarpackie	17908	0.0028	5.014	0.0427	76.47	0.0506	90.61
10	podlaskie	20180	0.0015	3.027	0.0431	86.98	0.0100	20.18
11	pomorskie	18298	0.0032	5.855	0.0391	71.55	0.0182	33.30
12	śląskie	12294	0.0029	3.565	0.0547	67.25	0.0177	21.76
13	świętokrzyskie	11672	0.0032	3.735	0.0363	42.37	0.0403	47.04
14	warmińsko-mazurskie	24202	0.0020	4.840	0.0481	116.41	0.0134	32.43
15	wielkopolskie	29826	0.0017	5.070	0.0393	117.22	0.0100	29.83
16	zachodniopomorskie	22901	0.0027	6.183	0.0424	97.10	0.0175	40.08

Tabela 8. Roczne obciążenie powierzchniowe obszaru województwa śląskiego zanieczyszczeniami wniesionymi przez opady atmosferyczne w latach 1999-2011 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
1	Siarczany [SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ]	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
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
3	Azotyny+azotany [N <sub>NO2</sub> <sup>-</sup> +NO <sub>3</sub> ]	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
4	Azot amonowy [N <sub>NH4+</sub> ]	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
5	Azot ogólny [N <sub>og.</sub> ]	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
6	Fosfor ogólny [P <sub>og.</sub> ]	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
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
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
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
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
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
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
13	Żelazo [Fe]	0.469	0.434	0.566	0.375	0.293	0.359	0.334	0.296	0.393	0.277	0.318	0.400	0.258
14	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
15	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
16	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
17	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
18	Mangan [Mn]	0.0790	0.1012	0.1196	0.0741	0.0651	0.0662	0.0519	0.0416	0.0513	0.0508	0.0486	0.0472	0.0547
19	Jon wodorowy [H <sup>+</sup> ]	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
20	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

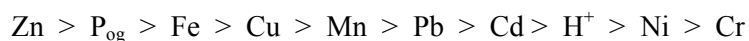
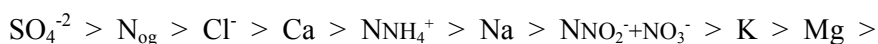
cd. tabeli 8

Lp	WSKAŹNIK ZANIECZYSZCZENIA	ładunki całkowite w tonach												
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Siarczany [SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ]	40570	44172	41296	34125	26061	30118	28280	24901	30897	25104	27453	29051	23666
2	Chlorki [Cl]	13179	13376	11188	9556	9981	12471	14849	10148	12999	11483	12110	14384	11126
3	Azotyny+azotany [N <sub>NO2</sub> <sup>-</sup> +NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]	5975	6762	6098	4728	4376	4913	5415	4427	4996	4438	4586	5114	4217
4	Azot amonowy [N <sub>NH4+</sub> ]	7561	7893	9798	6755	5295	6317	6514	5946	7415	6676	6934	7856	5680
5	Azot ogólny [N <sub>og.</sub> ]	26432	30846	35050	19097	15856	17554	21674	18157	19172	18023	15872	19511	12442
6	Fosfor ogólny [P <sub>og.</sub> ]	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
7	Sód [Na]	5618	5176	5250	3361	3335	4774	5946	3970	4270	3836	5422	6098	5348
8	Potas [K]	3553	3664	3442	2841	3146	4750	4813	3740	4117	3455	3282	4426	3799
9	Wapń [Ca]	12540	17187	12712	12820	10174	8767	7963	7907	10160	10106	11544	11962	10647
10	Magnez [Mg]	2029	2065	1500	1411	794	1274	979	921	1406	1156	1254	1315	1254
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
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
13	Żelazo [Fe]	576.6	533.6	695.8	461.4	360.6	441.0	411.1	364.3	482.7	340.5	390.9	491.8	317.2
14	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
15	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
16	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
17	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
18	Mangan [Mn]	97.12	124.42	147.04	91.07	80.02	81.44	63.75	51.09	63.06	62.45	59.75	58.03	67.25
19	Jon wodorowy [H <sup>+</sup> ]	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

o wartości pH poniżej 5,6, oznaczającej naturalny stopień zakwaszenia wód opadowych, wskazując na zawartość w nich mocnych kwasów mineralnych. W porównaniu z rokiem ubiegłym stwierdzono spadek ilości kwaśnych deszczy o 48,4%, a w wieloleciu 2001-2010 ich ilość kształtowała się na poziomie 61%.

Na obszar województwa śląskiego, wody opadowe w 2011 roku wniosły: 23 666 ton siarczanów ( $19,25 \text{ kg SO}_4^{-2}/\text{ha}$ ); 11 126 ton chlorków ( $9,05 \text{ kg Cl}^-/\text{ha}$ ); 4 217 ton (N) azotynów i azotanów ( $3,43 \text{ kg N}/\text{ha}$ ); 5 680 ton azotu amonowego ( $4,62 \text{ kg N}/\text{ha}$ ); 12 442 tony azotu ogólnego ( $10,12 \text{ kg N}/\text{ha}$ ); 390,9 tony fosforu ogólnego ( $0,318 \text{ kg P}/\text{ha}$ ); 5 348 ton sodu ( $4,35 \text{ kg Na}/\text{ha}$ ); 3 799 ton potasu ( $3,09 \text{ kg K}/\text{ha}$ ); 10 647 ton wapnia ( $8,66 \text{ kg Ca}/\text{ha}$ ); 1 254 tony magnezu ( $1,02 \text{ kg Mg}/\text{ha}$ ); 1 160,6 tony cynku ( $0,944 \text{ kg Zn}/\text{ha}$ ); 74,9 tony miedzi ( $0,0609 \text{ kg Cu}/\text{ha}$ ); 317,2 ton żelaza ( $0,258 \text{ kg Fe}/\text{ha}$ ); 31,60 tony ołowiu ( $0,0257 \text{ kg Pb}/\text{ha}$ ); 22,461 tony kadmu ( $0,01827 \text{ kg Cd}/\text{ha}$ ); 8,85 tony niklu ( $0,0072 \text{ kg Ni}/\text{ha}$ ); 3,565 ton chromu ( $0,0029 \text{ kg Cr}/\text{ha}$ ) i 67,25 tony manganu ( $0,0547 \text{ kg Mn}/\text{ha}$ ) oraz 21,76 tony wolnych jonów wodorowych ( $0,0177 \text{ kg H}^+/\text{ha}$ ).

Wielkości wprowadzonych substancji maleją zgodnie z szeregiem:



Roczny sumaryczny ładunek jednostkowy badanych substancji zdeponowany na obszar województwa śląskiego wyniósł  $57,2 \text{ kg}/\text{ha}$  i był wyższy niż średni dla całego obszaru Polski o 17,8%. W porównaniu z rokiem ubiegłym nastąpił spadek rocznego obciążenia o 21,2%, przy niższej średniorocznej sumie wysokości opadów o 383,7 mm.

Największym ładunkiem badanych substancji w województwie śląskim został obciążony powiat bieruńsko-lędzki ( $68,3 \text{ kg}/\text{ha}$ ) z najwyższymi, w porównaniu do obciążenia pozostałych powiatów ładunkami siarczanów, azotynów i azotanów, żelaza i chromu.

Najmniejsze obciążenie powierzchniowe wystąpiło w powiecie Rybnik ( $48,6 \text{ kg}/\text{ha}$ ) z najniższym, w stosunku do pozostałych powiatów, obciążeniem ładunkami siarczanów.

Ocena wyników trzynastoletnich badań monitoringowych chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża prowadzonych, w sposób ciągły, w okresie lat 1999-2011 wykazała, że depozycja roczna analizowanych substancji wprowadzonych wraz z opadami na obszar województwa śląskiego w 2011 roku, w stosunku do średniej z wielolecia 1999-2010, dla większości badanych składników była mniejsza, a całkowite roczne obciążenie powierzchniowe obszaru województwa ładunkiem



badanych substancji deponowanych z atmosfery przez opad mokry było niższe o 20,6% w stosunku do średniej z poprzednich lat badań, przy niższej średniorocznej sumie wysokości opadów o 17,9%.

Wniesiony wraz z opadami w 2011 roku ładunek siarczanów, w porównaniu do średniego z lat 1999-2010, obniżył się o 25,7%, ładunek chlorków o 8,4%, azotynów i azotanów o 18,1%, azotu amonowego o 19,8%, azotu ogólnego o 42,0%, fosforu ogólnego o 13,8%, wapnia o 4,5%, magnezu o 6,4%, miedzi o 21,8%, żelaza o 31,4%, ołowiu o 51,4%, niklu o 25,0%, chromu o 23,7%, manganu o 17,6% oraz wolnych jonów wodorowych o 79,2%. Ładunek potasu kształtował się na poziomie wartości średniej, natomiast wzrosła depozycja sodu o 12,4%, cynku o 33,2% i kadmu o 239,6%.

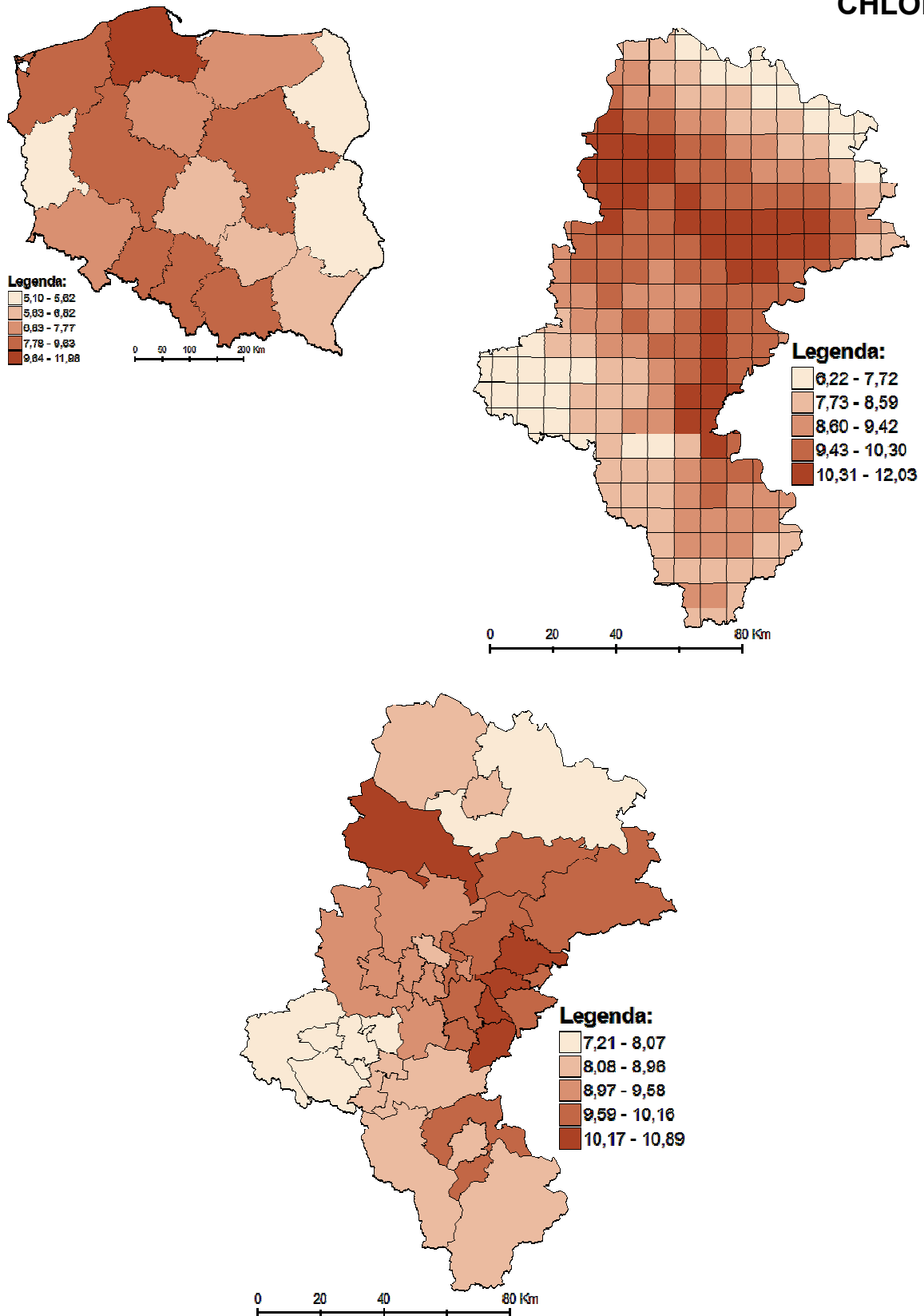
Przedstawione wyniki badań monitoringowych pokazują, że zanieczyszczenia transportowane w atmosferze i wprowadzane wraz z mokrym opadem atmosferycznym na teren województwa śląskiego stanowią znaczące źródło zanieczyszczeń obszarowych oddziaływujących na środowisko naturalne tego obszaru.

Spśród 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.

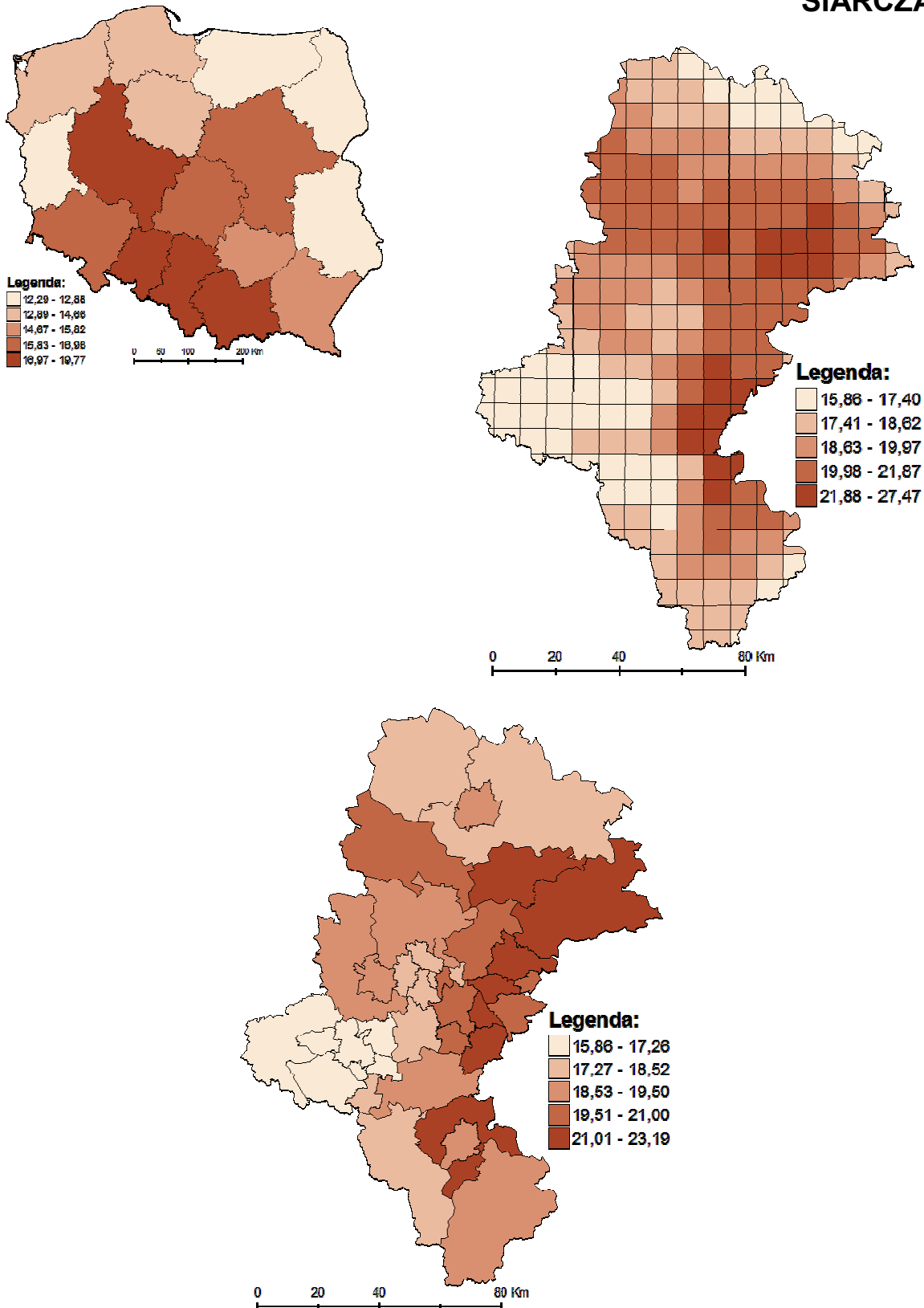
Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i oceny depozycji zanieczyszczeń do podłoża jest obecnie najpełniejszym źródłem wiedzy o stanie jakości wód opadowych i przestrzennym rozkładzie mokrej depozycji zanieczyszczeń w odniesieniu do obszaru całego kraju jak i terenów poszczególnych województw, a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

# CHLORKI



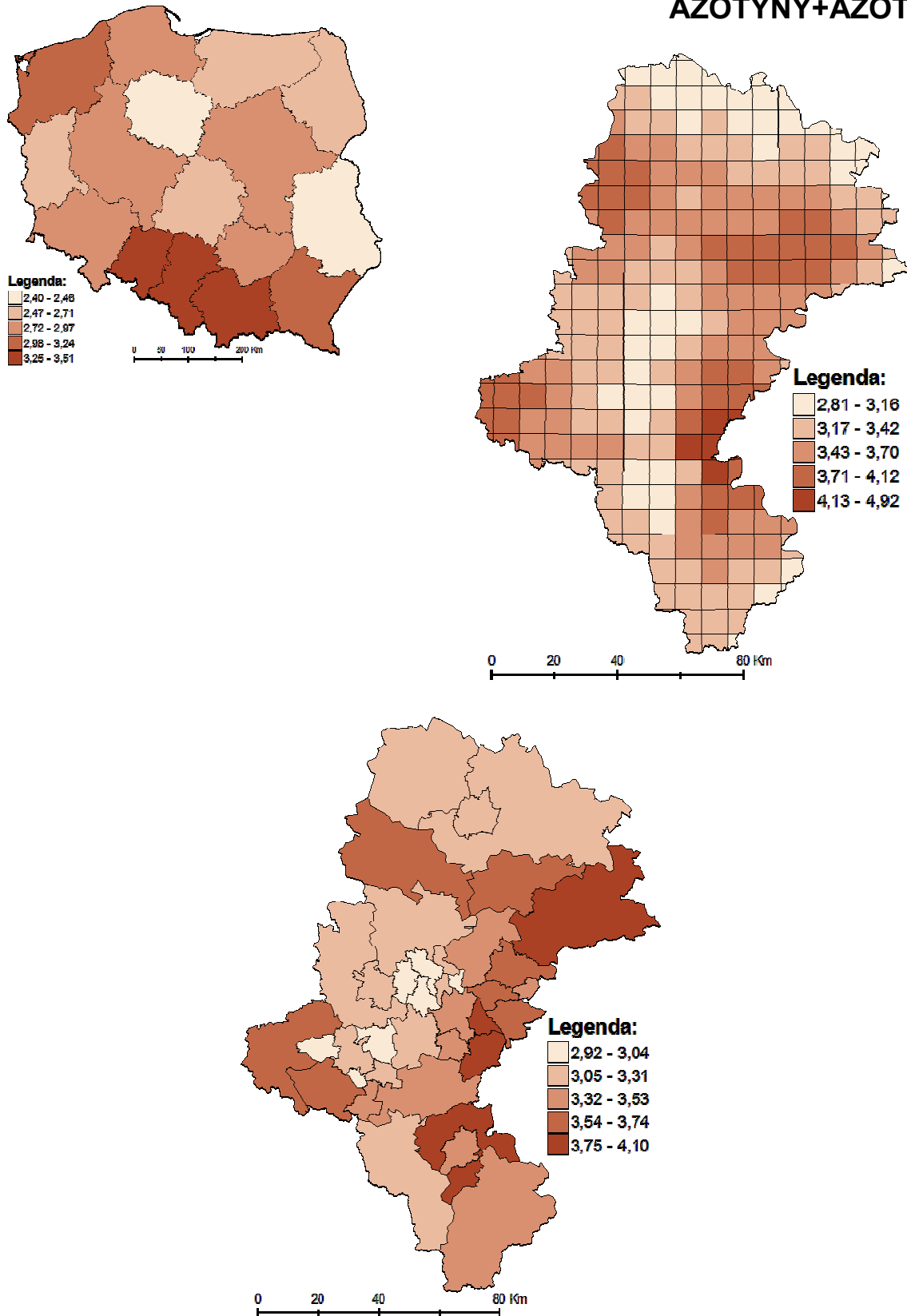
Rys. 3. Roczne ładunki jednostkowe **chlorków** [w kg Cl<sup>-</sup>/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

## SIARCZANY



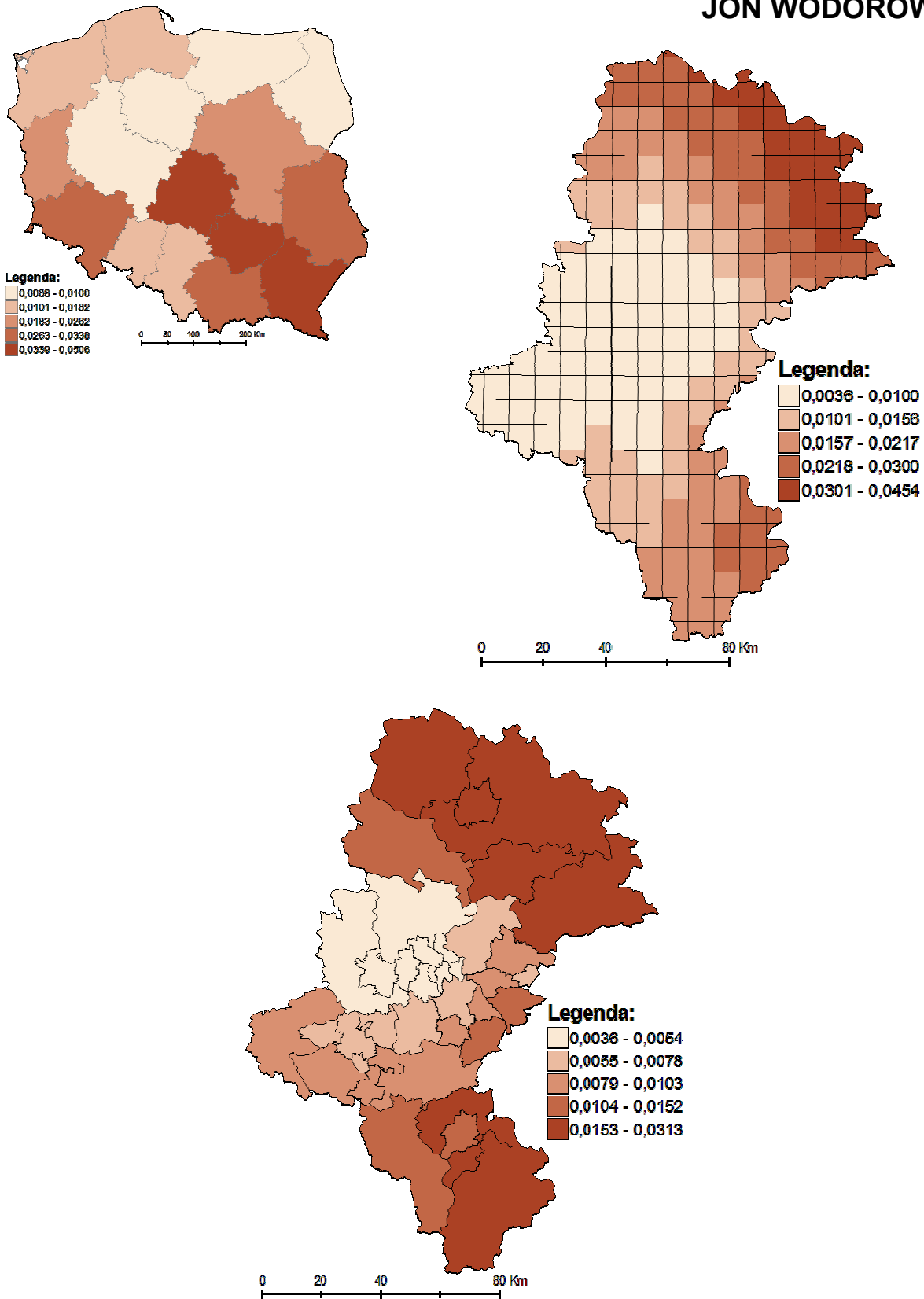
Rys. 4. Roczne ładunki jednostkowe **siarczanów** [w  $\text{kg SO}_4^{2-}/\text{ha}$ ] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

## AZOTYNY+AZOTANY



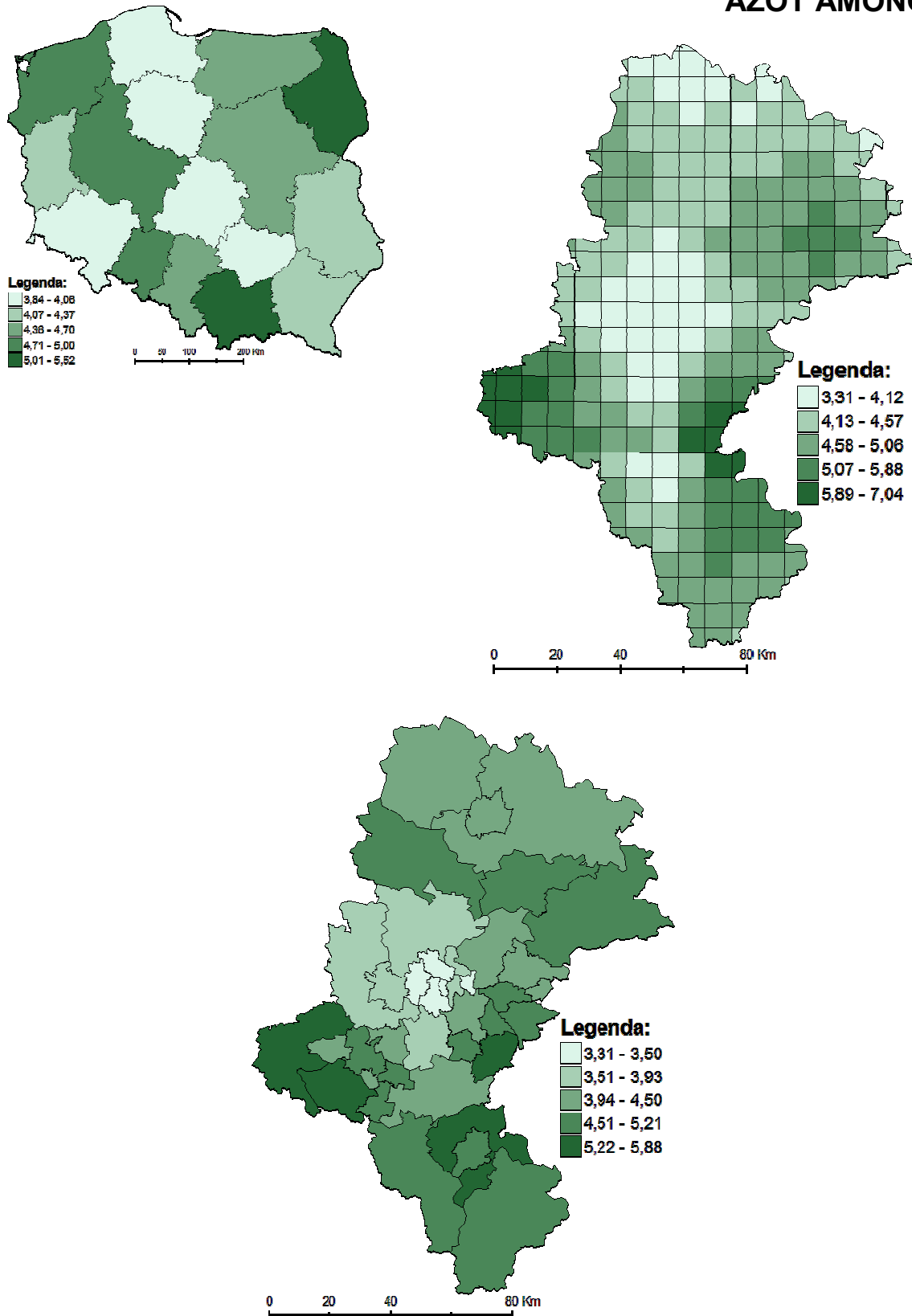
Rys. 5. Roczne ładunki jednostkowe **azotynów** i **azotanów** [w kg N/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

## JON WODOROWY



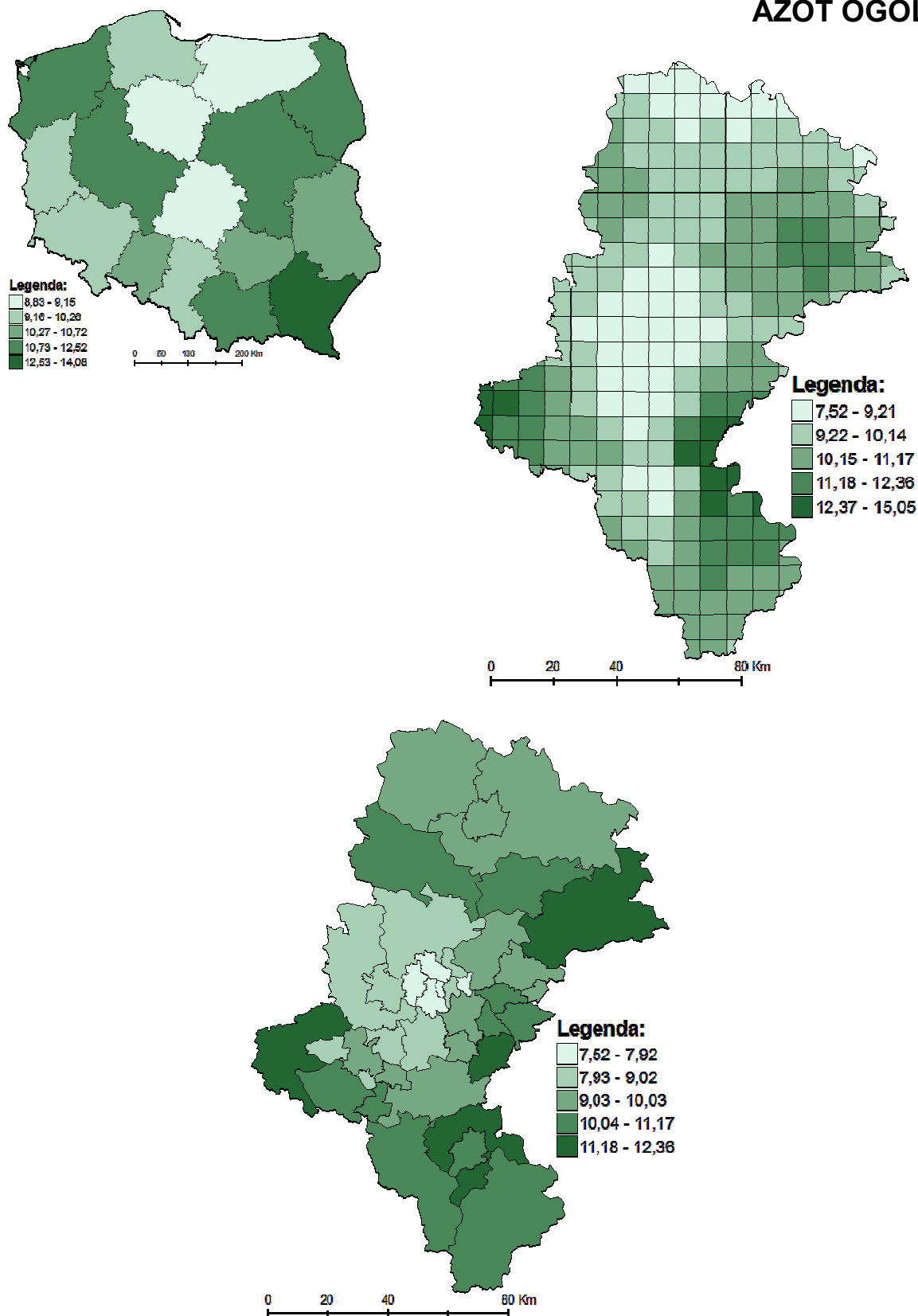
Rys. 6. Roczne ładunki jednostkowe **jonu wodorowego** [w  $\text{kg H}^+/\text{ha}$ ] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

## AZOT AMONOWY



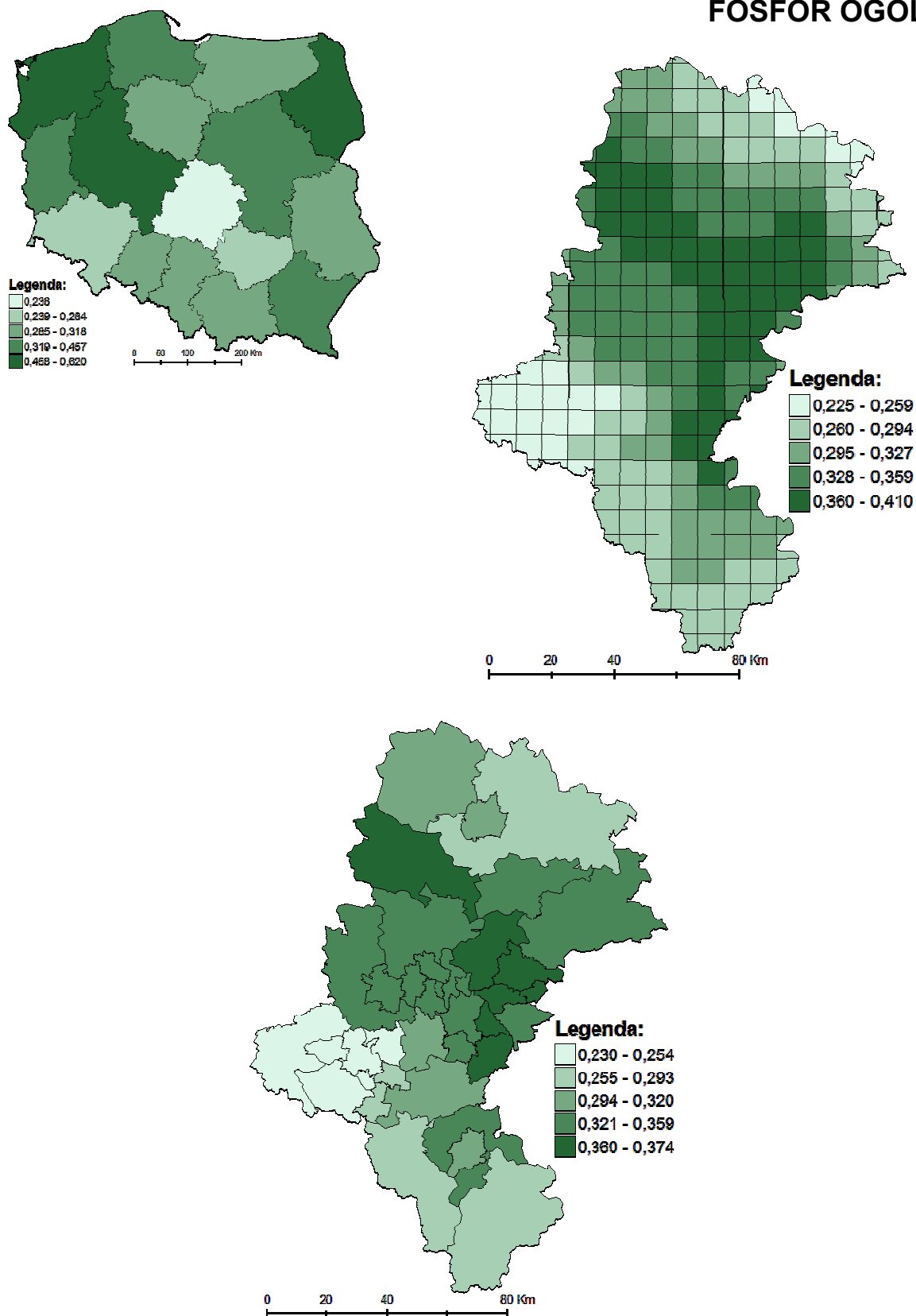
Rys. 7. Roczne ładunki jednostkowe **azotu amonowego** [w kg N/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

## AZOT OGÓLNY



Rys. 8. Roczne ładunki jednostkowe **azotu ogólnego** [w kg N/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

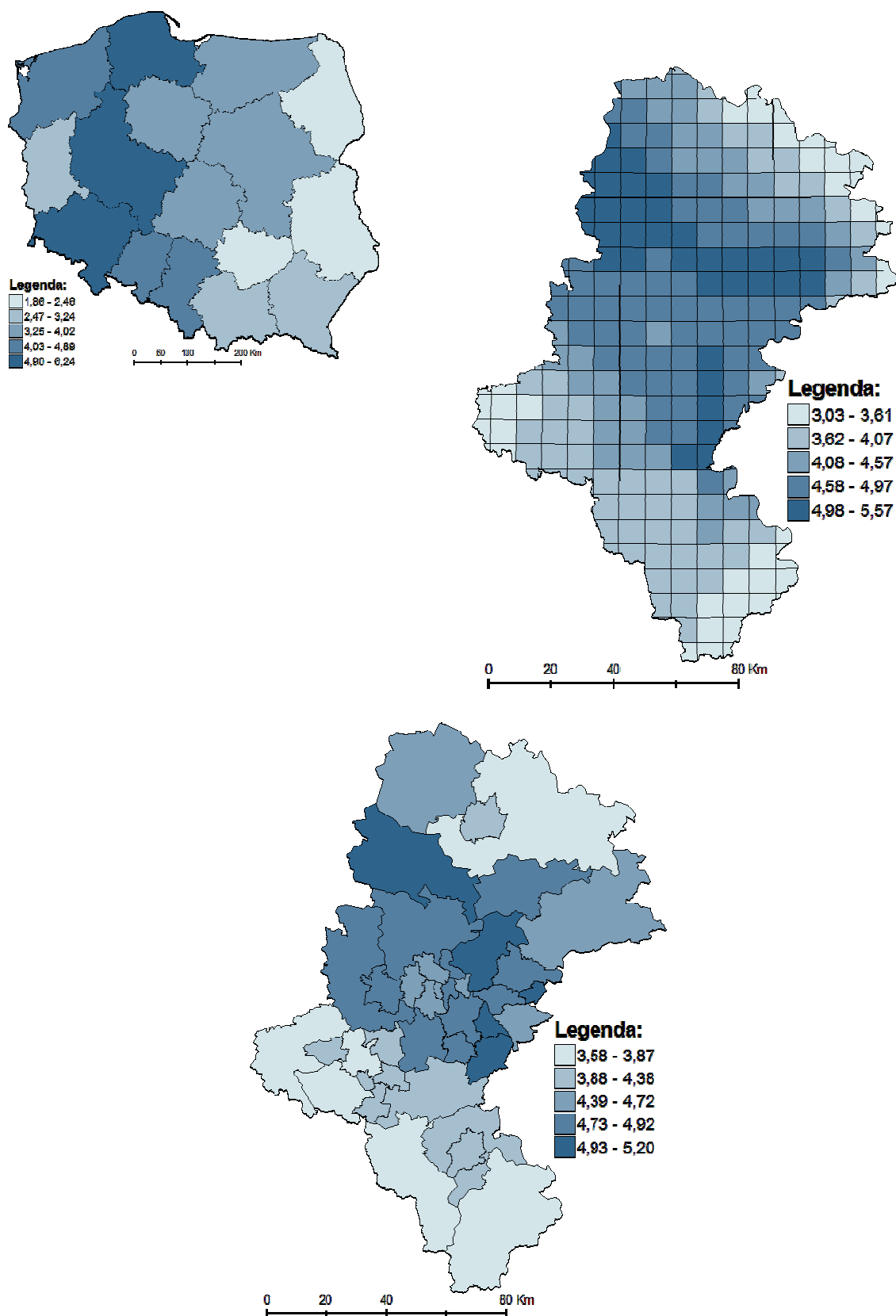
## FOSFOR OGÓLNY



Rys. 9. Roczne ładunki jednostkowe **fosforu ogólnego** [w kg P/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

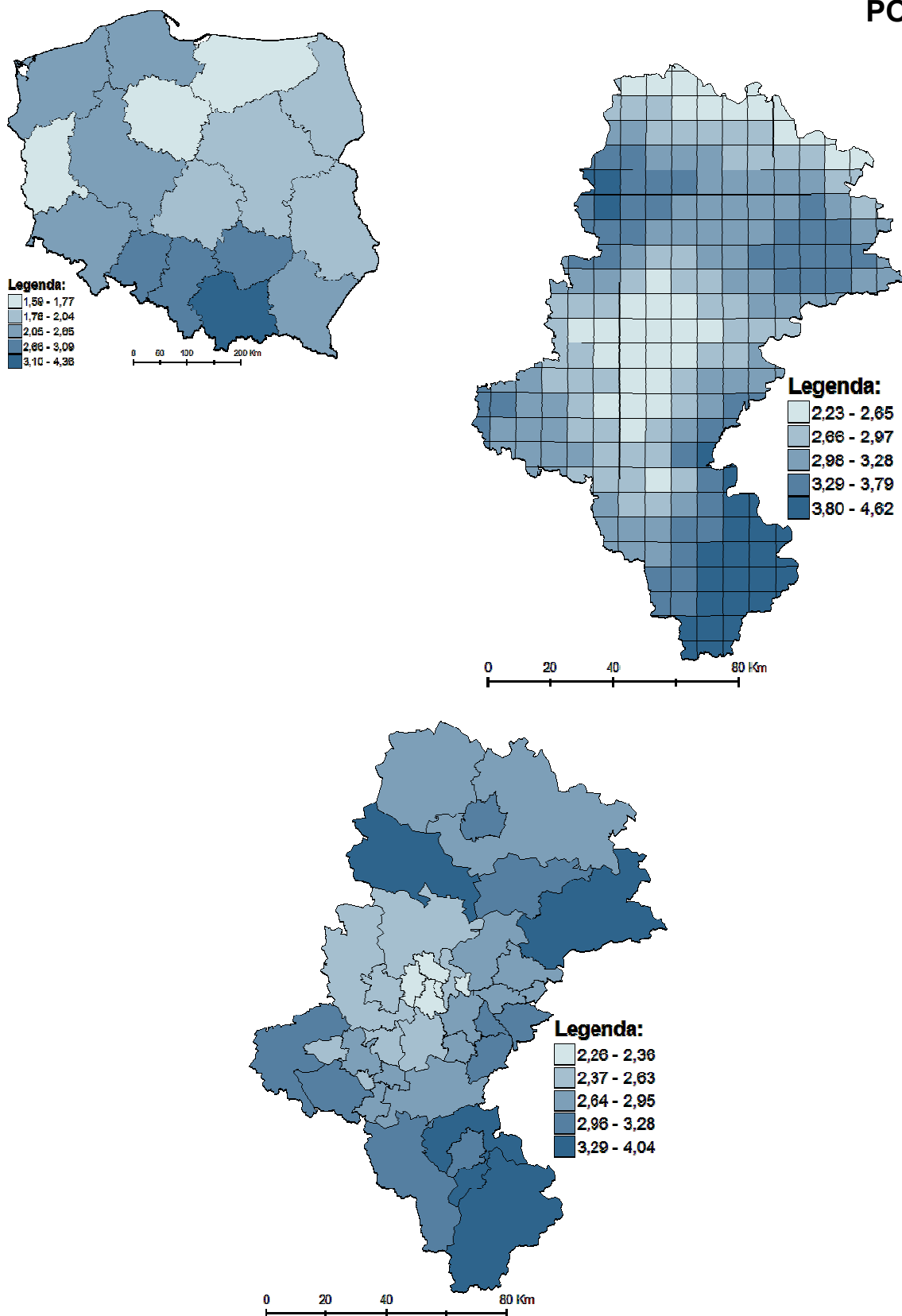


# SÓD



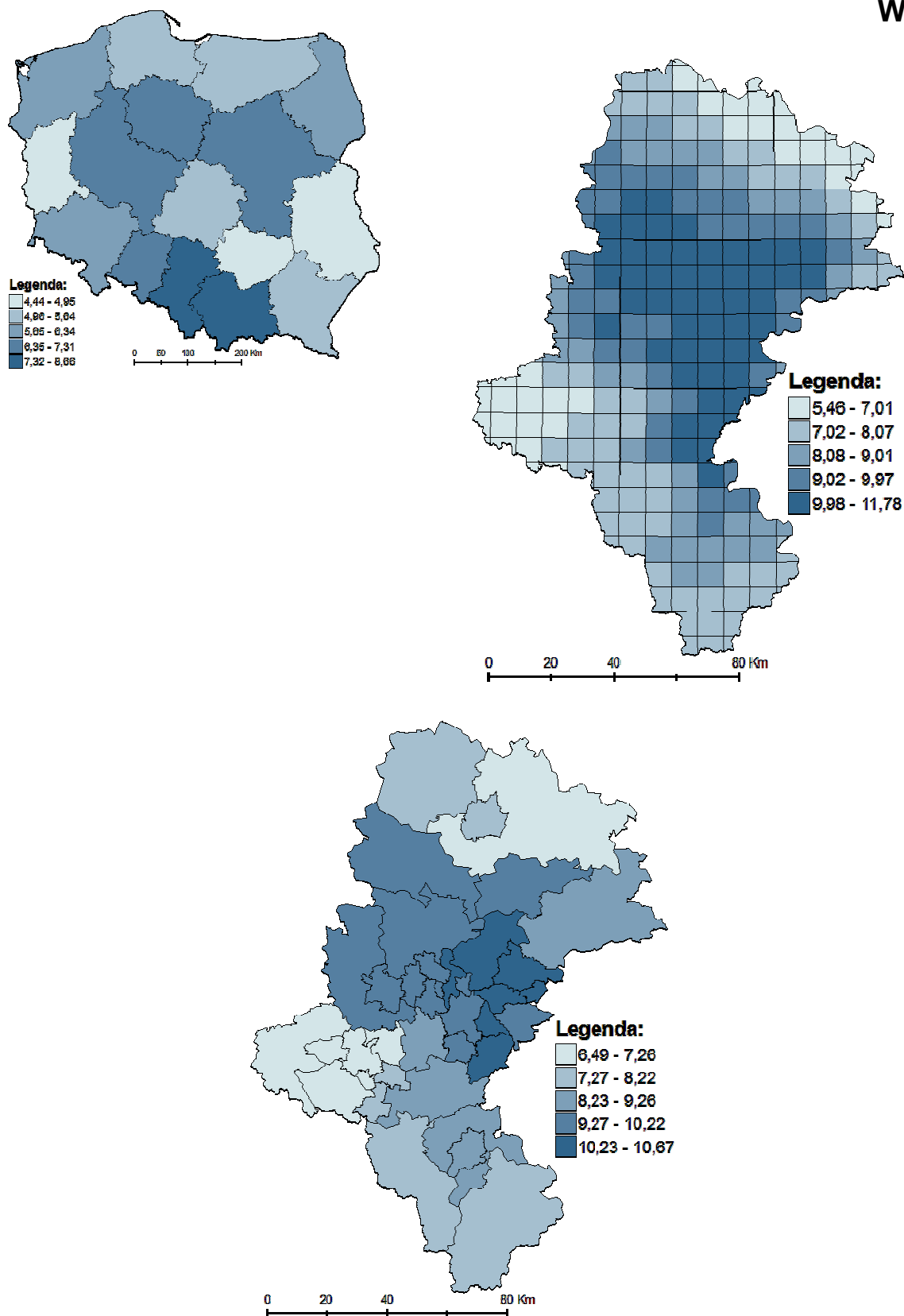
Rys. 10. Roczne ładunki jednostkowe **sodu** [w kg Na/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

# POTAS



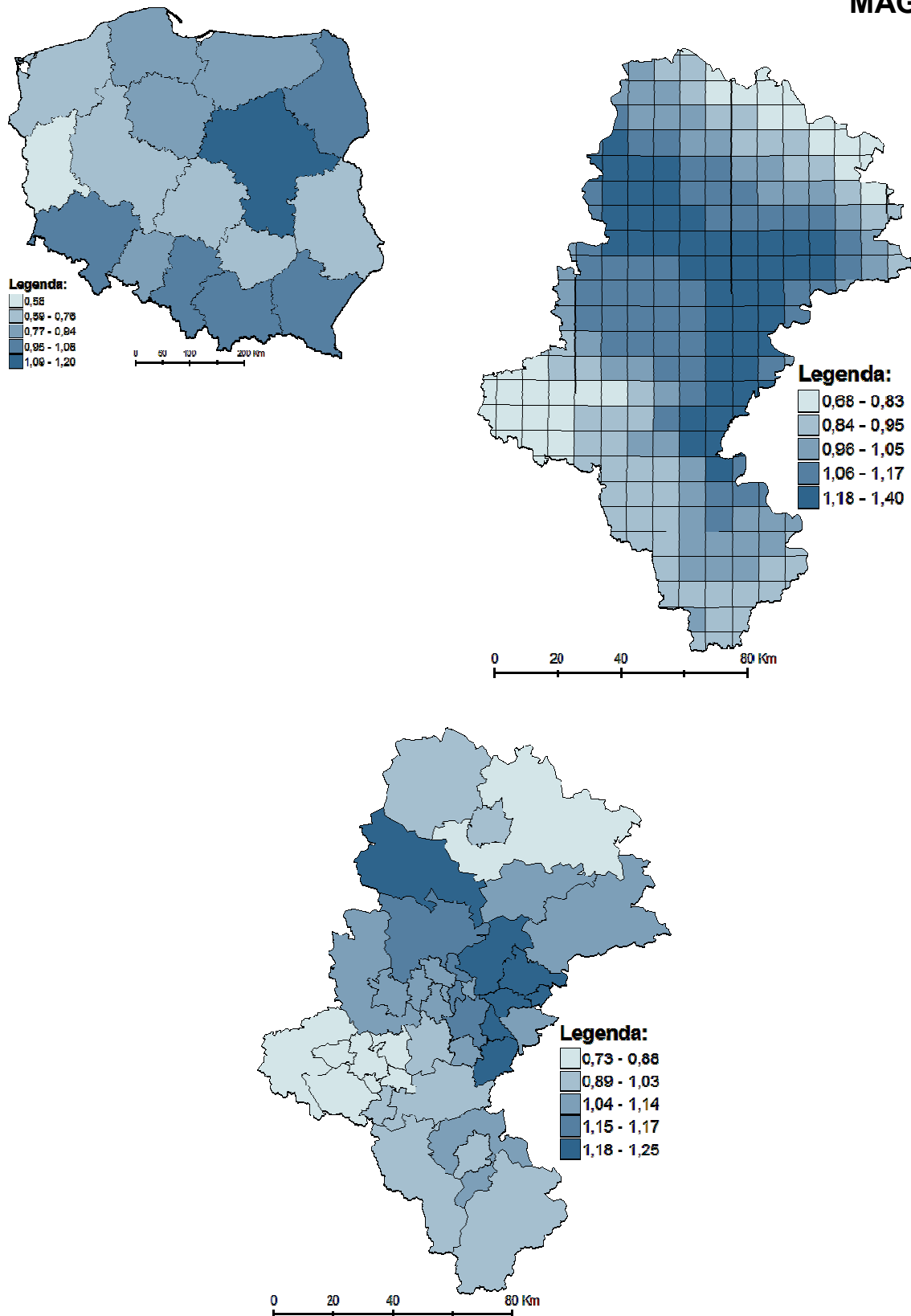
Rys. 11. Roczne ładunki jednostkowe **potasu** [w kg K/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

## WAPŃ



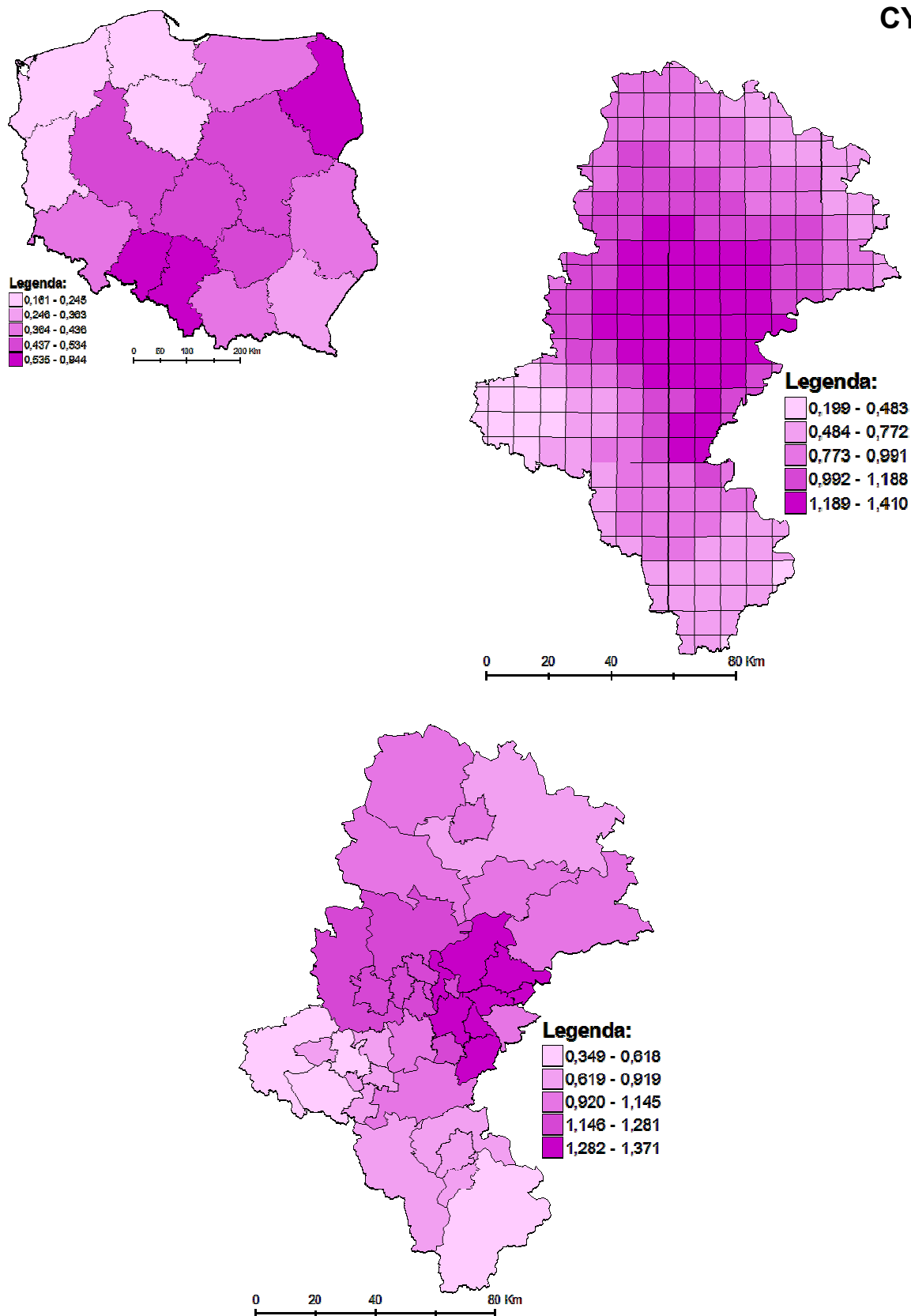
Rys. 12. Roczne ładunki jednostkowe **wapnia** [w kg Ca/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

## MAGNEZ



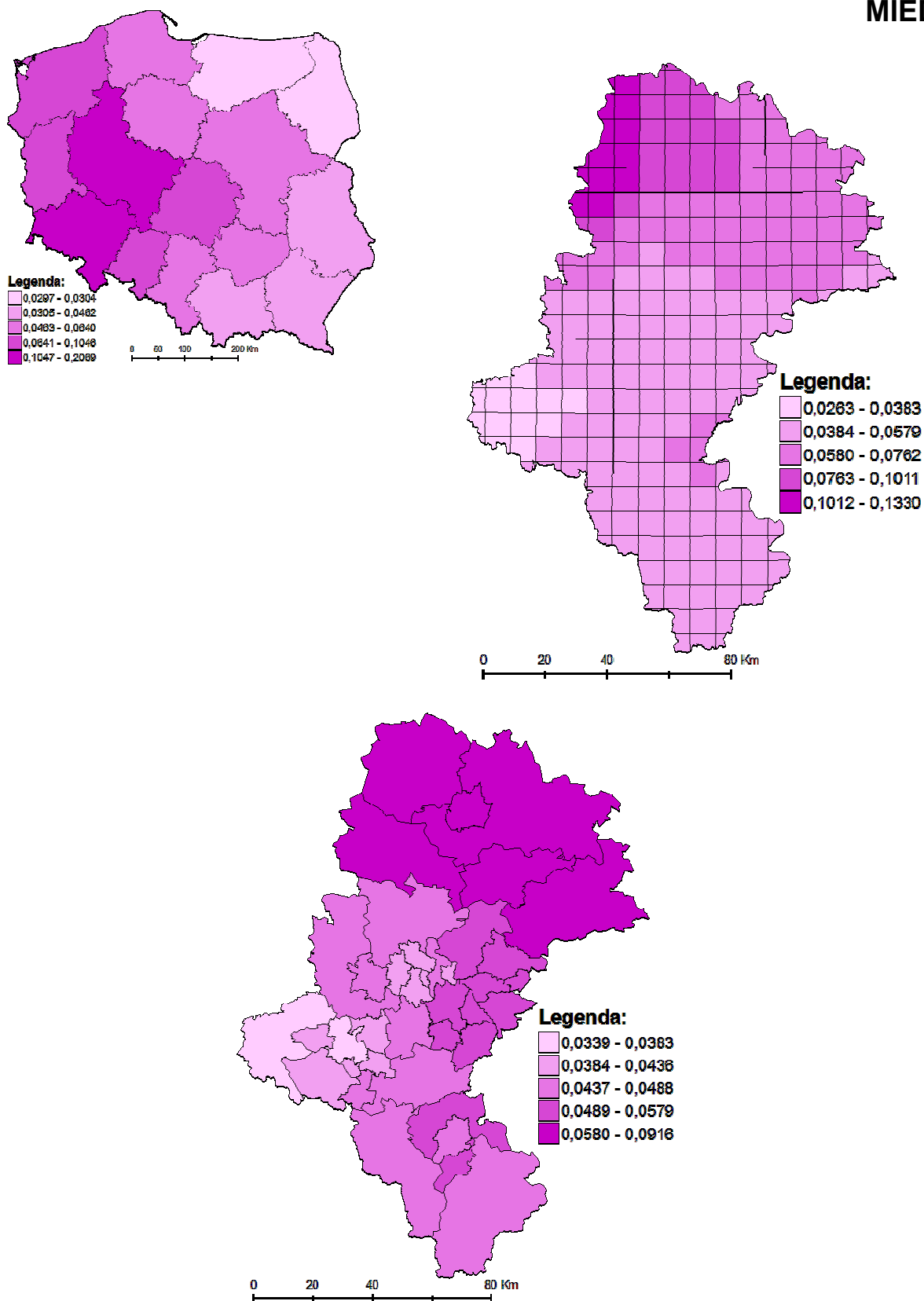
Rys. 13. Roczne ładunki jednostkowe **magnezu** [w kg Mg/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

## CYNK



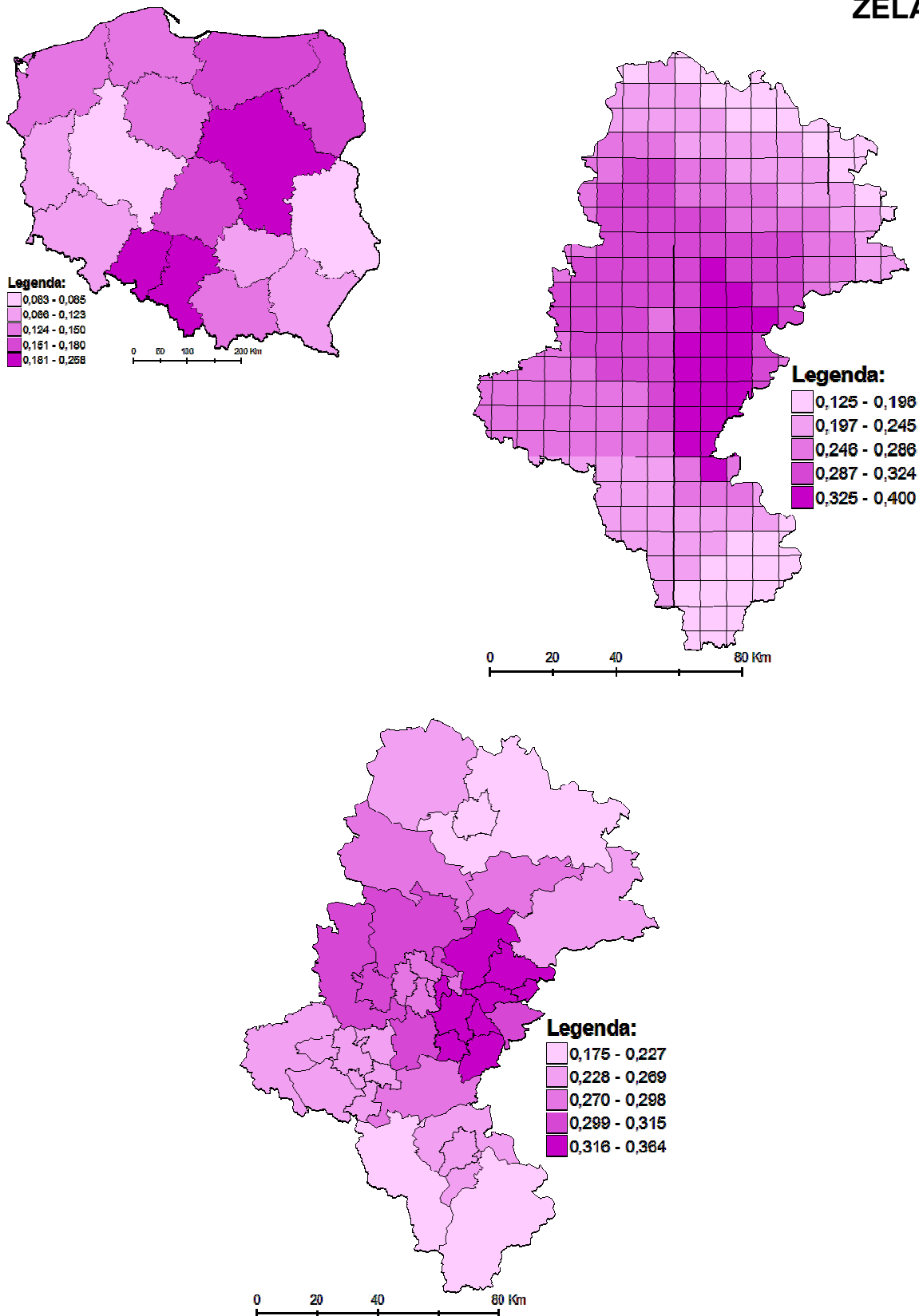
Rys. 14. Roczne ładunki jednostkowe **cynku** [w kg Zn/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

# MIEDŹ



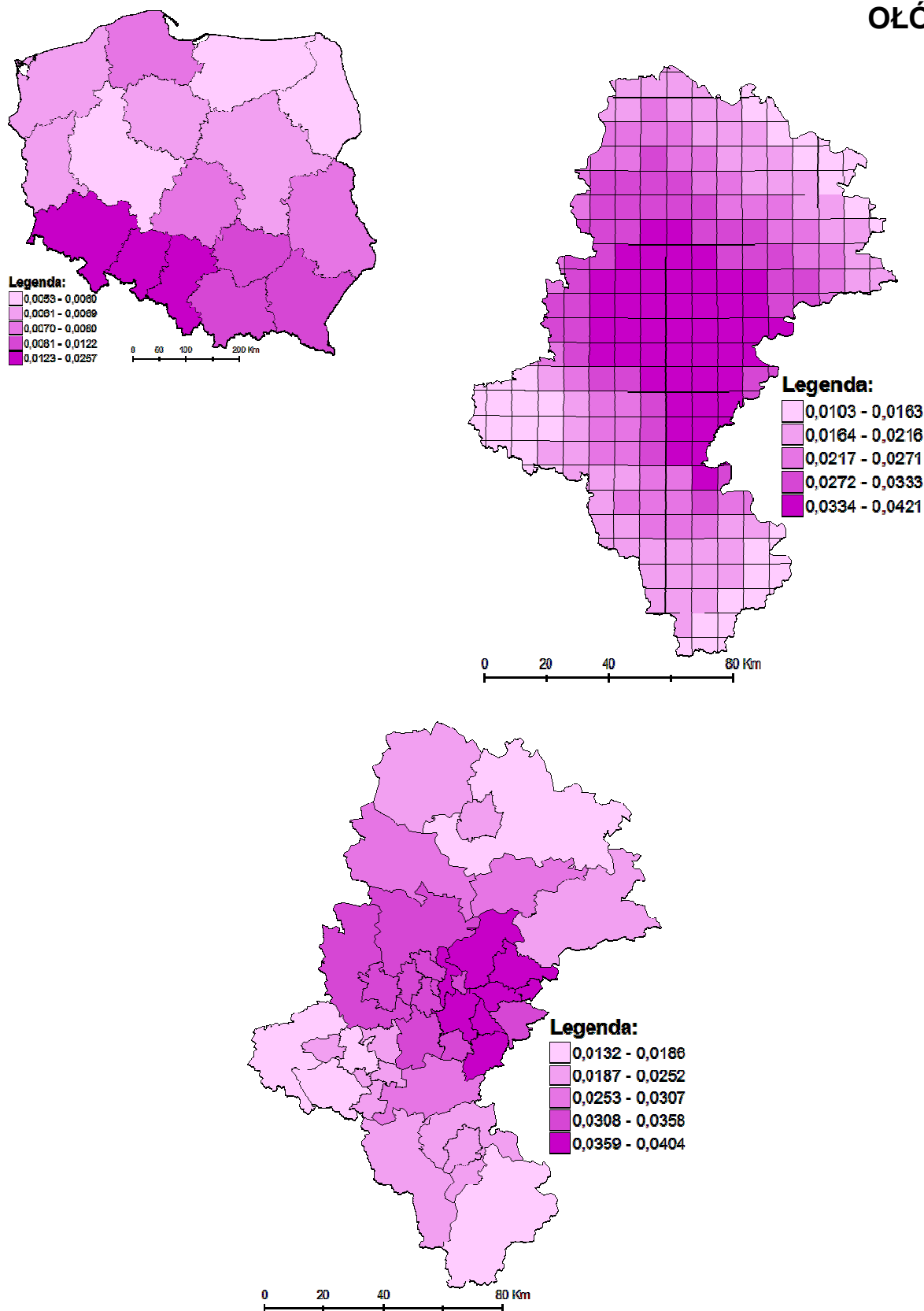
Rys. 15. Roczne ładunki jednostkowe **miedzi** [w kg Cu/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

# ŻELAZO



Rys. 16. Roczne ładunki jednostkowe **żelaza** [w kg Fe/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

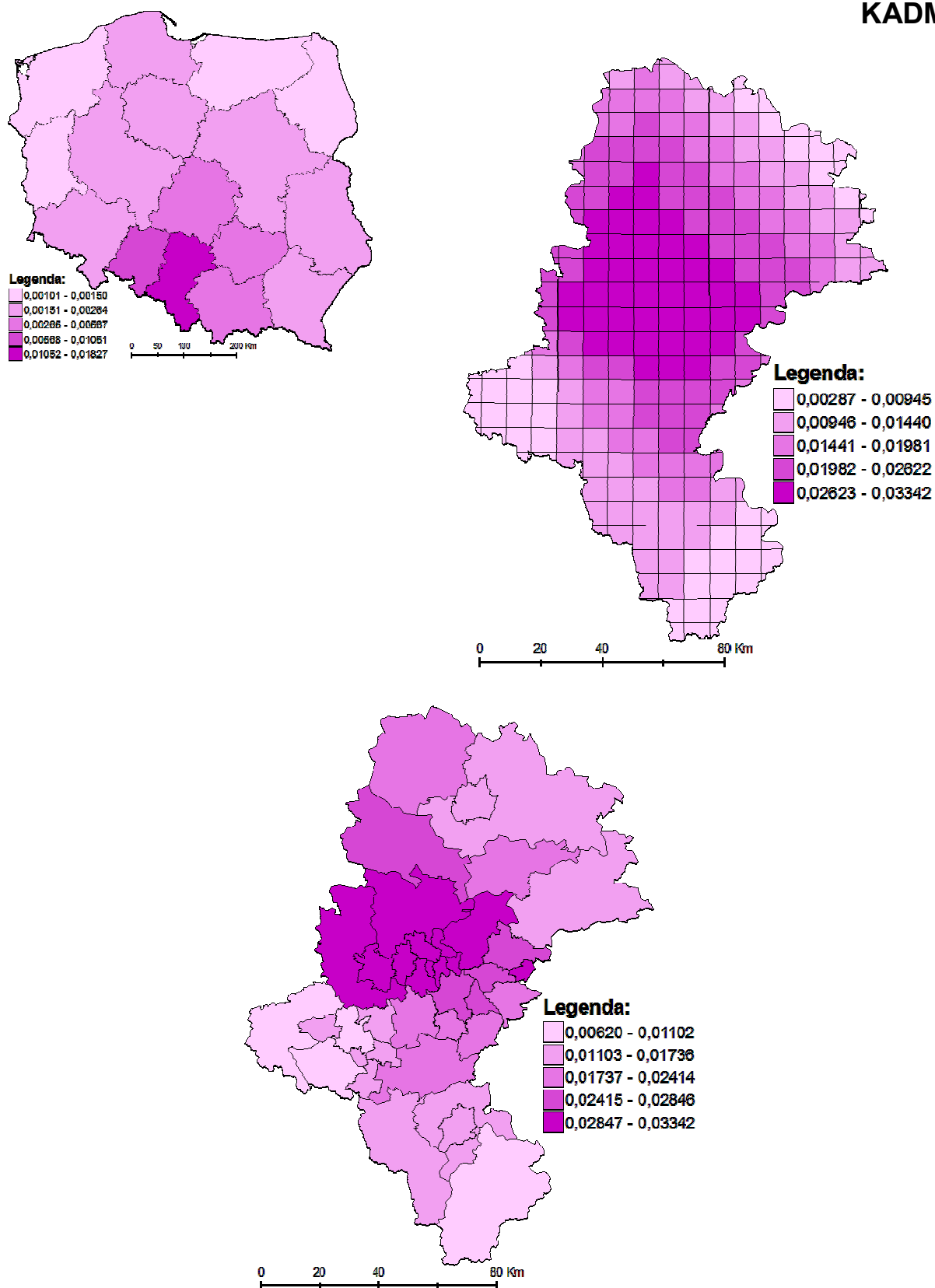
# OŁÓW



Rys. 17. Roczne ładunki jednostkowe **ołowiu** [w kg Pb/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

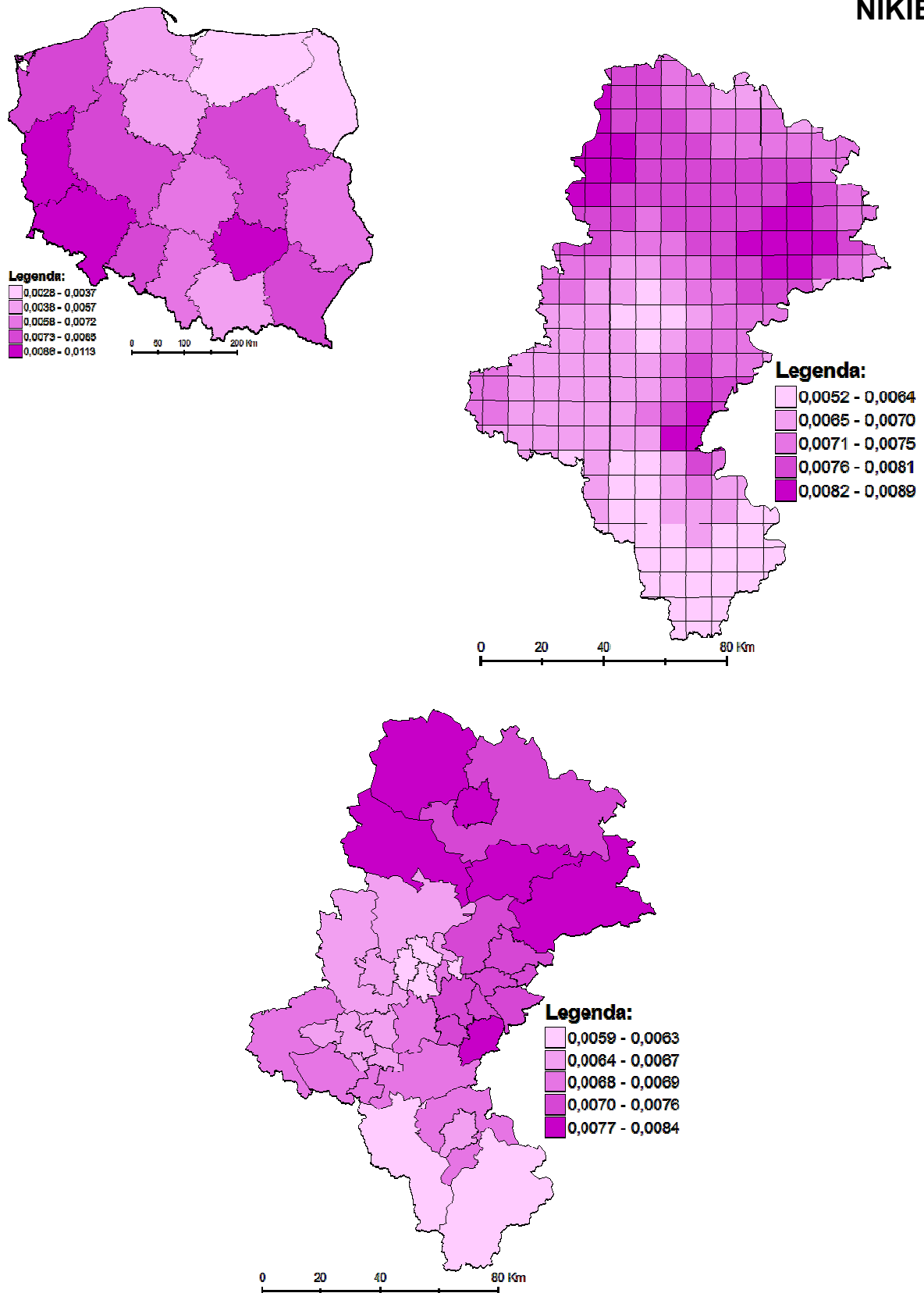


# KADM



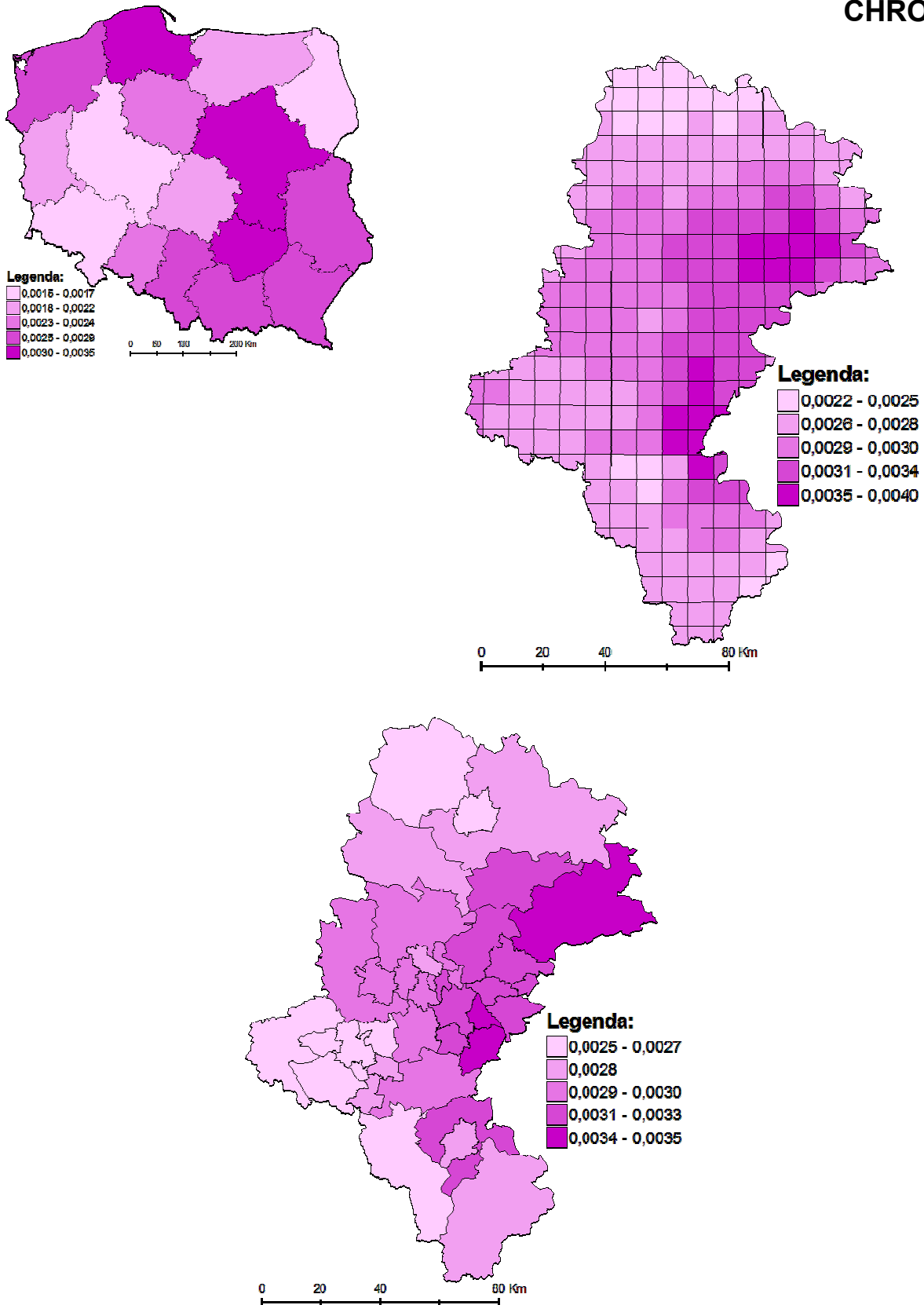
Rys. 18. Roczne ładunki jednostkowe **kadm** [w kg Cd/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

# NIKIEL



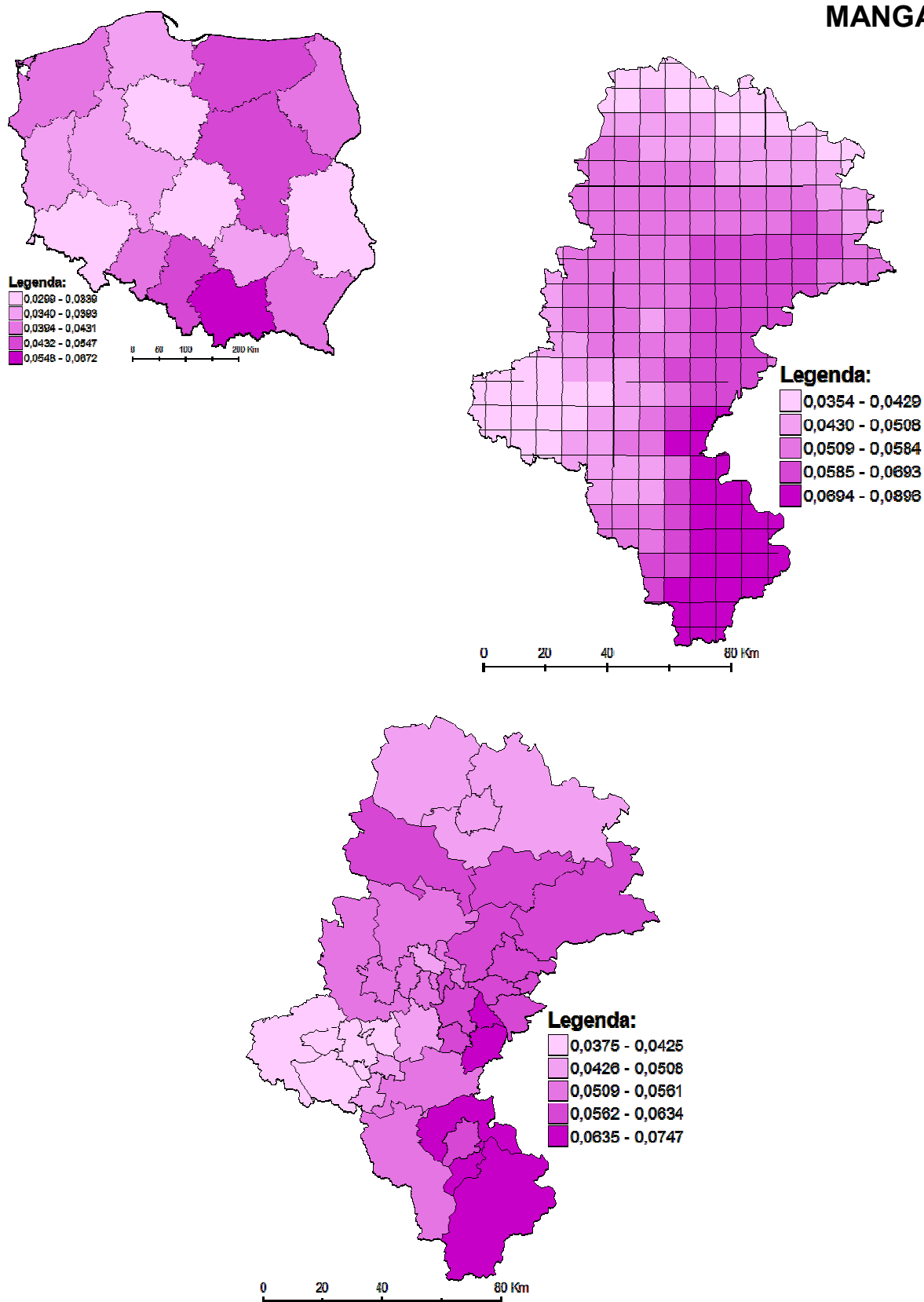
Rys. 19. Roczne ładunki jednostkowe **niklu** [w kg Ni/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

# CHROM

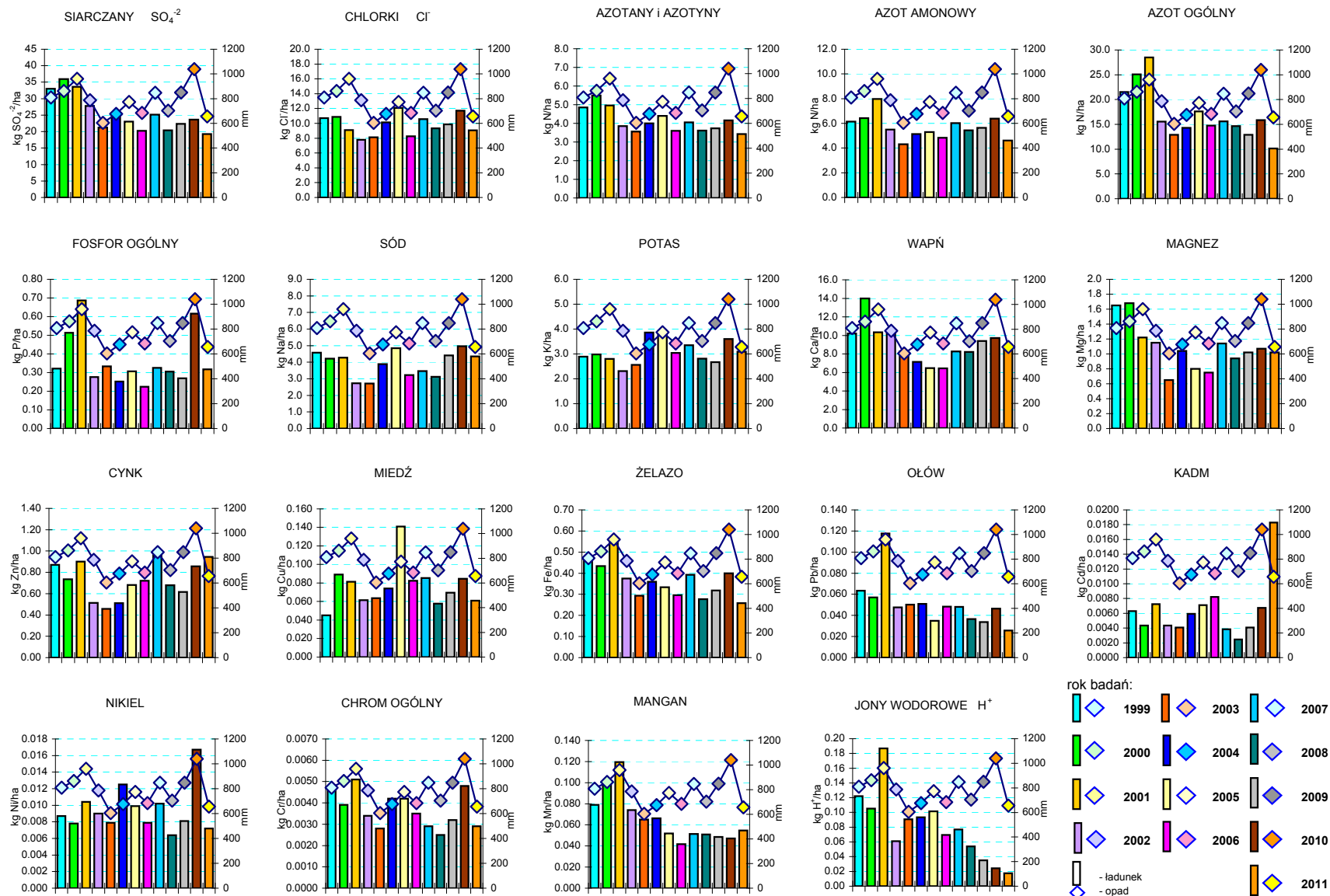


Rys. 20. Roczne ładunki jednostkowe **chromu** [w kg Cr/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów

## MANGAN



Rys. 21. Roczne ładunki jednostkowe **manganu** [w kg Mn/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2011 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa śląskiego i jego poszczególnych powiatów



Rys. 22. Depozycja substancji wprowadzanych z opadem atmosferycznym (wet-only) na obszar województwa śląskiego w poszczególnych latach 1999-2011 (wielkości ładunków w kg/ha\*rok) oraz średnioroczne sumy opadów (mm).