

MONITORING CHEMIZMU OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH I OCENA DEPOZYCJI ZANIECZYSZCZEŃ DO PODŁOŻA W LATACH 2021-2022

WYNIKI BADAŃ MONITORINGOWYCH W WOJEWÓDZTWIE LUBUSKIM W 2020 ROKU

© Lonely/Fotolia

Autor:

mgr inż. Ewa Liana

Sprawdził i zatwierdził

Kierownik

Wydziału Monitorowania Jakości Powietrza

mgr Julita Biszczuk-Jakubowska



Temat realizowany przez IMGW-PIB na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (umowa nr GIOŚ/ZP/3/2021/DMS/NFOŚ), finansowany ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.



WARSZAWA, czerwiec 2021

AUTORZY / WYKONAWCY

mgr inż. Ewa Liana⁽¹⁾

dr inż. Agnieszka Kolanek⁽²⁾

mgr inż. Michał Pobudejski⁽¹⁾

dr Bartłomiej Miszuk⁽²⁾

st. sam. techn. Wiesława Rawa⁽¹⁾

oraz:

- ⁽¹⁾Wydział Monitorowania Jakości Powietrza IMGW-PIB,
- ⁽²⁾Zakład Badań Środowiskowych
- 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	7
SPIS TABEL	8
WPROWADZENIE	9
ZANIECZYSZCZENIE OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W WOJEWÓDZTWIE LUBUSKIM I DEPOZYCJA ZANIECZYSZCZEŃ Z OPADÓW DO PODŁOŻA W 2020 ROKU	12
PODSUMOWANIE	35
ZAŁĄCZNIK TABELARYCZNY	37

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Sieć stacji pomiarowo-kontrolnych ogólnopolskiego monitoringu chemizmu opadów atmosferycznych i oceny depozycji zanieczyszczeń do podłoża w 2020 r.....	10
Rysunek 2. Obszar województwa lubuskiego z lokalizacją poszczególnych powiatów.	11
Rysunek 3. Roczne ładunki jednostkowe chlorków [kg/ha Cl] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	16
Rysunek 4. Roczne ładunki jednostkowe siarczanów [kg/ha SO ₄] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	17
Rysunek 5. Roczne ładunki jednostkowe azotu (azotynowego i azotanowego) [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	18
Rysunek 6. Roczne ładunki jednostkowe jonu wodorowego [kg/ha H ⁺] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	19
Rysunek 7. Roczne ładunki jednostkowe azotu amonowego [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	20
Rysunek 8. Roczne ładunki jednostkowe azotu ogólnego [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	21
Rysunek 9. Roczne ładunki jednostkowe fosforu ogólnego [kg/ha P] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	22
Rysunek 10. Roczne ładunki jednostkowe sodu [kg/ha Na] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	23
Rysunek 11. Roczne ładunki jednostkowe potasu [kg/ha K] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	24
Rysunek 12. Roczne ładunki jednostkowe wapnia [kg/ha Ca] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	25
Rysunek 13. Roczne ładunki jednostkowe magnezu [kg/ha Mg] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	26
Rysunek 14. Roczne ładunki jednostkowe cynku [g/ha Zn] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	27
Rysunek 15. Roczne ładunki jednostkowe miedzi [g/ha Cu] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	28
Rysunek 16. Roczne ładunki jednostkowe ołowiu [g/ha Pb] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	29
Rysunek 17. Roczne ładunki jednostkowe kadmu [g/ha Cd] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	30
Rysunek 18. Roczne ładunki jednostkowe niklu [g/ha Ni] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	31
Rysunek 19. Roczne ładunki jednostkowe chromu [g/ha Cr] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów	32
Rysunek 20. Depozycja substancji wprowadzanych z opadem atmosferycznym (wet-only) na obszar województwa lubuskiego w poszczególnych latach 1999-2020 (wielkości ładunków w kg/ha*rok) oraz średnioroczne sumy opadów (mm).....	33

SPIS TABEL

Tabela 1. Minimum, maksimum i średnie ważone wartości pH w opadach na stacjach monitoringowych ze wszystkich (sumarycznie) sektorów napływu mas powietrza w 2020 r.	38
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 2020 roku.....	39
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 2020 roku.....	40
Tabela 4 Skład fizyko-chemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych (wet-only) w 2020 r. ze stacji monitoringowej w Gorzowie Wielkopolskim	41
Tabela 5. Miesięczne wielkości ładunków substancji wnoszonych z opadami atmosferycznymi w 2020 roku na obszar reprezentowany przez stację monitoringową w Gorzowie Wielkopolskim	42
Tabela 6 Skład fizyko-chemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych (wet-only) w 2020 r. ze stacji monitoringowej w Zielonej Górze.....	43
Tabela 7. Miesięczne wielkości ładunków substancji wnoszonych z opadami atmosferycznymi w 2020 roku na obszar reprezentowany przez stację monitoringową w Zielonej Górze.....	44
Tabela 8. Obciążenie powierzchniowe obszaru Polski substancjami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2020 r.	45
Tabela 9. Obciążenie powierzchniowe poszczególnych powiatów województwa lubuskiego substancjami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2020 r. [ładunki jednostkowe w kg/ha*rok i ładunki całkowite w tonach/rok]	51
Tabela 10. Roczne obciążenie powierzchniowe obszaru województwa lubuskiego zanieczyszczeniami wniesionymi przez opady atmosferyczne w latach 1999-2020 [ładunki jednostkowe w kg/ha*rok i ładunki całkowite w tonach] oraz średnioroczne sumy opadów [mm].....	57

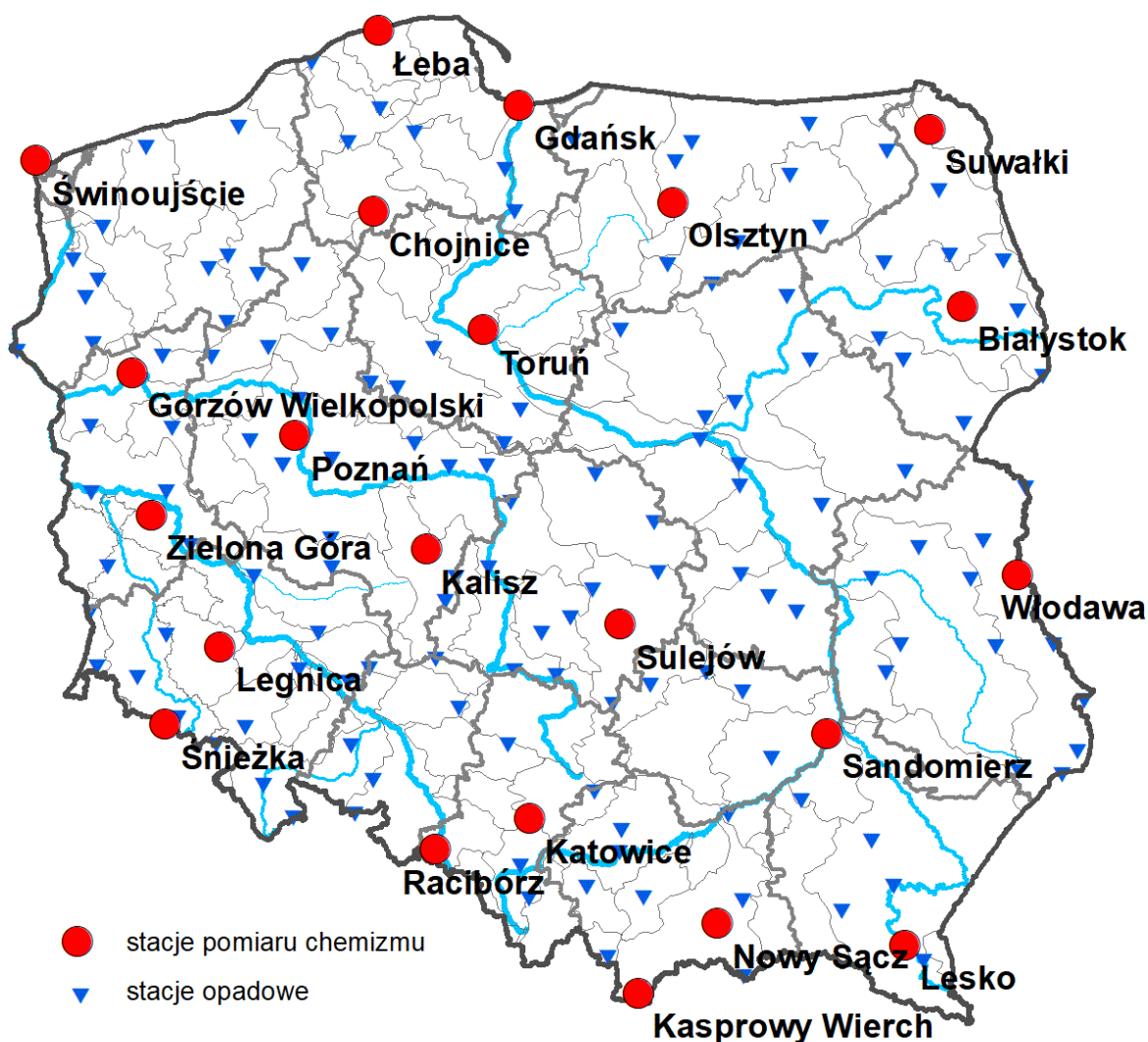
WPROWADZENIE

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 (PMŚ). 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 2020 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 2020 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 2020 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 2020 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 2020 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 2020 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 1999-2020.

ZANIECZYSZCZENIE OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W WOJEWÓDZTWIE LUBUSKIM I DEPOZYCJA ZANIECZYSZCZEŃ Z OPADÓW DO PODŁOŻA W 2020 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 2020 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 2020 roku, na stacjach monitoringowych w województwie lubuskim, wykonano w sumie 175 pomiary pH dobowych próbek opadów, w celu oceny stopnia zakwaszenia wód opadowych, gdzie 88 pomiarów wartości pH wykonano na stacji w Gorzowie Wlk. oraz 87 pomiarów na stacji w Zielonej Górze. Wartości pH mieściły się w zakresie od 4,30 do 7,06, w tym: w Gorzowie Wlk. zakres ten wynosił od 4,64 do 7,04 (średnia roczna ważona pH – 5,59), natomiast w przypadku

badan w Zielonej Górze uzyskano zakres od 4,30 do 7,06 (średnia roczna ważona pH – 5,48). W przypadku 29,7% próbek stwierdzono „kwaśne deszcze” – opady o wartości pH poniżej 5,6 (przy czym dotyczyło to zjawisko 22,7% próbek dobowych badanych w Gorzowie Wlk. i 36,8% 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 4,64 i klasowała się w grupie o lekko obniżonym odczynie, tj. w zakresie $4,6 \leq \text{pH} < 5,1$, natomiast wartość maksymalna – 7,04 należy do grupy o podwyższonym odczynie, w zakresie $\text{pH} > 6,5$. Obliczona wartość średniej rocznej ważonej pH – 5,59 zakwalifikowana jest do klasy normalnej, tj. $5,1 \leq \text{pH} < 6,1$. Natomiast w przypadku pomiarów w Zielonej Górze minimalna wartość pH wynosiła 4,30 i klasowała się w grupie o znacznie obniżonym odczynie, tj. w zakresie $4,1 \leq \text{pH} < 4,6$, natomiast wartość maksymalna – 7,06 należy do grupy o podwyższonym odczynie w zakresie $\text{pH} > 6,5$. Obliczona wartość średniej rocznej ważonej pH – 5,48 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 2020 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 58,0% dobowych zdarzeń opadowych, w tym 43,1% przypadków o lekko podwyższonym pH, tj. z zakresu $6,1 \leq \text{pH} \leq 6,5$ (tab. 2).

W przypadku badań na stacji monitoringowej w Zielonej Górze, na podstawie procentowego udziału próbek **dobowych** opadów atmosferycznych, w 2020 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. 54,0% dobowych zdarzeń opadowych, w tym 48,9% przypadków o normalnym pH, tj. z zakresu $5,1 \leq \text{pH} < 6,1$ (tab. 3).

Procentowy udział uśrednionych **miesięcznych** próbek opadów atmosferycznych, zebranych w cyklach miesięcznych na stacji monitoringowej w Gorzowie Wlk. w 2020 roku, w podziale na sześć klas wartości pH, wskazał na występowanie największej liczby próbek miesięcznych (66,7%) 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 2020 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 63% wszystkich pomiarów i jest to o 38% więcej niż w 2019 roku, a w wieloleciu 1999-2019 ich średnia ilość kształtowała się na poziomie 49%.

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

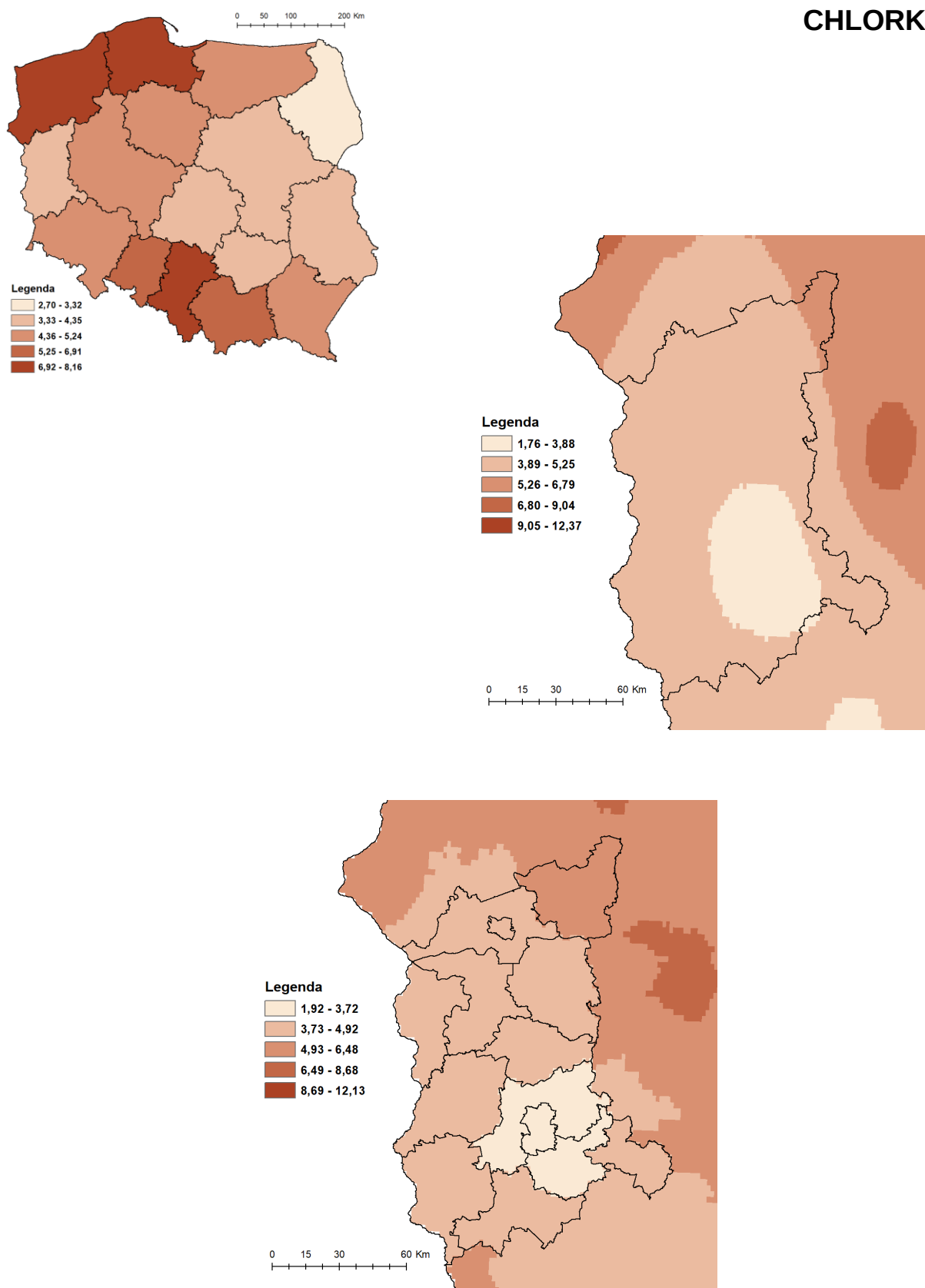
Skład fizyko-chemiczny miesięcznych próbek opadów, ze stacji monitoringowej w Gorzowie Wlk., oraz wielkości miesięczne sum opadów przedstawiono w tabeli 4. Najniższe stężenia badanych zanieczyszczeń stwierdzono w miesiącu wrześniu, przy jednoczesnym stosunkowo wysokim średnim opadzie miesięcznym. Drugie z najniższych stężenia stwierdzono w miesiącu lipcu, przy powyżej przeciętnym średnim opadzie miesięcznym. Natomiast miesiącem o przeważających najwyższych stężeniach był kwiecień, 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 w lutym (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 we wrześniu, tak jak w Gorzowie Wlkp., przy najwyższym miesięcznym opadzie. Podobnie niskie stężenia stwierdzono w lipcu oraz październiku. Natomiast miesiącem o przeważających najwyższych stężeniach był miesiąc kwiecień, podobnie jak w 2019 roku, 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 Zielonej Górze, wskazuje na najniższą depozycję w miesiącu kwietniu, ale jest to wartość szacowana. Kolejną najniższą wartość depozycji stwierdzono w listopadzie. Najwyższą depozycję stwierdzono w miesiącu lutym, podobnie jak w przypadku Gorzowa Wlkp. (tab. 7).

Na podstawie wyników pomiarów wysokości opadów w 2020 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.

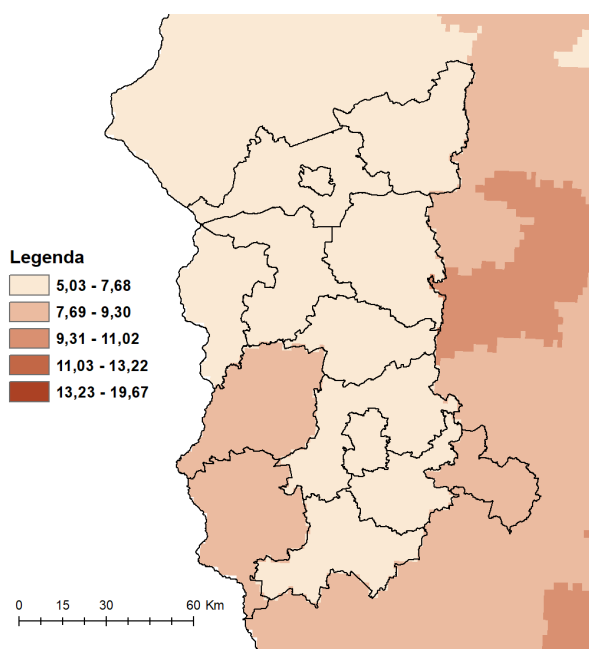
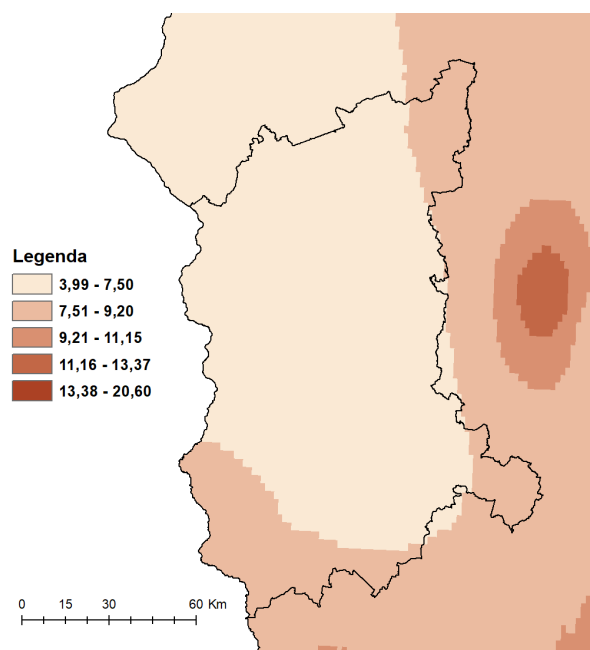
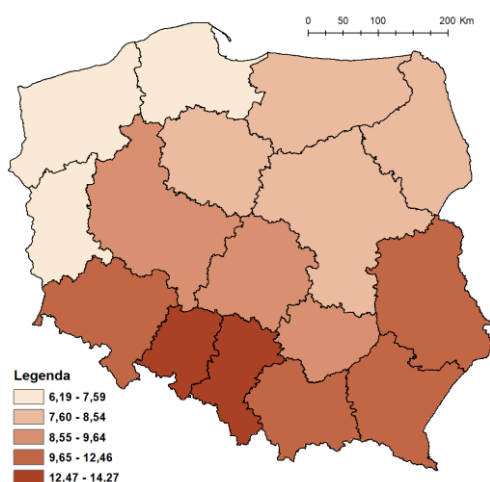
Dla porównania, w tabeli 10, podano wielkości ładunków jednostkowych badanych substancji, wniesionych przez opady atmosferyczne w latach 1999-2020 na obszar województwa lubuskiego, a na rysunku 20 przedstawiono diagramy dla tych ładunków na tle średniorocznych sum opadów.

CHLORKI

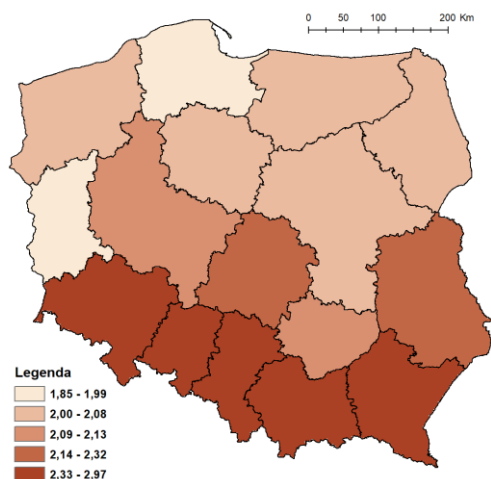


Rysunek 3. Roczne ładunki jednostkowe chlorków [kg/ha Cl] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

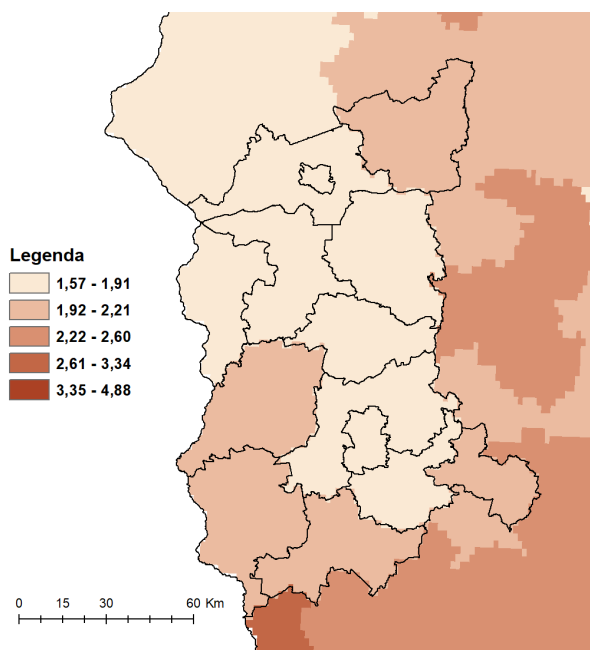
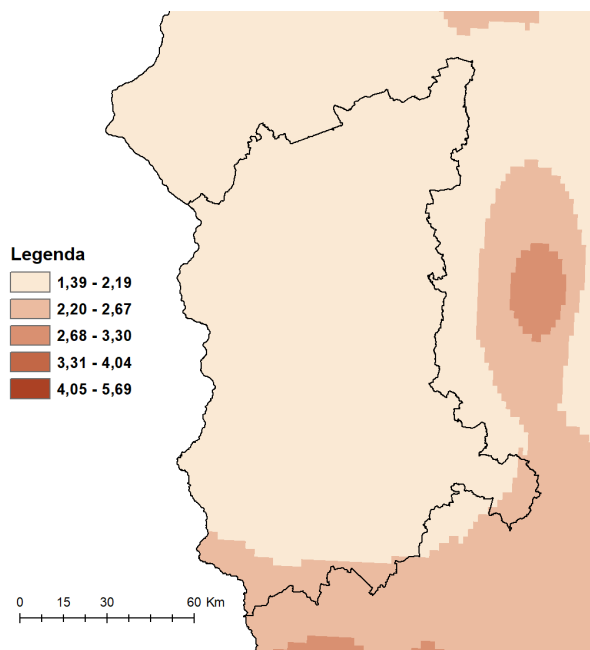
SIARCZANY



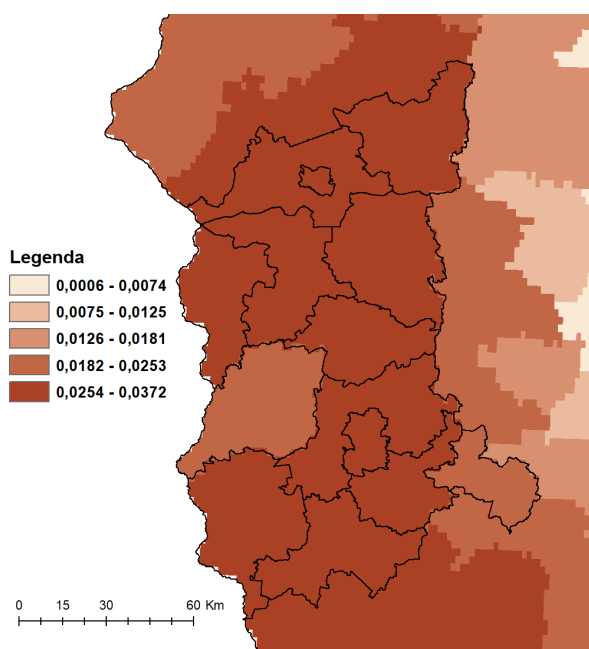
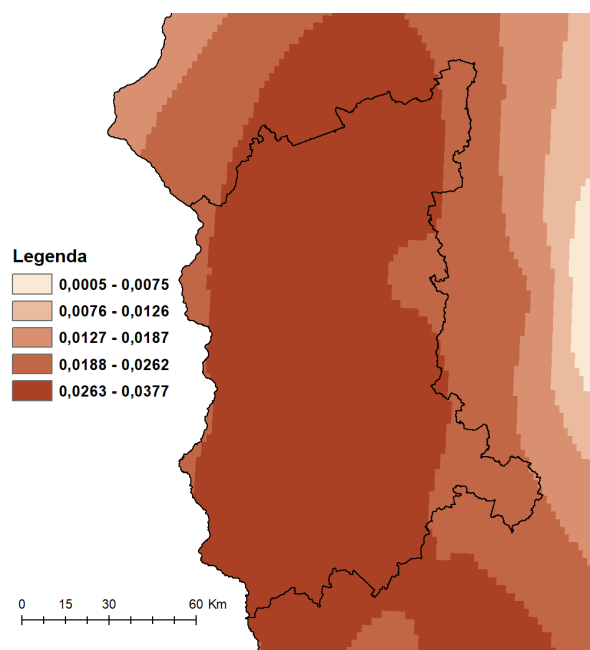
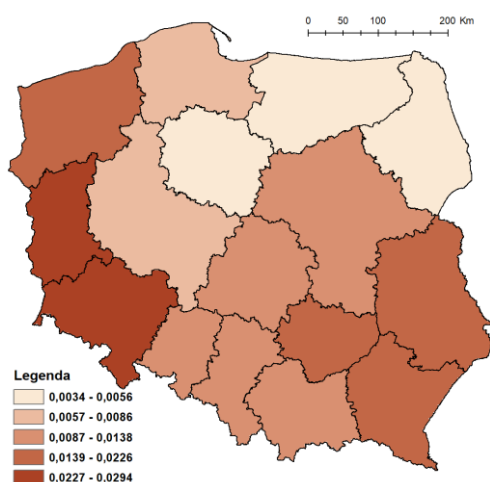
Rysunek 4. Roczne ładunki jednostkowe siarczanów [kg/ha SO₄] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów



AZOT (AZOTYNOWY I AZOTANOWY)

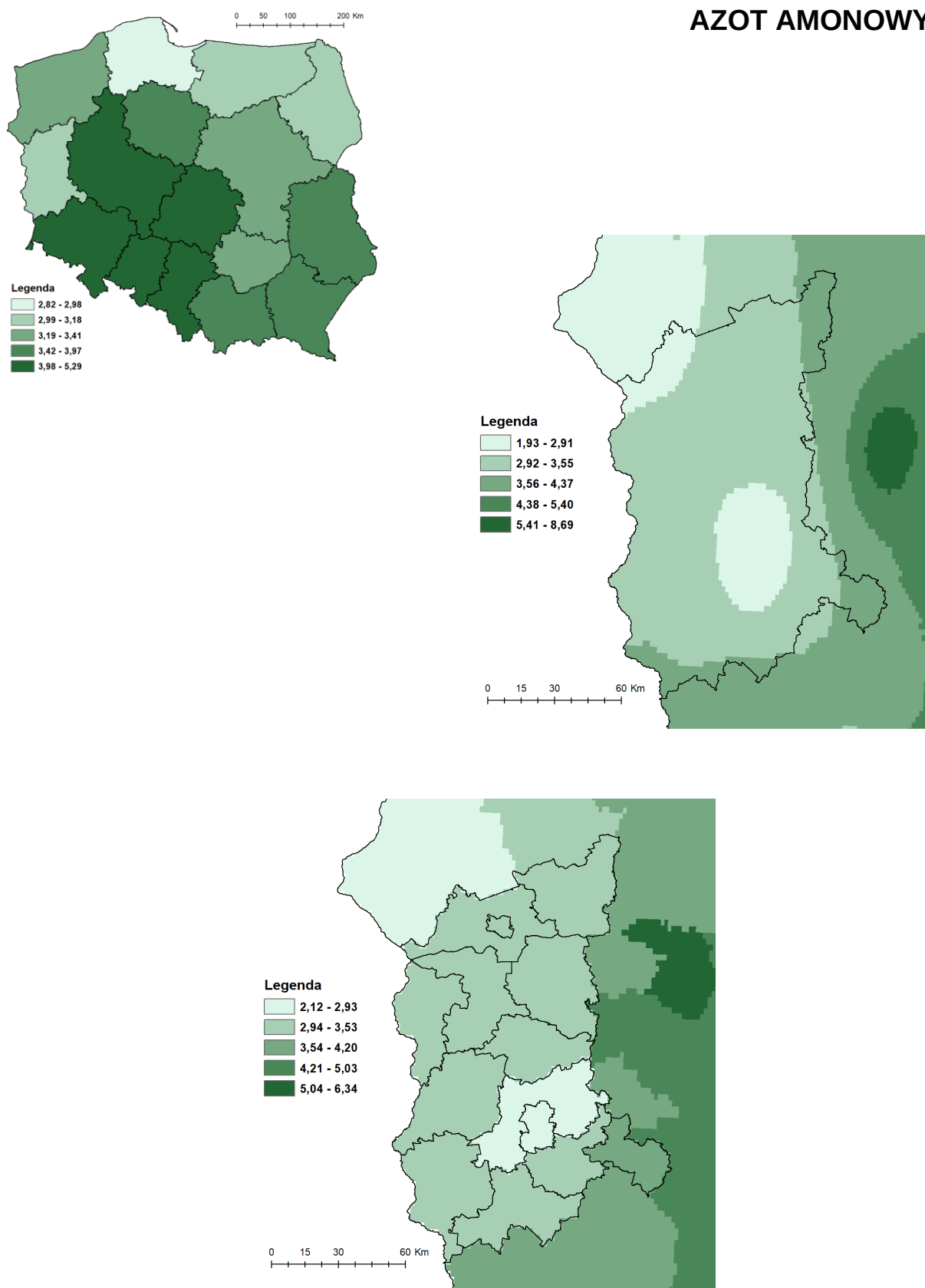


Rysunek 5. Roczne ładunki jednostkowe azotu (azotynowego i azotanowego) [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów



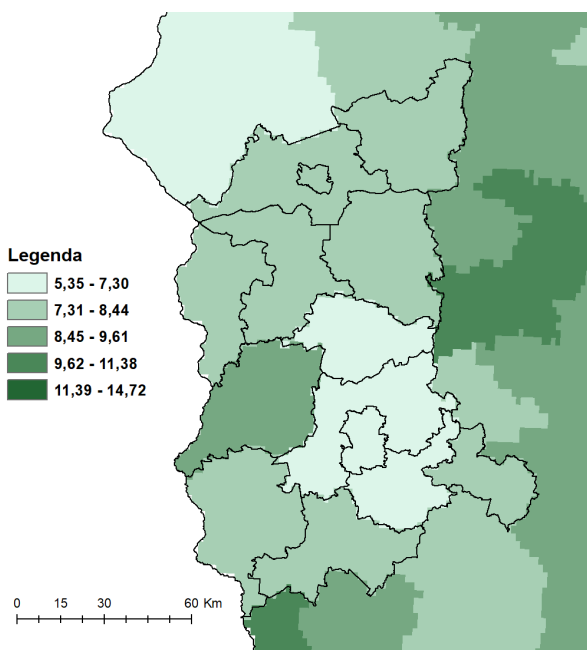
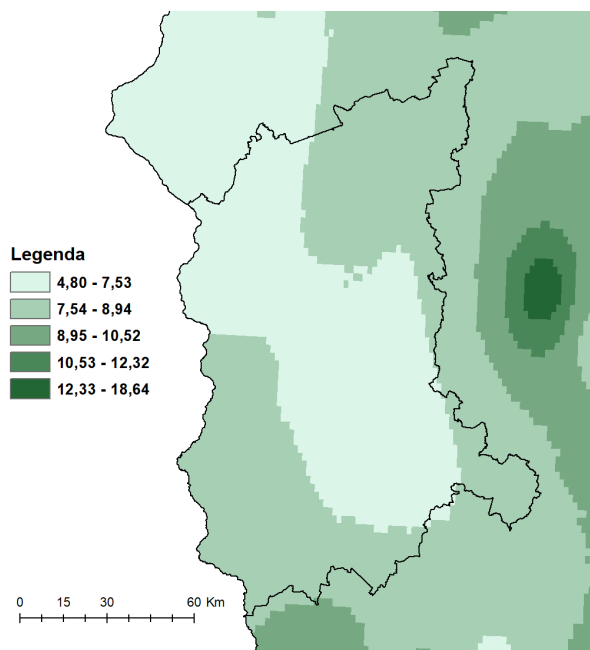
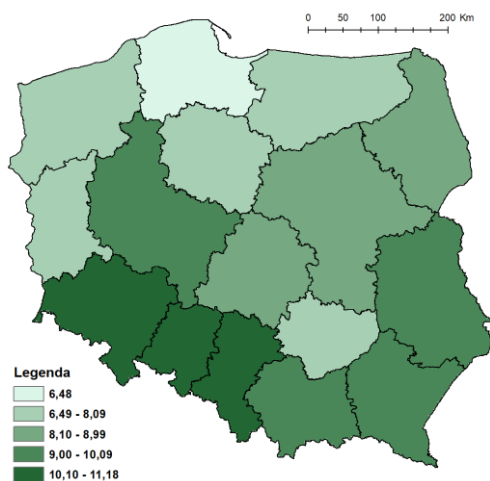
Rysunek 6. Roczne ładunki jednostkowe jonu wodorowego [kg/ha H⁺] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

AZOT AMONOWY



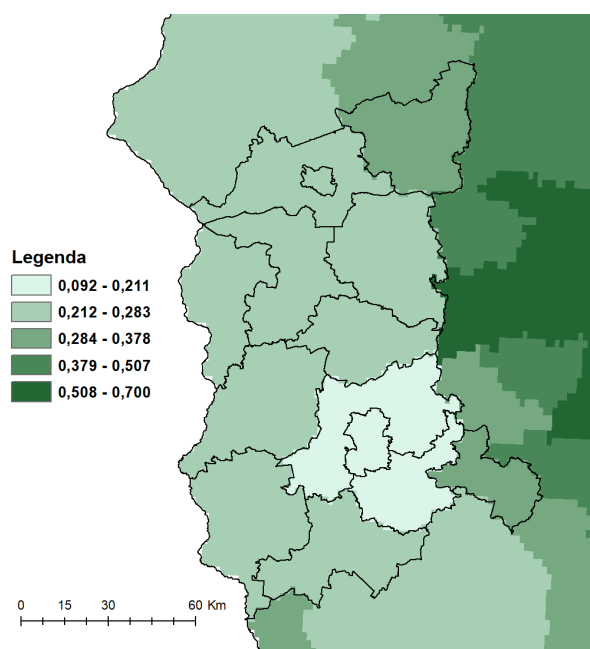
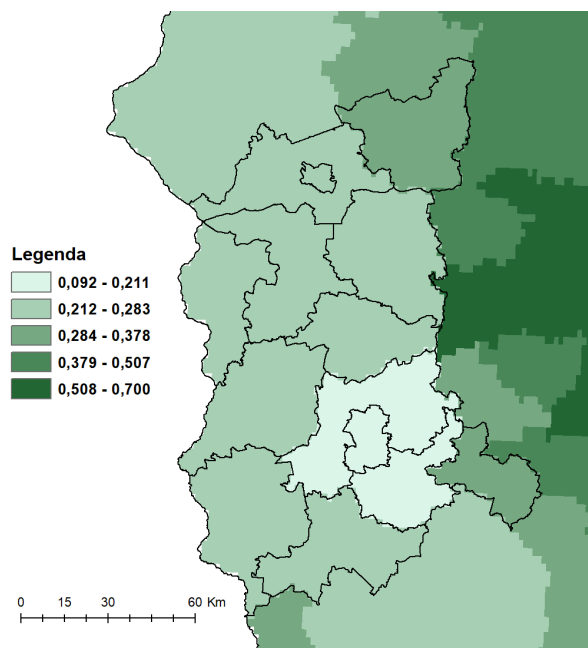
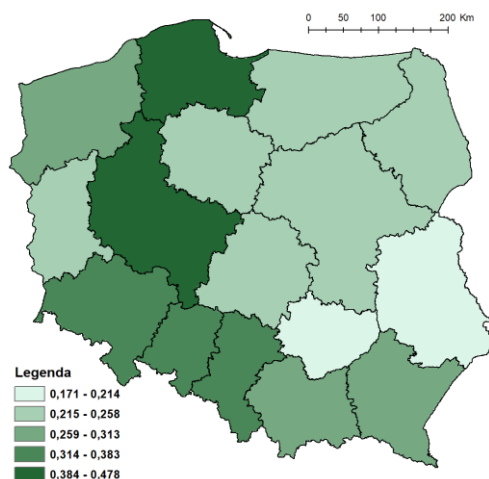
Rysunek 7. Roczne ładunki jednostkowe azotu amonowego [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

AZOT OGÓLNY

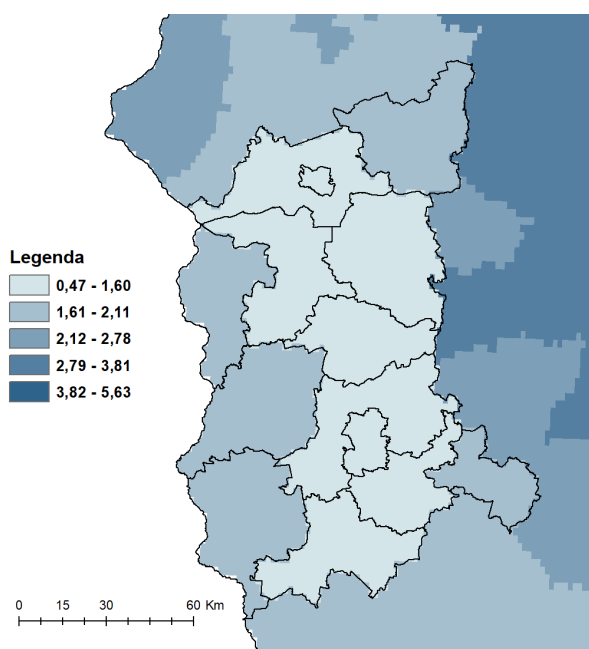
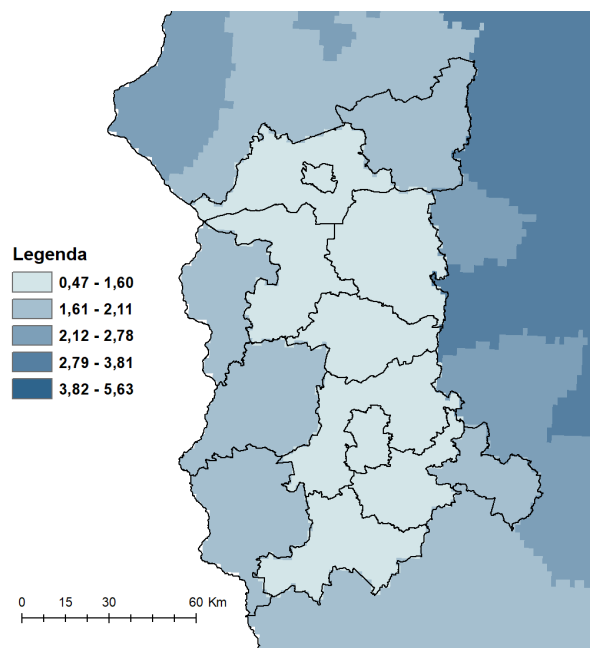
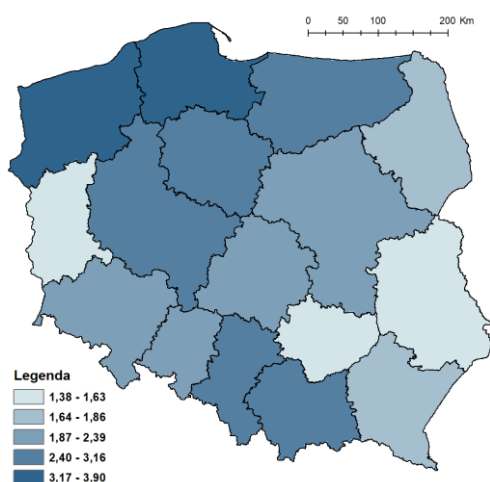


Rysunek 8. Roczne ładunki jednostkowe azotu ogólnego [kg/ha N] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

FOSFOR OGÓLNY

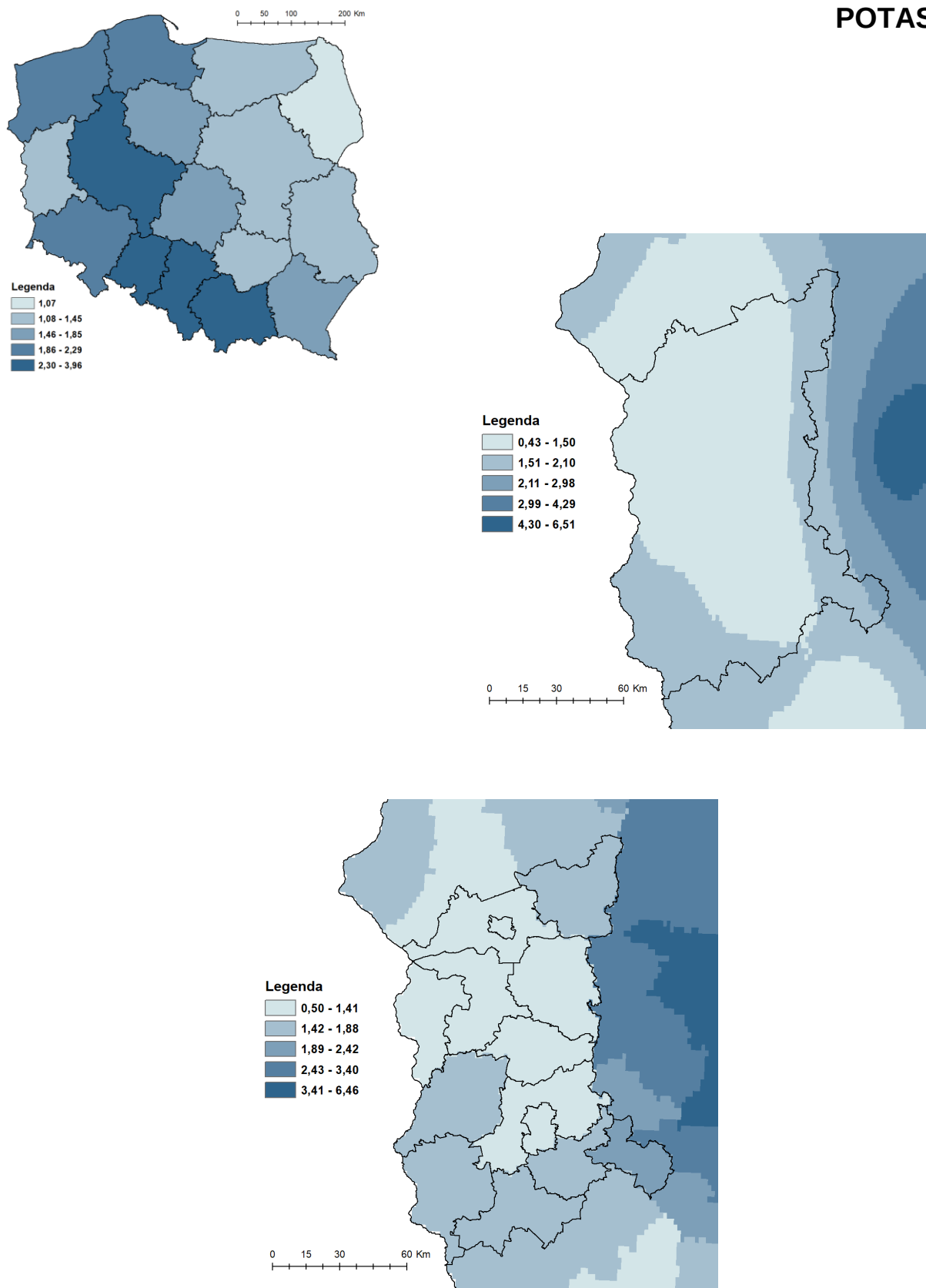


Rysunek 9. Roczne ładunki jednostkowe fosforu ogólnego [kg/ha P] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

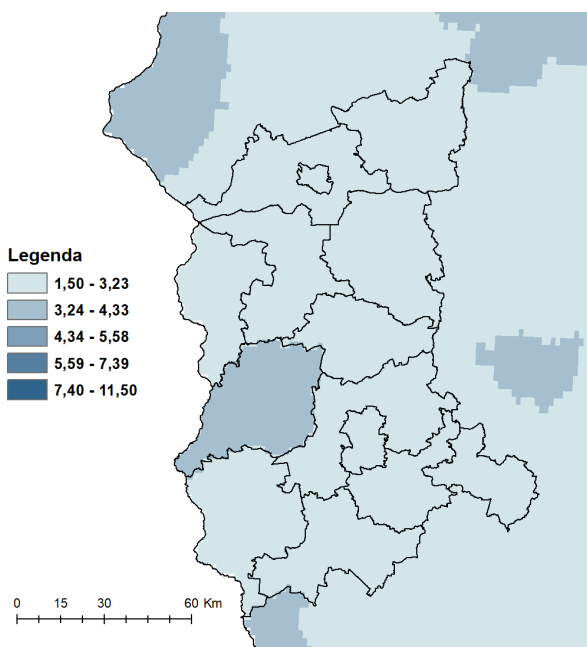
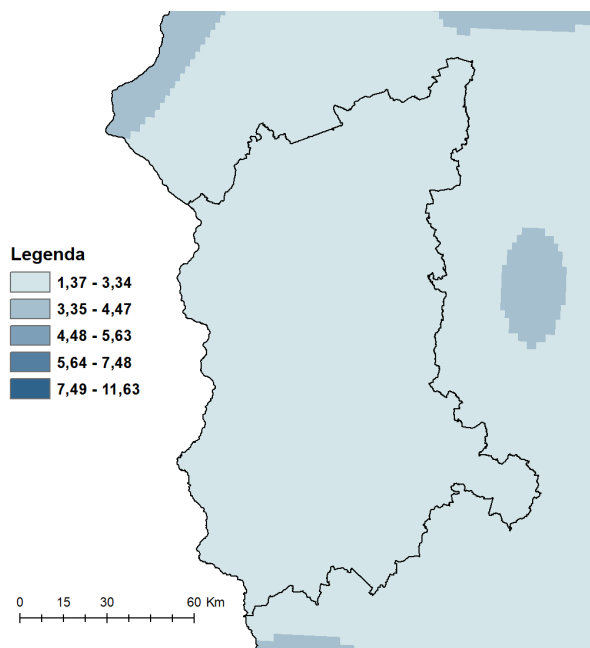
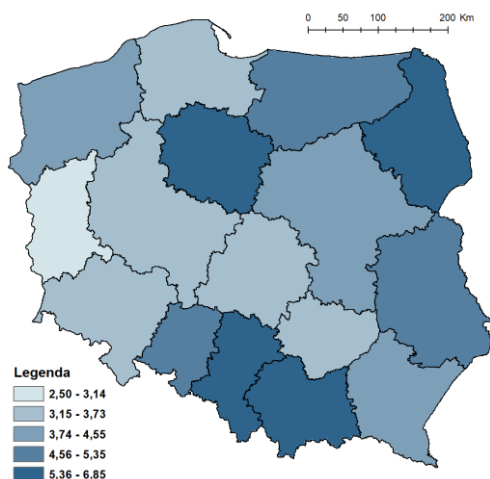


Rysunek 10. Roczne ładunki jednostkowe sodu [kg/ha Na] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

POTAS

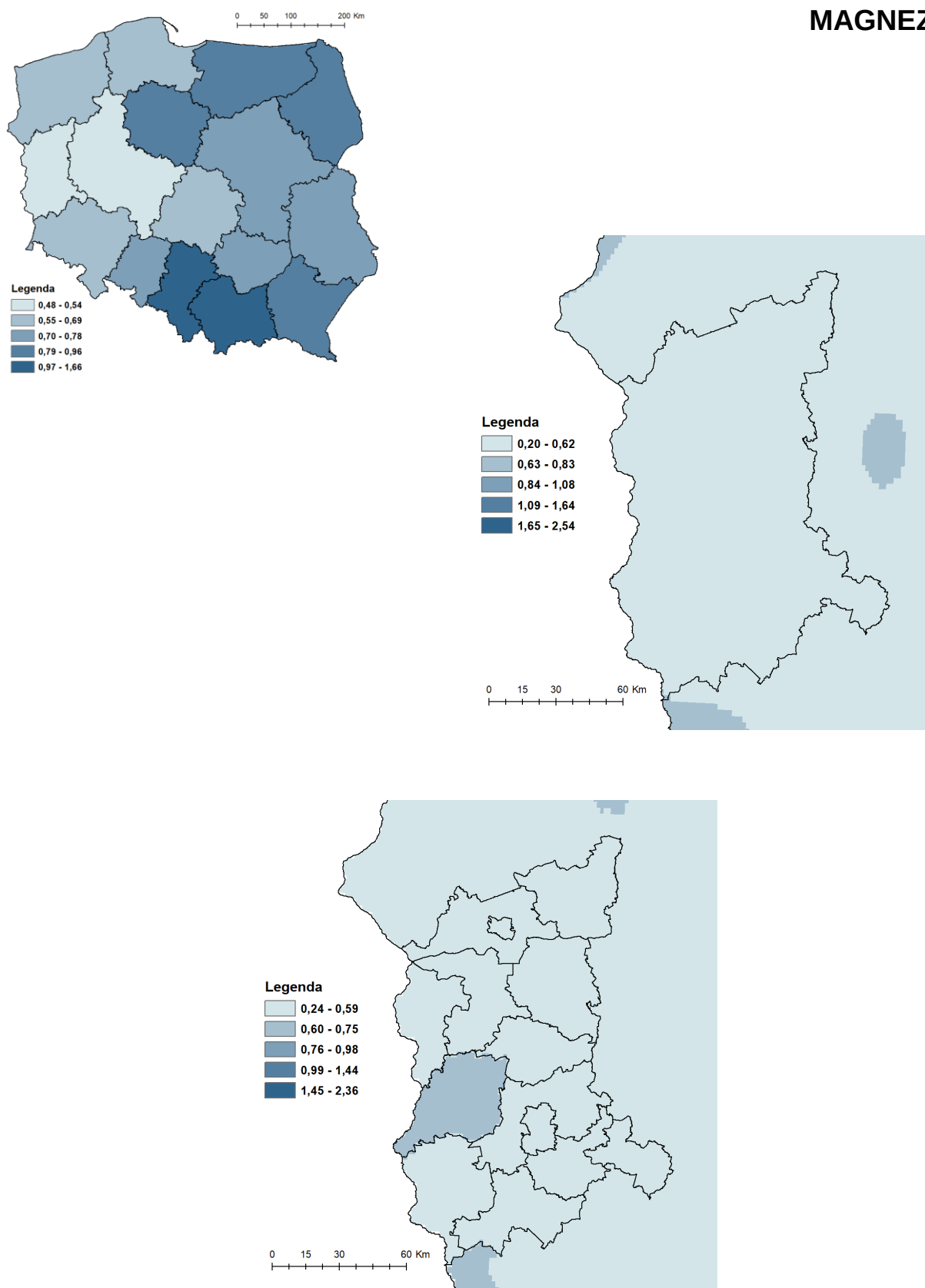


Rysunek 11. Roczne ładunki jednostkowe potasu [kg/ha K] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów



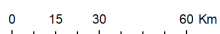
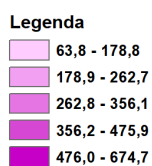
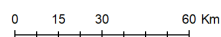
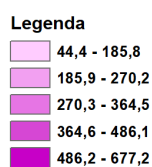
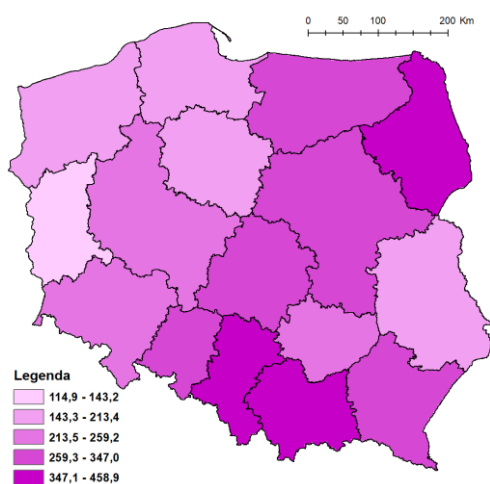
Rysunek 12. Roczne ładunki jednostkowe wapnia [kg/ha Ca] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

MAGNEZ

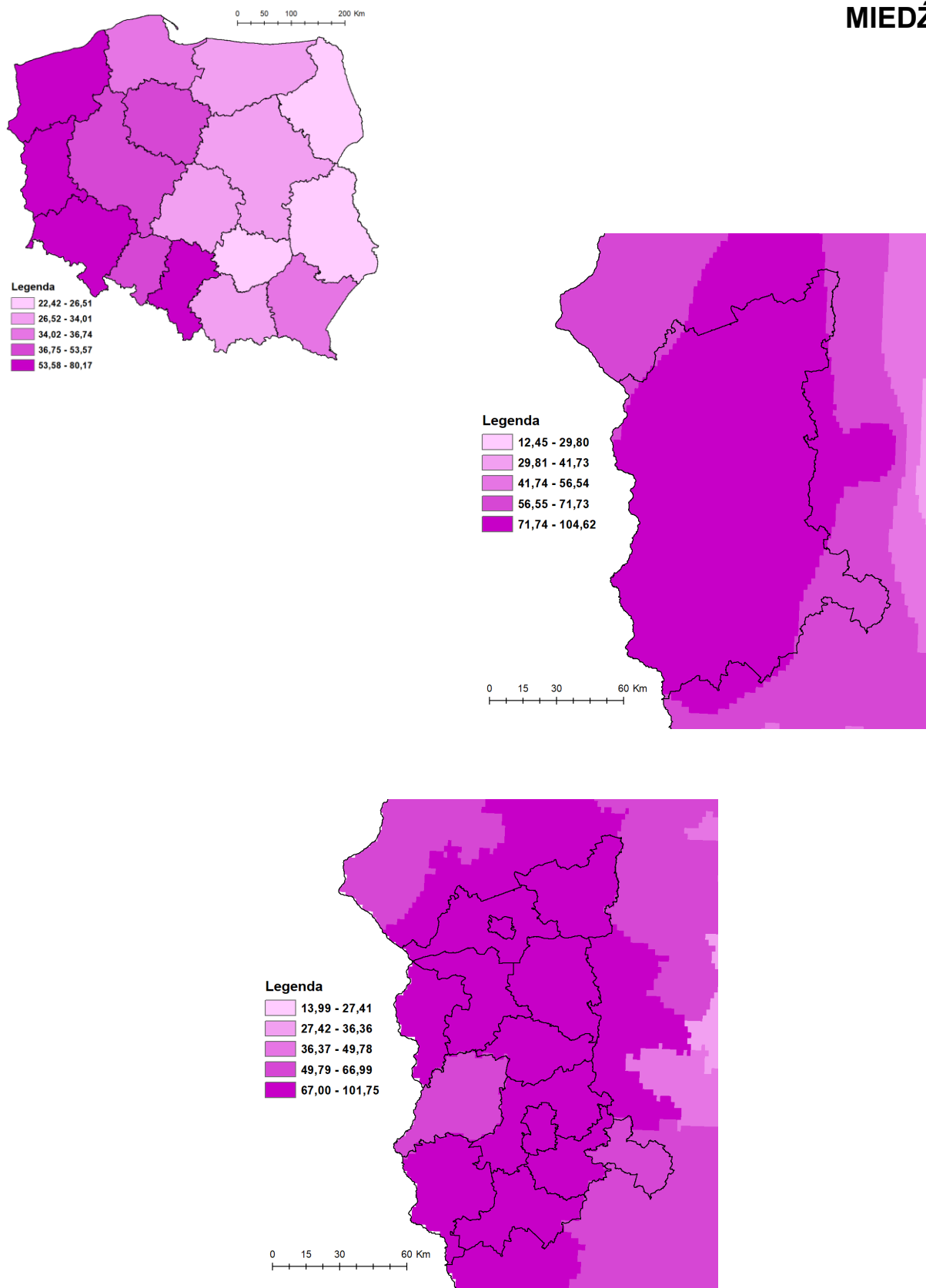


Rysunek 13. Roczne ładunki jednostkowe magnezu [kg/ha Mg] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

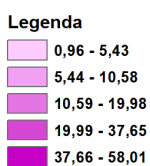
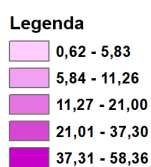
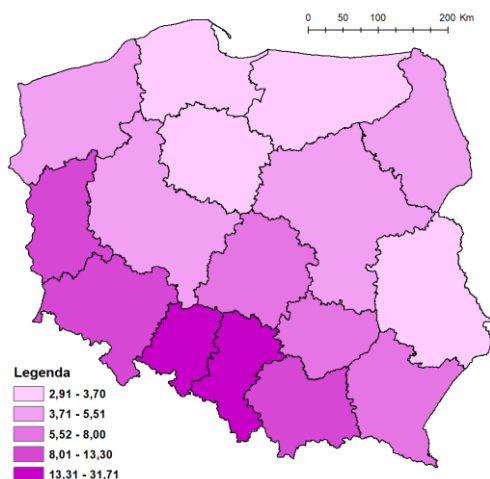
CYNK



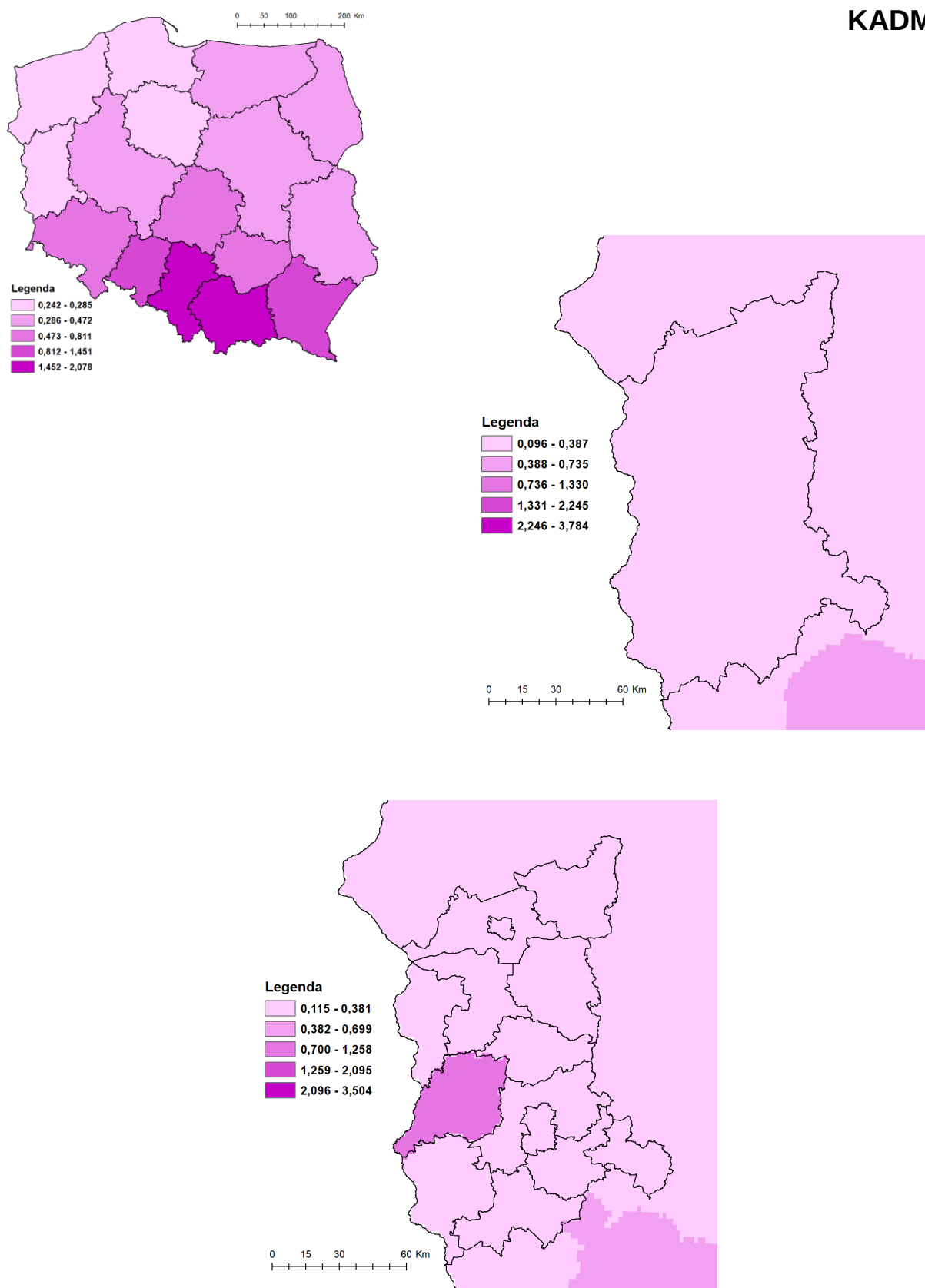
Rysunek 14. Roczne ładunki jednostkowe cynku [g/ha Zn] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów



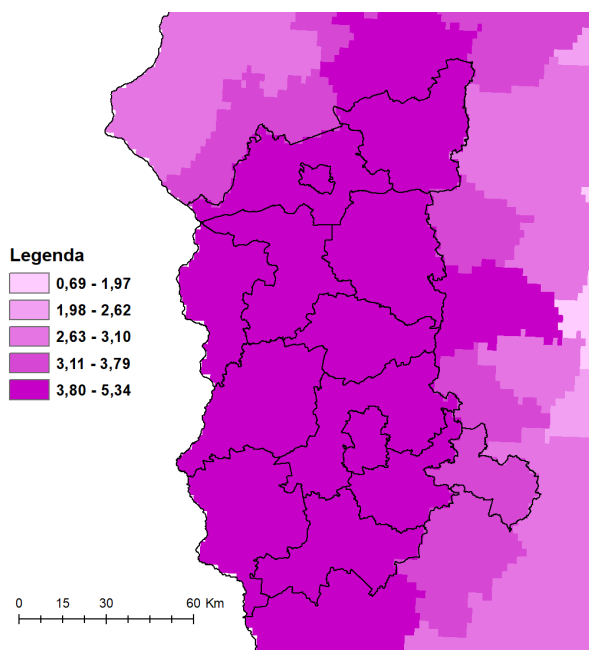
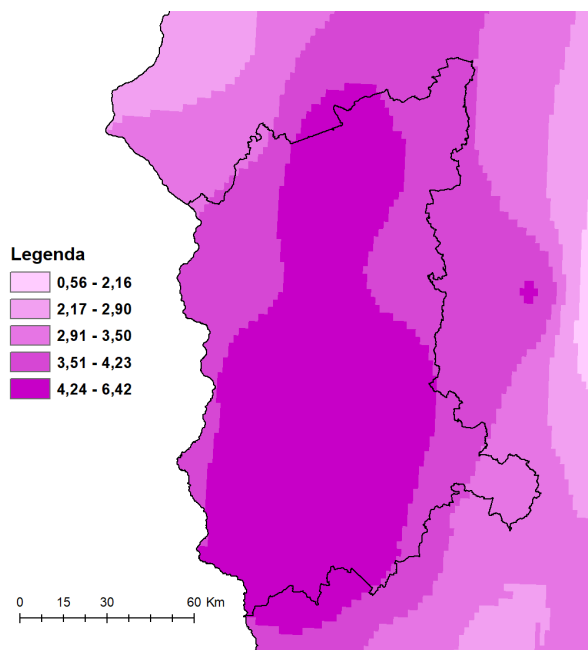
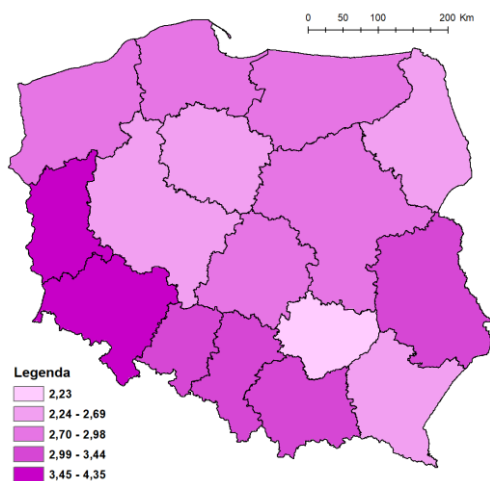
Rysunek 15. Roczne ładunki jednostkowe miedzi [g/ha Cu] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów



Rysunek 16. Roczne ładunki jednostkowe ołowiu [g/ha Pb] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

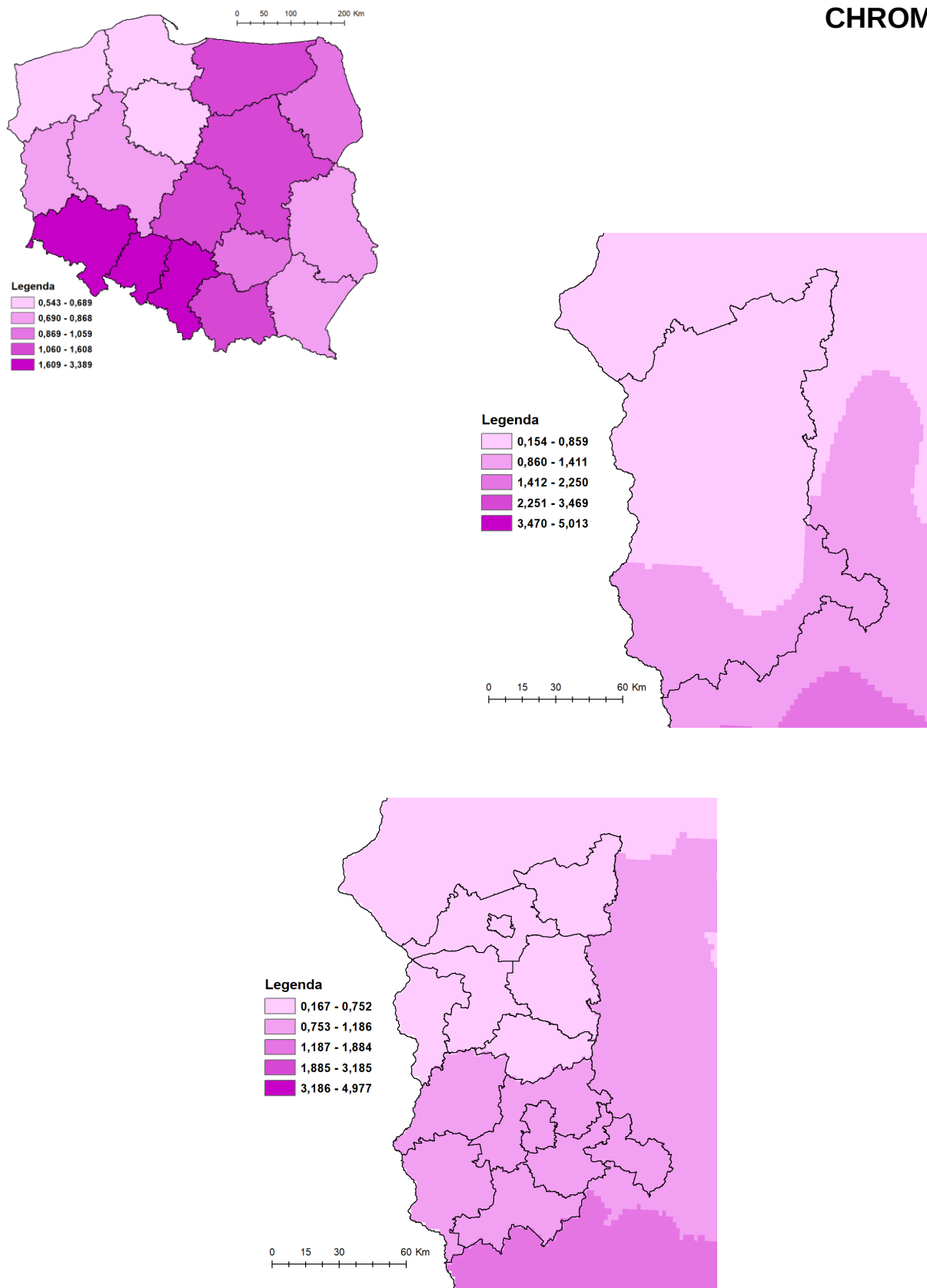


Rysunek 17. Roczne ładunki jednostkowe kadmu [g/ha Cd] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

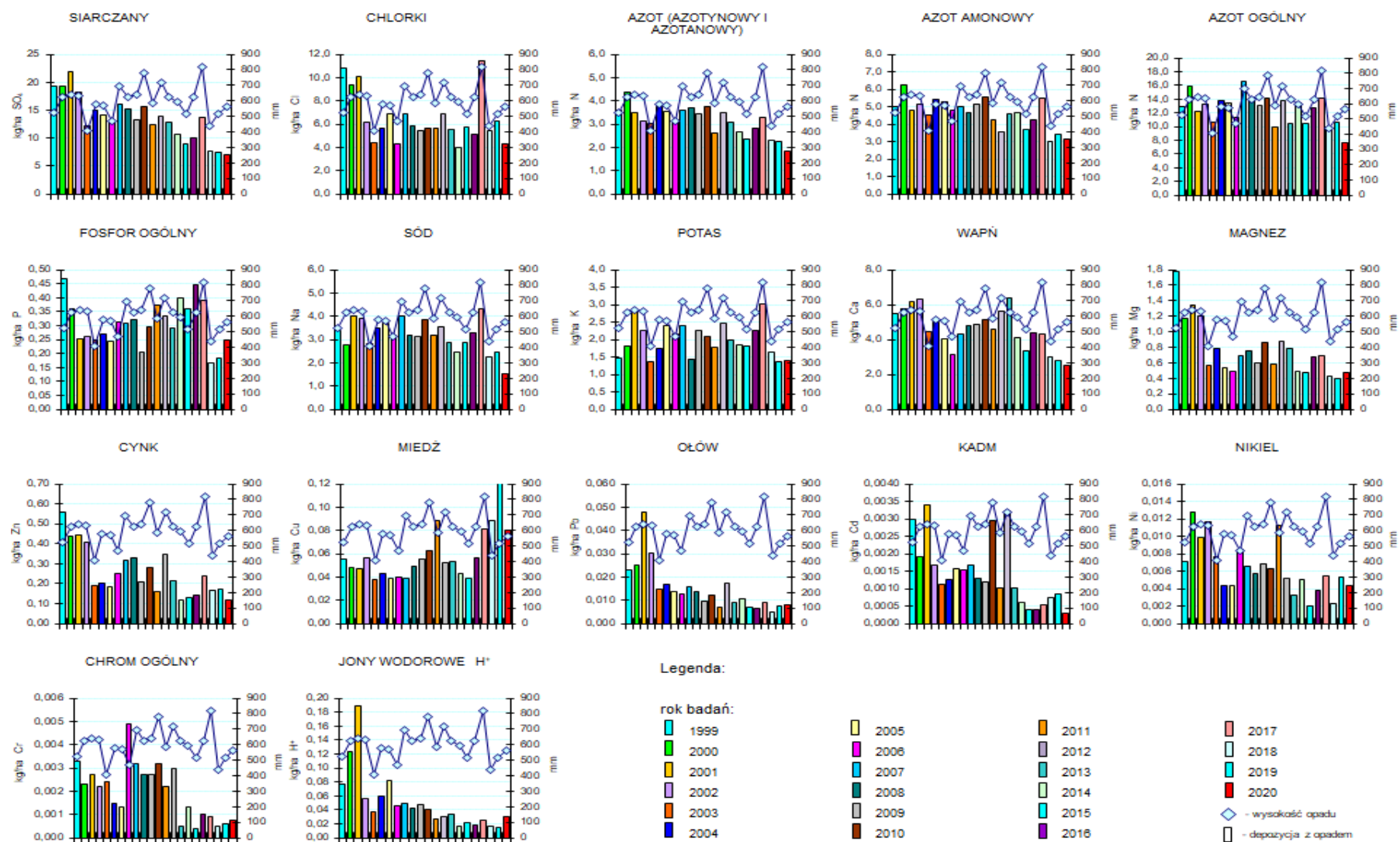


Rysunek 18. Roczne ładunki jednostkowe niklu [g/ha Ni] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów

CHROM



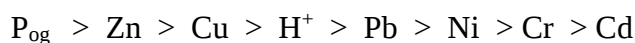
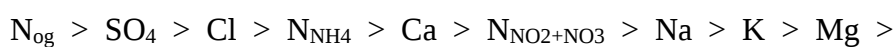
Rysunek 19. Roczne ładunki jednostkowe chromu [g/ha Cr] wniesione przez opady atmosferyczne w 2020 r. na obszar poszczególnych województw Polski oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszar województwa lubuskiego i jego poszczególnych powiatów



Rysunek 20. Depozycja substancji wprowadzanych z opadem atmosferycznym (wet-only) na obszar województwa lubuskiego w poszczególnych latach 1999-2020 (wielkości ładunków w kg/ha*rok) oraz średnioroczne sumy opadów (mm)

Na obszar województwa lubuskiego, wody opadowe w 2020 roku wniosły (tab. 8): 9 945 ton siarczanów (7,11 kg/ha SO₄), 6 015 ton chlorków (4,30 kg/ha Cl), 2 588 ton azotu azotynowego i azotanowego (1,85 kg/ha N), 4 434 tony azotu amonowego (3,17 kg/ha N), 10 673 tony azotu ogólnego (7,63 kg/ha N), 345,5 tony fosforu ogólnego (0,247 kg/ha P); 2 112 ton sodu (1,51 kg/ha), 1 972 tony potasu (1,41 kg/ha), 3 497 ton wapnia (2,50 kg/ha), 671 ton magnezu (0,48 kg/ha), 160,9 tony cynku (0,115 kg/ha), 112,5 tony miedzi (0,0804 kg/ha), 11,19 tony ołowiu (0,0080 kg/ha), 0,392 tony kadmu (0,00028 kg/ha), 6,15 tony niklu (0,0044 kg/ha), 1,119 tony chromu (0,00075 kg/ha) oraz 41,12 tony wolnych jonów wodorowych (0,0294 kg/ha H⁺).

Wielkości wprowadzonych substancji maleją zgodnie z szeregiem:



Roczny sumaryczny ładunek jednostkowy badanych substancji, zdeponowany na obszar województwa lubuskiego, wyniósł 25,43 kg/ha i był niższy o 22,2% w stosunku do poziomu średniej depozycji dla całego obszaru Polski, który wyniósł 32,67 kg/ha. W porównaniu z rokiem ubiegłym, nastąpił spadek rocznego obciążenia o 20,4%, przy wyższej średniorocznej sumie wysokości opadów o 45,0 mm (o 8,7%).

Największym ładunkiem badanych substancji w województwie lubuskim, został obciążony, podobnie jak w 2019 roku, powiat strzelecko-drezdenecki (28,57 kg/ha). Charakteryzował się on najwyższymi, w porównaniu do obciążenia pozostałych powiatów, ładunkami: chlorków, azotu ogólnego, fosforu ogólnego, sodu i wapnia (tab. 9).

Najmniejsze obciążenie powierzchniowe wystąpiło w powiecie Zielona Góra (21,38 kg/ha), podobnie jak w 2019 roku, w którym, w stosunku do pozostałych powiatów, występowały najniższe obciążenia ładunkami: siarczanów, chlorków, azotu azotanowego i azotynowego, azotu amonowego, azotu ogólnego, fosforu ogólnego, sodu, wapnia oraz magnezu (tab. 9).

Ocena wyników dwudziestodwuletnich badań monitoringowych chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża prowadzonych, w sposób ciągły, w okresie lat 1999-2020 wykazała, że w 2020 roku całkowite roczne obciążenie powierzchniowe obszaru województwa lubuskiego, ładunkiem badanych substancji deponowanych z atmosfery przez opad mokry, kształtowało się na poziomie niższym od średniego z wielolecia 1999-2019 o 42,9%, przy jednocześnie niższej średniorocznej sumie wysokości opadów o 6,8%.

PODSUMOWANIE

Ocena depozycji zanieczyszczeń do podłoża opierała się o wyniki pomiarów wysokości opadów w 2020 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 2020, dla województwa lubuskiego, badano na stacji pomiarowej w Gorzowie Wlk. i w Zielonej Górze. Sumaryczna wartość roczna opadu wskazuje, że rok 2020 był mniej zasobny w deszcz w badanym regionie o 6,8% w stosunku do średniej z wielolecia 1999-2019, 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 2020 roku ładunek zanieczyszczeń, w porównaniu do średniego z lat 1999-2019, w przypadku: siarczanów był niższy o 48,6%, chlorków – o 34,4%, azotu azotynowego i azotanowego – o 42,4%, azotu amonowego – o 32,3%, azotu ogólnego – o 39,9%, fosforu ogólnego – o 20,1%, sodu – o 53,8%, potasu – o 30,2%, wapnia – o 46,5%, magnezu – o 37,7 %, cynku – o 56,1%, ołowiu – o 46,3%, kadmu – o 81,2%, niklu – o 31,3%, chromu ogólnego – o 62,5% oraz wolnych jonów wodorowych – o 41,3%. Natomiast w przypadku miedzi, ładunek zanieczyszczeń, w porównaniu do średniego z lat 1999-2019, był wyższy o 41,3%.

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 2020 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	107	4,94	N	5,9	04.02.	7,38	W	2,3	03.07.	5,67
2	Łeba	110	4,35	W	3,2	24.01.	6,75	W	2,8	28.07.	5,29
3	Gdańsk	95	4,97	W	1,9	17.12.	6,95	W	1,6	22.08.	5,75
4	Suwałki	111	5,58	W	1,5	14.11.	7,47	W	1,4	11.10.	6,70
5	Chojnice	110	4,85	W	1,7	07.03.	7,17	S	1,1	30.04.	5,62
6	Olsztyn	111	4,28	W	11,2	28.06.	6,96	W	1,0	06.07.	5,44
7	Gorzów Wlkp.	88	4,64	S	2,8	26.01.	7,04	N	1,2	29.03.	5,59
8	Toruń	96	5,19	S	14,0	25.09.	7,03	E	1,0	17.10.	5,81
9	Białystok	102	4,85	S	1,4	12.12.	7,30	E	1,6	01.09.	5,73
10	Zielona Góra	87	4,30	W	2,5	08.01.	7,06	N	4,0	27.05.	5,48
11	Poznań	92	4,71	W	2,7	10.10.	7,35	S	4,9	28.01.	6,02
12	Kalisz	94	4,83	Z	3,3	23.02.	6,91	N	2,8	11.08.	5,75
13	Sulejów	93	4,63	W	2,8	08.11.	7,50	E	2,7	17.08.	5,36
14	Włodawa	107	4,64	W	1,3	30.01.	7,05	N	1,7	28.05.	5,49
15	Legnica	84	4,31	N	1,2	29.03.	6,71	S	2,1	25.07.	5,32
16	Śnieżka	160	4,00	Z	9,4	20.06.	4,67	W	5,5	09.03.	4,47
17	Racibórz	100	4,64	E	11,5	14.10.	7,08	W	1,5	20.07.	5,65
18	Katowice	114	4,03	E	4,8	01.10.	7,03	W	1,3	19.11.	5,13
19	Nowy Sącz	107	4,61	N	4,2	04.03.	7,12	W	1,7	11.10.	5,70
20	Sandomierz	89	4,33	W	1,8	23.12.	7,07	W	2,0	25.04.	5,05
21	Kasprowy Wierch	159	3,68	W N	11,2 1,6	23.11. 28.11.	7,87	S	4,0	24.04.	5,13
22	Lesko	125	4,25	N	2,5	11.01.	7,41	W	1,1	23.07.	5,43

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 2020 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	przedział									
I	podwyższony	pH>6,5	25,0%	0,0%	20,0%	15,7%	50,0%	19,3%	0,0% (0)	
II	lekko podwyższony	6,1≤pH≤6,5	37,5%	33,3%	20,0%	43,1%	16,7%	35,2%	8,3% (1)	
III	normalny	5,1≤pH<6,1	37,5%	66,7%	45,0%	37,3%	33,3%	39,8%	66,7% (8)	
IV	lekko obniżony	4,6≤pH<5,1	0,0%	0,0%	15,0%	3,9%	0,0%	5,7%	25,0% (3)	
V	znacznie obniżony	4,1≤pH<4,6	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0% (0)	
VI	silnie obniżony	pH<4,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0% (0)	
		pH < 5,6							22,7%	75,0%
ilość pomiarów			8	3	20	51	6	88	12	
suma opadów (%)			7,4%	15,9%	18,5%	51,3%	6,8%			

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 2020 roku

rodzaj próbek			dobowe						miesięczne	
sektor napływu mas powietrza			N	E	S	W	Z	łącznie	próbki	
klasa		przedział	331° - 060°	061° - 150°	151° - 240°	241° - 330°	zmienny	(N, E, S, W, Z)	uśrednione	
I	podwyższony	pH > 6,5	7,1%	0,0%	29,4%	10,7%	28,6%	15,0%	8,3% (1)	
II	lekko podwyższony	6,1≤pH≤6,5	35,7%	100,0%	23,5%	21,3%	14,3%	25,3%	8,3% (1)	
III	normalny	5,1≤pH<6,1	57,2%	0,0%	41,2%	48,9%	42,8%	47,1%	50,0% (6)	
IV	lekko obniżony	4,6≤pH<5,1	0,0%	0,0%	5,9%	17,0%	14,3%	11,5%	33,4% (4)	
V	znacznie obniżony	4,1≤pH<4,6	0,0%	0,0%	0,0%	2,1%	0,0%	1,1%	0,0% (0)	
VI	silnie obniżony	pH<4,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0% (0)	
		pH < 5,6							36,8%	50,0%
ilość pomiarów			14	2	17	47	7	87	12	
suma opadów (mm)			23,2%	1,1%	18,6%	48,0%	9,1%			

Tabela 4 Skład fizyko-chemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych (wet-only) w 2020 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	-	5,20	5,38	5,60	6,39	5,80	5,37	5,25	5,50	5,05	4,75	5,10	4,88
2	Przewodność	μS/cm	13,0	14,8	13,6	33,8	15,0	11,8	11,6	12,9	8,6	14,0	18,2	17,3
3	Chlorki	mg/l Cl	0,72	1,35	0,64	1,84	0,62	0,94	0,55	0,94	0,15	0,50	1,49	1,12
4	Siarczany	mg/l SO ₄	1,15	1,58	1,24	1,95	1,25	1,30	1,20	1,11	0,97	1,29	1,67	1,42
5	Azot (azotynowy+azotanowy)	mg/l N	0,40	0,20	0,39	1,38	0,58	0,22	0,26	0,29	0,22	0,25	0,35	0,39
6	Azot amonowy	mg/l N	0,49	0,31	0,79	2,73	0,81	0,63	0,65	0,70	0,40	0,39	0,60	0,52
7	Sód	mg/l Na	0,47	0,34	0,24	0,35	0,31	0,01	0,09	0,16	0,00	0,19	0,67	0,34
8	Potas	mg/l K	0,14	0,12	0,42	0,37	0,22	0,09	0,09	0,19	0,10	0,13	0,24	0,26
9	Wapń	mg/l Ca	0,32	0,72	0,28	0,83	0,49	0,50	0,43	0,52	0,23	0,23	0,69	0,61
10	Magnez	mg/l Mg	0,04	0,31	0,07	0,08	0,10	0,05	0,03	0,06	0,02	0,04	0,09	0,04
11	Cynk	mg/l Zn	0,013	0,023	0,018	0,031	0,015*	0,016	0,000	0,040	0,000	0,000	0,023	0,020
12	Miedź	mg/l Cu	0,0105	0,0133	0,0081	0,0167	0,0190*	0,0471	0,0178	0,0141	0,0083	0,0153	0,0388	0,0107
13	Ołów	mg/l Pb	0,0084	0,0002	0,0005	0,0010	0,0014*	0,0022	0,0014	0,0001	0,0001	0,0006	0,0002	0,0007
14	Kadm	mg/l Cd	0,00004	0,00001	0,00002	0,00002	0,00015	0,00005	0,00004	0,00003	0,00000	0,00002	0,00003	0,00005
15	Nikiel	mg/l Ni	0,0011	0,0008	0,0004	0,0014	0,0010*	0,0031	0,0002	0,0010*	0,0003	0,0005	0,0004	0,0000
16	Chrom og.	mg/l Cr	0,00006	0,00000	0,00010	0,00035	0,00008	0,00000	0,00001	0,00020	0,00000	0,00011	0,00012	0,00016
17	Azot ogólny	mg/l N	1,53	1,43	2,98	4,92	2,49	1,10	1,00	1,20	1,15	0,94	1,31	1,04
18	Fosfor ogólny	mg/l P	0,015	0,270	0,011	0,045	0,042	0,016	0,018	0,018	0,023	0,011	0,021	0,014
19	Jon wodorowy	mg/l H ⁺	0,00631	0,00417	0,00251	0,00041	0,00158	0,00427	0,00562	0,00316	0,00891	0,01778	0,00794	0,01318
20	Miesięczna suma opadów	mm	45,0	69,1	29,7	6,3	28,9	83,1	53,8	69,8	60,2	70,7	12,9	22,8

* - wartość szacunkowa

skala wartości od min do max
skala wartości od min do max

dla pH
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 2020 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	0,32	0,93	0,19	0,12	0,18	0,78	0,30	0,66	0,09	0,35	0,19	0,26
2	Siarczany	kg/ha SO ₄	0,52	1,09	0,37	0,12	0,36	1,08	0,65	0,77	0,58	0,91	0,22	0,32
3	Azot (azotynowy+azotanowy)	kg/ha N	0,18	0,14	0,12	0,09	0,17	0,18	0,14	0,20	0,13	0,18	0,05	0,09
4	Azot amonowy	kg/ha N	0,22	0,21	0,23	0,17	0,23	0,52	0,35	0,49	0,24	0,28	0,08	0,12
5	Sód	kg/ha Na	0,21	0,23	0,07	0,02	0,09	0,01	0,05	0,11	0,00	0,13	0,09	0,08
6	Potas	kg/ha K	0,06	0,08	0,12	0,02	0,06	0,07	0,05	0,13	0,06	0,09	0,03	0,06
7	Wapń	kg/ha Ca	0,14	0,50	0,08	0,05	0,14	0,42	0,23	0,36	0,14	0,16	0,09	0,14
8	Magnez	kg/ha Mg	0,02	0,21	0,02	0,01	0,03	0,04	0,02	0,04	0,01	0,03	0,01	0,01
9	Cynk	kg/ha Zn	0,006	0,016	0,005	0,002	0,004*	0,013	0,000	0,028	0,000	0,000	0,003	0,005
10	Miedź	kg/ha Cu	0,0047	0,0092	0,0024	0,0011	0,0055*	0,0391	0,0096	0,0098	0,0050	0,0108	0,0050	0,0024
11	Ołów	kg/ha Pb	0,0038	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004*	0,0018	0,0008	0,0001	0,0001	0,0004	0,0000	0,0002
12	Kadm	kg/ha Cd	0,00002	0,00001	0,00001	0,00000	0,00004	0,00004	0,00002	0,00002	0,00000	0,00001	0,00000	0,00001
13	Nikiel	kg/ha Ni	0,0005	0,0006	0,0001	0,0001	0,0003*	0,0026	0,0001	0,0007*	0,0002	0,0004	0,0001	0,0000
14	Chrom og.	kg/ha Cr	0,00003	0,00000	0,00003	0,00002	0,00002	0,00000	0,00001	0,00014	0,00000	0,00008	0,00002	0,00004
15	Azot ogólny	kg/ha N	0,69	0,99	0,89	0,31	0,72	0,91	0,54	0,84	0,69	0,66	0,17	0,24
16	Fosfor ogólny	kg/ha P	0,007	0,187	0,003	0,003	0,012	0,013	0,010	0,013	0,014	0,008	0,003	0,003
17	Jon wodorowy	kg/ha H ⁺	0,00284	0,00288	0,00075	0,00003	0,00046	0,00355	0,00302	0,00221	0,00536	0,01257	0,00102	0,00301
18	ładunek sumaryczny	kg/ha	1,99098	4,25758	1,75546	0,65746	1,60658*	3,38942	1,84699	2,97110*	1,60169	2,37927	0,80644	1,11464

* - 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 2020 roku ze stacji monitoringowej w Zielonej Górze

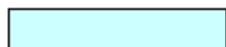
Lp.	Wskaźnik	Jednostka	Miesiąc											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	pH	-	5,00	5,30	4,92	7,02	5,73	6,37	5,63	5,79	4,93	4,92	5,43	5,62
2	Przewodność	μS/cm	14,00	11,90	11,00	58,50	14,50	10,80	10,00	10,80	9,20	10,00	13,90	13,90
3	Chlorki	mg/l Cl	0,69	0,89	0,22	2,57	0,37	0,92	0,25	0,84	0,19	0,35	1,35	1,19
4	Siarczany	mg/l SO ₄	1,19	1,41	1,04	4,75	1,36	1,10	1,12	0,92	1,04	0,91	1,41	1,44
5	Azot (azotynowy+azotanowy)	mg/l N	0,41	0,24	0,31	1,79	0,58	0,30	0,30	0,26	0,16	0,18	0,31	0,34
6	Azot amonowy	mg/l N	0,36	0,30	0,50	3,29	0,80	0,69	0,66	0,54	0,34	0,29	0,56	0,36
7	Sód	mg/l Na	0,40	0,29	0,08	1,45	0,17	0,03	0,04	0,12	0,00	0,19	0,51	0,31
8	Potas	mg/l K	0,19	0,12	0,09	1,28	0,25	0,10	0,11	0,66	0,12	0,22	0,25	0,26
9	Wapń	mg/l Ca	0,35	0,48	0,12	2,27	0,51	0,35	0,33	0,30	0,21	0,16	0,48	0,89
10	Magnez	mg/l Mg	0,06	0,24	0,03	0,28	0,12	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,07
11	Cynk	mg/l Zn	0,042	0,029	0,015	0,013	0,019*	0,033	0,004	0,034	0,000	0,005	0,034	0,021
12	Miedź	mg/l Cu	0,0265	0,0163	0,0095	0,0560	0,0160*	0,0133	0,0102	0,0158	0,0252	0,0079	0,0543	0,0105
13	Ołów	mg/l Pb	0,0047	0,0003	0,0001	0,0007	0,0017*	0,0026	0,0007	0,0019	0,0056	0,0003	0,0002	0,0004
14	Kadm	mg/l Cd	0,00022	0,00004	0,00003	0,00003	0,00024	0,00005	0,00001	0,00001	0,00001	0,00003	0,00005	0,00009
15	Nikiel	mg/l Ni	0,0013	0,0017	0,0003	0,0020	0,0011*	0,0011*	0,0004	0,0011*	0,0011*	0,0005	0,0013	0,0000
16	Chrom og.	mg/l Cr	0,00064	0,00007	0,00016	0,00050	0,00027	0,00000	0,00008	0,00027	0,00000	0,00007	0,00008	0,00020
17	Azot ogólny	mg/l N	1,28	1,47	2,15	1,23**	2,08	1,14	0,97	1,01	0,90	0,81	1,38	0,74
18	Fosfor ogólny	mg/l P	0,012	0,014	0,008	0,025**	0,036	0,013	0,011	0,024	0,046	0,031	0,060	0,038
19	Jon wodorowy	mg/l H ⁺	0,01000	0,00501	0,01202	0,00010	0,00186	0,00043	0,00234	0,00162	0,01175	0,01202	0,00372	0,00240
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			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
** - bd -wartość szacunkowa dla pH dla innych wskaźników			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Tabela 7. Miesięczne wielkości ładunków substancji wnoszonych z opadami atmosferycznymi w 2020 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	0,20	0,83	0,07	0,05	0,19	0,38	0,13	0,57	0,12	0,31	0,16	0,20
2	Siarczany	kg/ha SO ₄	0,34	1,31	0,34	0,10	0,69	0,46	0,59	0,63	0,65	0,80	0,16	0,24
3	Azot (azotynowy+azotanowy)	kg/ha N	0,12	0,22	0,10	0,04	0,30	0,12	0,16	0,18	0,10	0,16	0,04	0,06
4	Azot amonowy	kg/ha N	0,10	0,28	0,16	0,07	0,41	0,29	0,35	0,37	0,21	0,25	0,07	0,06
5	Sód	kg/ha Na	0,12	0,27	0,03	0,03	0,09	0,01	0,02	0,08	0,00	0,17	0,06	0,05
6	Potas	kg/ha K	0,05	0,11	0,03	0,03	0,13	0,04	0,06	0,45	0,08	0,19	0,03	0,04
7	Wapń	kg/ha Ca	0,10	0,45	0,04	0,05	0,26	0,14	0,17	0,20	0,13	0,14	0,06	0,15
8	Magnez	kg/ha Mg	0,02	0,22	0,01	0,01	0,06	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,00	0,01
9	Cynk	kg/ha Zn	0,012	0,027	0,005	0,000	0,010*	0,014	0,002	0,023	0,000	0,004	0,004	0,004
10	Miedź	kg/ha Cu	0,0076	0,0152	0,0031	0,0011	0,0082*	0,0055	0,0053	0,0108	0,0158	0,0069	0,0064	0,0018
11	Ołów	kg/ha Pb	0,0014	0,0003	0,0000	0,0000	0,0009*	0,0011	0,0004	0,0013	0,0035	0,0003	0,0000	0,0001
12	Kadm	kg/ha Cd	0,00006	0,00004	0,00001	0,00000	0,00012	0,00002	0,00001	0,00001	0,00001	0,00003	0,00001	0,00002
13	Nikiel	kg/ha Ni	0,0004	0,0016	0,0001	0,0000	0,0006*	0,0005*	0,0002	0,0007*	0,0007*	0,0004	0,0002	0,0000
14	Chrom og.	kg/ha Cr	0,00018	0,00007	0,00005	0,00001	0,00014	0,00000	0,00004	0,00018	0,00000	0,00006	0,00001	0,00003
15	Azot ogólny	kg/ha N	0,37	1,37	0,69	0,025**	1,06	0,47	0,51	0,69	0,56	0,71	0,16	0,13
16	Fosfor ogólny	kg/ha P	0,003	0,013	0,003	0,0005**	0,018	0,005	0,006	0,016	0,029	0,027	0,007	0,006
17	Jon wodorowy	kg/ha H ⁺	0,00288	0,00466	0,00388	0,00000	0,00095	0,00018	0,00123	0,00110	0,00737	0,01053	0,00044	0,00041
18	ładunek sumaryczny	kg/ha	1,22612	4,61877	1,21936	0,27895*	2,51787*	1,55399*	1,50321	2,69583*	1,61746*	2,38869	0,65212	0,84534
* - wartość szacunkowa			** - bd -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 2020 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	4,88	9734	10,60	21144	0,358	714,1
2	kujawsko-pomorskie	17971	3,41	6128	7,50	13478	0,253	454,7
3	łódzkie	18219	3,98	7251	8,62	15705	0,254	462,8
4	lubelskie	25123	3,81	9572	9,45	23741	0,171	429,6
5	lubuskie	13988	3,17	4434	7,63	10673	0,247	345,5
6	małopolskie	15183	3,79	5754	9,00	13665	0,259	393,2
7	mazowieckie	35559	3,40	12090	8,09	28767	0,214	761,0
8	opolskie	9412	5,29	4979	11,18	10523	0,365	343,5
9	podkarpackie	17846	3,63	6478	9,84	17560	0,281	501,5
10	podlaskie	20187	2,99	6036	8,86	17886	0,246	496,6
11	pomorskie	18323	2,82	5167	6,48	11873	0,383	701,8
12	śląskie	12333	4,79	5908	10,10	12456	0,313	386,0
13	świętokrzyskie	11710	3,39	3970	7,39	8654	0,186	217,8
14	warmińsko-mazurskie	24173	3,15	7614	7,90	19097	0,249	601,9
15	wielkopolskie	29826	4,51	13452	9,57	28543	0,478	1425,7
16	zachodniopomorskie	22905	3,19	7307	8,01	18347	0,308	705,5

- 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	2,13	4249	2,05	4089	3,61	7201
2	kujawsko-pomorskie	17971	3,04	5463	1,71	3073	6,85	12310
3	łódzkie	18219	1,86	3389	1,8	3279	3,67	6686
4	lubelskie	25123	1,52	3819	1,4	3517	4,55	11431
5	lubuskie	13988	1,51	2112	1,41	1972	2,50	3497
6	małopolskie	15183	2,39	3629	2,69	4084	6,19	9398
7	mazowieckie	35559	1,86	6614	1,39	4943	4,55	16179
8	opolskie	9412	2,11	1986	2,30	2165	5,19	4885
9	podkarpackie	17846	1,64	2927	1,46	2606	4,49	8013
10	podlaskie	20187	1,78	3593	1,07	2160	5,35	10800
11	pomorskie	18323	3,90	7146	1,86	3408	3,62	6633
12	śląskie	12333	2,77	3416	3,96	4884	6,85	8448
13	świętokrzyskie	11710	1,38	1616	1,44	1686	3,55	4157
14	warmińsko-mazurskie	24173	2,60	6285	1,42	3433	5,19	12546
15	wielkopolskie	29826	2,71	8083	2,86	8530	3,15	9395
16	zachodniopomorskie	22905	3,16	7238	2,02	4627	3,75	8589

 - 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	0,63	1257	0,232	462,8	0,0616	122,9
2	kujawsko-pomorskie	17971	0,86	1546	0,200	359,4	0,0368	66,1
3	łódzkie	18219	0,55	1002	0,280	510,1	0,0332	60,5
4	lubelskie	25123	0,74	1859	0,209	525,1	0,0224	56,3
5	lubuskie	13988	0,48	671	0,115	160,9	0,0804	112,5
6	małopolskie	15183	1,66	2520	0,348	528,4	0,0331	50,3
7	mazowieckie	35559	0,72	2560	0,260	924,5	0,0265	94,2
8	opolskie	9412	0,75	706	0,296	278,6	0,0464	43,7
9	podkarpackie	17846	0,84	1499	0,344	613,9	0,0361	64,4
10	podlaskie	20187	0,90	1817	0,459	926,6	0,0264	53,3
11	pomorskie	18323	0,67	1228	0,198	362,8	0,0342	62,7
12	śląskie	12333	0,96	1184	0,432	532,8	0,0537	66,2
13	świętokrzyskie	11710	0,70	820	0,215	251,8	0,0258	30,2
14	warmińsko-mazurskie	24173	0,79	1910	0,284	686,5	0,0267	64,5
15	wielkopolskie	29826	0,53	1581	0,228	680,0	0,0446	133,0
16	zachodniopomorskie	22905	0,64	1466	0,144	329,8	0,0618	141,6

 - 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	0,0109	21,74	0,00048	0,957	0,0034	6,78
2	kujawsko-pomorskie	17971	0,003	5,39	0,00024	0,431	0,0025	4,49
3	łódzkie	18219	0,0067	12,21	0,00058	1,057	0,0029	5,28
4	lubelskie	25123	0,0032	8,04	0,00042	1,055	0,0034	8,54
5	lubuskie	13988	0,008	11,19	0,00028	0,392	0,0044	6,15
6	małopolskie	15183	0,0104	15,79	0,00146	2,217	0,0034	5,16
7	mazowieckie	35559	0,0043	15,29	0,00047	1,671	0,0027	9,60
8	opolskie	9412	0,0133	12,52	0,00082	0,772	0,0032	3,01
9	podkarpackie	17846	0,0065	11,60	0,00105	1,874	0,0026	4,64
10	podlaskie	20187	0,0038	7,67	0,00042	0,848	0,0025	5,05
11	pomorskie	18323	0,0030	5,50	0,00028	0,513	0,0029	5,31
12	śląskie	12333	0,0317	39,10	0,00208	2,565	0,0030	3,70
13	świętokrzyskie	11710	0,0056	6,56	0,00065	0,761	0,0022	2,58
14	warmińsko-mazurskie	24173	0,0029	7,01	0,00029	0,701	0,0030	7,25
15	wielkopolskie	29826	0,0042	12,53	0,00029	0,865	0,0026	7,75
16	zachodniopomorskie	22905	0,0054	12,37	0,00024	0,550	0,0029	6,64

 - 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	0,00161	3,192	0,0226	45,08
2	kujawsko-pomorskie	17971	0,00054	0,899	0,0034	6,11
3	łódzkie	18219	0,00127	2,368	0,0087	15,85
4	lubelskie	25123	0,00080	2,01	0,0139	34,92
5	lubuskie	13988	0,00075	1,119	0,0294	41,12
6	małopolskie	15183	0,00124	1,822	0,0103	15,64
7	mazowieckie	35559	0,00106	3,911	0,0104	36,98
8	opolskie	9412	0,00237	2,259	0,0113	10,64
9	podkarpackie	17846	0,00070	1,249	0,0197	35,16
10	podlaskie	20187	0,00094	1,817	0,0041	8,28
11	pomorskie	18323	0,00055	1,099	0,0056	10,26
12	śląskie	12333	0,00340	4,193	0,0119	14,68
13	świętokrzyskie	11710	0,00088	1,054	0,0180	21,08
14	warmińsko-mazurskie	24173	0,00130	3,142	0,0050	12,09
15	wielkopolskie	29826	0,00082	2,386	0,0082	24,46
16	zachodniopomorskie	22905	0,00062	1,374	0,0170	38,94

 - wartość minimalna

 - wartość maksymalna

Tabela 9. Obciążenie powierzchniowe poszczególnych powiatów województwa lubuskiego substancjami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2020 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	gorzowski	Gorzów Wielkopolski	1214,23	6,70	814	4,34	527	1,66	202	1
2	Gorzów Wielkopolski	Gorzów Wielkopolski	85,72	6,95	60	4,34	37	1,66	14	2
3	krośnieński	Krosno Odrzańskie	1391,25	7,17	998	4,35	605	1,88	262	3
4	międzyrzecki	Międzyrzecz	1387,61	6,99	970	4,39	609	1,81	251	4
5	nowosolski	Nowa Sól	770,73	6,84	527	3,65	281	1,80	139	5
6	słubicki	Słubice	999,29	6,83	683	4,60	460	1,77	177	6
7	strzelecko-drezdenecki	Strzelce Krajeńskie	1247,86	7,63	952	5,11	638	1,96	245	7
8	sulęciński	Sulęcín	1177,80	6,78	799	4,32	509	1,71	201	8
9	świebodziński	Świebódzin	936,57	6,76	633	3,96	371	1,74	163	9
10	wschowski	Wschowa	624,20	7,92	494	4,38	273	2,10	131	10
11	Zielona Góra	Zielona Góra	278,32	6,36	177	3,29	92	1,61	45	11
12	zielonogórski	Zielona Góra	1349,75	6,72	907	3,69	498	1,73	234	12
13	żagański	Żagań	1131,82	7,63	864	4,19	474	2,08	235	13
14	żarski	Żary	1392,78	7,72	1075	4,62	643	2,09	291	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	gorzowski	Gorzów Wielkopolski	1214,23	3,00	364	7,42	901	0,265	32,2	1
2	Gorzów Wielkopolski	Gorzów Wielkopolski	85,72	3,13	27	7,62	65	0,274	2,3	2
3	krośnieński	Krosno Odrzańskie	1391,25	3,15	438	7,62	1060	0,232	32,3	3
4	międzyrzecki	Międzyrzecz	1387,61	3,22	447	7,69	1067	0,275	38,2	4
5	nowosolski	Nowa Sól	770,73	3,02	233	7,18	553	0,198	15,3	5
6	słubicki	Słubice	999,29	3,00	300	7,36	735	0,258	25,8	6
7	strzelecko-drezdenecki	Strzelce Krajeńskie	1247,86	3,50	437	8,35	1042	0,323	40,3	7
8	sulęciński	Sulęcín	1177,80	3,01	355	7,40	872	0,263	31,0	8
9	świebodziński	Świebodzin	936,57	2,98	279	7,22	676	0,220	20,6	9
10	wschowski	Wschowa	624,20	3,69	230	8,03	501	0,310	19,4	10
11	Zielona Góra	Zielona Góra	278,32	2,65	74	6,78	189	0,140	3,9	11
12	zielonogórski	Zielona Góra	1349,75	2,89	390	7,09	957	0,183	24,7	12
13	żagański	Żagań	1131,82	3,37	381	8,03	909	0,220	24,9	13
14	żarski	Żary	1392,78	3,38	471	8,17	1138	0,244	34,0	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	gorzowski	Gorzów Wielkopolski	1214,23	1,32	160	1,00	121	2,45	297	1
2	Gorzów Wielkopolski	Gorzów Wielkopolski	85,72	1,12	10	0,87	7	2,44	21	2
3	krośnieński	Krosno Odrzańskie	1391,25	1,53	213	1,44	200	2,57	358	3
4	międzyrzecki	Międzyrzecz	1387,61	1,54	214	1,37	190	2,51	348	4
5	nowosolski	Nowa Sól	770,73	1,26	97	1,43	110	2,18	168	5
6	słubicki	Słubice	999,29	1,67	167	1,31	131	2,65	265	6
7	strzelecko-drezdenecki	Strzelce Krajeńskie	1247,86	1,97	246	1,59	198	2,85	356	7
8	sulęciński	Sulęcín	1177,80	1,41	166	1,14	134	2,47	291	8
9	świebodziński	Świebodzin	936,57	1,36	127	1,36	127	2,29	214	9
10	wschowski	Wschowa	624,20	1,88	117	1,94	121	2,54	159	10
11	Zielona Góra	Zielona Góra	278,32	0,96	27	1,25	35	1,93	54	11
12	zielonogórski	Zielona Góra	1349,75	1,21	163	1,39	188	2,15	290	12
13	żagański	Żagań	1131,82	1,48	168	1,56	177	2,56	290	13
14	żarski	Żary	1392,78	1,70	237	1,62	226	2,80	390	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	gorzowski	Gorzów Wielkopolski	1214,23	0,45	55	0,086	10,4	0,0868	10,5	1
2	Gorzów Wielkopolski	Gorzów Wielkopolski	85,72	0,45	4	0,081	0,7	0,1017	0,9	2
3	krośnieński	Krosno Odrzańskie	1391,25	0,50	70	0,122	17,0	0,0814	11,3	3
4	międzyrzecki	Międzyrzecz	1387,61	0,47	65	0,104	14,4	0,0803	11,1	4
5	nowosolski	Nowa Sól	770,73	0,44	34	0,117	9,0	0,0778	6,0	5
6	słubicki	Słubice	999,29	0,50	50	0,109	10,9	0,0762	7,6	6
7	strzelecko-drezdenecki	Strzelce Krajeńskie	1247,86	0,51	64	0,112	14,0	0,0806	10,1	7
8	sulęciński	Sulęcín	1177,80	0,47	55	0,096	11,3	0,0833	9,8	8
9	świebodziński	Świebodzin	936,57	0,46	43	0,109	10,2	0,0814	7,6	9
10	wschowski	Wschowa	624,20	0,46	29	0,139	8,7	0,0640	4,0	10
11	Zielona Góra	Zielona Góra	278,32	0,43	12	0,107	3,0	0,0874	2,4	11
12	zielonogórski	Zielona Góra	1349,75	0,45	61	0,114	15,4	0,0832	11,2	12
13	żagański	Żagań	1131,82	0,52	59	0,139	15,7	0,0798	9,0	13
14	żarski	Żary	1392,78	0,56	78	0,143	19,9	0,0777	10,8	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	gorzowski	Gorzów Wielkopolski	1214,23	0,0071	0,86	0,00019	0,023	0,0044	0,53	1
2	Gorzów Wielkopolski	Gorzów Wielkopolski	85,72	0,0077	0,07	0,00018	0,002	0,0053	0,05	2
3	krośnieński	Krosno Odrzańskie	1391,25	0,0083	1,15	0,00031	0,043	0,0045	0,63	3
4	międzyrzecki	Międzyrzecz	1387,61	0,0070	0,97	0,00025	0,035	0,0042	0,58	4
5	nowosolski	Nowa Sól	770,73	0,0090	0,69	0,00032	0,025	0,0044	0,34	5
6	ślubicki	Ślubice	999,29	0,0069	0,69	0,00024	0,024	0,0039	0,39	6
7	strzelecko-drezdenecki	Strzelce Krajeńskie	1247,86	0,0073	0,91	0,00023	0,029	0,0041	0,51	7
8	sulęciński	Sulęcín	1177,80	0,0071	0,84	0,00022	0,026	0,0043	0,51	8
9	świebodziński	Świebodzin	936,57	0,0079	0,74	0,00028	0,026	0,0044	0,41	9
10	wschowski	Wschowa	624,20	0,0089	0,56	0,00034	0,021	0,0034	0,21	10
11	Zielona Góra	Zielona Góra	278,32	0,0091	0,25	0,00032	0,009	0,0051	0,14	11
12	zielonogórski	Zielona Góra	1349,75	0,0088	1,19	0,00032	0,043	0,0048	0,65	12
13	żagański	Żagań	1131,82	0,0094	1,06	0,00035	0,040	0,0046	0,52	13
14	żarski	Żary	1392,78	0,0086	1,20	0,00034	0,047	0,0045	0,63	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	gorzowski	Gorzów Wielkopolski	1214,23	0,00044	0,053	0,0334	4,05	1
2	Gorzów Wielkopolski	Gorzów Wielkopolski	85,72	0,00038	0,003	0,0372	0,32	2
3	krośnieński	Krosno Odrzańskie	1391,25	0,00080	0,111	0,0284	3,95	3
4	międzyrzecki	Międzyrzecz	1387,61	0,00065	0,090	0,0288	3,99	4
5	nowosolski	Nowa Sól	770,73	0,00087	0,067	0,0287	2,22	5
6	słubicki	Słubice	999,29	0,00062	0,062	0,0273	2,73	6
7	strzelecko-drezdenecki	Strzelce Krajeńskie	1247,86	0,00064	0,080	0,0295	3,68	7
8	sulęciński	Sulęcín	1177,80	0,00054	0,064	0,0311	3,67	8
9	świebodziński	Świebodzin	936,57	0,00075	0,070	0,0294	2,75	9
10	wschowski	Wschowa	624,20	0,00103	0,064	0,0221	1,38	10
11	Zielona Góra	Zielona Góra	278,32	0,00079	0,022	0,0331	0,92	11
12	zielonogórski	Zielona Góra	1349,75	0,00082	0,111	0,0306	4,12	12
13	żagański	Żagań	1131,82	0,00101	0,114	0,0299	3,38	13
14	żarski	Żary	1392,78	0,00097	0,135	0,0285	3,97	14

Tabela 10. Roczne obciążenie powierzchniowe obszaru województwa lubuskiego zanieczyszczeniami wniesionymi przez opady atmosferyczne w latach 1999-2020 [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