

MONITORING CHEMIZMU OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH I OCENA DEPOZYCJI ZANIECZYSZCZEŃ DO PODŁOŻA W LATACH 2019-2020

WYNIKI BADAŃ MONITORINGOWYCH W WOJEWÓDZTWIE LUBUSKIM W 2019 ROKU

© Lonely/Fotolia

Autor:

mgr inż. Ewa Liana

Sprawdził i zatwierdził



Dofinansowano ze środków
Narodowego Funduszu Ochrony
Środowiska i Gospodarki Wodnej

Temat realizowany przez IMGW-PIB na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (umowa nr 18/2019/F), finansowany ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

WARSZAWA, czerwiec 2020

AUTORZY / WYKONAWCY

mgr inż. Ewa Liana

dr inż. Agnieszka Kolanek

mgr inż. Michał Pobudejski

dr Bartłomiej Miszuk

st. sam. techn. Wiesława Rawa

oraz:

- Zakład Monitorowania Jakości Powietrza IMGW-PIB,
- Oddziały i Pracownie CLB GIOŚ w: Białymstoku, Bydgoszczy, Częstochowie, Gdańsku, Jeleniej Górze, Kielcach, Lublinie, Nowym Sączu, Olsztynie, Pile, Piotrkowie Trybunalskim, Rzeszowie, Szczecinie i w Zielonej Górze,
- 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.

SPIS TREŚCI

SPIS RYSUNKÓW	4
SPIS TABEL	5
WPROWADZENIE	6
ZANIECZYSZCZENIE OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W WOJEWÓDZTWIE LUBUSKIM I DEPOZYCJA ZANIECZYSZCZEŃ Z OPADÓW DO PODŁOŻA W 2019 ROKU	9
PODSUMOWANIE	32
ZAŁĄCZNIK TABELARYCZNY	34

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Sieć stacji pomiarowo-kontrolnych ogólnopolskiego monitoringu chemizmu opadów atmosferycznych i oceny depozycji zanieczyszczeń do podłoża w 2019 r.....	7
Rysunek 2. Obszar województwa lubuskiego z lokalizacją poszczególnych powiatów.....	8
Rysunek 3. Roczne ładunki jednostkowe chlorków [kg/ha Cl] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	13
Rysunek 4. Roczne ładunki jednostkowe siarczanów [kg/ha SO ₄] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów.....	14
Rysunek 5. Roczne ładunki jednostkowe azotu (azotynowego i azotanowego) [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	15
Rysunek 6. Roczne ładunki jednostkowe jonu wodorowego [kg/ha H ⁺] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów.....	16
Rysunek 7. Roczne ładunki jednostkowe azotu amonowego [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów.....	17
Rysunek 8. Roczne ładunki jednostkowe azotu ogólnego [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów.....	18
Rysunek 9. Roczne ładunki jednostkowe fosforu ogólnego [kg/ha P] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów.....	19
Rysunek 10. Roczne ładunki jednostkowe sodu [kg/ha Na] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	20
Rysunek 11. Roczne ładunki jednostkowe potasu [kg/ha K] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	21
Rysunek 12. Roczne ładunki jednostkowe wapnia [kg/ha Ca] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	22
Rysunek 13. Roczne ładunki jednostkowe magnezu [kg/ha Mg] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	23
Rysunek 14. Roczne ładunki jednostkowe cynku [g/ha Zn] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	24
Rysunek 15. Roczne ładunki jednostkowe miedzi [g/ha Cu] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	25
Rysunek 16. Roczne ładunki jednostkowe ołowiu [g/ha Pb] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	26
Rysunek 17. Roczne ładunki jednostkowe kadmu [g/ha Cd] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	27
Rysunek 18. Roczne ładunki jednostkowe niklu [g/ha Ni] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	28
Rysunek 19. Roczne ładunki jednostkowe chromu [g/ha Cr] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	29
Rysunek 20. Depozycja substancji wprowadzanych z opadem atmosferycznym (wet-only) na obszar województwa lubuskiego w poszczególnych latach 1999-2019 (wielkości ładunków w kg/ha*rok) oraz średnioroczne sumy opadów (mm)	30

SPIS TABEL

Tabela 1. Minimum, maksimum i średnie ważone wartości pH w opadach na stacjach monitoringowych ze wszystkich (sumarycznie) sektorów napływu mas powietrza w 2019 r.	35
Tabela 2. Częstość występowania [w %] wartości pH w podziale na sześć klas wielkości w dobowych opadach atmosferycznych w czasie napływu mas powietrza z poszczególnych sektorów oraz częstość występowania [w %] wartości pH w podziale na sześć klas wielkości w miesięcznych opadach atmosferycznych ze stacji monitoringowej w Gorzowie Wielkopolskim w 2019 roku	36
Tabela 3. Częstość występowania [w %] wartości pH w podziale na sześć klas wielkości w dobowych opadach atmosferycznych w czasie napływu mas powietrza z poszczególnych sektorów oraz częstość występowania [w %] wartości pH w podziale na sześć klas wielkości w miesięcznych opadach atmosferycznych ze stacji monitoringowej w Zielonej Górze w 2019 roku.....	37
Tabela 4 Skład fizyko-chemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych (wet-only) w 2019 r. ze stacji monitoringowej w Gorzowie Wielkopolskim	38
Tabela 5. Miesięczne wielkości ładunków substancji wnoszonych z opadami atmosferycznymi w 2019 roku na obszar reprezentowany przez stację monitoringową w Gorzowie Wielkopolskim	39
Tabela 6 Skład fizyko-chemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych (wet-only) w 2019 r. ze stacji monitoringowej w Zielonej Górze	40
Tabela 7. Miesięczne wielkości ładunków substancji wnoszonych z opadami atmosferycznymi w 2019 roku na obszar reprezentowany przez stację monitoringową w Zielonej Górze	41
Tabela 8. Obciążenie powierzchniowe obszaru Polski substancjami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2019 r.....	42
Tabela 9. Obciążenie powierzchniowe poszczególnych powiatów województwa lubuskiego substancjami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2019 r. [ładunki jednostkowe w kg/ha*rok i ładunki całkowite w tonach/rok]	48
Tabela 10. Roczne obciążenie powierzchniowe obszaru województwa lubuskiego zanieczyszczeniami wniesionymi przez opady atmosferyczne w latach 1999-2019 [ładunki jednostkowe w kg/ha*rok i ładunki całkowite w tonach] oraz średnioroczne sumy opadów [mm].....	54

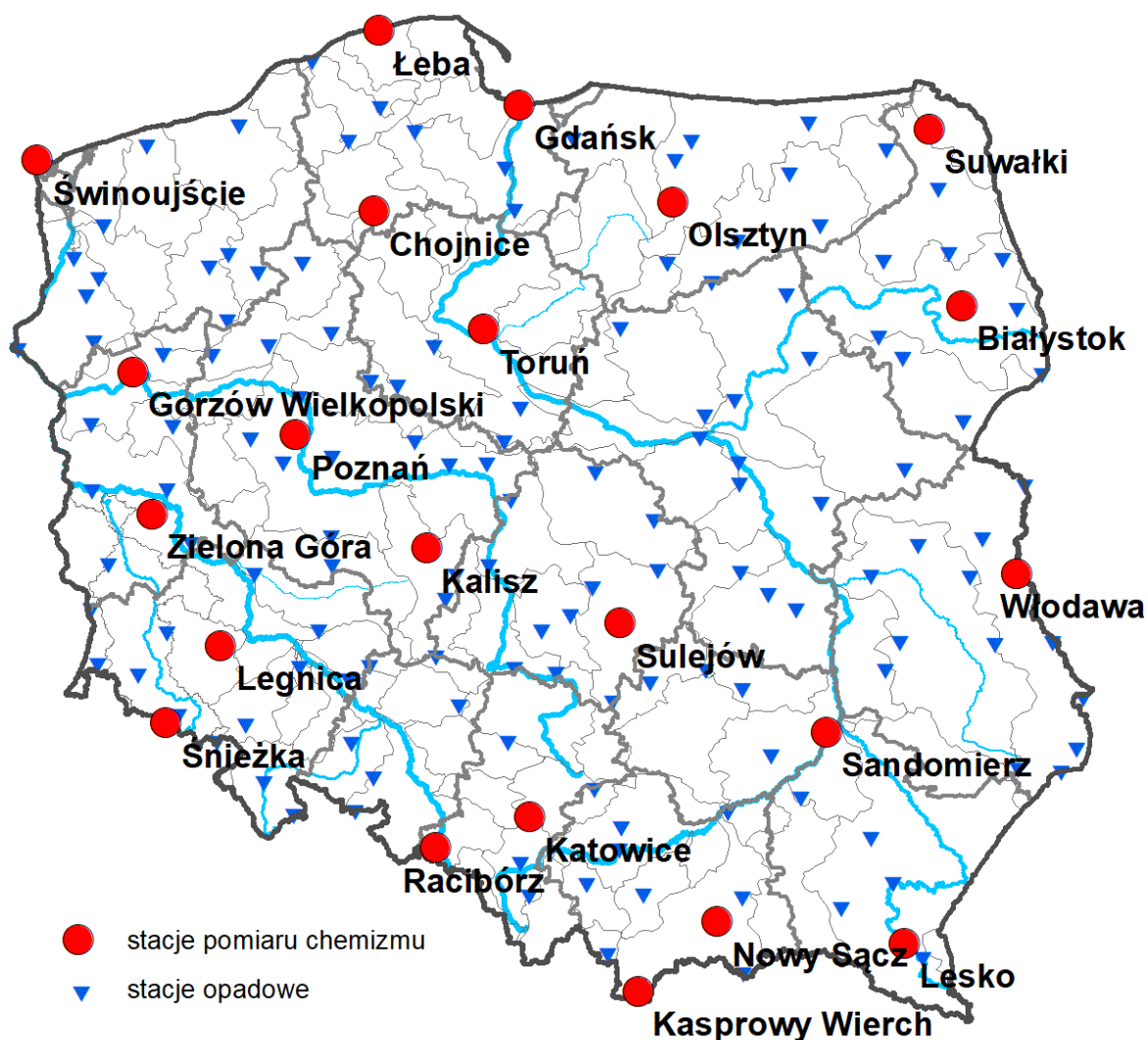
WPROWADZENIE

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). Badania w pełnym cyklu rocznym przeprowadzono po raz pierwszy w 1999 roku. Celem tego monitoringu było określanie w skali kraju rozkładu ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych z mokrym opadem do podłoża w ujęciu czasowym i przestrzennym. Systematyczne badania składu fizyko-chemicznego opadów oraz równoległe obserwacje i pomiary parametrów meteorologicznych, dostarczały informacji o obciążeniu obszarów leśnych, gleb i wód powierzchniowych substancjami deponowanymi z powietrza – związkami zakwaszającymi, biogennymi i metalami ciężkimi, tworząc podstawy do analizy stanu, istniejącego w 2019 roku.

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowy Instytut Badawczy, na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, prowadził badania monitoringowe, bazę danych, przygotowywał raporty i opracowania (zgodnie z wytycznymi), współpracował z Regionalnymi Wydziałami Monitoringu Środowiska. IMGW-PIB prowadził analizę jakości otrzymanych wyników badań fizyko-chemicznych i nadzór nad zbiorem nadsyłanych raportów z Oddziałów i Pracowni Centralnego Laboratorium Badawczego GIOŚ.

W 2019 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 (rys. 1).

Na powyższych stacjach zbierano w sposób ciągły opad atmosferyczny mokry oraz wykonywano oznaczenie ilościowe zebranych próbek. Równoległe z poborem próbek opadu prowadzone były pomiary i obserwacje wysokości i rodzaju opadu, kierunku i prędkości wiatru oraz temperatury powietrza. Ponadto, na każdej stacji, zbierane były próbki dobowe opadów i na bieżąco (po upływie doby opadowej) bezpośrednio na stacji wykonywany był pomiar wartości pH opadu. Na posterunkach opadowych dokonywano tylko pomiaru wysokości opadów.



Rysunek 1. Sieć stacji pomiarowo-kontrolnych ogólnopolskiego monitoringu chemizmu opadów atmosferycznych i oceny depozycji zanieczyszczeń do podłoża w 2019 r.

Miesięczne (uśrednione) próbki opadów analizowane były 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 był azot Kjeldahla. Wynik wątpliwy badanego składnika opadu, zastąpiono średnim ważonym stężeniem (waga – wysokość opadu) z wyników dla pozostałych miesięcy badanego roku (okresu ciepłego i chłodnego) i oznaczono symbolem „*” z adnotacją – wartość szacunkowa.

Analizy składu fizyko-chemicznego opadów wykonywane były przez akredytowane Centralne Laboratorium Badawcze GIOŚ (CLB GIOŚ). Poszczególne laboratoria

w oddziałach CLB GIOŚ analizowały opady ze stacji położonych w danym województwie. W 2019 roku, w województwie lubuskim, analizy wykonywało Centralne Laboratorium Badawcze GIOŚ Oddział w Zielonej Górze.

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 2019 roku, przedstawiono w sprawozdaniu rocznym i na portalu GIOŚ „Jakość Powietrza” (<http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/chemistry/stations>).



Rysunek 2. Obszar województwa lubuskiego z lokalizacją poszczególnych powiatów.

Niniejszy raport prezentuje wyniki badań dla obszaru województwa lubuskiego (rys. 2). Przedstawione dane obrazują stan jakości i ocenę stopnia zakwaszenia wód deszczowych w województwie lubuskim w 2019 roku oraz ilości deponowanych substancji wraz z opadami z podziałem na tereny poszczególnych powiatów. Obciążenie powierzchniowe obszaru województwa lubuskiego, porównano z depozycją dla całego obszaru Polski i pozostałych województw, a także porównano wielkości deponowanych ładunków badanych substancji w poszczególnych latach 1999-2019.

ZANIECZYSZCZENIE OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W WOJEWÓDZTWIE LUBUSKIM I DEPOZYCJA ZANIECZYSZCZEŃ Z OPADÓW DO PODŁOŻA W 2019 ROKU

Atmosfera kumulując zanieczyszczenia naturalne i antropogenne 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 były bardzo zróżnicowane.

W ramach krajowego monitoringu chemizmu opadów atmosferycznych i oceny depozycji zanieczyszczeń do podłoża, na obszarze województwa lubuskiego w 2019 roku, analizowano wody opadowe przed kontaktem z podłożem, tak jak w latach poprzednich, na stacji położonej w Gorzowie Wielkopolskim oraz w Zielonej Górze.

Charakterystyczne wartości pH **dobowych** próbek opadów (minimalne, maksymalne i średnie roczne ważone) na tych stacjach i w porównaniu z pozostałymi 20 stacjami monitoringowymi na obszarze Polski zestawiono w tabeli 1. W 2019 roku, na stacjach monitoringowych w województwie lubuskim, wykonano w sumie 193 pomiary pH dobowych próbek opadów, w celu oceny stopnia zakwaszenia wód opadowych, gdzie 98 pomiarów wartości pH wykonano na stacji w Gorzowie Wlk. oraz 95 pomiarów na stacji w Zielonej Górze. Wartości pH mieściły się w zakresie od 4,41 do 7,18, w tym: w Gorzowie Wlk. zakres ten wynosił od 4,46 do 7,18 (średnia roczna ważona pH – 5,44), natomiast w przypadku

badan w Zielonej Górze uzyskano zakres od 4,41 do 6,65 (średnia roczna ważona pH – 5,26). W przypadku 40,4% próbek stwierdzono „kwaśne deszcze” – opady o wartości pH poniżej 5,6 (przy czym dotyczyło to zjawisko 32,7% próbek dobowych badanych w Gorzowie Wlk. i 48,4% próbek w Zielonej Górze), oznaczającej naturalny stopień zakwaszenia wód opadowych, wskazując na zawartość w nich mocnych kwasów mineralnych. W przypadku pomiarów w Gorzowie Wlk. minimalna wartość pH wynosiła 4,46 i klasowała się w grupie o znacznie obniżonym odczynie, tj. w zakresie $4,1 \leq \text{pH} < 4,6$, natomiast wartość maksymalna – 7,18 należy do grupy o podwyższonym odczynie, w zakresie $\text{pH} > 6,5$. Obliczona wartość średniej rocznej ważonej pH – 5,44 zakwalifikowana jest do klasy normalnej, tj. $5,1 \leq \text{pH} < 6,1$. Natomiast w przypadku pomiarów w Zielonej Górze minimalna wartość pH wynosiła 4,41 i klasowała się w grupie o znacznie obniżonym odczynie, tj. w zakresie $4,1 \leq \text{pH} < 4,6$, natomiast wartość maksymalna – 6,65 należy do grupy o podwyższonym odczynie w zakresie $\text{pH} > 6,5$. Obliczona wartość średniej rocznej ważonej pH – 5,26 zakwalifikowana jest do klasy normalnej, tj. $5,1 \leq \text{pH} < 6,1$.

Na podstawie procentowego udziału próbek **dobowych** opadów atmosferycznych, zebranych na stacji monitoringowej w Gorzowie Wlk. w 2019 roku, w podziale na sześć klas wartości pH i kierunki napływu mas powietrza stwierdzono, że dominującym sektorem napływu mas powietrza był sektor zachodni, gdzie wystąpiło 52% dobowych zdarzeń opadowych, w tym 47,1% przypadków o normalnym pH, tj. z zakresu $5,1 \leq \text{pH} < 6,1$ (tab. 2).

W przypadku badań na stacji monitoringowej w Zielonej Górze, na podstawie procentowego udziału próbek **dobowych** opadów atmosferycznych, w 2019 roku, w podziale na sześć klas wartości pH i kierunki napływu mas powietrza stwierdzono, że dominującym sektorem napływu mas powietrza był również sektor zachodni, gdzie wystąpiło ok. 45% dobowych zdarzeń opadowych, w tym 32,6% przypadków o normalnym pH, tj. z zakresu $5,1 \leq \text{pH} < 6,1$ oraz 32,6% o lekko podwyższonym pH, czyli z zakresu $6,1 \leq \text{pH} \leq 6,5$ (tab. 3).

Procentowy udział uśrednionych **miesięcznych** próbek opadów atmosferycznych, zebranych w cyklach miesięcznych na stacji monitoringowej w Gorzowie Wlk. w 2019 roku, w podziale na sześć klas wartości pH, wskazał na występowanie największej liczby próbek miesięcznych (67%) opadów w zakresie wartości $5,1 \leq \text{pH} < 6,1$, tj. w przedziale normalnego pH (tab. 2).

Procentowy udział uśrednionych **miesięcznych** próbek opadów atmosferycznych, zebranych w cyklach miesięcznych na stacji monitoringowej w Zielonej Górze w 2019 roku, w podziale na sześć klas wartości pH, wskazał na występowanie największej liczby próbek

miesięcznych (50,0%) opadów w zakresie wartości $5,1 \leq \text{pH} < 6,1$, tj. w przedziale normalnego pH (tab. 3).

W przypadku uśrednionych miesięcznych próbek opadów, wartości pH poniżej 5,6, na dwóch stacjach (w Gorzowie Wlk. i w Zielonej Górze), występowały w 25% wszystkich pomiarów i jest to o 21% mniej niż w 2018 roku, a w wieloleciu 1999-2018 ich średnia ilość kształtowała się na poziomie 50%.

Uzyskane zakresy pH, wskazują na występowanie w województwie lubuskim dominujących warunków o normalnym lub lekko podwyższonym odczynie.

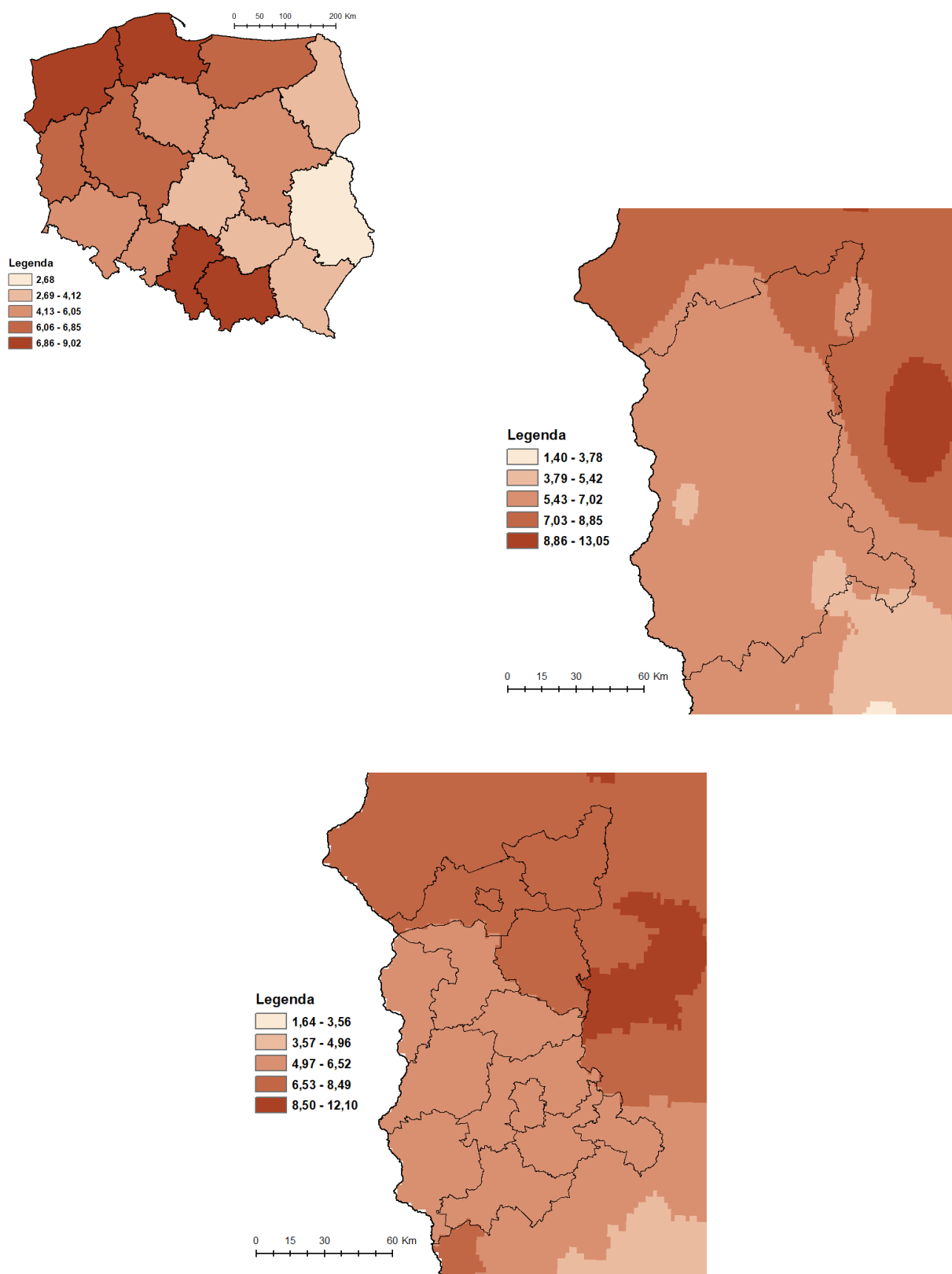
Skład fizyko-chemiczny miesięcznych próbek opadów, ze stacji monitoringowej w Gorzowie Wlk., oraz wielkości miesięczne sum opadów przedstawiono w tabeli 4. Najniższe stężenia badanych zanieczyszczeń stwierdzono w miesiącu lipcu, przy jednoczesnym stosunkowo wysokim średnim opadzie miesięcznym. Drugie z najniższych stężenia stwierdzono w miesiącu grudniu, przy przeciętnym średnim opadzie miesięcznym. Natomiast miesiącem o przeważających najwyższych stężeniach był marzec, a zbliżone lecz nieco niższe stężenia stwierdzono w lutym i kwietniu, przy jednoczesnych najniższych opadach. Ze względu na to, że wielkość depozycji wprowadzana na określony obszar, zależy od koncentracji danej substancji w opadzie atmosferycznym i ilości wody opadowej, rozkład wielkości miesięcznych ładunków badanych substancji, wnoszonych wraz z opadami na teren reprezentowany przez stację monitoringową w Gorzowie Wlk., wskazuje na najniższą depozycję w miesiącu kwietniu. Najwyższą depozycję stwierdzono, tak jak w roku ubiegłym, w maju (tab. 5).

Skład fizyko-chemiczny miesięcznych próbek opadów ze stacji monitoringowej w Zielonej Górze oraz wielkości miesięczne sum opadów przedstawiono w tabeli 6. Najniższe stężenia badanych zanieczyszczeń stwierdzono, tak jak w Gorzowie Wlkp., w grudniu przy dość niskim miesięcznym opadzie i podobnie niskie stężenia stwierdzono w listopadzie przy przeciętnym opadzie miesięcznym w 2019 na tej stacji. Natomiast miesiącem o przeważających najwyższych stężeniach był miesiąc kwiecień, przy jednoczesnych najniższych opadach, podobnie kształtowała się sytuacja w lutym, ale przy wyższej sumie opadów. Ze względu na to, że wielkość depozycji wprowadzana na określony obszar, zależy od koncentracji danej substancji w opadzie atmosferycznym i ilości wody opadowej, rozkład wielkości miesięcznych ładunków badanych substancji, wnoszonych wraz z opadami na teren reprezentowany przez stację monitoringową w Zielonej Górze, wskazuje na najniższą

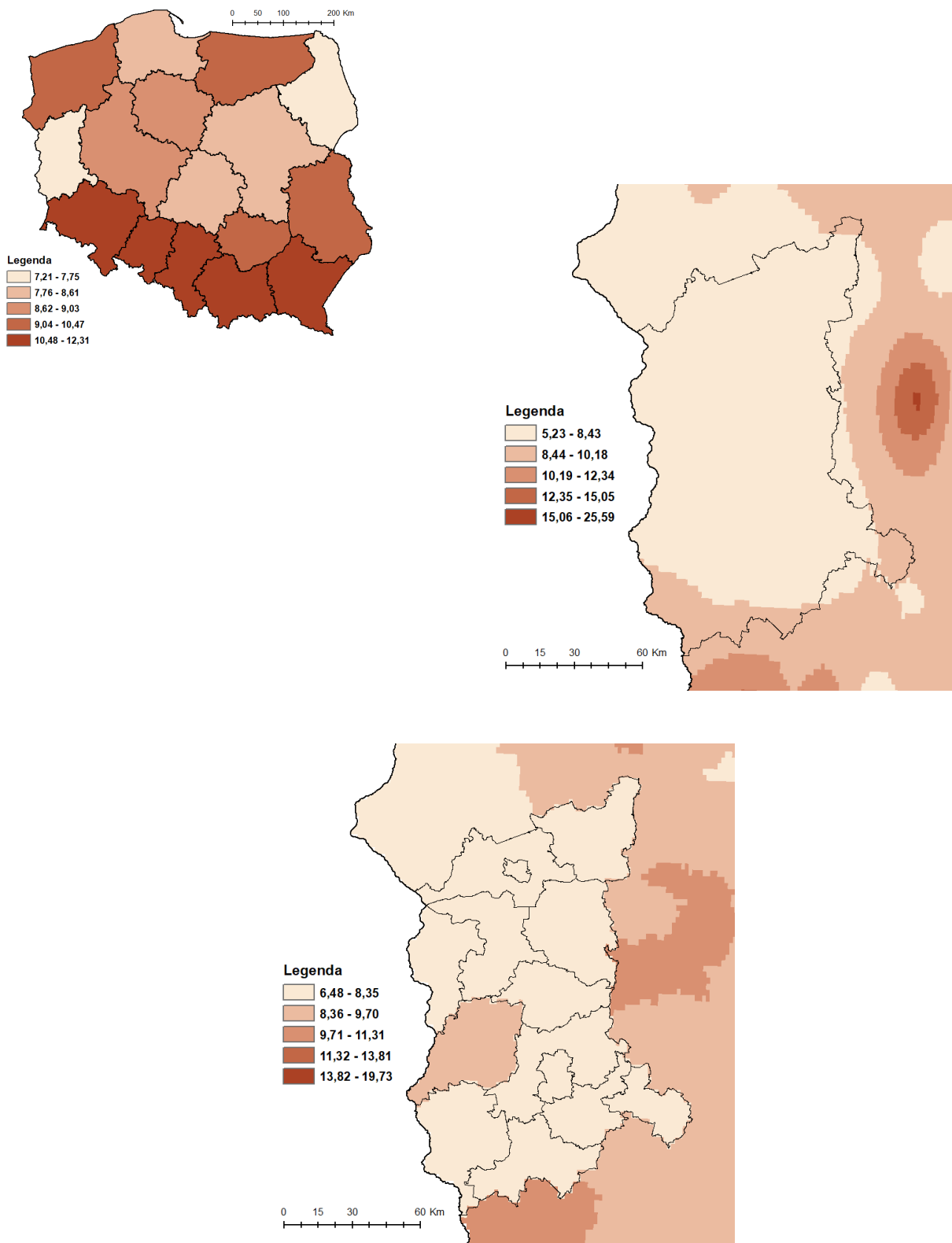
depozycję w miesiącu kwietniu. Najwyższą depozycję stwierdzono w miesiącu maju, a zbliżona wielkość ładunków zanieczyszczeń wystąpiła również we wrześniu (tab. 7).

Na podstawie wyników pomiarów wysokości opadów w 2019 r., zarejestrowanych na 162 punktach monitoringowych, reprezentujących pole średnich sum opadów dla obszaru Polski (w tym dziesięciu na obszarze województwa lubuskiego) oraz wyników analiz składu opadów z 22 stacji monitoringowych (rys. 1), w oparciu o system informacji przestrzennej (GIS), przy użyciu oprogramowania ARC GIS, wygenerowano wielkości ładunków jednostkowych i całkowitych obciążających województwo lubuskie, jego poszczególne powiaty i dla porównania obszary pozostałych województw Polski. Obliczone dane przedstawiono w tabelach 8 i 9, a zróżnicowanie obciążeniem rocznym na rysunkach 3-19.

Dla porównania, w tabeli 10, podano wielkości ładunków jednostkowych badanych substancji, wniesionych przez opady atmosferyczne w latach 1999-2019 na obszar województwa lubuskiego, a na rysunku 20 przedstawiono diagramy dla tych ładunków na tle średniorocznych sum opadów.

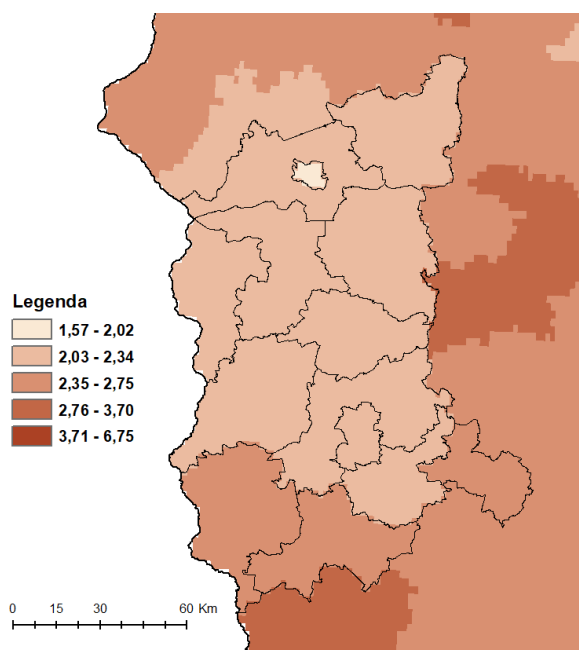
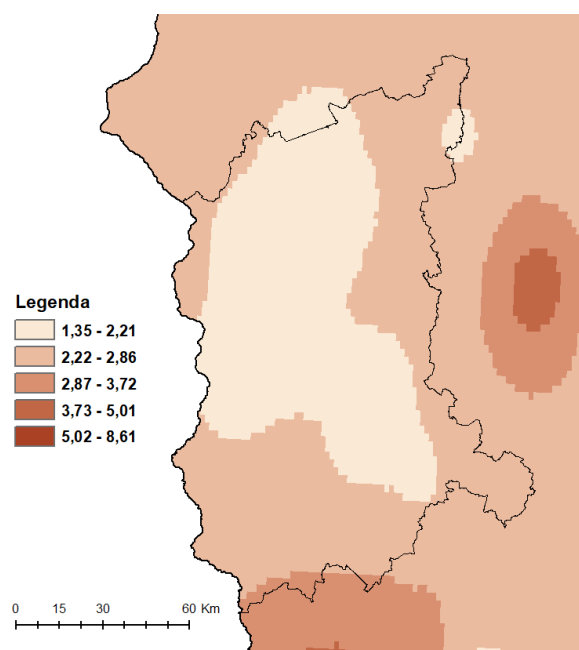
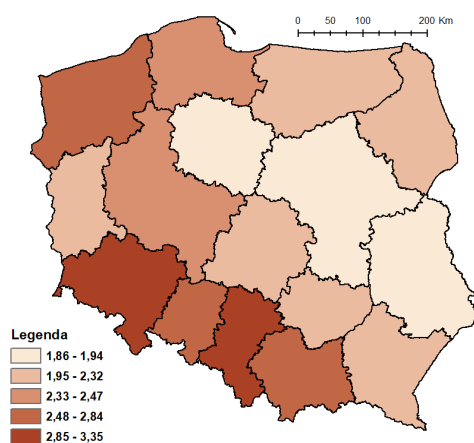


Rysunek 3. Roczne ładunki jednostkowe chlorków [kg/ha Cl] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów



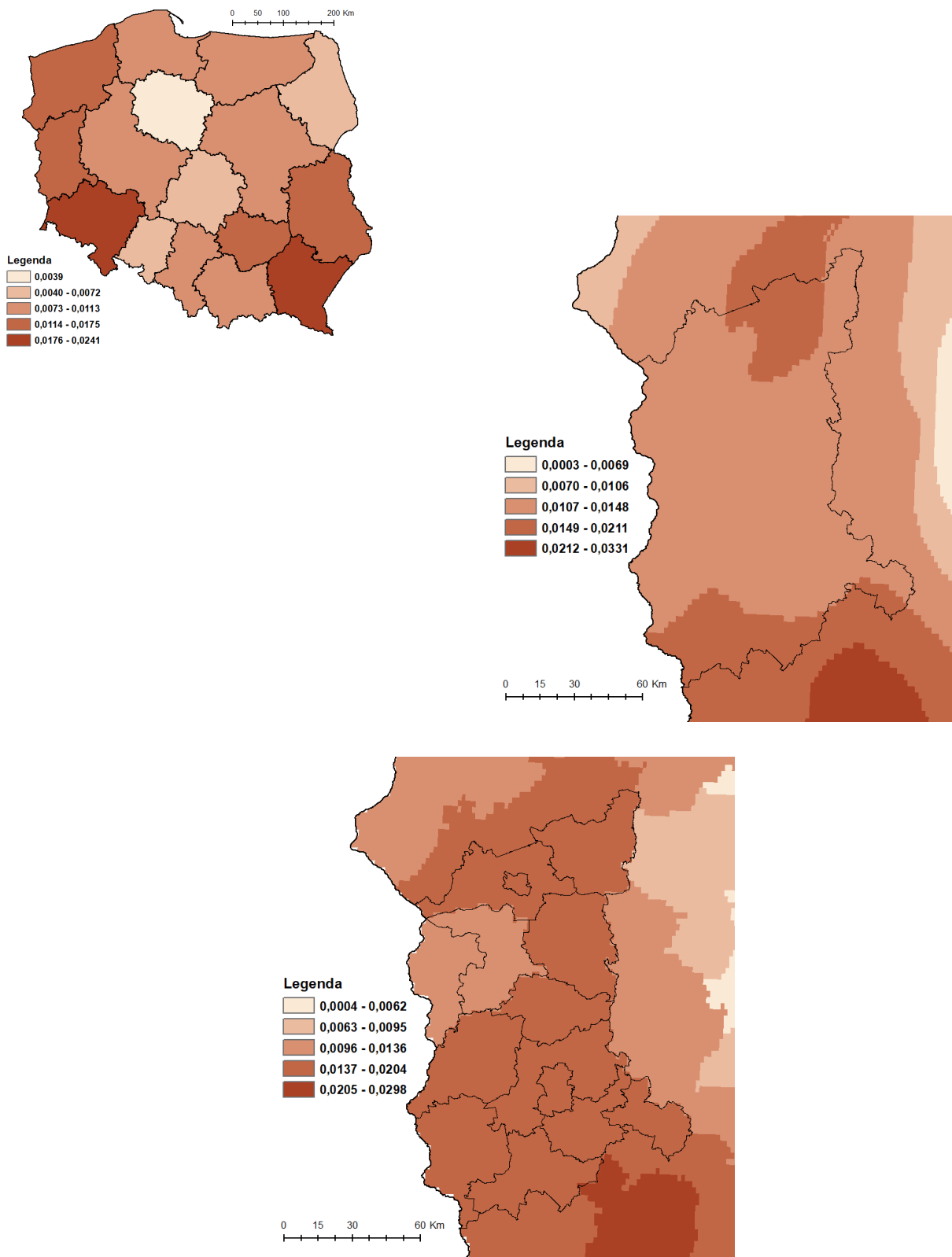
Rysunek 4. Roczne ładunki jednostkowe siarczanów [kg/ha SO₄] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

AZOT (AZOTYNOWY I AZOTANOWY)



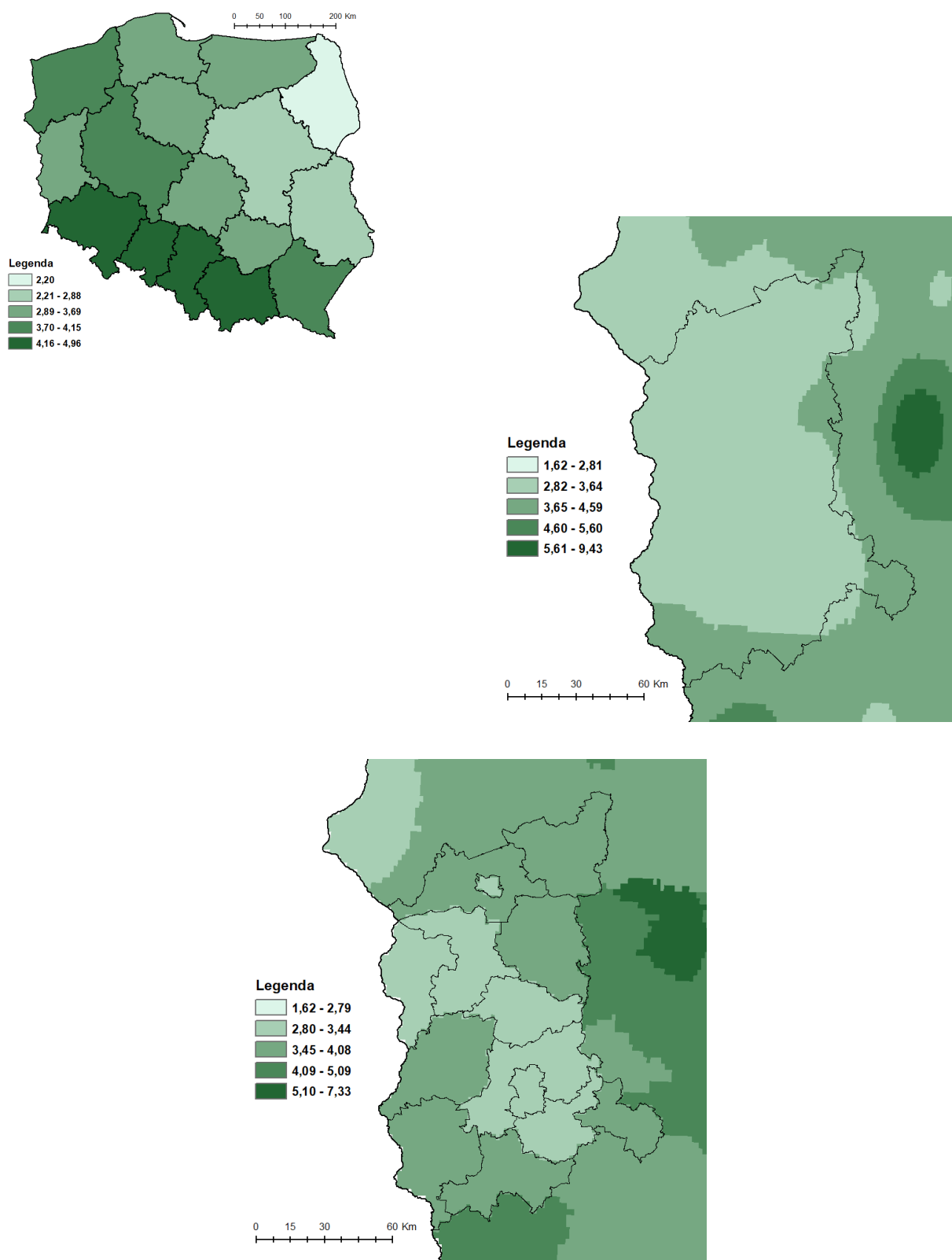
Rysunek 5. Roczne ładunki jednostkowe azotu (azotynowego i azotanowego) [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

JON WODOROWY



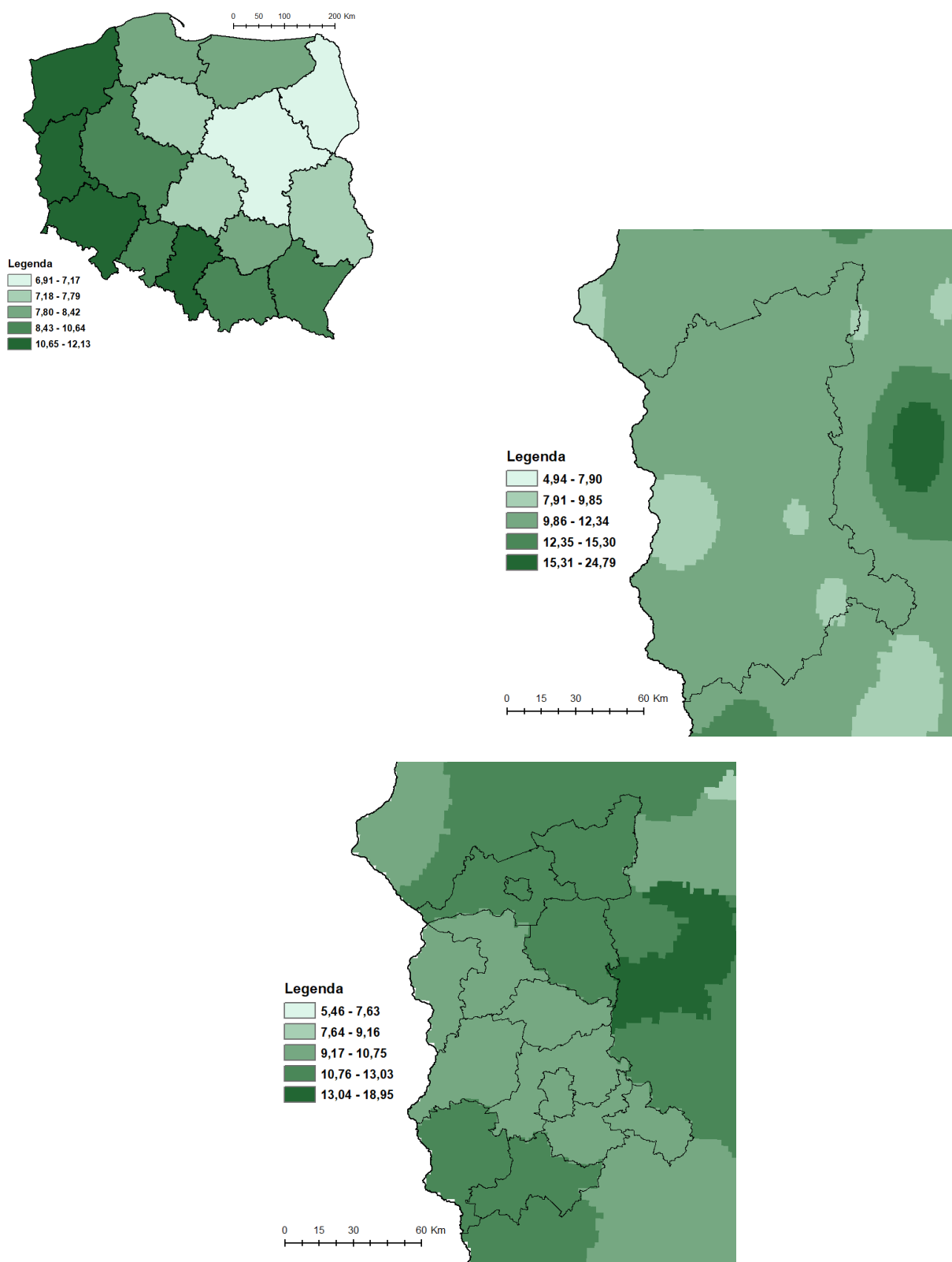
Rysunek 6. Roczne ładunki jednostkowe jonu wodorowego [kg/ha H⁺] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

AZOT AMONOWY



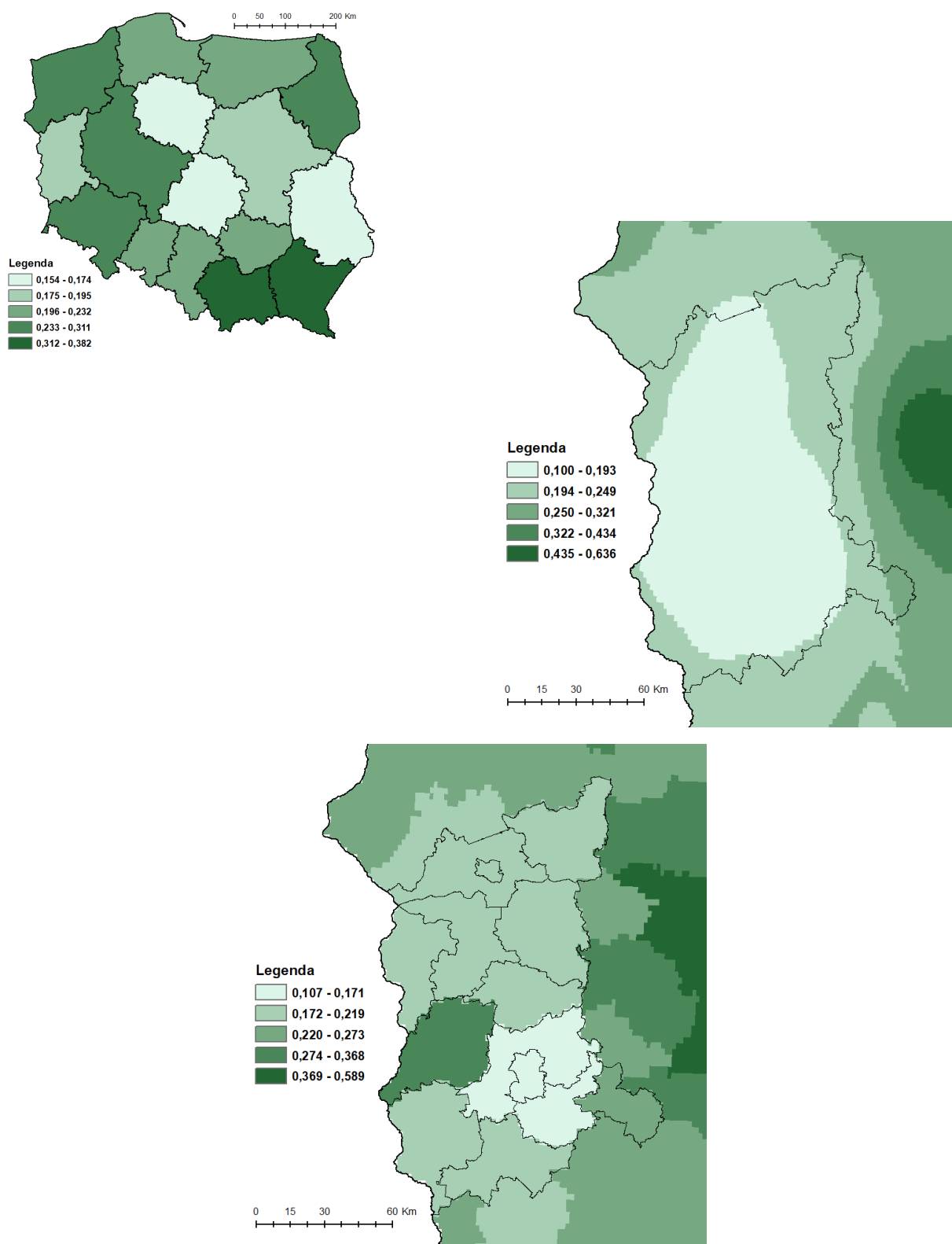
Rysunek 7. Roczne ładunki jednostkowe azotu amonowego [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

AZOT OGÓLNY



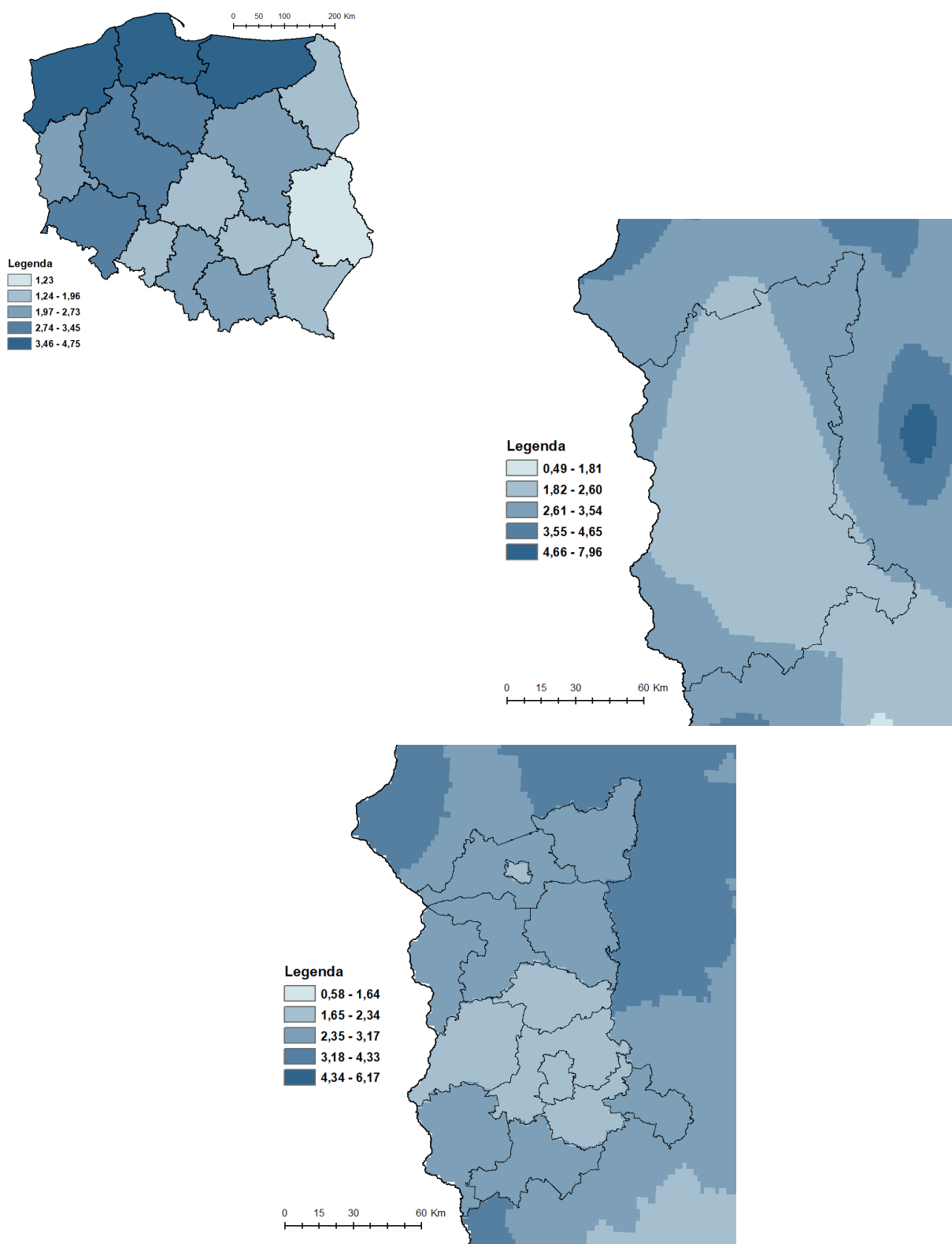
Rysunek 8. Roczne ładunki jednostkowe azotu ogólnego [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

FOSFOR OGÓLNY



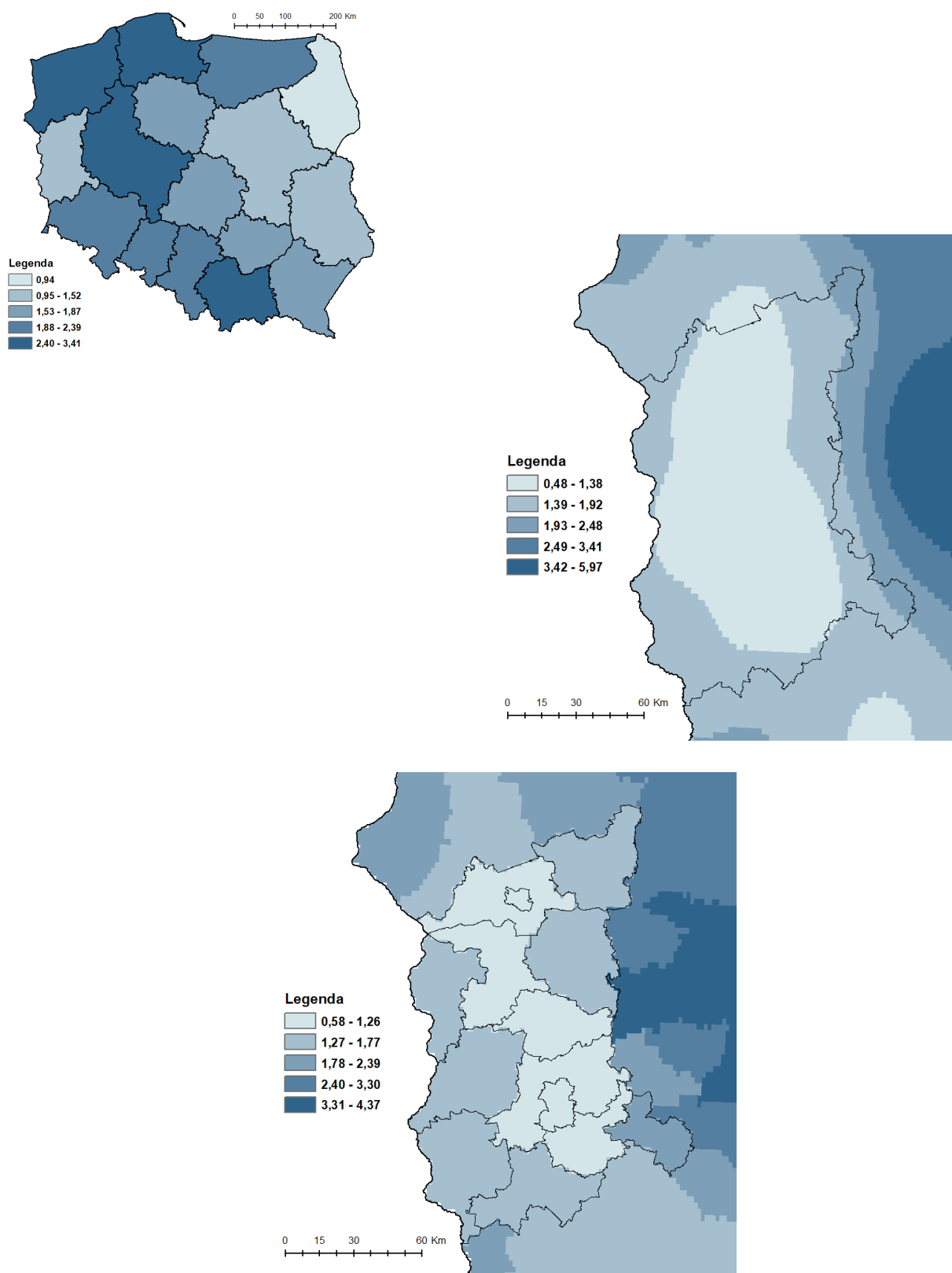
Rysunek 9. Roczne ładunki jednostkowe fosforu ogólnego [kg/ha P] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

SÓD

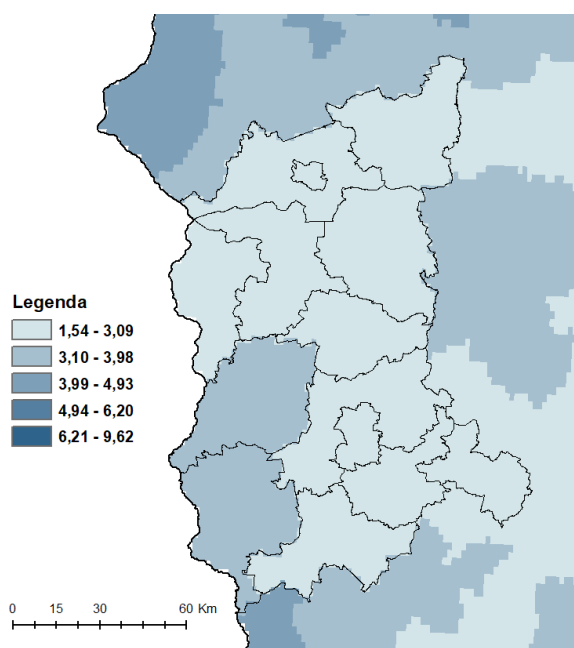
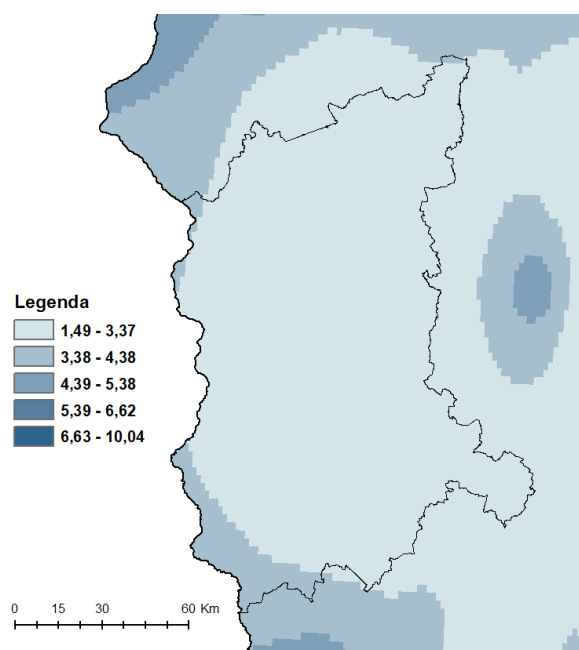
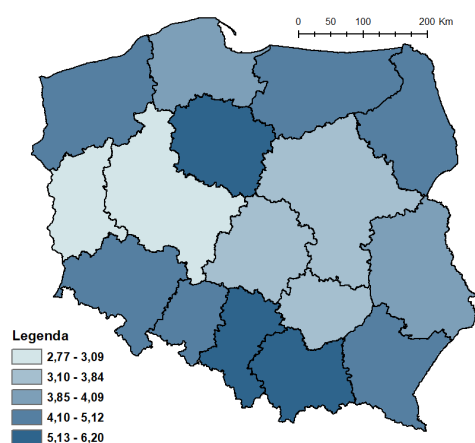


Rysunek 10. Roczne ładunki jednostkowe sodu [kg/ha Na] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

POTAS

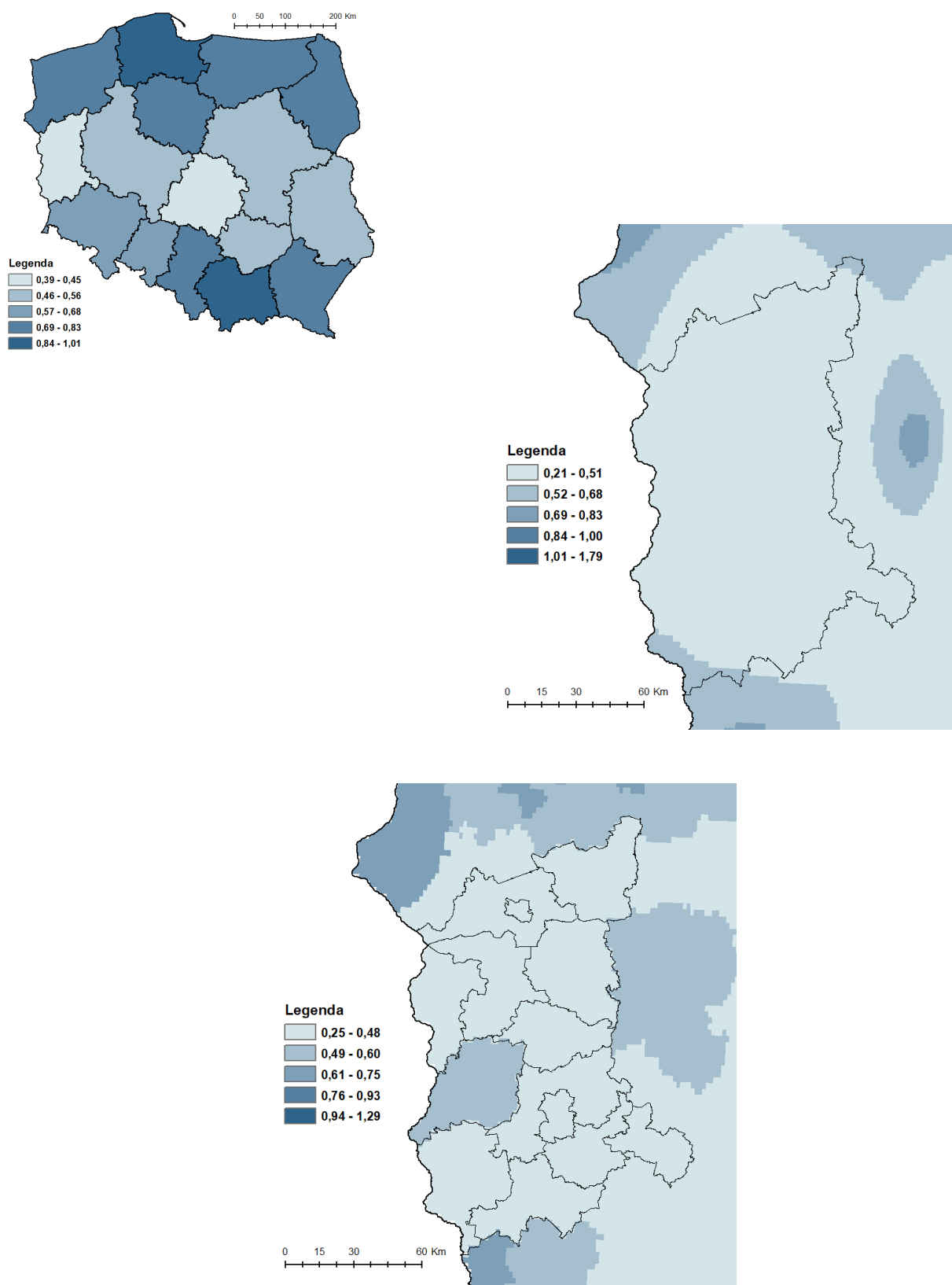


Rysunek 11. Roczne ładunki jednostkowe potasu [kg/ha K] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

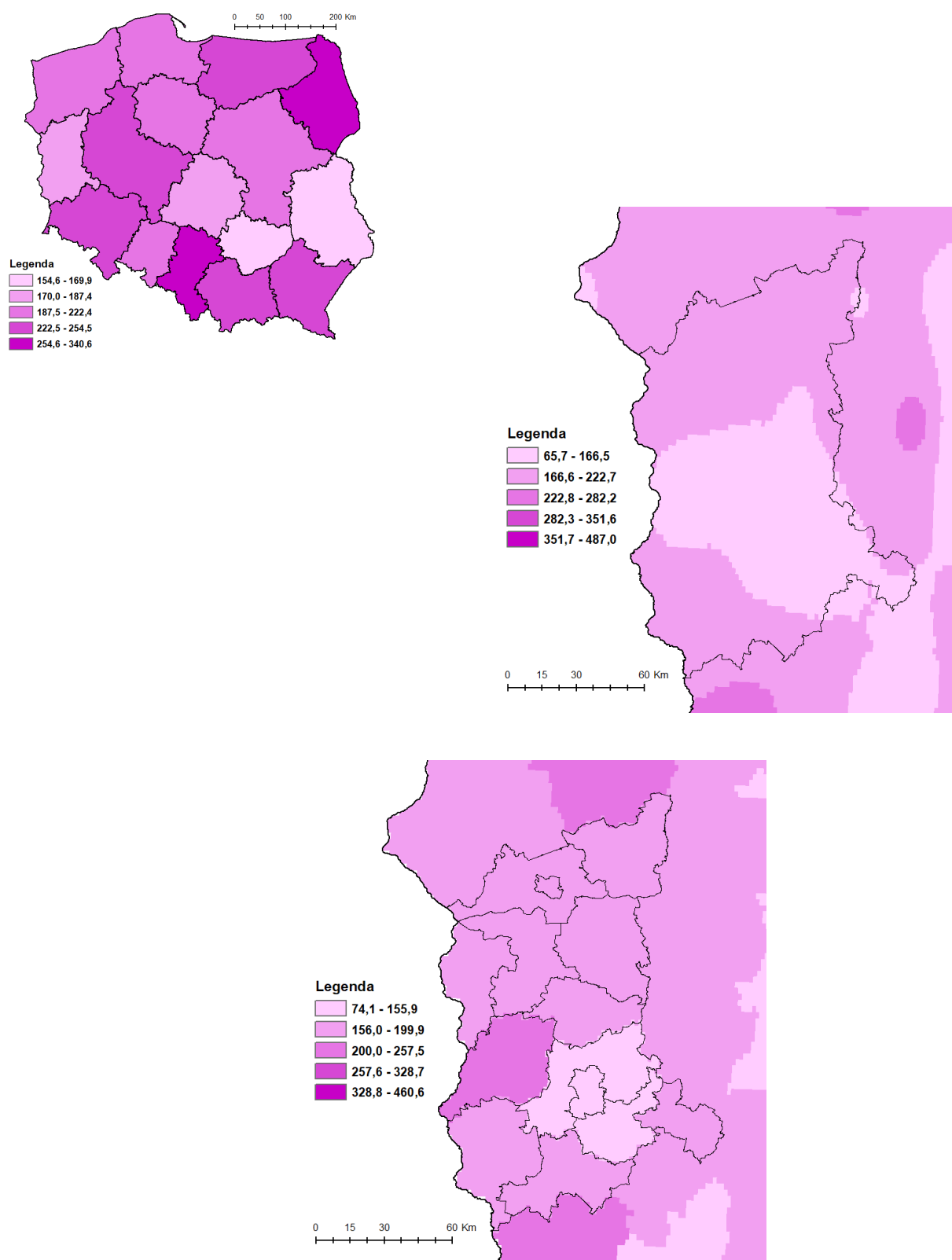


Rysunek 12. Roczne ładunki jednostkowe wapnia [kg/ha Ca] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

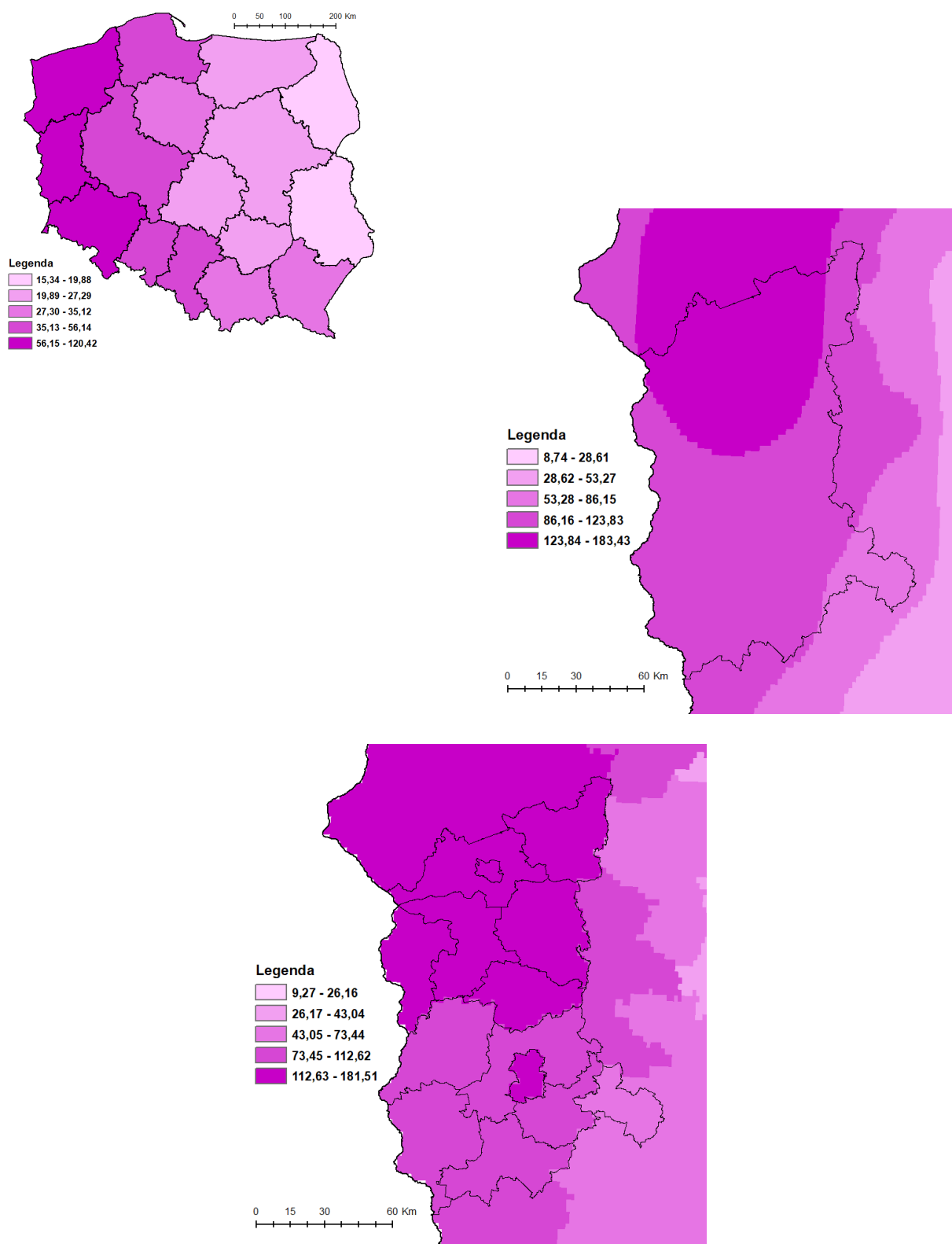
MAGNEZ



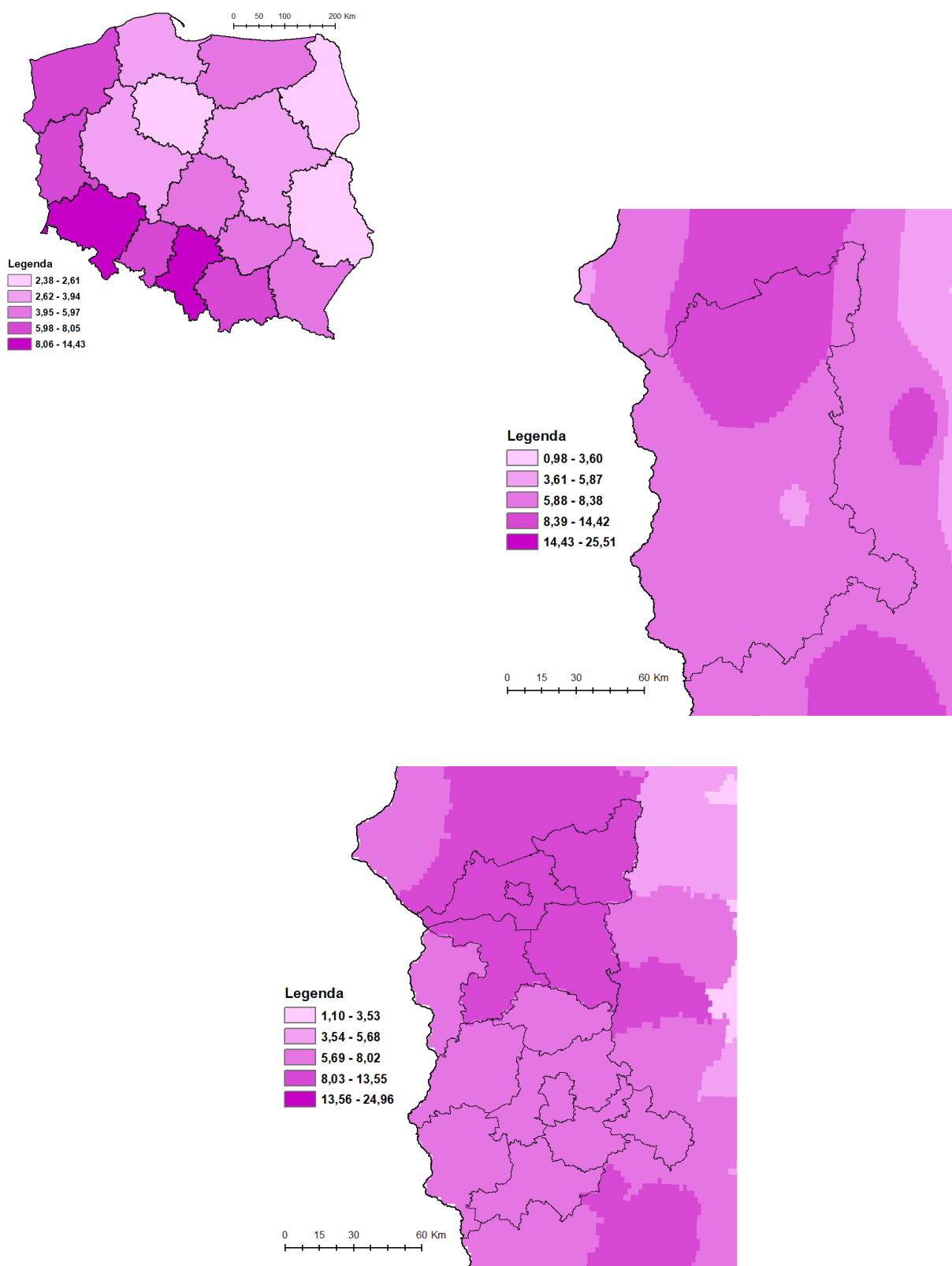
Rysunek 13. Roczne ładunki jednostkowe magnezu [kg/ha Mg] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów



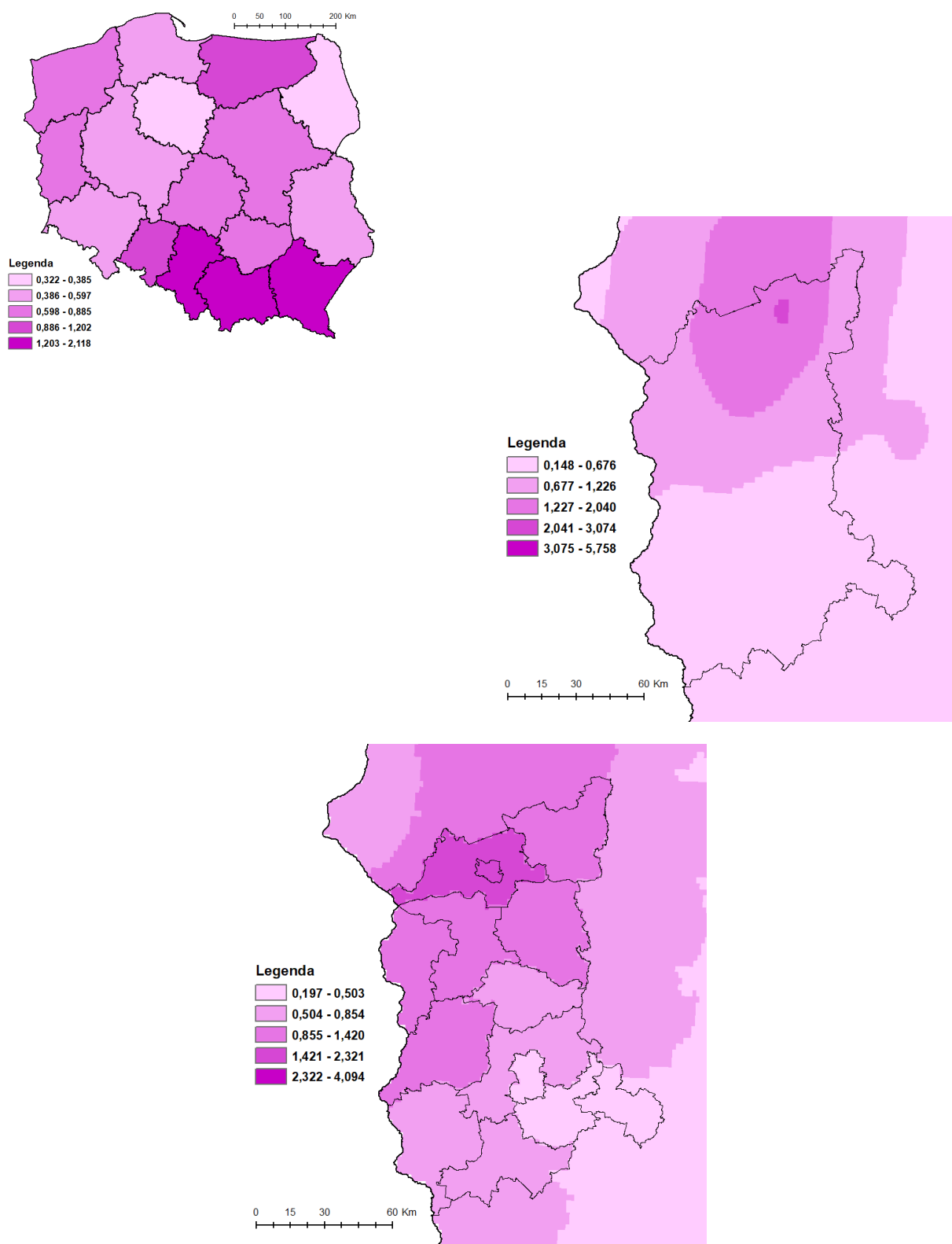
Rysunek 14. Roczne ładunki jednostkowe cynku [g/ha Zn] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów



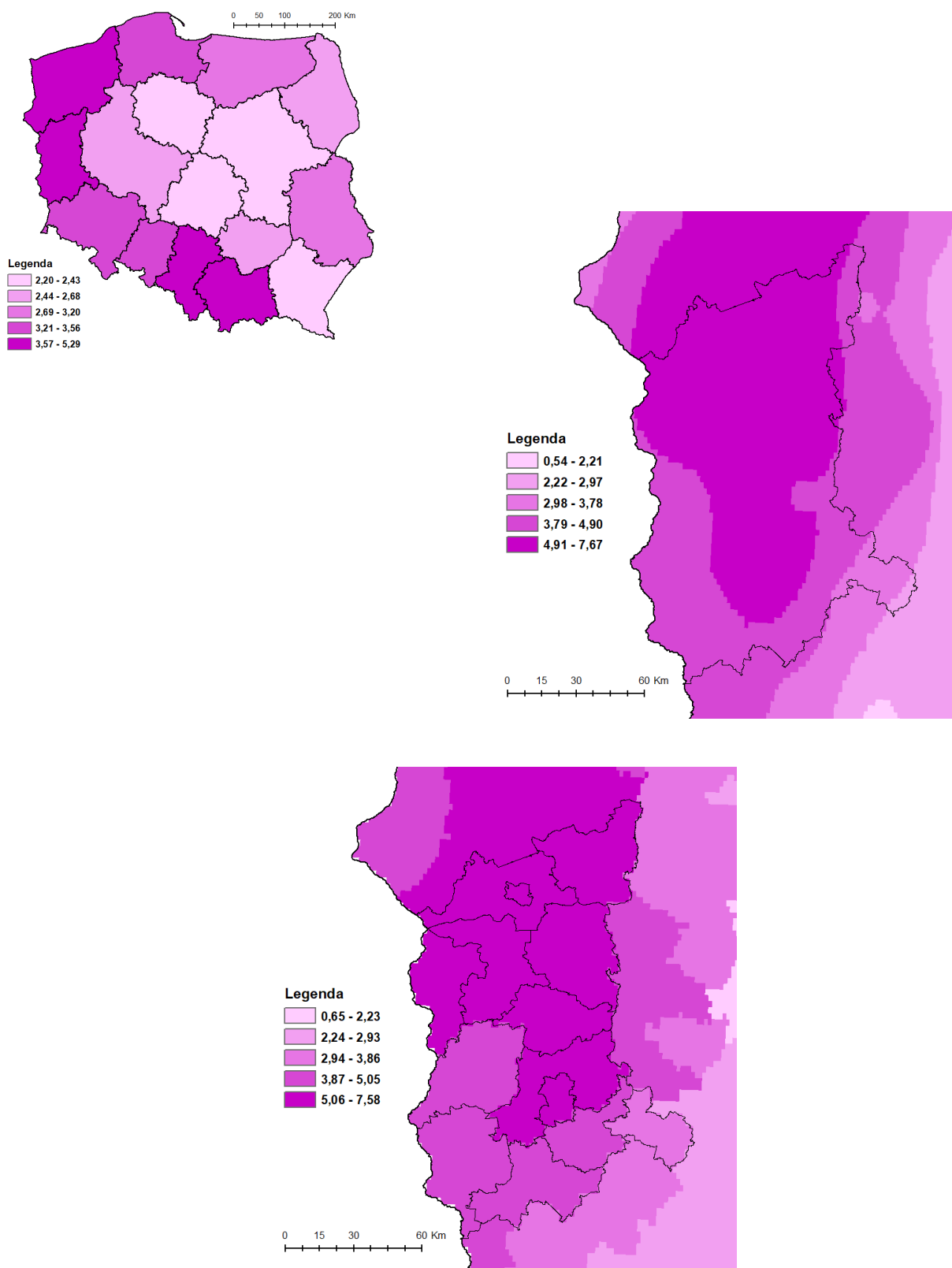
Rysunek 15. Roczne ładunki jednostkowe miedzi [g/ha Cu] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów



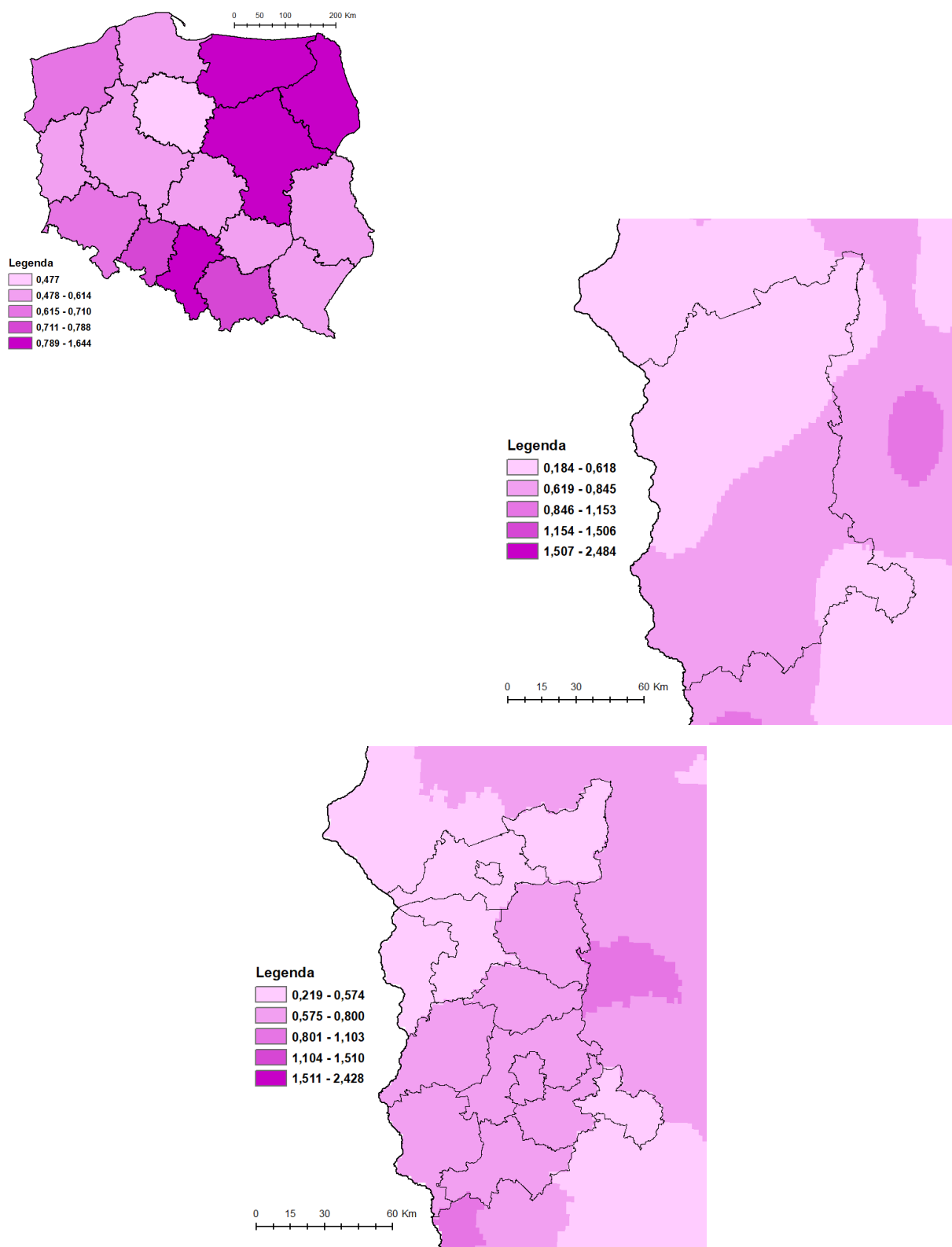
Rysunek 16. Roczne ładunki jednostkowe ołowiu [g/ha Pb] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów



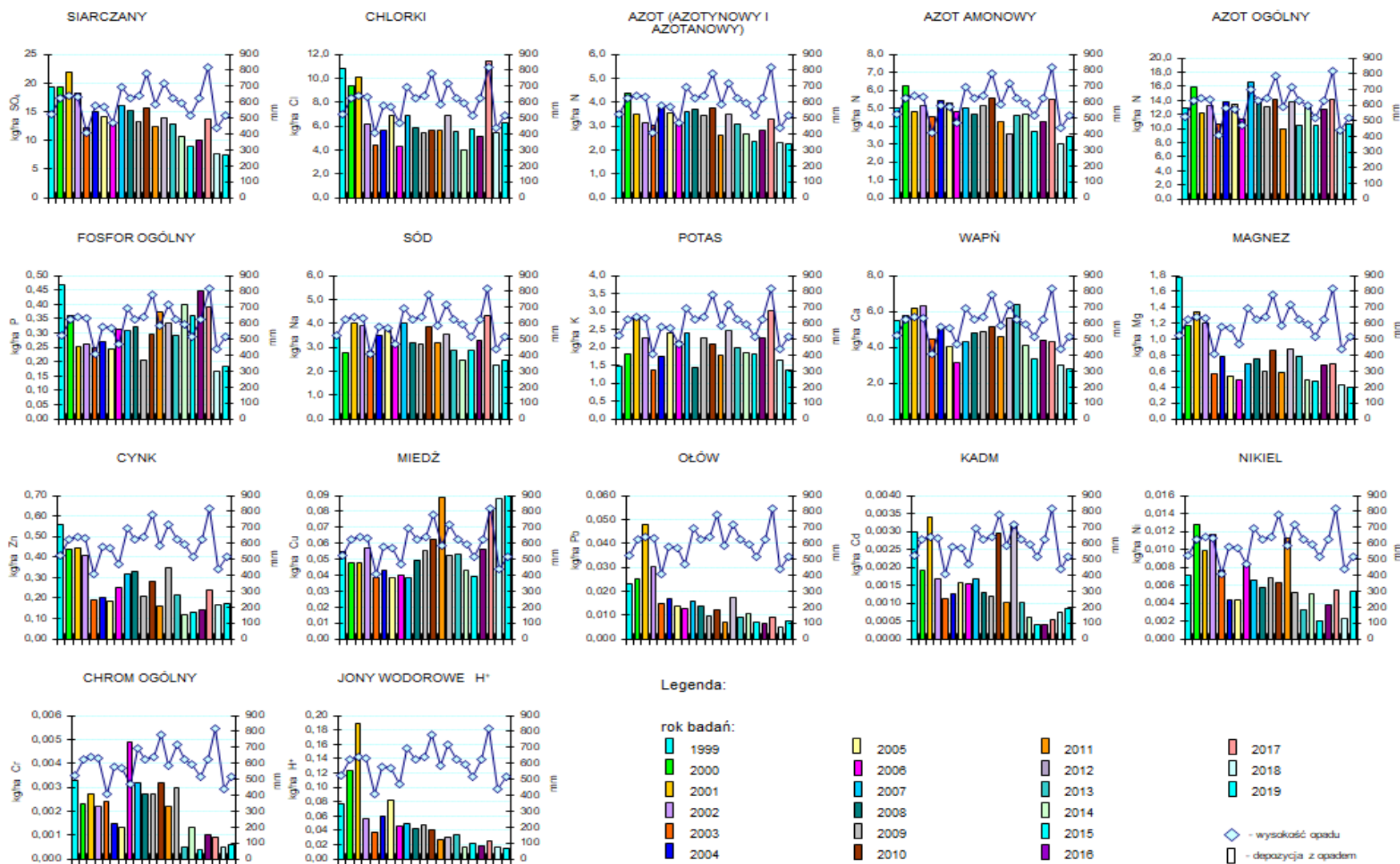
Rysunek 17. Roczne ładunki jednostkowe kadmu [g/ha Cd] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów



Rysunek 18. Roczne ładunki jednostkowe niklu [g/ha Ni] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów



Rysunek 19. Roczne ładunki jednostkowe chromu [g/ha Cr] wniesione przez opady atmosferyczne w 2019 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów



Rysunek 20. Depozycja substancji wprowadzanych z opadem atmosferycznym (wet-only) na obszar województwa lubuskiego w poszczególnych latach 1999-2019 (wielkości ładunków w kg/ha*rok) oraz średnioroczne sumy opadów (mm)

Na obszar województwa lubuskiego, wody opadowe w 2019 roku wniosły (tab. 8): 10 533 tony siarczanów ($7,53 \text{ kg/ha SO}_4$), 8 784 tony chlorków ($6,28 \text{ kg/ha Cl}$), 3 175 ton azotu azotynowego i azotanowego ($2,27 \text{ kg/ha N}$), 4 756 ton azotu amonowego ($3,40 \text{ kg/ha N}$), 14 883 tony azotu ogólnego ($10,64 \text{ kg/ha N}$), 257,4 tony fosforu ogólnego ($0,184 \text{ kg/ha P}$); 3 441 ton sodu ($2,46 \text{ kg/ha}$), 1 916 ton potasu ($1,37 \text{ kg/ha}$), 3 875 ton wapnia ($2,77 \text{ kg/ha}$), 546 ton magnezu ($0,39 \text{ kg/ha}$), 239,2 tony cynku ($0,171 \text{ kg/ha}$), 168,4 tony miedzi ($0,1204 \text{ kg/ha}$), 10,63 tony ołowiu ($0,0076 \text{ kg/ha}$), 1,189 tony kadmu ($0,00085 \text{ kg/ha}$), 7,41 tony niklu ($0,0053 \text{ kg/ha}$), 0,839 tony chromu ($0,00061 \text{ kg/ha}$) oraz 19,58 tony wolnych jonów wodorowych ($0,0140 \text{ kg/ha H}^+$).

Wielkości wprowadzonych substancji maleją zgodnie z szeregiem:

$$\text{N}_{\text{og}} > \text{SO}_4 > \text{Cl} > \text{N}_{\text{NH}_4} > \text{Ca} > \text{Na} > \text{N}_{\text{NO}_2+\text{NO}_3} > \text{K} > \text{Mg} > \\ \text{P}_{\text{og}} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{H}^+ > \text{Pb} > \text{Ni} > \text{Cd} > \text{Cr}$$

Roczny sumaryczny ładunek jednostkowy badanych substancji, zdeponowany na obszar województwa lubuskiego, wyniósł $31,94 \text{ kg/ha}$ i był niższy o 4,4% w stosunku do poziomu średniej depozycji dla całego obszaru Polski, który wyniósł $33,44 \text{ kg/ha}$. W porównaniu z rokiem ubiegłym, nastąpił wzrost rocznego obciążenia o 3,7%, przy wyższej średniorocznej sumie wysokości opadów o 77,5 mm (o 17,7%).

Największym ładunkiem badanych substancji w województwie lubuskim, został obciążony powiat strzelecko-drezdeński ($34,93 \text{ kg/ha}$). Charakteryzował się on najwyższymi, w porównaniu do obciążenia pozostałych powiatów, ładunkami: chlorków, sodu i cynku (tab. 9).

Najmniejsze obciążenie powierzchniowe wystąpiło w powiecie Zielona Góra ($28,26 \text{ kg/ha}$) w którym, w stosunku do pozostałych powiatów, występowały najniższe obciążenia ładunkami: siarczanów, azotu amonowego, fosforu ogólny, sodu, potasu, wapnia, magnezu, cynku, ołowiu oraz kadmu (tab. 9).

Ocena wyników dwudziestojednolletnich badań monitoringowych chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża prowadzonych, w sposób ciągły, w okresie lat 1999-2019 wykazała, że w 2019 roku całkowite roczne obciążenie powierzchniowe obszaru województwa lubuskiego, ładunkiem badanych substancji zdeponowanych z atmosfery przez opad mokry, kształtowało się na poziomie niższym od średniego z wielolecia 1999-2018 o 29,2%, przy jednocześnie niższej średniorocznej sumie wysokości opadów o 14,9%.

PODSUMOWANIE

Ocena depozycji zanieczyszczeń do podłoża opierała się o wyniki pomiarów wysokości opadów w 2019 r., zarejestrowanych na 162 punktach monitoringowych, reprezentujących pole średnich sum opadów dla obszaru Polski (w tym dziesięciu na obszarze województwa lubuskiego) oraz wyniki analiz składu fizyko-chemicznego opadów z 22 stacji monitoringowych (w tym 2 na obszarze województwa lubuskiego – w Gorzowie Wlk. i w Zielonej Górze). W oparciu o wygenerowane wielkości ładunków jednostkowych i całkowitych przy zastosowaniu systemu informacji przestrzennej (GIS), uzyskano rozkład zanieczyszczeń w podziale na poszczególne powiaty i województwa, co pozwala na ocenę porównawczą stanu zanieczyszczenia wód opadowych w różnych regionach.

Wysokość opadów w roku 2019, dla województwa lubuskiego, badano na stacji pomiarowej w Gorzowie Wlk. i w Zielonej Górze. Sumaryczna wartość roczna opadu wskazuje, że rok 2019 był mniej zasobny w deszcz w badanym regionie o 14,9% w stosunku do średniej z wielolecia 1999-2018, natomiast na podstawie uzyskanych zakresów pH można stwierdzić występowanie w województwie lubuskim dominujących warunków normalnych lub o lekko podwyższonym odczynie.

Wniesiony wraz z opadami w 2019 roku ładunek zanieczyszczeń, w porównaniu do średniego z lat 1999-2018, w przypadku: siarczanów był niższy o 46,8%, chlorków – o 4,3%, azotu azotynowego i azotanowego – o 30,4%, azotu amonowego – o 28,4%, azotu ogólnego – o 16,9%, fosforu ogólnego – o 41,6%, sodu – o 25,7%, potasu – o 33,2%, wapnia – o 41,8%, magnezu – o 50,6 %, cynku – o 35,7%, ołowiu – o 50,3%, kadmu – o 44,1%, niklu – o 18,5%, chromu ogólnego – o 71,0% oraz wolnych jonów wodorowych – o 73,0%. Natomiast w przypadku miedzi, ładunek zanieczyszczeń, w porównaniu do średniego z lat 1999-2018, był wyższy o 124,2 %.

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

Spośród badanych substancji, szczególnie ujemny wpływ, na stan środowiska, mogły mieć kwasotwórcze związki siarki i azotu, związki biogenne i metale ciężkie. Opady o odczynie obniżonym („kwaśne deszcze”), stanowiły 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) wpływały na zmiany warunków troficznych gleb i wód. Metale ciężkie stanowiły zagrożenie dla produkcji roślinnej i zlewni wodociągowych.

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

ZAŁĄCZNIK TABELARYCZNY

Tabela 1. Minimum, maksimum i średnie ważone wartości pH w opadach na stacjach monitoringowych ze wszystkich (sumarycznie) sektorów napływu mas powietrza w 2019 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	106	4,92	S	2,1	21.11.	7,38	W	4,7	20.06.	5,83
2	Łeba	120	4,38	W	3,4	20.01.	6,71	W	2,1	16.03.	5,24
3	Gdańsk	94	4,57	S	3,2	28.01.	7,03	W	1,0	02.07.	5,59
4	Suwałki	97	6,14	S	2,1	08.01.	7,53	E	2,2	28.04.	6,76
5	Chojnice	101	4,53	N	1,0	09.01.	7,13	S	1,0	13.06.	5,49
6	Olsztyn	97	4,61	S	3,6	28.01.	7,41	W	1,0	12.08.	5,80
7	Gorzów Wlkp.	98	4,46	W	1,7	26.01.	7,18	N	1,2	04.01.	5,44
8	Toruń	83	4,84	S	21,4	13.11.	7,13	W	2,3	01.06.	5,60
9	Białystok	86	4,61	S	43,0	20.08.	7,27	W	1,0	01.05.	5,32
10	Zielona Góra	95	4,41	W	2,2	26.01.	6,65	W S W	1,3 5,6 2,9	02.05. 12.06. 03.09.	5,26
11	Poznań	86	4,24	E	4,4	05.10.	7,30	W	4,4	14.03.	5,60
12	Kalisz	77	4,41	W	1,3	26.01.	7,01	W	1,5	06.12.	5,44
13	Sulejów	79	4,24	S	1,1	24.11.	6,58	W	2,7	17.09.	5,29
14	Włodawa	88	4,38	S	2,4	01.02.	7,23	N	1,3	03.08.	5,49
15	Legnica	79	4,34	W	2,1	26.01.	7,26	S	9,6	15.06.	5,13
16	Śnieżka	157	4,18	W	1,9	08.12.	5,51	N	13,7	04.01.	4,51
17	Racibórz	82	4,86	W	1,1	11.01.	7,39	N	1,2	02.01.	5,79
18	Katowice	102	4,09	N Z	13,4 7,3	03.02. 23.05	7,20	W N	1,4 1,5	16.06. 11.07.	4,89
19	Nowy Sącz	89	4,65	N	3,3	27.12.	7,52	S	1,3	28.08.	5,47
20	Sandomierz	79	3,91	S	1,0	30.01.	7,16	W	2,9	09.07.	5,06
21	Kasprowy Wierch	170	3,10	W	11,2	15.01.	7,06	S	4,0	24.04.	4,85
22	Lesko	107	4,40	W	2,5	24.05.	6,83	N	1,6	23.07.	5,19

4,1≤pH<4,6

4,6≤pH<5,1

5,1≤pH<6,1

6,1≤pH≤6,5

pH<4,1

pH>6,5

Tabela 2. Częstość występowania [w %] wartości pH w podziale na sześć klas wielkości w dobowych opadach atmosferycznych w czasie napływu mas powietrza z poszczególnych sektorów oraz częstość występowania [w %] wartości pH w podziale na sześć klas wielkości w miesięcznych opadach atmosferycznych ze stacji monitoringowej w Gorzowie Wielkopolskim w 2019 roku

rodzaj próbek			dobowe						miesięczne	
sektor napływu mas powietrza			N 331° - 060°	E 061° - 150°	S 151° - 240°	W 241° - 330°	Z zmienny	łącznie (N, E, S, W, Z)	próbki uśrednione	
klasa wielkości										
I	podwyższony	pH > 6,5	28,6%	37,5%	20,8%	23,5%	25,0%	24,5%	8% (1)	
II	lekko podwyższony	6,1≤pH≤6,5	28,6%	25,0%	25,0%	19,6%	25,0%	22,4%	17% (2)	
III	normalny	5,1≤pH<6,1	28,6%	25,0%	37,5%	47,1%	25,0%	39,8%	67% (8)	
IV	lekko obniżony	4,6≤pH<5,1	14,3%	12,5%	16,7%	7,8%	25,0%	12,2%	8% (1)	
V	znacznie obniżony	4,1≤pH<4,6	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	0,0%	1,0%	0% (0)	
VI	silnie obniżony	pH<4,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0% (0)	
		pH < 5,6							32,7%	33,3%
ilość pomiarów			7	8	24	51	8	98	12	
suma opadów (%)			3%	7%	30%	44%	16%			

Tabela 3. Częstość występowania [w %] wartości pH w podziale na sześć klas wielkości w dobowych opadach atmosferycznych w czasie napływu mas powietrza z poszczególnych sektorów oraz częstość występowania [w %] wartości pH w podziale na sześć klas wielkości w miesięcznych opadach atmosferycznych ze stacji monitoringowej w Zielonej Górze w 2019 roku

rodzaj próbek			dobowe						miesięczne	
sektor napływu mas powietrza			N 331° - 060°	E 061° - 150°	S 151° - 240°	W 241° - 330°	Z zmienny	łącznie (N, E, S, W, Z)	próbki uśrednione	
klasa wielkości										
I	podwyższony	pH > 6,5	0,0%	0,0%	4,8%	9,3%	0,0%	5,3%	8% (1)	
II	lekko podwyższony	6,1≤pH≤6,5	43,8%	33,3%	0,0%	32,6%	16,7%	25,3%	33% (4)	
III	normalny	5,1≤pH<6,1	43,8%	66,7%	66,7%	32,6%	58,3%	46,3%	50% (6)	
IV	lekko obniżony	4,6≤pH<5,1	12,5%	0,0%	23,8%	23,3%	25,0%	21,1%	8% (1)	
V	znacznie obniżony	4,1≤pH<4,6	0,0%	0,0%	4,8%	2,3%	0,0%	2,1%	0% (0)	
VI	silnie obniżony	pH<4,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0% (0)	
		pH < 5,6							48,4%	16,7%
ilość pomiarów			16	3	21	43	12	95	12	
suma opadów (mm)			12%	5%	29%	37%	18%			

Tabela 4 Skład fizyko-chemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych (wet-only) w 2019 roku ze stacji monitoringowej w Gorzowie Wielkopolskim

Lp.	Wskaźnik zanieczyszczeń	Jednostka	Miesiąc											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	pH	-	5,04	5,40	6,13	6,20	6,64	5,70	5,89	5,85	5,67	5,52	5,20	5,62
2	Przewodność	μS/cm	19,2	19,3	19,1	19,6	11,5	13,2	11,4	18,8	11,8	12,5	13,1	11,6
3	Chlorki	mg/l Cl	1,70	2,10	1,98	1,10	1,10	0,94	1,10	1,13	1,30	1,14	0,32	0,70
4	Siarczany	mg/l SO ₄	1,10	1,70	1,40	1,57	1,20	1,50	1,10	1,60	1,20	1,30	1,65	1,21
5	Azot (azotynowy+azotanowy)	mg/l N	0,53	0,40	0,39	0,63	0,29	0,27	0,30	0,58	0,26	0,41	0,44	0,38
6	Azot amonowy	mg/l N	0,43	0,69	0,90	1,24	0,53	0,61	0,64	1,15	0,57	0,50	0,62	0,41
7	Sód	mg/l Na	1,09	0,90	0,88	0,26	0,20	0,14	0,13	0,23	0,25	0,27	0,27	0,62
8	Potas	mg/l K	0,26	0,33	0,29	0,26	0,18	0,16	0,09	0,40	0,18	0,15	0,16	0,13
9	Wapń	mg/l Ca	0,52	0,48	0,59	0,73	0,38	0,89	0,41	0,61	0,37	0,41	0,29	0,28
10	Magnez	mg/l Mg	0,12	0,10	0,09	0,11	0,05	0,06	0,04	0,04	0,05	0,06	0,02	0,03
11	Cynk	mg/l Zn	0,019	0,018	0,017	0,020	0,053	0,020	0,000	0,038	0,076	0,036	0,018	0,036
12	Miedź	mg/l Cu	0,0348	0,0703	0,0707	0,0136	0,0197	0,0674	0,0095	0,0555	0,0128	0,0479	0,0112	0,0107
13	Ołów	mg/l Pb	0,0012	0,0016	0,0022	0,0007	0,0022	0,0025	0,0008	0,0012	0,0048	0,0007	0,0033	0,0012
14	Kadm	mg/l Cd	0,00076	0,00007	0,00009	0,00006	0,00006	0,00013	0,00009	0,00008	0,00115	0,00005	0,00018	0,00001
15	Nikiel	mg/l Ni	0,0015*	0,0025	0,0012	0,0015	0,0007	0,0020	0,0017	0,0015	0,0016	0,0008	0,0002	0,0020
16	Chrom og.	mg/l Cr	0,00016	0,00000	0,00001	0,00052	0,00013	0,00013	0,00007	0,00011	0,00011	0,00000	0,00000	0,00000
17	Azot ogólny	mg/l N	1,16	1,46	3,13	2,37	2,56	1,66	1,31	2,57	2,54	2,97	1,88	1,24
18	Fosfor ogólny	mg/l P	0,030	0,020	0,026	0,050	0,036	0,027	0,026	0,055	0,053	0,021	0,032	0,007
19	Jon wodorowy	mg/l H ⁺	0,00912	0,00398	0,00074	0,00063	0,00023	0,00200	0,00129	0,00141	0,00214	0,00302	0,00631	0,00240
20	Miesięczna suma opadów	mm	56,9	20,2	43,4	7,5	97,0	65,6	58,8	19,0	75,6	44,5	30,3	36,7

* - wartość szacunkowa

skala wartości od min do max

dla pH

skala wartości od min do max

dla innych wskaźników

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Tabela 5. Miesięczne wielkości ładunków substancji wnoszonych z opadami atmosferycznymi w 2019 roku na obszar reprezentowany przez stację monitoringową w Gorzowie Wielkopolskim

Lp.	Wskaźnik	Jednostka	Miesiąc											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Chlorki	kg/ha Cl	0,97	0,42	0,86	0,08	1,07	0,62	0,65	0,21	0,98	0,51	0,10	0,26
2	Siarczany	kg/ha SO ₄	0,63	0,34	0,61	0,12	1,16	0,98	0,65	0,30	0,91	0,58	0,50	0,44
3	Azot (azotynowy+azotanowy)	kg/ha N	0,30	0,08	0,17	0,05	0,28	0,18	0,18	0,11	0,20	0,18	0,13	0,14
4	Azot amonowy	kg/ha N	0,25	0,14	0,39	0,09	0,52	0,40	0,38	0,22	0,43	0,22	0,19	0,15
5	Sód	kg/ha Na	0,62	0,18	0,38	0,02	0,19	0,09	0,08	0,04	0,19	0,12	0,08	0,23
6	Potas	kg/ha K	0,15	0,07	0,13	0,02	0,17	0,10	0,05	0,08	0,14	0,07	0,05	0,05
7	Wapń	kg/ha Ca	0,30	0,10	0,26	0,05	0,37	0,58	0,24	0,12	0,28	0,18	0,09	0,10
8	Magnez	kg/ha Mg	0,07	0,02	0,04	0,01	0,05	0,04	0,02	0,01	0,04	0,03	0,01	0,01
9	Cynk	kg/ha Zn	0,011	0,004	0,007	0,001	0,051	0,013	0,000	0,007	0,057	0,016	0,005	0,013
10	Miedź	kg/ha Cu	0,0198	0,0142	0,0307	0,0010	0,0191	0,0442	0,0056	0,0105	0,0097	0,0213	0,0034	0,0039
11	Ołów	kg/ha Pb	0,0007	0,0003	0,0010	0,0001	0,0021	0,0016	0,0005	0,0002	0,0036	0,0003	0,0010	0,0004
12	Kadm	kg/ha Cd	0,00043	0,00001	0,00004	0,00000	0,00006	0,00009	0,00005	0,00002	0,00087	0,00002	0,00005	0,00001
13	Nikiel	kg/ha Ni	0,0009*	0,0005	0,0005	0,0001	0,0007	0,0013	0,0010	0,0003	0,0012	0,0004	0,0001	0,0007
14	Chrom og.	kg/ha Cr	0,00009	0,00000	0,00000	0,00004	0,00013	0,00009	0,00004	0,00002	0,00008	0,00000	0,00000	0,00000
15	Azot ogólny	kg/ha N	0,66	0,29	1,36	0,18	2,48	1,09	0,77	0,49	1,92	1,32	0,57	0,46
16	Fosfor ogólny	kg/ha P	0,017	0,004	0,011	0,004	0,035	0,018	0,015	0,010	0,040	0,009	0,010	0,003
17	Jon wodorowy	kg/ha H ⁺	0,00519	0,00080	0,00032	0,00005	0,00022	0,00131	0,00076	0,00027	0,00162	0,00134	0,00191	0,00088
18	ładunek sumaryczny	kg/ha	3,45511*	1,44381	3,69056	0,48629	5,59831	3,57959	2,48295	1,27831	4,57407	2,85836	1,42146	1,57189

* - wartość szacunkowa

skala wartości od min do max

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Tabela 6 Skład fizyko-chemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych (wet-only) w 2019 roku ze stacji monitoringowej w Zielonej Górze

Lp.	Wskaźnik	Jednostka	Miesiąc											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	pH	-	4,97	5,70	6,19	6,40	6,75	6,20	6,02	6,04	5,75	5,70	5,13	6,42
2	Przewodność	μS/cm	18,30	18,60	14,00	23,00	15,30	12,00	12,50	14,70	10,50	14,50	11,50	9,90
3	Chlorki	mg/l Cl	1,70	1,50	1,45	1,06	1,10	0,98	1,20	0,97	1,10	1,16	0,33	0,47
4	Siarczany	mg/l SO ₄	0,89	1,90	1,19	2,01	1,30	1,40	1,30	1,48	1,10	1,69	1,40	1,11
5	Azot (azotynowy+azotanowy)	mg/l N	0,45	0,67	0,34	0,81	0,57	0,29	0,40	0,45	0,28	0,53	0,32	0,35
6	Azot amonowy	mg/l N	0,43	0,95	0,68	1,48	0,81	0,45	0,76	0,89	0,38	0,63	0,36	0,30
7	Sód	mg/l Na	1,04	0,54	0,49	0,18	0,29	0,07	0,13	0,16	0,34	0,23	0,32	0,31
8	Potas	mg/l K	0,20	0,27	0,17	0,30	0,24	0,09	0,07	0,20	0,21	0,20	0,13	0,20
9	Wapń	mg/l Ca	0,27	0,33	0,26	0,88	0,35	0,78	0,38	0,40	0,33	0,61	0,27	0,47
10	Magnez	mg/l Mg	0,11	0,06	0,07	0,12	0,05	0,06	0,04	0,03	0,06	0,05	0,02	0,03
11	Cynk	mg/l Zn	0,006	0,028	0,020	0,025	0,065	0,017	0,000	0,039	0,051	0,039	0,005	0,057
12	Miedź	mg/l Cu	0,0286	0,0214	0,0181	0,0115	0,0556	0,0353	0,0151	0,0279	0,0161	0,0148	0,0084	0,0100
13	Ołów	mg/l Pb	0,0013	0,0010	0,0012	0,0006	0,0014	0,0009	0,0004	0,0023	0,0014	0,0009	0,0008	0,0016
14	Kadm	mg/l Cd	0,00010	0,00023	0,00007	0,00010	0,00014	0,00009	0,00011	0,00014	0,00003	0,00006	0,00006	0,00005
15	Nikiel	mg/l Ni	0,0002	0,0008	0,0003	0,0011	0,0005	0,0020	0,0018	0,0020	0,0022	0,0010	0,0003	0,0015
16	Chrom og.	mg/l Cr	0,00021	0,00033	0,00008	0,00028	0,00015	0,00008	0,00008	0,00030	0,00009	0,00001	0,00000	0,00050
17	Azot ogólny	mg/l N	1,03	2,18	2,21	3,18	4,21	1,42	1,58	1,46	2,56	1,80	1,57	1,06
18	Fosfor ogólny	mg/l P	0,006	0,015	0,018	0,033	0,018	0,017	0,031	0,050	0,071	0,038	0,019	0,012
19	Jon wodorowy	mg/l H ⁺	0,01072	0,00200	0,00065	0,00040	0,00018	0,00063	0,00095	0,00091	0,00178	0,00200	0,00741	0,00038
20	Miesięczna suma opadów	mm	66,4	20,4	53,1	9,2	59,5	33,4	58,8	40,8	71,9	29,5	40,7	27,4

* - wartość szacunkowa

skala wartości od min do max

dla pH

skala wartości od min do max

dla innych wskaźników

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Tabela 7. Miesięczne wielkości ładunków substancji wnoszonych z opadami atmosferycznymi w 2019 roku na obszar reprezentowany przez stację monitoringową w Zielonej Górze

Lp.	Wskaźnik	Jednostka	Miesiąc											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Chlorki	kg/ha Cl	1,13	0,31	0,77	0,10	0,65	0,33	0,71	0,40	0,79	0,34	0,13	0,13
2	Siarczany	kg/ha SO ₄	0,59	0,39	0,63	0,18	0,77	0,47	0,76	0,60	0,79	0,50	0,57	0,30
3	Azot (azotynowy+azotanowy)	kg/ha N	0,30	0,14	0,18	0,07	0,34	0,10	0,24	0,18	0,20	0,16	0,13	0,10
4	Azot amonowy	kg/ha N	0,28	0,19	0,36	0,14	0,48	0,15	0,44	0,36	0,27	0,19	0,15	0,08
5	Sód	kg/ha Na	0,69	0,11	0,26	0,02	0,17	0,02	0,08	0,07	0,24	0,07	0,13	0,08
6	Potas	kg/ha K	0,13	0,06	0,09	0,03	0,14	0,03	0,04	0,08	0,15	0,06	0,05	0,05
7	Wapń	kg/ha Ca	0,18	0,07	0,14	0,08	0,21	0,26	0,22	0,16	0,24	0,18	0,11	0,13
8	Magnez	kg/ha Mg	0,07	0,01	0,04	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01
9	Cynk	kg/ha Zn	0,004	0,006	0,011	0,002	0,039	0,006	0,000	0,016	0,037	0,011	0,002	0,016
10	Miedź	kg/ha Cu	0,0190	0,0044	0,0096	0,0011	0,0331	0,0118	0,0089	0,0114	0,0116	0,0044	0,0034	0,0027
11	Ołów	kg/ha Pb	0,0008	0,0002	0,0006	0,0001	0,0009	0,0003	0,0003	0,0010	0,0010	0,0003	0,0003	0,0004
12	Kadm	kg/ha Cd	0,00007	0,00005	0,00004	0,00001	0,00008	0,00003	0,00006	0,00006	0,00002	0,00002	0,00002	0,00001
13	Nikiel	kg/ha Ni	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0003	0,0007	0,0011	0,0008	0,0016	0,0003	0,0001	0,0004
14	Chrom og.	kg/ha Cr	0,00014	0,00007	0,00004	0,00003	0,00009	0,00003	0,00004	0,00012	0,00006	0,00000	0,00000	0,00014
15	Azot ogólny	kg/ha N	0,68	0,44	1,17	0,29	2,50	0,47	0,93	0,60	1,84	0,53	0,64	0,29
16	Fosfor ogólny	kg/ha P	0,004	0,003	0,010	0,003	0,011	0,006	0,018	0,020	0,051	0,011	0,008	0,003
17	Jon wodorowy	kg/ha H ⁺	0,00712	0,00041	0,00035	0,00004	0,00011	0,00021	0,00056	0,00037	0,00128	0,00059	0,00302	0,00010
18	ładunek sumaryczny	kg/ha	3,50533	1,40433	3,13183	0,71638	4,55458	1,62507	2,78896	1,96975	4,19356	1,71761	1,65684	1,01275

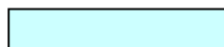
* - wartość szacunkowa

skala wartości od min do max

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Tabela 8. Obciążenie powierzchniowe obszaru Polski substancjami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2019 r.

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	11,38	22700	5,80	11569	3,36	6702
2	kujawsko-pomorskie	17971	8,62	15491	5,21	9363	1,90	3414
3	łódzkie	18219	7,77	14156	3,87	7051	1,95	3553
4	lubelskie	25123	9,81	24646	2,68	6733	1,86	4673
5	lubuskie	13988	7,53	10533	6,28	8784	2,27	3175
6	małopolskie	15183	11,92	18098	6,87	10431	2,72	4130
7	mazowieckie	35559	8,20	29158	4,13	14686	1,91	6792
8	opolskie	9412	10,48	9864	4,99	4697	2,48	2334
9	podkarpackie	17846	11,02	19666	3,99	7121	2,30	4105
10	podlaskie	20187	7,21	14555	3,43	6924	2,16	4360
11	pomorskie	18323	8,29	15190	9,04	16564	2,47	4526
12	śląskie	12333	12,31	15182	8,07	9953	2,85	3515
13	świętokrzyskie	11710	9,50	11125	3,95	4625	2,24	2623
14	warmińsko-mazurskie	24173	9,69	23424	6,83	16510	2,24	5415
15	wielkopolskie	29826	9,02	26903	6,07	18104	2,33	6949
16	zachodniopomorskie	22905	9,04	20706	8,78	20111	2,64	6047

 - wartość minimalna

 - wartość maksymalna

cd tab. 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	4,76	9495	12,13	24196	0,262	522,6
2	kujawsko-pomorskie	17971	3,18	5715	7,19	12921	0,166	298,3
3	łódzkie	18219	3,37	6140	7,45	13573	0,154	280,6
4	lubelskie	25123	2,79	7009	7,76	19495	0,173	434,6
5	lubuskie	13988	3,40	4756	10,64	14883	0,184	257,4
6	małopolskie	15183	4,15	6301	9,40	14272	0,311	472,2
7	mazowieckie	35559	2,78	9885	6,91	24571	0,175	622,3
8	opolskie	9412	4,57	4301	10,03	9440	0,209	196,7
9	podkarpackie	17846	3,70	6603	8,43	15044	0,382	681,7
10	podlaskie	20187	2,20	4441	6,99	14111	0,233	470,4
11	pomorskie	18323	3,46	6340	8,05	14750	0,213	390,3
12	śląskie	12333	4,96	6117	10,64	13122	0,212	261,5
13	świętokrzyskie	11710	3,56	4169	7,80	9134	0,222	260,0
14	warmińsko-mazurskie	24173	2,88	6962	8,00	19338	0,195	471,4
15	wielkopolskie	29826	4,11	12258	10,34	30840	0,276	823,2
16	zachodniopomorskie	22905	3,81	8727	11,11	25447	0,274	627,6

 - wartość minimalna

 - wartość maksymalna

cd tab. 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	3,06	6104	2,00	3989	4,52	9016
2	kujawsko-pomorskie	17971	2,92	5248	1,66	2983	5,13	9219
3	łódzkie	18219	1,81	3298	1,53	2788	3,09	5630
4	lubelskie	25123	1,23	3090	1,23	3090	3,86	9697
5	lubuskie	13988	2,46	3441	1,37	1916	2,77	3875
6	małopolskie	15183	2,38	3614	3,41	5177	5,40	8199
7	mazowieckie	35559	1,97	7005	1,44	5120	3,74	13299
8	opolskie	9412	1,84	1732	1,87	1760	4,54	4273
9	podkarpackie	17846	1,66	2962	1,74	3105	4,09	7299
10	podlaskie	20187	1,84	3714	0,94	1898	4,74	9569
11	pomorskie	18323	4,75	8703	2,64	4837	4,01	7348
12	śląskie	12333	2,52	3108	2,22	2738	6,20	7646
13	świętokrzyskie	11710	1,56	1827	1,77	2073	3,56	4169
14	warmińsko-mazurskie	24173	3,45	8340	1,99	4810	5,00	12087
15	wielkopolskie	29826	2,74	8172	2,55	7606	2,90	8650
16	zachodniopomorskie	22905	4,10	9391	2,40	5497	4,50	10307

 - wartość minimalna

 - wartość maksymalna

cd tab. 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	0,61	1217	0,237	472,7	0,0562	112,1
2	kujawsko-pomorskie	17971	0,75	1348	0,203	364,8	0,0304	54,6
3	łódzkie	18219	0,43	783	0,180	327,9	0,0234	42,6
4	lubelskie	25123	0,53	1332	0,155	389,4	0,0153	38,4
5	lubuskie	13988	0,39	546	0,171	239,2	0,1204	168,4
6	małopolskie	15183	1,01	1533	0,237	359,8	0,0276	41,9
7	mazowieckie	35559	0,55	1956	0,188	668,5	0,0200	71,1
8	opolskie	9412	0,57	536	0,211	198,6	0,0353	33,2
9	podkarpackie	17846	0,68	1214	0,239	426,5	0,0289	51,6
10	podlaskie	20187	0,73	1474	0,341	688,4	0,0180	36,3
11	pomorskie	18323	0,83	1521	0,218	399,4	0,0354	64,9
12	śląskie	12333	0,80	987	0,255	314,5	0,0462	57,0
13	świętokrzyskie	11710	0,56	656	0,166	194,4	0,0216	25,3
14	warmińsko-mazurskie	24173	0,76	1837	0,223	539,1	0,0239	57,8
15	wielkopolskie	29826	0,45	1342	0,234	697,9	0,0443	132,1
16	zachodniopomorskie	22905	0,72	1649	0,203	465,0	0,1057	242,1

 - wartość minimalna

 - wartość maksymalna

cd tab. 8.

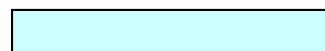
Lp	Województwo	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI					
			Ołów [Pb]		Kadm [Cd]		Nikiel [Ni]	
			kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	dolnośląskie	19947	0,0081	16,16	0,00055	1,097	0,0032	6,38
2	kujawsko-pomorskie	17971	0,0024	4,31	0,00036	0,647	0,0023	4,13
3	łódzkie	18219	0,0047	8,56	0,00060	1,093	0,0024	4,37
4	lubelskie	25123	0,0025	6,28	0,00049	1,231	0,0027	6,78
5	lubuskie	13988	0,0076	10,63	0,00085	1,189	0,0053	7,41
6	małopolskie	15183	0,0072	10,93	0,00212	3,219	0,0036	5,47
7	mazowieckie	35559	0,0036	12,80	0,00066	2,347	0,0023	8,18
8	opolskie	9412	0,0060	5,65	0,00089	0,838	0,0035	3,29
9	podkarpackie	17846	0,0053	9,46	0,00121	2,159	0,0022	3,93
10	podlaskie	20187	0,0024	4,84	0,00032	0,646	0,0026	5,25
11	pomorskie	18323	0,0026	4,76	0,00049	0,898	0,0034	6,23
12	śląskie	12333	0,0144	17,76	0,00210	2,590	0,0044	5,43
13	świętokrzyskie	11710	0,0053	6,21	0,00087	1,019	0,0024	2,81
14	warmińsko-mazurskie	24173	0,0039	9,43	0,00096	2,321	0,0030	7,25
15	wielkopolskie	29826	0,0038	11,33	0,00039	1,163	0,0024	7,16
16	zachodniopomorskie	22905	0,0067	15,35	0,00081	1,855	0,0043	9,85

 - wartość minimalna

 - wartość maksymalna

cd tab. 8.

Lp	Województwo	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI			
			Chrom [Cr]		Wolne jony wodorowe [H ⁺]	
			kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok
1	dolnośląskie	19947	0,00069	1,396	0,0175	34,91
2	kujawsko-pomorskie	17971	0,00048	0,899	0,0039	7,01
3	łódzkie	18219	0,00059	1,093	0,0064	11,66
4	lubelskie	25123	0,00057	1,507	0,0135	33,92
5	lubuskie	13988	0,00061	0,839	0,0140	19,58
6	małopolskie	15183	0,00075	1,215	0,0097	14,73
7	mazowieckie	35559	0,00079	2,845	0,0103	36,63
8	opolskie	9412	0,00071	0,659	0,0071	6,68
9	podkarpackie	17846	0,00060	1,071	0,0241	43,01
10	podlaskie	20187	0,00164	3,230	0,0069	13,93
11	pomorskie	18323	0,00058	1,099	0,0089	16,31
12	śląskie	12333	0,00117	1,480	0,0087	10,73
13	świętokrzyskie	11710	0,00060	0,703	0,0161	18,85
14	warmińsko-mazurskie	24173	0,00116	2,901	0,0104	25,14
15	wielkopolskie	29826	0,00060	1,790	0,0072	21,47
16	zachodniopomorskie	22905	0,00062	1,374	0,0114	26,11



- wartość minimalna



- wartość maksymalna

Tabela 9. Obciążenie powierzchniowe poszczególnych powiatów województwa lubuskiego substancjami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2019 r. [ładunki jednostkowe w kg/ha*rok i ładunki całkowite w tonach/rok]

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI						skala wartości od min do max
				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	sulęciński	Sulęcín	1178,30	7,22	851	6,40	754	2,11	249	1
2	wschowski	Wschowa	624,05	8,26	515	5,70	356	2,44	152	2
3	gorzowski	Gorzów Wielkopolski	1214,60	7,39	898	6,76	821	2,12	257	3
4	międzyrzecki	Międzyrzecz	1387,45	7,68	1066	6,76	938	2,27	315	4
5	słubicki	Słubice	999,90	7,40	740	6,35	635	2,17	217	5
6	Zielona Góra	Zielona Góra	278,33	6,56	183	5,74	160	2,13	59	6
7	żagański	Żagań	1131,66	8,28	937	6,11	691	2,62	296	7
8	żarski	Żary	1393,53	8,31	1158	6,32	881	2,56	357	8
9	krośnieński	Krosno Odrzańskie	1390,80	7,12	990	5,76	801	2,15	299	9
10	strzelecko-drezdenecki	Strzelce Krajeńskie	1247,58	7,88	983	7,19	897	2,29	286	10
11	świebodziński	Świebodzin	936,64	7,13	668	6,12	573	2,19	205	11
12	Gorzów Wielkopolski	Gorzów Wielkopolski	85,74	7,22	62	6,71	58	2,01	17	12
13	nowosolski	Nowa Sól	770,62	7,05	543	5,54	427	2,22	171	13
14	zielonogórski	Zielona Góra	1350,63	6,93	936	5,83	787	2,20	297	14

cd tab. 9.

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI						skala wartości od min do max
				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	sulęciński	Sulęcín	1178,30	3,30	389	10,63	1253	0,180	21,2	1
2	wschowski	Wschowa	624,05	3,70	231	10,34	645	0,236	14,7	2
3	gorzowski	Gorzów Wielkopolski	1214,60	3,44	418	11,30	1372	0,189	23,0	3
4	międzyrzecki	Międzyrzecz	1387,45	3,56	494	11,11	1541	0,200	27,7	4
5	słubicki	Słubice	999,90	3,26	326	10,18	1018	0,187	18,7	5
6	Zielona Góra	Zielona Góra	278,33	3,09	86	10,33	288	0,147	4,1	6
7	żagański	Żagań	1131,66	3,68	416	11,13	1260	0,182	20,6	7
8	żarski	Żary	1393,53	3,61	503	10,81	1506	0,186	25,9	8
9	krośnieński	Krosno Odrzańskie	1390,80	3,13	435	9,68	1346	0,166	23,1	9
10	strzelecko-drezdenecki	Strzelce Krajeńskie	1247,58	3,56	444	11,26	1405	0,217	27,1	10
11	świebodziński	Świebodzin	936,64	3,28	307	10,41	975	0,172	16,1	11
12	Gorzów Wielkopolski	Gorzów Wielkopolski	85,74	3,38	29	11,54	99	0,177	1,5	12
13	nowosolski	Nowa Sól	770,62	3,24	250	10,14	781	0,167	12,9	13
14	zielonogórski	Zielona Góra	1350,63	3,20	432	10,30	1391	0,159	21,5	14

cd tab. 9.

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI						skala wartości od min do max
				Sód [Na]		Potas [K]		Wapń [Ca]		
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	
1	sulęciński	Sulęcín	1178,30	2,39	282	1,26	148	2,77	326	1
2	wschowski	Wschowa	624,05	2,49	155	1,82	114	2,83	177	2
3	gorzowski	Gorzów Wielkopolski	1214,60	2,46	299	1,25	152	2,82	343	3
4	międzyrzecki	Międzyrzecz	1387,45	2,56	355	1,48	205	2,80	388	4
5	słubicki	Słubice	999,90	2,54	254	1,39	139	3,08	308	5
6	Zielona Góra	Zielona Góra	278,33	1,96	55	0,94	26	1,99	55	6
7	żagański	Żagań	1131,66	2,55	289	1,39	157	2,95	334	7
8	żarski	Żary	1393,53	2,71	378	1,49	208	3,23	450	8
9	krośnieński	Krosno Odrzańskie	1390,80	2,28	317	1,26	175	2,80	389	9
10	strzelecko-drezdenecki	Strzelce Krajeńskie	1247,58	2,95	368	1,73	216	2,91	363	10
11	świebodziński	Świebodzin	936,64	2,30	215	1,25	117	2,48	232	11
12	Gorzów Wielkopolski	Gorzów Wielkopolski	85,74	2,25	19	1,09	9	2,67	23	12
13	nowosolski	Nowa Sól	770,62	2,13	164	1,20	92	2,32	179	13
14	zielonogórski	Zielona Góra	1350,63	2,16	292	1,14	154	2,26	305	14

cd tab. 9.

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI						skala wartości od min do max
				Magnez [Mg]		Cynk [Zn]		Miedź [Cu]		
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	
1	sulęciński	Sulęcín	1178,30	0,38	45	0,170	20,0	0,1425	16,8	1
2	wschowski	Wschowa	624,05	0,42	26	0,164	10,2	0,0704	4,4	2
3	gorzowski	Gorzów Wielkopolski	1214,60	0,38	46	0,183	22,2	0,1653	20,1	3
4	międzyrzecki	Międzyrzecz	1387,45	0,39	54	0,173	24,0	0,1318	18,3	4
5	słubicki	Słubice	999,90	0,43	43	0,169	16,9	0,1222	12,2	5
6	Zielona Góra	Zielona Góra	278,33	0,30	8	0,148	4,1	0,1191	3,3	6
7	żagański	Żagań	1131,66	0,43	49	0,181	20,5	0,1067	12,1	7
8	żarski	Żary	1393,53	0,47	65	0,184	25,6	0,1070	14,9	8
9	krośnieński	Krosno Odrzańskie	1390,80	0,39	54	0,159	22,1	0,1087	15,1	9
10	strzelecko-drezdenecki	Strzelce Krajeńskie	1247,58	0,44	55	0,194	24,2	0,1276	15,9	10
11	świebodziński	Świebodzin	936,64	0,36	34	0,158	14,8	0,1173	11,0	11
12	Gorzów Wielkopolski	Gorzów Wielkopolski	85,74	0,34	3	0,185	1,6	0,1815	1,6	12
13	nowosolski	Nowa Sól	770,62	0,34	26	0,153	11,8	0,1001	7,7	13
14	zielonogórski	Zielona Góra	1350,63	0,33	45	0,152	20,5	0,1112	15,0	14

cd tab. 9.

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI						skala wartości od min do max
				Ołów [Pb]		Kadm [Cd]		Nikiel [Ni]		
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	
1	sulęciński	Sulęcín	1178,30	0,0087	1,03	0,00112	0,132	0,0061	0,72	1
2	wschowski	Wschowa	624,05	0,0068	0,42	0,00048	0,030	0,0034	0,21	2
3	gorzowski	Gorzów Wielkopolski	1214,60	0,0106	1,29	0,00150	0,182	0,0069	0,84	3
4	międzyrzecki	Międzyrzecz	1387,45	0,0085	1,18	0,00108	0,150	0,0060	0,83	4
5	słubicki	Słubice	999,90	0,0074	0,74	0,00086	0,086	0,0052	0,52	5
6	Zielona Góra	Zielona Góra	278,33	0,0060	0,17	0,00047	0,013	0,0057	0,16	6
7	żagański	Żagań	1131,66	0,0070	0,79	0,00055	0,062	0,0047	0,53	7
8	żarski	Żary	1393,53	0,0068	0,95	0,00061	0,085	0,0046	0,64	8
9	krośnieński	Krosno Odrzańskie	1390,80	0,0064	0,89	0,00063	0,088	0,0048	0,67	9
10	strzelecko-drezdenecki	Strzelce Krajeńskie	1247,58	0,0093	1,16	0,00138	0,172	0,0056	0,70	10
11	świebodziński	Świebodzin	936,64	0,0069	0,65	0,00072	0,067	0,0054	0,51	11
12	Gorzów Wielkopolski	Gorzów Wielkopolski	85,74	0,0117	0,10	0,00165	0,014	0,0076	0,07	12
13	nowosolski	Nowa Sól	770,62	0,0062	0,48	0,00049	0,038	0,0046	0,35	13
14	zielonogórski	Zielona Góra	1350,63	0,0062	0,84	0,00053	0,072	0,0051	0,69	14

cd tab. 9.

Lp.	Powiat	Siedziba	Powierzchnia [km ²]	WSKAŹNIKI				skala wartości od min do max
				Chrom [Cr]		Jon wodorowy [H ⁺]		
				kg/ha*rok	ton/rok	kg/ha*rok	ton/rok	
1	sulęciński	Sulęcín	1178,30	0,00053	0,062	0,0135	1,59	1
2	wschowski	Wschowa	624,05	0,00057	0,036	0,0144	0,90	2
3	gorzowski	Gorzów Wielkopolski	1214,60	0,00051	0,062	0,0146	1,77	3
4	międzyrzecki	Międzyrzecz	1387,45	0,00058	0,080	0,0140	1,94	4
5	słubicki	Słubice	999,90	0,00054	0,054	0,0123	1,23	5
6	Zielona Góra	Zielona Góra	278,33	0,00073	0,020	0,0141	0,39	6
7	żagański	Żagań	1131,66	0,00074	0,084	0,0158	1,79	7
8	żarski	Żary	1393,53	0,00072	0,100	0,0147	2,05	8
9	krośnieński	Krosno Odrzańskie	1390,80	0,00061	0,085	0,0125	1,74	9
10	strzelecko-drezdenecki	Strzelce Krajeńskie	1247,58	0,00056	0,070	0,0150	1,87	10
11	świebodziński	Świebodzin	936,64	0,00063	0,059	0,0138	1,29	11
12	Gorzów Wielkopolski	Gorzów Wielkopolski	85,74	0,00049	0,004	0,0147	0,13	12
13	nowosolski	Nowa Sól	770,62	0,00065	0,050	0,0139	1,07	13
14	zielonogórski	Zielona Góra	1350,63	0,00069	0,093	0,0141	1,90	14

Tabela 10. Roczne obciążenie powierzchniowe obszaru województwa lubuskiego zanieczyszczeniami wniesionymi przez opady atmosferyczne w latach 1999-2019 [ładunki jednostkowe w kg/ha*rok i ładunki całkowite w tonach] oraz średnioroczne sumy opadów [mm]

Lp	WSKAŹNIK ZANIECZYSZCZENIA	ładunki jednostkowe w kg/ha																				
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	Siarczany [SO ₄]	19,30	19,27	21,91	18,23	12,23	15,07	14,19	12,88	16,04	15,15	13,35	15,53	12,29	13,96	12,72	10,63	8,96	10,09	13,58	7,68	7,53
2	Chlorki [Cl]	10,80	9,40	10,05	6,11	4,38	5,62	6,91	4,30	6,83	5,84	5,44	5,64	5,62	6,91	5,56	4,02	5,78	5,17	11,43	5,47	6,28
3	Azot (azotynowy+azotanowy) [N _{NO2+NO3}]	3,61	4,35	3,51	3,13	3,04	3,73	3,56	3,15	3,61	3,71	3,42	3,77	2,59	3,48	3,08	2,64	2,33	2,80	3,31	2,30	2,27
4	Azot amonowy [N _{NH4}]	4,99	6,27	4,77	5,12	4,52	5,43	5,28	4,76	5,01	4,66	5,15	5,55	4,25	3,53	4,62	4,67	3,67	4,24	5,45	3,37	3,40
5	Azot ogólny [N _{og}]	12,87	15,93	12,20	13,19	10,63	13,84	13,48	11,32	16,51	14,09	13,05	14,08	10,00	13,69	10,49	13,46	10,42	12,75	14,12	9,92	10,64
6	Fosfor ogólny [P _{og}]	0,467	0,36	0,252	0,262	0,249	0,271	0,244	0,311	0,308	0,319	0,204	0,297	0,375	0,334	0,291	0,399	0,359	0,445	0,390	0,164	0,184
7	Sód [Na]	3,40	2,78	3,99	3,89	2,83	3,47	3,68	3,20	3,99	3,19	3,12	3,85	3,17	3,54	2,86	2,48	2,89	3,29	4,30	2,26	2,46
8	Potas [K]	1,48	1,80	2,85	2,25	1,35	1,73	2,40	2,17	2,40	1,44	2,25	2,09	1,77	2,45	1,97	1,83	1,82	2,27	3,01	1,63	1,37
9	Wapń [Ca]	5,46	5,78	6,18	6,34	4,48	4,99	4,01	3,15	4,34	4,77	4,89	5,17	4,61	5,63	6,39	4,09	3,36	4,35	4,32	2,98	2,77
10	Magnez [Mg]	1,78	1,17	1,34	1,21	0,57	0,79	0,54	0,49	0,69	0,75	0,60	0,86	0,58	0,87	0,78	0,49	0,48	0,68	0,69	0,42	0,39
11	Cynk [Zn]	0,558	0,436	0,442	0,41	0,191	0,204	0,186	0,249	0,319	0,33	0,206	0,282	0,161	0,345	0,213	0,12	0,131	0,139	0,236	0,168	0,171
12	Miedź [Cu]	0,0550	0,048	0,0474	0,0568	0,0381	0,0433	0,0385	0,0396	0,0387	0,0493	0,0552	0,0621	0,0886	0,0524	0,0534	0,0431	0,0392	0,0565	0,0811	0,0884	0,1204
13	Ołów [Pb]	0,0231	0,0250	0,0477	0,0304	0,0147	0,0166	0,0139	0,0128	0,0158	0,0137	0,0097	0,0120	0,0069	0,0175	0,0090	0,0104	0,0068	0,0066	0,0088	0,0047	0,0076
14	Kadm [Cd]	0,00297	0,00193	0,00339	0,00168	0,00113	0,00125	0,00158	0,00154	0,00166	0,00129	0,00119	0,00296	0,00101	0,00323	0,00101	0,00059	0,00039	0,00039	0,00055	0,00074	0,00085
15	Nikiel [Ni]	0,0071	0,0127	0,0099	0,0116	0,0077	0,0044	0,0044	0,0085	0,0066	0,0057	0,0068	0,0063	0,0113	0,0052	0,0032	0,0050	0,002	0,0038	0,0054	0,0023	0,0053
16	Chrom [Cr]	0,0033	0,0023	0,0027	0,0022	0,0024	0,0015	0,0013	0,0049	0,0032	0,0027	0,0027	0,0032	0,0022	0,0030	0,0005	0,0013	0,0004	0,0010	0,0009	0,0005	0,00061
17	Jon wodorowy [H ⁺]	0,0762	0,1235	0,1891	0,0557	0,0370	0,0587	0,0818	0,0459	0,0492	0,0431	0,0473	0,0413	0,0262	0,0307	0,0341	0,0161	0,0216	0,0188	0,0257	0,0166	0,014
18	ładunek sumaryczny	56,28266	57,13944	59,51419	52,05038	37,01103	46,11075	45,78148	38,18324	51,54216	45,99479	43,23289	47,92686	38,87191	48,07963	41,37521	37,59549	34,27039	39,27109	52,19845	30,80524	31,94376
19	Wysokości opadów [mm]	524,8	624,0	639,8	636,0	407,7	579,7	571,3	469,6	695,0	624,2	643,1	782,2	585,2	716,4	627,6	592,4	516,4	628,1	818,7	438,5	516,0
skala wartości od min do max		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

cd. tab. 10.

Lp	WSKAŹNIK ZANIECZYSZCZENIA	ładunki całkowite w tonach																				
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	Siarczany [SO ₄]	26989	26947	30639	25495	17102	21081	19841	18008	22430	21186	18669	21717	17186	19527	17793	14869	12533	14114	18996	10743	10533
2	Chlorki [Cl]	15103	13145	14054	8547	6126	7855	9657	6019	9544	8167	7607	7887	7859	9666	7777	5623	8085	7232	15988	7651	8784
3	Azot (azotynowy+azotanowy) [N _{NO2+NO3}]	5048	6083	4908	4374	4258	5210	4978	4410	5047	5188	4783	5272	3622	4868	4308	3693	3259	3917	4630	3217	3175
4	Azot amonowy [N _{NH4}]	6978	8768	6670	7153	6327	7591	7381	6658	7012	6517	7202	7761	5943	4938	6462	6532	5134	5931	7623	4714	4756
5	Azot ogólny [N _{og.}]	17997	22277	17060	18449	14864	19354	18846	15832	23087	19703	18249	19689	13984	19150	14673	18828	14575	17835	19751	13876	14883
6	Fosfor ogólny [P _{og.}]	653,1	503,4	352,4	366,0	347,8	379,3	341,0	435,3	431,3	446,1	285,3	415,3	524,4	467,2	407,1	558,1	502,2	622,5	545,5	229,4	257,4
7	Sód [Na]	4755	3888	5580	5439	3957	4851	5147	4476	5585	4461	4363	5384	4433	4952	4001	3469	4043	4602	6015	3161	3441
8	Potas [K]	2070	2517	3985	3143	1890	2424	3353	3037	3352	2014	3146	2923	2475	3427	2756	2560	2546	3175	4210	2280	1916
9	Wapń [Ca]	7635	8083	8642	8867	6264	6973	5602	4403	6069	6670	6838	7230	6447	7875	8938	5721	4700	6085	6043	4168	3875
10	Magnez [Mg]	2489	1636	1874	1691	803	1106	753	690	965	1049	839	1203	811	1217	1091	685	671	951	965	587	546
11	Cynk [Zn]	780,3	609,7	618,1	574,0	267,7	284,8	259,4	347,9	446,7	461,5	288,1	394,3	225,1	482,6	297,9	167,9	183,2	194,4	330,1	235	239,2
12	Miedź [Cu]	76,9	67,1	66,3	79,4	53,3	60,5	53,9	55,4	54,1	68,9	77,2	86,8	123,9	73,3	74,7	60,3	54,8	79,0	113,4	123,7	168,4
13	Ołów [Pb]	32,30	34,96	66,70	42,49	20,52	23,23	19,42	17,96	22,06	19,16	13,56	16,78	9,65	24,48	12,59	14,55	9,51	9,23	12,31	6,57	10,63
14	Kadm [Cd]	4,153	2,699	4,741	2,356	1,574	1,754	2,213	2,157	2,327	1,804	1,664	4,139	1,412	4,518	1,413	0,825	0,546	0,546	0,769	1,035	1,189
15	Nikiel [Ni]	9,93	17,76	13,84	16,16	10,77	6,11	6,20	11,92	9,30	7,97	9,51	8,81	15,80	7,27	4,48	6,99	2,80	5,32	7,55	3,22	7,41
16	Chrom [Cr]	4,601	3,230	3,776	3,083	3,377	2,057	1,816	6,816	4,413	3,776	3,776	4,475	3,076	4,196	0,699	1,818	0,560	1,399	1,259	0,699	0,839
17	Jon wodorowy [H ⁺]	106,56	172,70	264,44	77,92	51,74	82,15	114,38	64,21	68,87	60,27	66,14	57,75	36,64	42,94	47,70	22,52	30,21	26,30	35,95	23,22	19,58