

Informacje na temat przekroczeń poziomu dopuszczalnego dwutlenku siarki w powietrzu oraz pałapu stężenia ekspozycji wraz z podaniem zakresu naruszeń

1. Wielkości poziomów dwutlenku siarki w powietrzu w 2021 roku oraz okresu pięciu lat poprzedzających ten rok, wraz z podaniem zakresu przekroczeń poziomów dopuszczalnych tej substancji.

1.1. Strefa mazowiecka

1.1.1. Poziomy stężenie dwutlenku siarki w strefie mazowieckiej w 2021 r.

W 2021 roku na żadnej z 4 stacji w strefie mazowieckiej nie odnotowano przekroczenia poziomu dopuszczalnego jednogodzinnego dwutlenku siarki, najwyższe 25 maksimum stężeń jednogodzinnych wyniosło $334 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji w Białej, a liczba godzin ze stężeniem większym niż $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wyniosła 18 godzin, przy dopuszczalnej liczbie takich przekroczeń wynoszącej 24. Natomiast wystąpiło przekroczenie dopuszczalnej liczby dni, wynoszącej 3 dni, stężeń dobowych dwutlenku siarki przekraczających $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji w Białej (wystąpiły 4 dni z przekroczeniem). Na tej stacji zanotowano najwyższe 4 maksimum stężeń średniodobowego SO_2 ($141 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Na pozostałych trzech stacjach w strefie mazowieckiej stężenia dwutlenku siarki były bardzo niskie i nigdzie nie wystąpiło przekroczenie ani jednogodzinnego, ani średniodobowego stężenia tego zanieczyszczenia.

Główny Inspektor Ochrony Środowiska, na podstawie wyników klasyfikacji stref w województwie mazowieckim, wykonywanych dla potrzeb rocznej oceny jakości powietrza za 2021 rok, zakwalifikował strefę mazowiecką do klasy C, a strefę miasto Płock do klasy A ze względu na ochronę zdrowia ludności. Analizy serii pomiarowych oraz statystyk przeprowadzone przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska wykazały, iż poziomy stężenie dwutlenku siarki w strefie mazowieckiej były na niskim poziomie, poza wyżej wymienionymi incydentami na stacji w Białej.

Przekroczenia stężeń dwutlenku siarki mogą mieć związek z chwilowymi wysokimi emisjami z instalacji przemysłowych zlokalizowanych w północno-zachodniej części miasta Płock¹.

¹ Roczna Ocena Jakości Powietrza w województwie mazowieckim, raport wojewódzki za rok 2021, GIOŚ

Tabela 1 Poziomy stężen dwutlenku siarki [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] w strefie mazowieckiej w 2021 roku.

Lp.	Kod stacji	Lokalizacja	SO ₂ 1h S ₂₅ max [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinne	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	SO ₂ 24h S ₄ max [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinne	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1.	MzBelsIGFPAN	Osiedle PAN 1, Belsk Duży	13	Brak przekroczenia	0	6	Brak przekroczenia	0
2.	MzBiałaKmicicMOB	ul. A. Kmicica 33, Biała	334	Brak przekroczenia	18	141	Wystąpiło przekroczenie o 1 dzień	4
3.	MzGutyDuCzer	Guty Duże 4, Czerwonka	12	Brak przekroczenia	0	9	Brak przekroczenia	0
4.	MzOtwoBrzozo	ul. Brzozowa 2, Otwock	53	Brak przekroczenia	0	19	Brak przekroczenia	0

1.1.2. Poziomy stężen dwutlenku siarki w strefie mazowieckiej w latach 2016–2020.

Wyniki pomiarów wskazują, że w latach 2016-2020 na terenie strefy mazowieckiej, standard jakości powietrza wyrażony poziomem dopuszczalnym stężen jednogodzinnych i średniodobowych dwutlenku siarki nie był przekraczany, na żadnej ze stacji pomiarowych. We wszystkich latach, na wszystkich stacjach na których mierzona była wielkość stężenia SO₂ w powietrzu, stężenie to było bardzo niskie. Jedynie od 2019 r., kiedy rozpoczęto pomiary na stacji w Białej zaczęto notować wysokie stężenia dwutlenku siarki w strefie mazowieckiej, ale nie przekraczające odpowiednich poziomów dopuszczalnych. Na tej stacji najwyższe stężenie średniodobowe SO₂ zanotowano w 2020 r. (330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 23 godziny z przekroczeniami przy dopuszczalnych 24), natomiast w 2019 r. zanotowano na tej stacji najwyższe stężenie średniodobowe (116 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 3 doby z przekroczeniami przy dopuszczalnych 4).

Tabela 2 Poziomy stężen dwutlenku siarki w strefie mazowieckiej w 2016 roku.

Lp.	Nazwa stacji	Kod krajowy stacji	SO ₂ 1h S ₂₅ max [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinne	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	SO ₂ 24h S ₄ max [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinne	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN	17	Brak przekroczenia	0	11	Brak przekroczenia	0
2.	Granica, Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	16	Brak przekroczenia	0	10	Brak przekroczenia	0
3.	Guty Duże, Guty Duże 4	MzGutyDuCzer	14	Brak przekroczenia	0	8	Brak przekroczenia	0
4.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn	18	Brak przekroczenia	0	11	Brak przekroczenia	0
5.	Otwock, ul. Brzozowa 2	MzOtwoBrzozo	82	Brak przekroczenia	0	30	Brak przekroczenia	0

Lp.	Nazwa stacji	Kod krajowy stacji	SO ₂ 1h S ₂₅ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinne	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [µg/m ³]	SO ₂ 24h S ₄ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinne	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [µg/m ³]
6.	Piastów, ul. Pułaskiego 6/8	MzPiasPulask	26	Brak przekroczenia	0	13	Brak przekroczenia	0
7.	Siedlce, ul. Konarskiego 11	MzSiedKonars	15	Brak przekroczenia	0	9	Brak przekroczenia	0

Tabela 3 Poziomy stężenie dwutlenku siarki w strefie mazowieckiej w 2017 roku.

Lp.	Nazwa stacji	Kod krajowy stacji	SO ₂ 1h S ₂₅ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinne	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [µg/m ³]	SO ₂ 24h S ₄ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinne	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [µg/m ³]
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN	27	Brak przekroczenia	0	15	Brak przekroczenia	0
2.	Granica, Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	18	Brak przekroczenia	0	10	Brak przekroczenia	0
3.	Guty Duże, Guty Duże 4	MzGutyDuCzer	9	Brak przekroczenia	0	6	Brak przekroczenia	0
4.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn	25	Brak przekroczenia	0	15	Brak przekroczenia	0
5.	Otwock, ul. Brzozowa 2	MzOtwoBrzozo	72	Brak przekroczenia	0	36	Brak przekroczenia	0
6.	Piastów, ul. Pułaskiego 6/8	MzPiasPulask	29	Brak przekroczenia	0	21	Brak przekroczenia	0

Tabela 4 Poziomy stężenie dwutlenku siarki w strefie mazowieckiej w 2018 roku.

Lp.	Nazwa stacji	Kod krajowy stacji	SO ₂ 1h S ₂₅ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinne	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [µg/m ³]	SO ₂ 24h S ₄ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinne	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [µg/m ³]
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN	16	Brak przekroczenia	0	9	Brak przekroczenia	0
2.	Granica, Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	10	Brak przekroczenia	0	6	Brak przekroczenia	0
3.	Guty Duże, Guty Duże 4	MzGutyDuCzer	10	Brak przekroczenia	0	5	Brak przekroczenia	0
4.	Konstancin- Jeziorna, Wierzejewskiego 12	MzKonJezMos	20	Brak przekroczenia	0	9	Brak przekroczenia	0

Lp.	Nazwa stacji	Kod krajowy stacji	SO ₂ 1h S ₂₅ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinne	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [µg/m ³]	SO ₂ 24h S ₄ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinne	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [µg/m ³]
5.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn	21	Brak przekroczenia	0	14	Brak przekroczenia	0
6.	Otwock, ul. Brzozowa 2	MzOtwoBrzozo	27	Brak przekroczenia	0	14	Brak przekroczenia	0
7.	Piastów, ul. Pułaskiego 6/8	MzPiasPulask	26	Brak przekroczenia	0	14	Brak przekroczenia	0

Tabela 5 Poziomy stężenie dwutlenku siarki w strefie mazowieckiej w 2019 roku.

Lp.	Nazwa stacji	Kod krajowy stacji	SO ₂ 1h S ₂₅ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinne	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [µg/m ³]	SO ₂ 24h S ₄ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinne	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [µg/m ³]
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN	11	Brak przekroczenia	0	7	Brak przekroczenia	0
2.	Biała, ul. A. Kmicica 33	MzBiałaKmicicMOB	271	Brak przekroczenia	3	116	Brak przekroczenia	3
3.	Granica, Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	12	Brak przekroczenia	0	8	Brak przekroczenia	0
4.	Guty Duże, Guty Duże 4	MzGutyDuCzer	11	Brak przekroczenia	0	6	Brak przekroczenia	0
5.	Konstancin- Jeziorna, Wierzejewskiego o 12	MzKonJezMos	13	Brak przekroczenia	0	8	Brak przekroczenia	0
6.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn	15	Brak przekroczenia	0	11	Brak przekroczenia	0
7.	Otwock, ul. Brzozowa 2	MzOtwoBrzozo	30	Brak przekroczenia	0	15	Brak przekroczenia	0

Tabela 6 Poziomy stężenie dwutlenku siarki w strefie mazowieckiej w 2020 roku.

Lp.	Nazwa stacji	Kod krajowy stacji	SO ₂ 1h S ₂₅ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinne	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [µg/m ³]	SO ₂ 24h S ₄ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinne	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [µg/m ³]
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN	11	Brak przekroczenia	0	6	Brak przekroczenia	0
2.	Biała, ul. A. Kmicica 33	MzBiałaKmicicMOB	330	Brak przekroczenia	23	101	Brak przekroczenia	0

Lp.	Nazwa stacji	Kod krajowy stacji	SO ₂ 1h S ₂₅ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinnego	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [µg/m ³]	SO ₂ 24h S ₄ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinnego	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [µg/m ³]
3.	Guty Duże, Guty Duże 4	MzGutyDuCzer	9	Brak przekroczenia	0	6	Brak przekroczenia	0
4.	Otwock, ul. Brzozowa 2	MzOtwoBrzozo	37	Brak przekroczenia	0	13	Brak przekroczenia	0

1.2. Poziomy stężenie dwutlenku siarki w strefie miasto Płock w latach 2016-2021.

W latach 2016-2021 na żadnej z dwóch stacji pomiarowych w strefie miasto Płock nie wystąpiło przekroczenie poziomu dopuszczalnego stężenia jednogodzinnego i średniodobowego dwutlenku siarki. Natomiast w stosunku do wielkości stężeń SO₂ notowanych w strefie mazowieckiej poza tymi na stacji w Białej, stężenia dwutlenku siarki w Płocku są podwyższone. Przy czym na stacji na ul. Królowej Jadwigi w omawianym okresie stężenia dwutlenku siarki były wyższe niż na ul. Reja.

Tabela 7 Poziomy stężenie dwutlenku siarki w strefie miasto Płock w 2016 roku.

Lp.	Nazwa stacji	Kod krajowy stacji	SO ₂ 1h S ₂₅ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinnego	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [µg/m ³]	SO ₂ 24h S ₄ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinnego	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [µg/m ³]
1.	Płock, ul. Królowej Jadwigi 4	MzPlocKroJad	107	Brak przekroczenia	0	36	Brak przekroczenia	0
2.	Płock, ul. Reja 28	MzPlocMiReja	52	Brak przekroczenia	0	16	Brak przekroczenia	0

Tabela 8 Poziomy stężenie dwutlenku siarki w strefie miasto Płock w 2017 roku.

Lp.	Nazwa stacji	Kod krajowy stacji	SO ₂ 1h S ₂₅ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinnego	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [µg/m ³]	SO ₂ 24h S ₄ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinnego	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [µg/m ³]
1.	Płock, ul. Królowej Jadwigi 4	MzPlocKroJad	71	Brak przekroczenia	0	24	Brak przekroczenia	0
2.	Płock, ul. Reja 28	MzPlocMiReja	38	Brak przekroczenia	0	17	Brak przekroczenia	0

Tabela 9 Poziomy stężenie dwutlenku siarki w strefie miasto Płock w 2018 roku.

Lp.	Nazwa stacji	Kod krajowy stacji	SO ₂ 1h S ₂₅ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinnego	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [µg/m ³]	SO ₂ 24h S ₄ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinnego	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [µg/m ³]
1.	Płock, ul. Królowej Jadwigi 4	MzPlocKroJad	121	Brak przekroczenia	1	60	Brak przekroczenia	0
2.	Płock, ul. Reja 28	MzPlocMiReja	52	Brak przekroczenia	0	18	Brak przekroczenia	0

Tabela 10 Poziomy stężenie dwutlenku siarki w strefie miasto Płock w 2019 roku.

Lp.	Nazwa stacji	Kod krajowy stacji	SO ₂ 1h S ₂₅ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinnego	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [µg/m ³]	SO ₂ 24h S ₄ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinnego	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [µg/m ³]
1.	Płock, ul. Królowej Jadwigi 4	MzPlocKroJad	95	Brak przekroczenia	0	36	Brak przekroczenia	0
2.	Płock, ul. Reja 28	MzPlocMiReja	69	Brak przekroczenia	0	19	Brak przekroczenia	0

Tabela 11 Poziomy stężenie dwutlenku siarki w strefie miasto Płock w 2020 roku.

Lp.	Nazwa stacji	Kod krajowy stacji	SO ₂ 1h S ₂₅ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinnego	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [µg/m ³]	SO ₂ 24h S ₄ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinnego	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [µg/m ³]
1.	Płock, ul. Królowej Jadwigi 4	MzPlocKroJad	77	Brak przekroczenia	0	29	Brak przekroczenia	0
2.	Płock, ul. Reja 28	MzPlocMiReja	45	Brak przekroczenia	0	15	Brak przekroczenia	0

Tabela 12 Poziomy stężenie dwutlenku siarki w strefie miasto Płock w 2021 roku.

Lp.	Nazwa stacji	Kod krajowy stacji	SO ₂ 1h S ₂₅ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinnego	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [µg/m ³]	SO ₂ 24h S ₄ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinnego	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [µg/m ³]
1.	Płock, ul. Królowej Jadwigi	MzPlocKroJad	90	Brak przekroczenia	0	33	Brak przekroczenia	0

Lp.	Nazwa stacji	Kod krajowy stacji	SO ₂ 1h S ₂₅ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinne	Liczba godzin ze stężeniem większym niż 350 [µg/m ³]	SO ₂ 24h S ₄ max [µg/m ³]	Wystąpienie przekroczenia poziomu dopuszczalnego 24-godzinne	Liczba dni ze stężeniem większym niż 125 [µg/m ³]
2.	Płock, ul. Reja 28	MzPlocMiReja	71	Brak przekroczenia	0	19	Brak przekroczenia	0

2. Metody stosowane przy ocenie poziomów substancji w powietrzu.

Do oceny rocznej jakości powietrza za 2021 rok w strefach województwa mazowieckiego² wykorzystano następujące metody:

- codzienne pomiary manualne prowadzone w stałych punktach (dla pyłu zawieszonego PM₁₀ i PM_{2,5}),
- pomiary manualne prowadzone codziennie w stałych punktach i oznaczenia wykonywane w próbach łączonych (dla substancji oznaczanych w pyłe PM₁₀: ołowiu (Pb), arsenu (As), kadmu (Cd), niklu (Ni), benzo(a)pirenu (B(a)P),
- pomiary automatyczne, ciągłe w stałych punktach (dla substancji: dwutlenku siarki (SO₂), ditlenku azotu (NO₂), tlenków azotu (NO_x), tlenku węgla (CO), benzenu (C₆H₆), ozonu (O₃), pyłów zawieszonych PM₁₀ i PM_{2,5}),
- obliczenia stężeń substancji przy powierzchni ziemi modelem jakości powietrza GEM-AQ dla: pyłów zawieszonych PM₁₀ i PM_{2,5}, dwutlenku siarki (SO₂), ditlenku azotu (NO₂), tlenków azotu (NO_x), ozonu (O₃), B(a)P w pyłe PM₁₀ wykonane przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, obiektywne szacowanie – wykorzystane na potrzeby określenia przestrzennego rozkładu stężenia wybranych zanieczyszczeń na obszarze strefy w roku 2021.

W sytuacjach wystąpienia przekroczeń wartości kryterialnej określonej dla danej substancji, metody wykorzystano również do oszacowania granic przestrzennego zasięgu tych przekroczeń.

W celu pokazania rozprzestrzeniania się dwutlenku siarki w powietrzu wykorzystano modelowanie wykonane przez IOŚ-PIB opisane w Rocznej ocenie jakości powietrza w województwie mazowieckim za 2021 rok. Do obliczenia stężeń SO₂ Instytut Ochrony Środowiska wykorzystał model GEM-AQ, który został opracowany na bazie numerycznego modelu prognoz pogody GEM (Global Environmental Multiscale), rozwijanego i eksploatowanego przez Kanadyjskie Centrum Meteorologiczne. W ramach projektu MAQNet model meteorologiczny został rozbudowany przez wprowadzenie kompleksowego modułu chemii troposfery. GEM_AQ (Global Environmental Multiscale – Air Quality) jest globalnym modelem chemii troposfery, który pozwala na jednoczesne i spójne (on-line) modelowanie procesów dynamicznych, fizycznych i chemicznych w atmosferze. Obliczenie trójwymiarowych pól stężeń jest osiągnięte poprzez rozwiązanie układu równań zachowania masy dla każdej z modelowanych substancji chemicznych. Integralną częścią modelu jest moduł aerozolowy, który pozwala na symulacje przemian fizyko-chemicznych aerozolu atmosferycznego oraz jego interakcje ze związkami chemicznymi fazy gazowej. Procesy aerozolowe reprezentowane są poprzez parametryzację nukleacji, koagulacji, procesów wewnątrz chmurowych, z uwzględnieniem chemii fazy ciekłej dla związków siarki i wymywania wewnątrz chmury, jak również sedymentacji oraz suchej i mokrej depozycji. Procesy transportu uwzględniają adwekcję, dyfuzję turbulencyjną oraz głęboką konwekcję. Obliczenia modelem GEM-AQ oraz przeprowadzone analizy na potrzeby wsparcia rocznej oceny jakości powietrza w strefie mazowieckiej były wykonywane. Obliczenia modelem GEM-AQ oraz przeprowadzone analizy na potrzeby wsparcia rocznej oceny jakości powietrza w Polsce były wykonywane w dwóch etapach na siatce globalnej o zmiennej rozdzielczości, przy czym rozdzielczość nad Polską z szerokim marginesem wynosiła 2,5 km (0,025 stopnia), zaś rozdzielczość zastosowana dla 30 aglomeracji i miast > 100 tys. mieszkańców wyniosła 0,5 km (0,005 stopnia). Na potrzeby analizy, IOŚ wykorzystał globalne pola meteorologiczne w postaci analiz obiektywnych z roku 2020, stanowiące warunek początkowy domeny globalnej, pobrane z Kanadyjskiego Centrum Meteorologicznego. Modelowanie na potrzeby rocznej oceny jakości powietrza w Polsce w 2021 roku wykonano z wykorzystaniem Centralnej Bazy Emisyjnej dla Polski

² Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Departament Monitoringu Środowiska, Roczna Ocena Jakości Powietrza w województwie Mazowieckim, Raport Wojewódzki za rok 2021, Warszawa, kwiecień 2022

przygotowanej przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami IOŚ-PIB dla roku bazowego 2020.

W odniesieniu do emisji antropogenicznej, dla obszaru Europy poza Polską wykorzystano dane raportowane przez kraje członkowskie w ramach Konwencji LRTAP, w rozdzielczości $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ (ok. 10 km) dla roku 2019. Szacowanie niepewności dla analizowanego zanieczyszczenia wykonano zgodnie z zapisami dyrektywy unijnej CAFE (2008/50/WE) oraz zapisami rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 11 grudnia 2020 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz.U. poz. 2279).

Wyniki uzyskane bezpośrednio z modelowania zostały poddane dalszej reanalizie. Celem wprowadzenia informacji ze stacji pomiarowych do wyników modelowania na potrzeby oceny jakości powietrza zastosowano metodę interpolacji optymalnej (ang. Optimal Interpolation – OI). Estymacja statystyk błędów została wykonana metodą Hollingswotha-Lonnberga (H-L) w oparciu o wyniki oceny dla roku 2021. Asymilacja danych pomiarowych naziemnych została przeprowadzona dla roku 2021. Asymilację przeprowadzono na podstawie pomiarów ze stacji Państwowego Monitoringu Środowiska. Na podstawie reanaliz pól stężeń uzyskanych po wykonaniu procedury asymilacji danych pomiarowych obliczono docelowe pola rozkładu parametrów statystycznych opisujących narażenie na określone poziomy substancji w powietrzu w 2021 r. Zastosowanie asymilacji poprawiło przestrzenne odwzorowanie rozkładu wartości parametrów statystycznych obliczonych na podstawie wyników modelowania i uzyskanych w ramach pomiarów.

Metody stosowane przy ocenie poziomów substancji w powietrzu w Programie ochrony powietrza za 2021 r.

Podstawą do przygotowania Programu są rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2019 r. w sprawie programów ochrony powietrza oraz planów działań krótkoterminowych (Dz. U. poz. 1159) oraz rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 15 lutego 2023 r. w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza (Dz.U. poz. 350). Powyższe rozporządzenia narzucają wymogi odnośnie analiz dotyczących udziałów źródeł emisji w stężeniach substancji w obszarach przekroczeń poziomów dopuszczalnych i docelowych.

Obszar przekroczeń dwutlenku siarki został określony w rocznej ocenie jakości powietrza za 2021 r. Dla obszaru przekroczeń udział poszczególnych źródeł zanieczyszczeń w stężeniach określa się wg załącznika 8 do rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 15 lutego 2023 r. w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza (Dz.U. poz. 350), w podziale na:

- szacunkowy poziom tła regionalnego stężeń substancji w powietrzu ogółem, w podziale na źródła krajowe, transgraniczne, naturalne oraz inne,
- szacunkowy podział dla przyrostu tła miejskiego stężeń substancji w powietrzu ogółem, w podziale na transport drogowy, przemysł oraz produkcję ciepła i energii elektrycznej, usługi, rzemiosło, rolnictwo, sektor handlowy i mieszkaniowy, żeglugę, terenowe maszyny jezdne, źródła naturalne, transgraniczne oraz inne,
- szacunkowy podział dla przyrostu lokalnego stężeń substancji w powietrzu ogółem, w podziale na transport drogowy, przemysł oraz produkcję ciepła i energii elektrycznej, usługi, rzemiosło, rolnictwo, sektor handlowy i mieszkaniowy, żeglugę, terenowe maszyny jezdne, źródła naturalne, transgraniczne oraz inne.

W celu wyznaczenia w obszarze przekroczeń poziomu dopuszczalnego określonego dla dwutlenku siarki udziałów szacunkowego poziomu tła regionalnego, przyrostu tła miejskiego oraz przyrostu lokalnego stężeń substancji w powietrzu niezbędne było wykonanie szczegółowych analiz. Zastosowana w analizie metodyka opierała się o modelowanie matematyczne wykonane wyłącznie w obszarze z przekroczonym poziomem normatywnym. W tym celu w oparciu o dane dostarczone przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska wybrano punkt zlokalizowany w ww. obszarze, w którym w ocenie rocznej oszacowano najwyższe stężenie (punkt recepcyjny z modelowania w skali województwa lub punkty pomiarowe). Wybór punktów wynika z rozporządzenia Ministra

Środowiska z dnia 14 czerwca 2019 r. w sprawie w sprawie programów ochrony powietrza oraz planów działań krótkoterminowych.

W Programie ochrony powietrza dla strefy mazowieckiej w celu wyznaczenia w obszarze przekroczeń poziomu dopuszczalnego SO₂ szacunkowego poziomu tła regionalnego, przyrostu tła miejskiego oraz przyrostu lokalnego stężeń substancji w powietrzu zastosowano metodykę w pełni spełniającą założone cele – tzn. umożliwiającą zarówno pokazanie stężeń substancji w powietrzu w strefie jak i ocenę udziału źródeł oraz możliwą do skorelowania z przekazanymi przez GIOŚ wynikami oceny jakości powietrza za 2021 rok. Wykorzystano dwa modele – model CAMx do obliczeń w skali krajowej oraz model CALPUFF do obliczeń w skali lokalnej. Modelowanie wykonano w następujący sposób:

- modelowanie tła zanieczyszczeń modelem fotochemicznym (CAMx) z włączonym modułem PSAT w podziale na źródła i z uwzględnieniem wpływu emisji z poszczególnych województw z całej Polski oraz napływu transgranicznego;
- modelowanie (modelem CALPUFF) stężeń zanieczyszczeń w gminie w której w ocenie wskazano przekroczenia poziomu dopuszczalnego z uwzględnieniem podziału na źródła w obrębie obszaru przekroczeń (emisja lokalna) oraz poza nim - tło miejskie.

Odrębnie wyznaczono wielkość napływu SO₂ z obszaru innych stref/województw oraz napływów transgranicznych. Do modelowania wykorzystano dane z bazy emisji EMEP oraz dane emisyjne przekazane przez GIOŚ. Ze względu na to, że baza danych o emisyjności budynków nadal jest uzupełniana i sprawdzana nie wykorzystano jej do weryfikacji bazy emisji powierzchniowej. Wykonane modelowanie pozwala na wyznaczenie udziału w stężeniach dwutlenku siarki oddzielnie dla:

- emisji powierzchniowej z zabudowy,
- emisji powierzchniowej z rolnictwa, źródeł naturalnych i emisję niezorganizowaną,
- emisji liniowej,
- emisji punktowej,
- napływu z obszaru województwa,
- napływu z obszaru innych województw,
- napływu transgranicznego.

Na podstawie ww. wyników modelowania możliwe było określenie udziałów poszczególnych grup źródeł w stężeniach zanieczyszczeń zgodnie z podziałem podanym w §3 ust.2 e-g rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2019 r. w sprawie programów ochrony powietrza oraz planów działań krótkoterminowych. Udziały zostały określone w obszarze przekroczeń w receptorze z najwyższym stężeniem zlokalizowanym w obszarze przekroczeń.

Model CAMx³

Model CAMx jest nowoczesnym eulerowskim, fotochemicznym modelem dyspersji przeznaczonym do kompleksowej („one-atmosphere”) oceny jakości powietrza w zakresie zanieczyszczeń gazowych i pyłu (ozon, PM10, PM2,5, zanieczyszczenia gazowe, gazy trujące, rtęć). Model opracowany został przez firmę ENVIRON International Corporation (USA). Model CAMx wykonuje obliczenia w siatce trójwymiarowej. Jest to model wieloskalowy, od obszarów podmiejskich do kontynentalnych, prowadzący obliczenia w odwzorowaniu geograficznym, UTM lub Lambert Conic Conformal. Przyjmuje dane meteorologiczne z wielu modeli meteorologicznych, takich jak MM5, WRF, RAMS. Model uwzględnia depozycję suchą i mokrą oraz przemiany chemiczne.

Model CALPUFF⁴

CALPUFF jest zaawansowanym gaussowskim modelem obłoku. Odznacza się dużą wrażliwością na przestrzenne charakterystyki środowiska oraz zmienność pola

³ User's Guide COMPREHENSIVE AIR QUALITY MODEL WITH EXTENSIONS Version 6.50, Ramboll Environment and Health, Novato, California, 2018

⁴ Scire, J. S., D. G. Strimaitis and R. J. Yamartino, A user's guide for the CALPUFF dispersion model. Earth Tech, Concord, MA., 2000

meteorologicznego. Posiada wbudowane moduły umożliwiające m.in. uwzględnienie transportu zanieczyszczeń nad obszarami wodnymi oraz wpływu dużych zbiorników wodnych (morza), omywania budynków, suchej i mokrej depozycji, prostych, liniowych przemian chemicznych związków azotu i siarki w obecności ozonu i amoniaku, rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w złożonym terenie oraz uwzględniania warunków brzegowych.

Model CALPUFF przyjmuje informacje o emisji ze źródeł:

- punktowych,
- powierzchniowych,
- objętościowych,
- wypornościowych powierzchniowych i liniowych (np. pożary lasów).

Dla wszystkich typów źródeł użytkownik może zastosować współczynniki zmienności czasowej emisji (miesięczne, dobowe, sezonowe i godzinne, zależne od temperatury, zależne od prędkości wiatru i klasy równowagi atmosfery).

Dla niektórych typów źródeł, model dopuszcza również przygotowanie informacji emisyjnej w postaci szeregów czasowych cogodzinnych.

Model CALPUFF pozwala na przeprowadzanie obliczeń osobno dla każdego rodzaju typu emisji tzn. dla emisji liniowej, powierzchniowej i punktowej lub dla różnych źródeł, a następnie sumowanie wyników z poszczególnych przebiegów. Stężenia substancji obliczane są w regularnej siatce analogicznej do pola meteorologicznego lub w receptorach zdefiniowanych przez użytkownika. W modelu CALMET/CALPUFF na każdym etapie przetwarzania wykorzystywane są czasowe serie cogodzinne obliczane dla każdego pola siatki lub danego receptora. Oznacza to, że w każdym polu siatki (receptorze) określone są cogodzinne szeregi czasowe parametrów meteorologicznych i stężeń zanieczyszczeń. Szeregi te są następnie zapisywane do plików wyjściowych i mogą być wielokrotnie przetwarzane przy użyciu specjalnego postprocesora CALPOST lub wielofunkcyjnego programu przygotowanego w firmie BSiPP „Ekometria”, ułatwiającego wyznaczenie wszystkich niezbędnych charakterystyk.

Zdolność uwzględniania czasowej i przestrzennej zmienności pól meteorologicznych decyduje o zasięgu modelu określanym od kilkudziesięciu metrów do kilkuset kilometrów odległości źródło – receptor.

Podobnie jak w przypadku innych modeli rekomendowanych przez EPA, dokładność modelu jest obwarowana wieloma zastrzeżeniami i jest szacowana na 70-80% dla wartości średniorocznych substancji (błąd oszacowania definiowany, jako maksymalne odchylenie mierzonych i obliczanych poziomów substancji wynosi 20%-30%), czyli spełnia wymagania określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 11 grudnia 2020 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz.U. poz. 2279). Dokładność modelowania zależy przede wszystkim od jakości dostarczanych danych wejściowych o emisji, meteorologii i szczegółowości informacji o terenie oraz od wdrożenia systemów zapewnienia jakości pomiarów, z których wynikami porównywane są rezultaty obliczeń.

3. Wykaz substancji w powietrzu, ze względu na które konieczne było opracowanie programu.

Opracowanie programu ochrony powietrza w strefie mazowieckiej było konieczne ze względu na dwutlenek siarki (SO₂).

3.1. Poziomy kryteria jakości powietrza ustanowione ze względu na ochronę zdrowia ludności.

W tabeli poniżej przedstawiono dopuszczalne poziomy stężenia dwutlenku siarki, dla którego opracowano Program, wyróżnione ze względu na ochronę zdrowia ludzi – do osiągnięcia i utrzymania w strefie mazowieckiej, a także dopuszczalną częstość ich przekraczania oraz terminy osiągnięcia, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r., poz. 845).

Zgodnie z definicją zamieszczoną w ustawie Prawo ochrony środowiska, poziom dopuszczalny jest to poziom substancji, który ma być osiągnięty w określonym terminie i który po tym terminie nie powinien być przekraczany. Poziom dopuszczalny jest standardem jakości powietrza.

Tabela 13 Poziomy dopuszczalne dwutlenku siarki w powietrzu, termin osiągnięcia oraz dopuszczalne częstości przekraczania⁵.

Substancja	Okres uśredniania	Dopuszczalna liczba przekroczeń	Jednostka	Stężenie	Termin osiągnięcia
SO ₂	1h	24	[µg/m ³]	350	2005
SO ₂	24h	3	[µg/m ³]	125	2005

3.2. Źródła pochodzenia dwutlenku siarki i jego wpływ na zdrowie.⁶

Dwutlenek siarki (SO₂) to nieorganiczny związek chemiczny z grupy tlenków siarki. W warunkach normalnych jest to bezbarwny gaz o ostrym, gryzącym i duszącym zapachu, silnie drażniący drogi oddechowe. Jest cięższy od powietrza, charakteryzuje się ograniczoną rozpuszczalnością w wodzie.

SO₂ jest emitowany ze źródeł naturalnych i antropogenicznych. Źródłami naturalnymi są:

- wybuchy wulkanów,
- procesy rozkładu materii organicznej,
- pożary lasów i łąk,
- erozja gleb.

Źródłami antropogenicznymi są m. in.:

- spalanie paliw kopalnych (energetyka, ogrzewanie indywidualne), w trakcie którego utleniana jest siarka zawarta w tych paliwach, która dostaje się do atmosfery wraz ze spalinami,
- produkcja siarczynów,
- przemysł tekstylny i papierniczy (do bielenia, dezynfekcji),
- produkt pośredni podczas produkcji kwasu siarkowego,
- przemysł rafineryjny i petrochemiczny.

Pod wpływem tlenu i obecnych w atmosferze katalizatorów dwutlenek siarki utlenia się do kwasu siarkowego, który z kolei ulega dysocjacji elektrolitycznej w kropelkach wody

⁵ Źródło: Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. z 2021 r., poz. 845).

⁶ Katarzyna Juda-Rezler, Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na środowisko, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000 r.

w wyniku czego powstają związki zakwaszające. Depozycja tych związków (tzw. kwaśna depozycja) ma dwójakiego rodzaju szkodliwe działanie. Po pierwsze działa bezpośrednio negatywnie na roślinność, po drugie pośrednio po zdeponowaniu zakwasza gleby. Najbardziej wrażliwe na obecność dwutlenku siarki w atmosferze są porosty i lasy górskie, najmniej wrażliwe są rośliny uprawne. Powstający w atmosferze aerozol siarczanowy osłabia efekt cieplarniany, przyczynia się do zmniejszenia widzialności ma bardzo szkodliwy wpływ na zdrowie ludzkie. Zimą w obszarach wysoko uprzemysłowionych, SO₂ wraz z innymi zanieczyszczeniami przyczynia się do powstania tzw. czarnego smogu, który ma bardzo niekorzystny wpływ na środowisko i zdrowie ludzkie.

Dwutlenek siarki jest absorbowany do organizmu człowieka przez błonę śluzową nosa i górnego odcinka dróg oddechowych. Z dróg oddechowych dwutlenek siarki dociera do krwioobiegu. Absorpcja SO₂ wzrasta wraz ze wzrostem jego stężenia w powietrzu.

Ekspozycja ludzi na wysokie stężenia SO₂ powoduje następujące objawy:

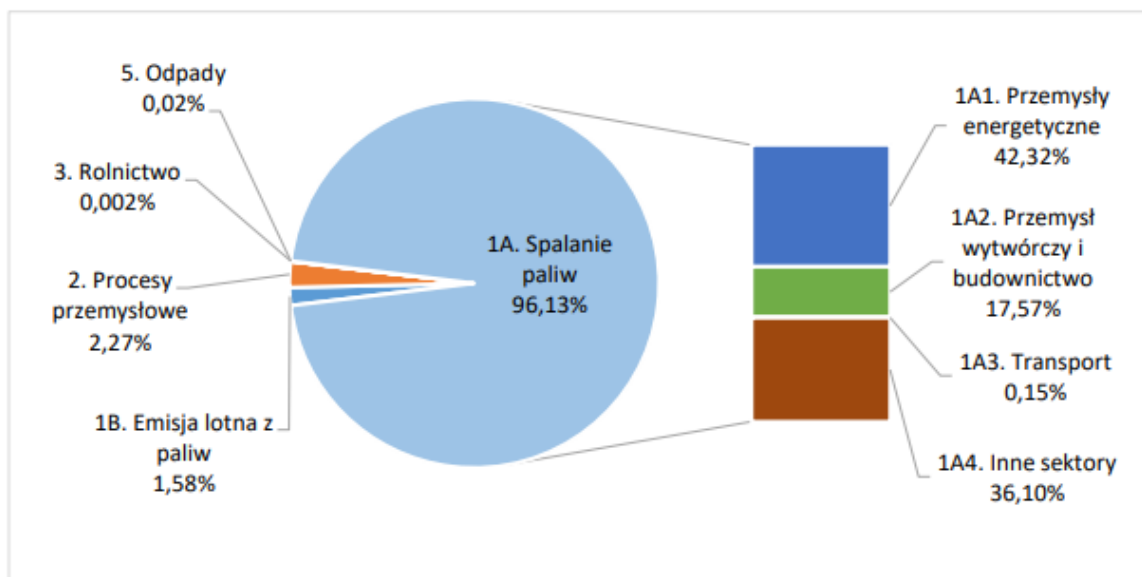
- choroby górnego odcinka układu oddechowego,
- przewlekłe zapalenie oskrzeli,
- zaostrzenie chorób układu krążenia, zmniejszona odporność płuc na infekcje.

Najbardziej na szkodliwe działanie tej substancji w powietrzu narażone są dzieci, ludzie starsi oraz osoby przewlekłe chore na schorzenia sercowo-naczyniowe lub obciążone chorobami układu oddechowego (takimi jak bronchit, astma, rozedma płuc).

Rozkład emisji SO₂ w Europie jest bardzo nierównomierny, a decydującą rolę odgrywa lokalizacja dużych źródeł emisji (elektrownie, elektrociepłownie, huty, rafinerie). Na tzw. „liście stu” największych źródeł emisji dwutlenku siarki znalazła się na siódmym miejscu elektrownia Bełchatów i inne duże elektrownie, ale również Polski Koncern Naftowy ORLEN Spółka Akcyjna (dalej: PKN ORLEN S.A.).

Głównym źródłem emisji dwutlenku siarki jest energetyczne spalanie paliw (głównie węgla) w źródłach stacjonarnych, które łącznie są odpowiedzialne za ponad 96% krajowej emisji dwutlenku siarki. 42% emisji SO₂ pochodzi z sektora 1A1. Przemysły energetyczne, 36% z sektora 1A4. Inne sektory, a 18% z sektora 1A2. Przemysł wytwórczy i budownictwo. Emisja dwutlenku siarki zmniejszyła się od roku 1990 do roku 2020 o 84%. Natomiast w roku 2020 oszacowane emisje SO₂ są mniejsze o 3% w porównaniu do roku 2019. Na spadek krajowej emisji SO₂ w ostatnich latach wpłynęło przede wszystkim zmniejszenie emisji tego zanieczyszczenia z energetyki zawodowej, co wynikało z dostosowania się przez operatorów od 1 stycznia 2016 r. do wymagań wynikających z wdrożenia dyrektywy 2010/75/UE w sprawie emisji przemysłowych (dyrektywa IED) w zakresie zaostrzonych standardów emisji SO₂, NO_x oraz pyłu całkowitego. Operatorzy zakładów z tej grupy podejmowali również stopniowo działania zmierzające do dostosowania (do 16 sierpnia 2021 r.) tzw. dużych obiektów energetycznego spalania paliw do wymagań określonych w konkluzjach dotyczących najlepszych dostępnych technik BAT (decyzja Komisji UE 2017/1442 z dnia 31.07.2017 r.).⁷

⁷ Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 1990 – 2020. Raport syntetyczny, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Warszawa 2022



Rysunek 1 Udział poszczególnych sektorów w emisji SO₂ w roku 2020.

Źródło: Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 1990 – 2020. Raport syntetyczny, KOBiZE Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Warszawa 2022

4. Źródła emisji dwutlenku siarki w powietrzu lub główne grupy tych źródeł, odpowiedzialne za przekroczenia poziomu dopuszczalnego.

Poniżej pokazano rozkład emisji dwutlenku siarki dla strefy mazowieckiej oraz strefy miasto Płock opracowane przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami i wykorzystanie przez Instytut Ochrony Środowiska w Warszawie do modelowania w ocenie jakości powietrza dla województwa mazowieckiego za 2021 rok⁸.

4.1. Strefa mazowiecka.

Tabela 14 Emisja dwutlenku siarki do powietrza w strefie mazowieckiej w 2021 roku.

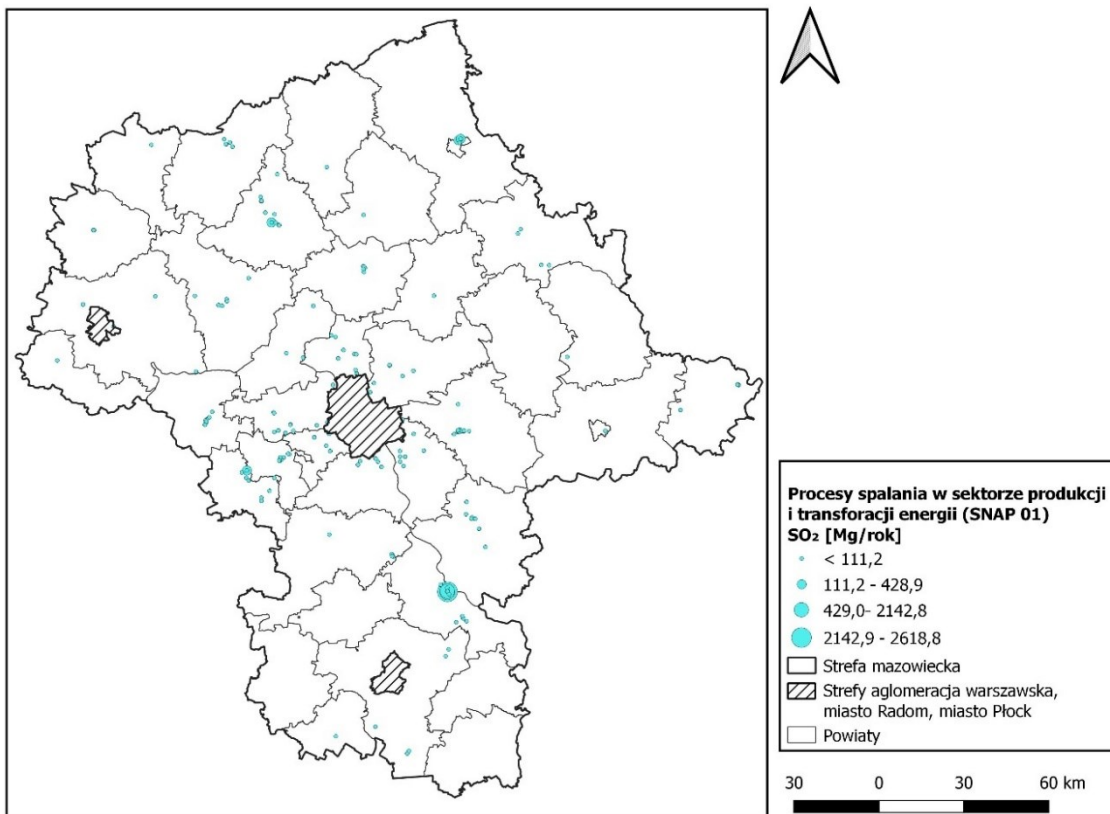
Typ emisji	SNAP	SO ₂ [Mg/rok]	SO ₂ [% emisji ogółem]
Procesy spalania w sektorze produkcji i transformacji energii	01	11554,4	46,11
Procesy spalania w sektorze usług oraz rolnictwie i leśnictwie	02	322,9	1,29
Mieszkalnictwo	0202	11185,2	44,64
Procesy spalania w przemyśle	03	1764,5	7,04
Procesy produkcyjne	04	156,7	0,63
Wydobycie i dystrybucja paliw kopalnych	05	Nie dotyczy	0,0
Zastosowanie rozpuszczalników i innych produktów	06	0,000002	0,0
Transport drogowy	07	59,0	0,24
Koleje	0802	0,1	0,0
Transport powietrzny	0805	2,9	0,01
Ciągniki rolnicze	0806	6,1	0,02
Zagospodarowanie odpadów	09	4,4	0,02
Rolnictwo	10	Nie dotyczy	0,0
Inne źródła emisji i pochłaniania zanieczyszczeń	11	Nie dotyczy	0,0
Suma	Nie dotyczy	25056,2	100,0

Tabela 15 Emisja dwutlenku siarki do powietrza poza strefą mazowiecką (w odległości 30 km wokół strefy) w 2021 roku.

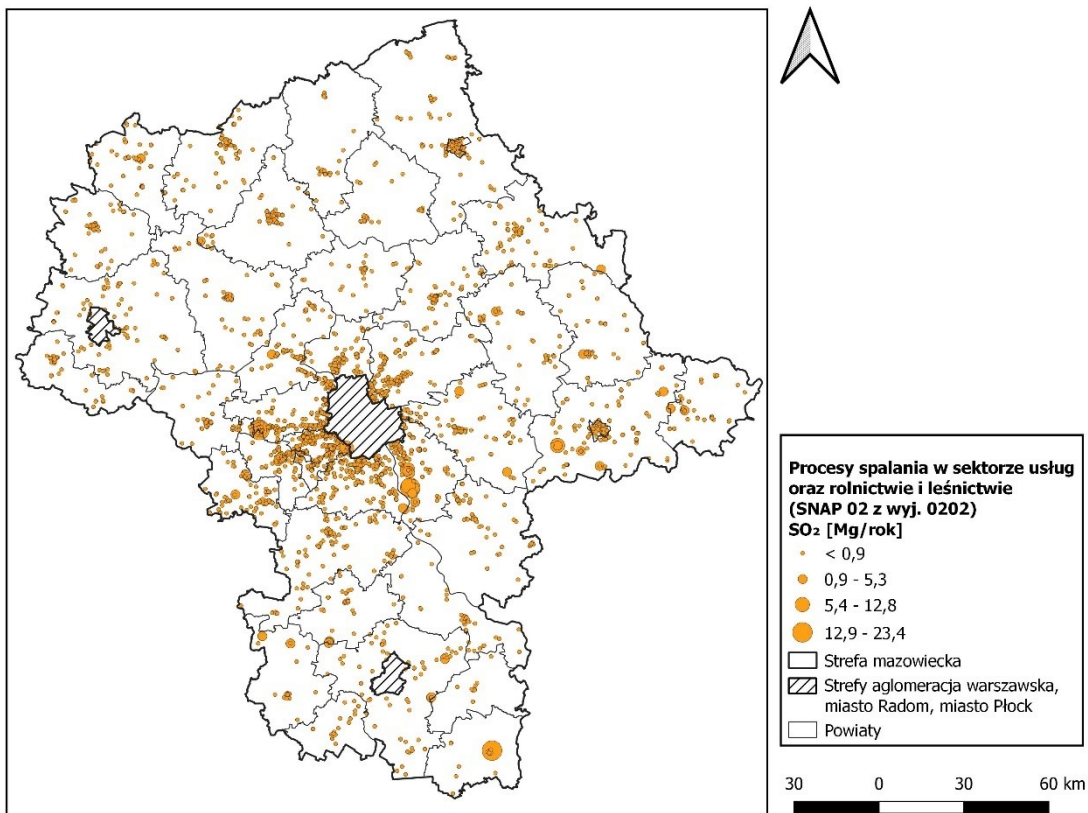
Typ emisji w promieniu 30 km od strefy mazowieckiej	SNAP	SO ₂ [Mg/rok]	SO ₂ [%] w łącznej emisji
Procesy spalania w sektorze produkcji i transformacji energii w tym:	01	9227,6	31,96
Emisja napływowa z Polski	01	9225,1	31,95
Emisja napływowa z Białorusi	01	2,5	0,01
Procesy spalania w sektorze usług oraz rolnictwie i leśnictwie, w tym:	02	316,1	1,1
Emisja napływowa z Polski	02	284,9	0,99
Emisja napływowa z Białorusi	02	31,2	0,11
Mieszkalnictwo, w tym:	0202	8671,2	30,03
Emisja napływowa z Polski	0202	8671,2	30,03
Emisja napływowa z Białorusi	0202	Brak danych	0
Procesy spalania w przemyśle, w tym:	03	6589,0	22,82
Emisja napływowa z Polski	03	6589,0	22,82

⁸ Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Departament Monitoringu Środowiska, Roczna Ocena Jakości Powietrza w województwie mazowieckim Raport Wojewódzki za rok 2021, Warszawa, kwiecień 2022

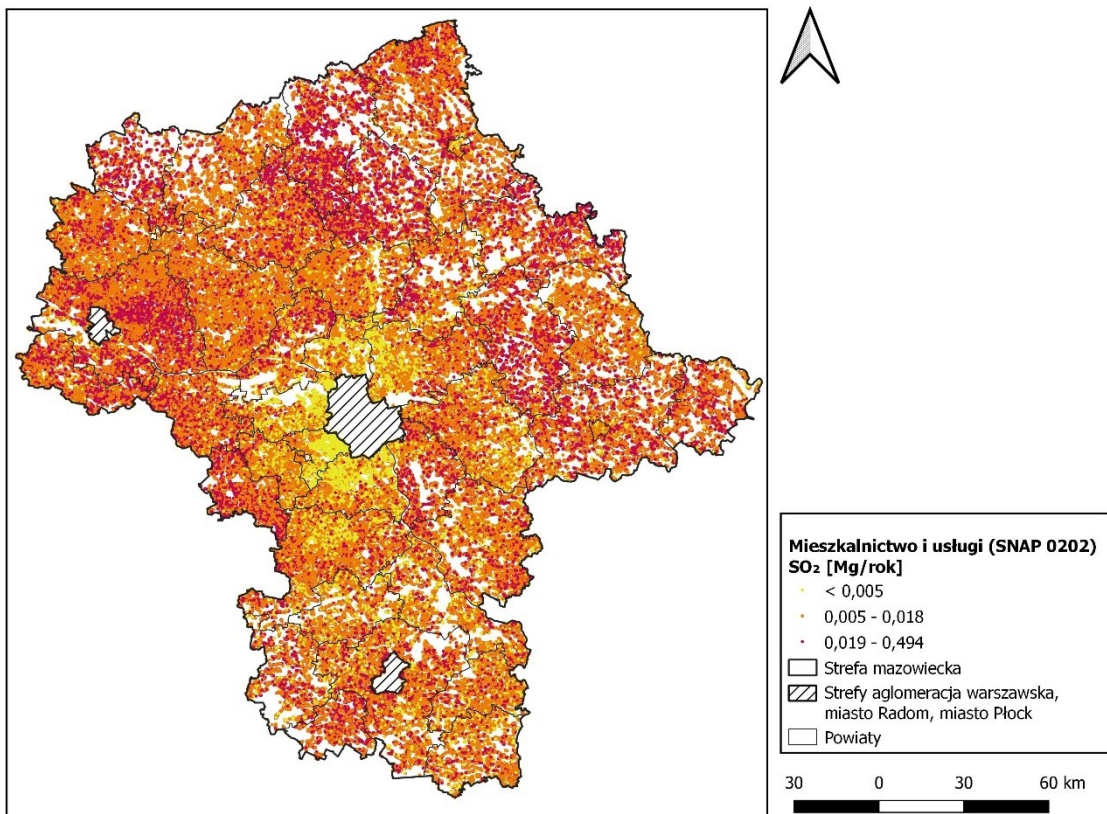
Typ emisji w promieniu 30 km od strefy mazowieckiej	SNAP	SO ₂ [Mg/rok]	SO ₂ [%] w łącznej emisji
Emisja napływowa z Białorusi	03	Brak danych	0
Procesy produkcyjne, w tym:	04	3967,6	13,74
Emisja napływowa z Polski	04	3953,9	13,69
Emisja napływowa z Białorusi	04	13,7	0,05
Wydobycie i dystrybucja paliw kopalnych, w tym:	05	0,11	0,0004
Emisja napływowa z Polski	05	0,11	0,0004
Emisja napływowa z Białorusi	05	Brak danych	0
Zastosowanie rozpuszczalników i innych substancji, w tym:	06	0,02	0,0001
Emisja napływowa z Polski	06	0	0
Emisja napływowa z Białorusi	06	0,02	0,0001
Transport drogowy, w tym:	07	58,4	0,2
Emisja napływowa z Polski	07	54,0	0,19
Emisja napływowa z Białorusi	07	4,4	0,02
Koleje, w tym:	0802	3,1	0,011
Emisja napływowa z Polski	0802	0,2	0,001
Emisja napływowa z Białorusi	0802	2,9	0,01
Transport powietrzny, w tym:	0805	24,9	0,09
Emisja napływowa z Polski	0805	24,91	0,09
Emisja napływowa z Białorusi	0805	Brak danych	0
Ciągniki rolnicze, w tym:	0806	6,9	0,02
Emisja napływowa z Polski	0806	6,9	0,02
Emisja napływowa z Białorusi	0806	Brak danych	0
Zagospodarowanie odpadów, w tym:	09	12,1	0,04
Emisja napływowa z Polski	09	11,9	0,04
Emisja napływowa z Białorusi	09	0,2	0,001
Rolnictwo, w tym:	10	0,002	0,00001
Emisja napływowa z Polski	10	0	0
Emisja napływowa z Białorusi	10	0,002	0,00001
Inne źródła emisji i pochłaniania zanieczyszczeń, w tym:	11	Nie dotyczy	0
Emisja napływowa z Polski	11	0	0
Emisja napływowa z Białorusi	11	0	0
SUMA		28877,04	100



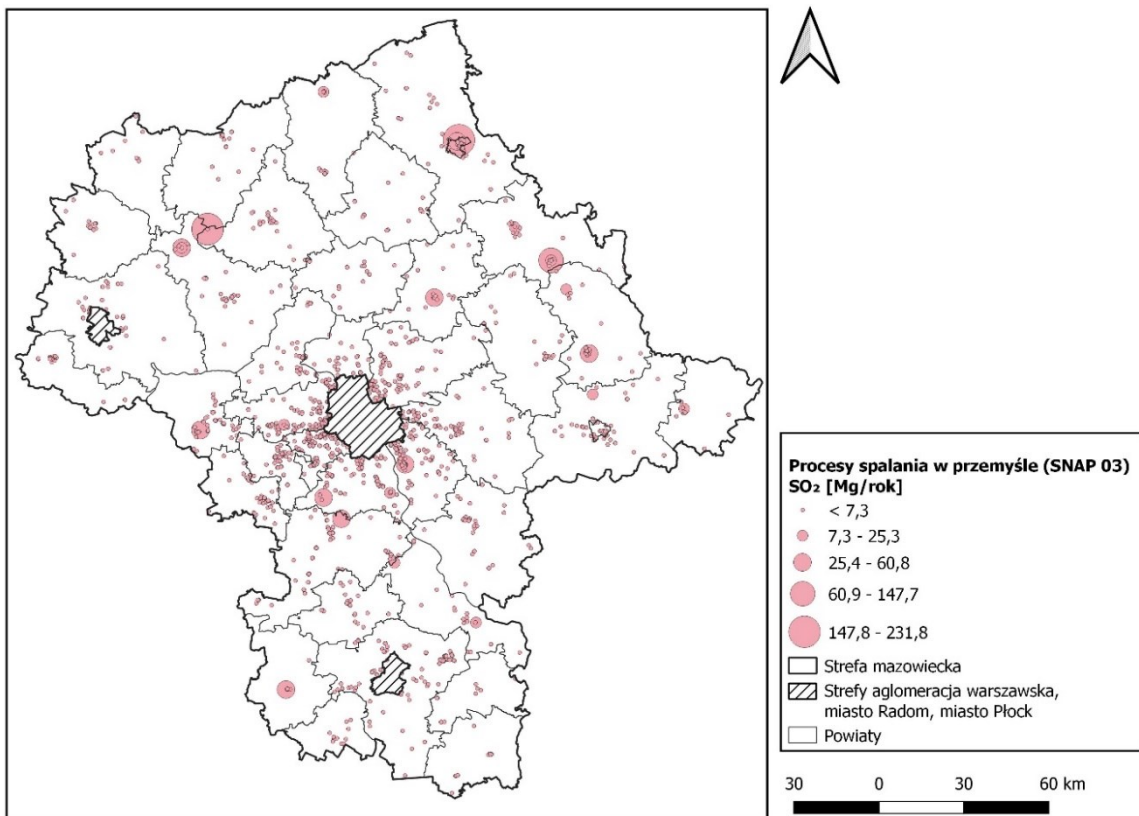
Rysunek 2 Rozmieszczenie oraz ładunki emisji punktowej dwutlenku siarki w sektorze produkcji i transformacji energii (SNAP 01) w strefie mazowieckiej w 2021 r.



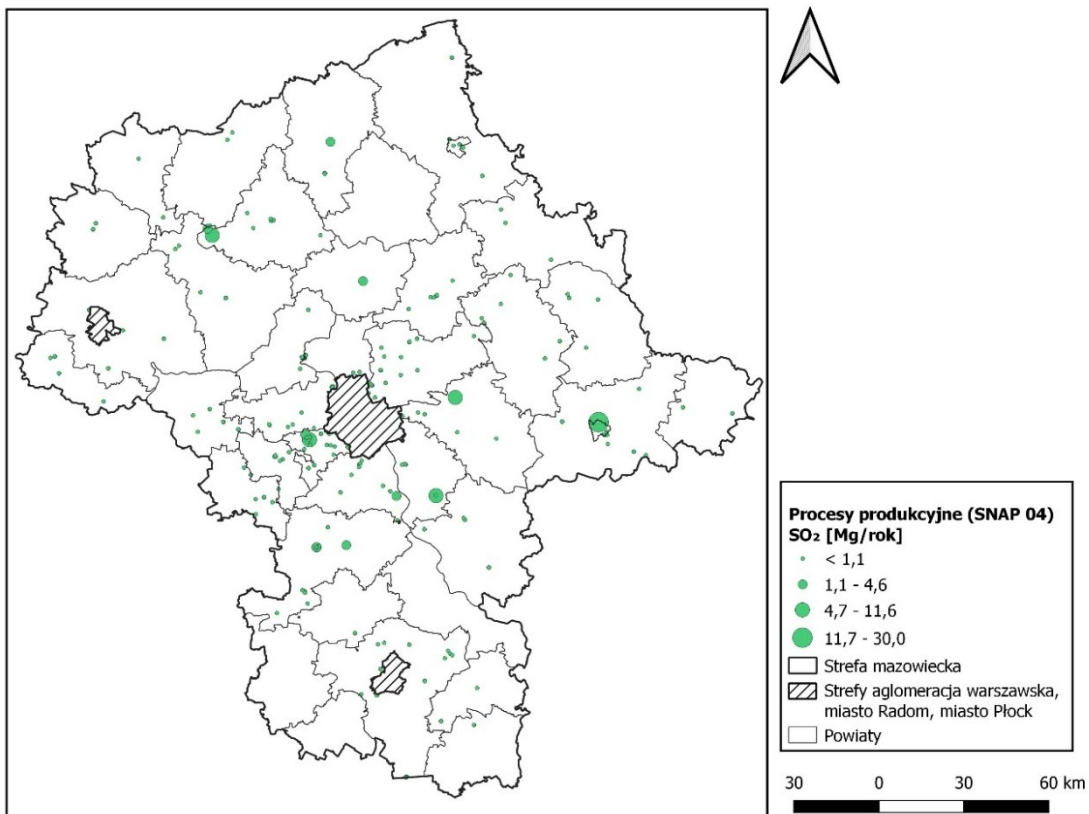
Rysunek 3 Rozmieszczenie oraz ładunki emisji dwutlenku siarki w sektorze usług oraz rolnictwie i leśnictwie (SNAP 02) w strefie mazowieckiej w 2021 r.



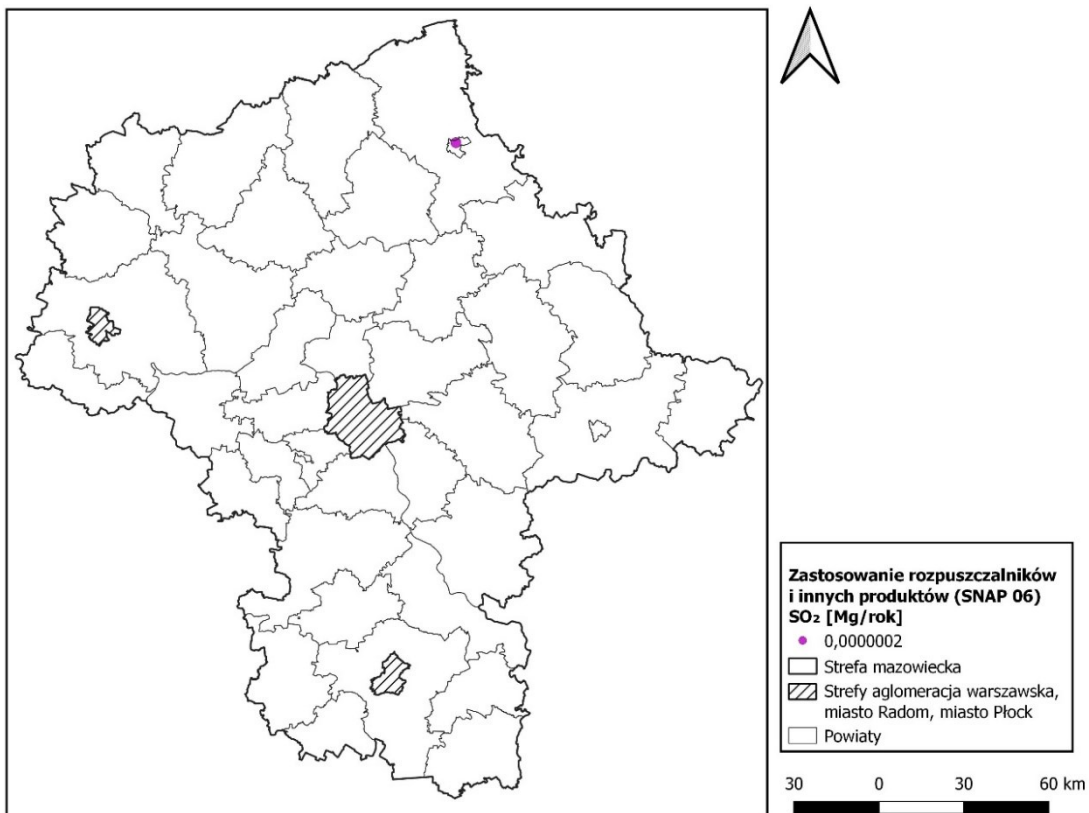
Rysunek 4 Rozmieszczenie oraz ładunki emisji dwutlenku siarki w sektorze mieszkalnictwo (SNAP 0202) w strefie mazowieckiej w 2021 r.



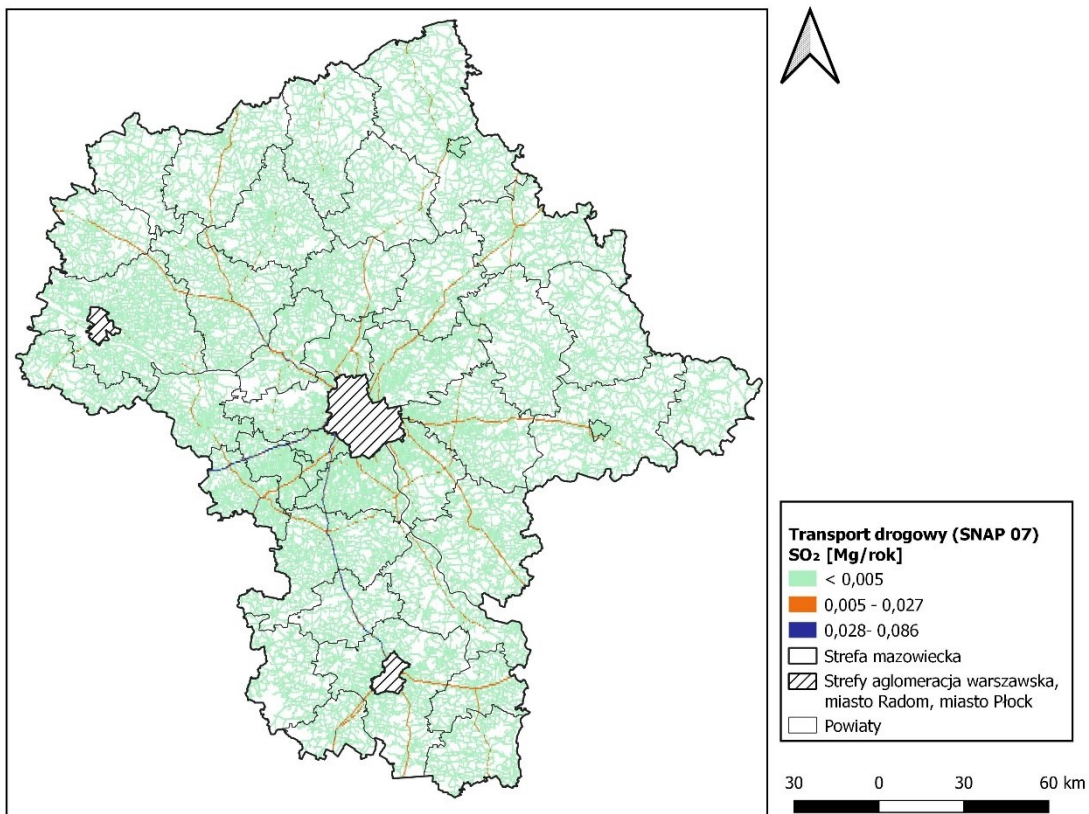
Rysunek 5 Rozmieszczenie oraz ładunki emisji dwutlenku siarki z procesów spalania w przemyśle (SNAP 03) w strefie mazowieckiej w 2021 r.



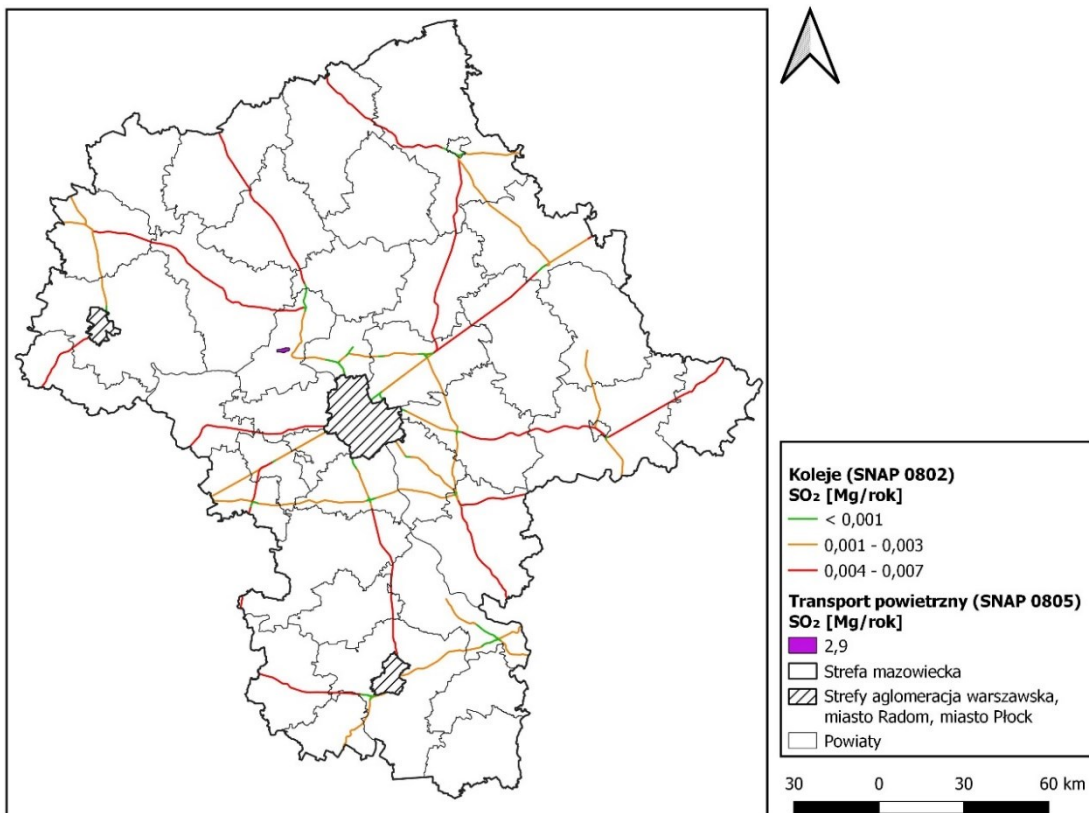
Rysunek 6 Rozmieszczenie oraz ładunki emisji dwutlenku siarki z procesów produkcyjnych (SNAP 04) w strefie mazowieckiej w 2021 r.



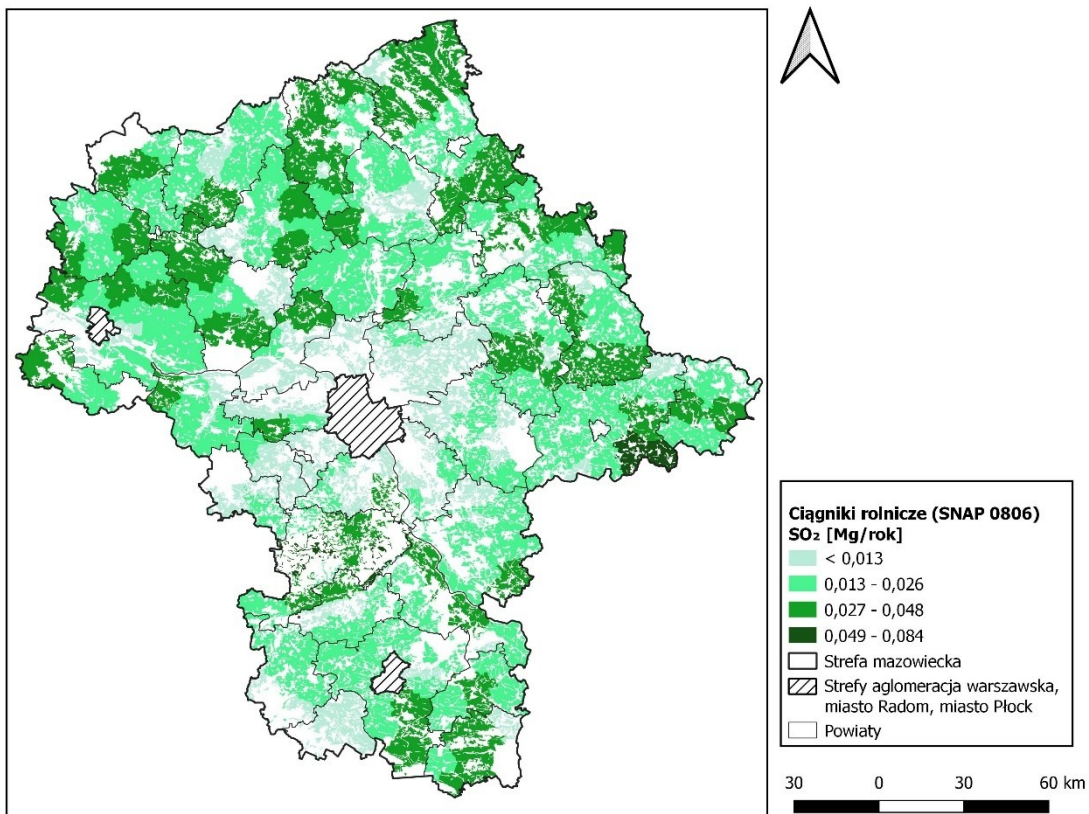
Rysunek 7 Rozmieszczenie oraz ładunki emisji dwutlenku siarki z zastosowania rozpuszczalników i innych produktów (SNAP 06) w strefie mazowieckiej w 2021 r.



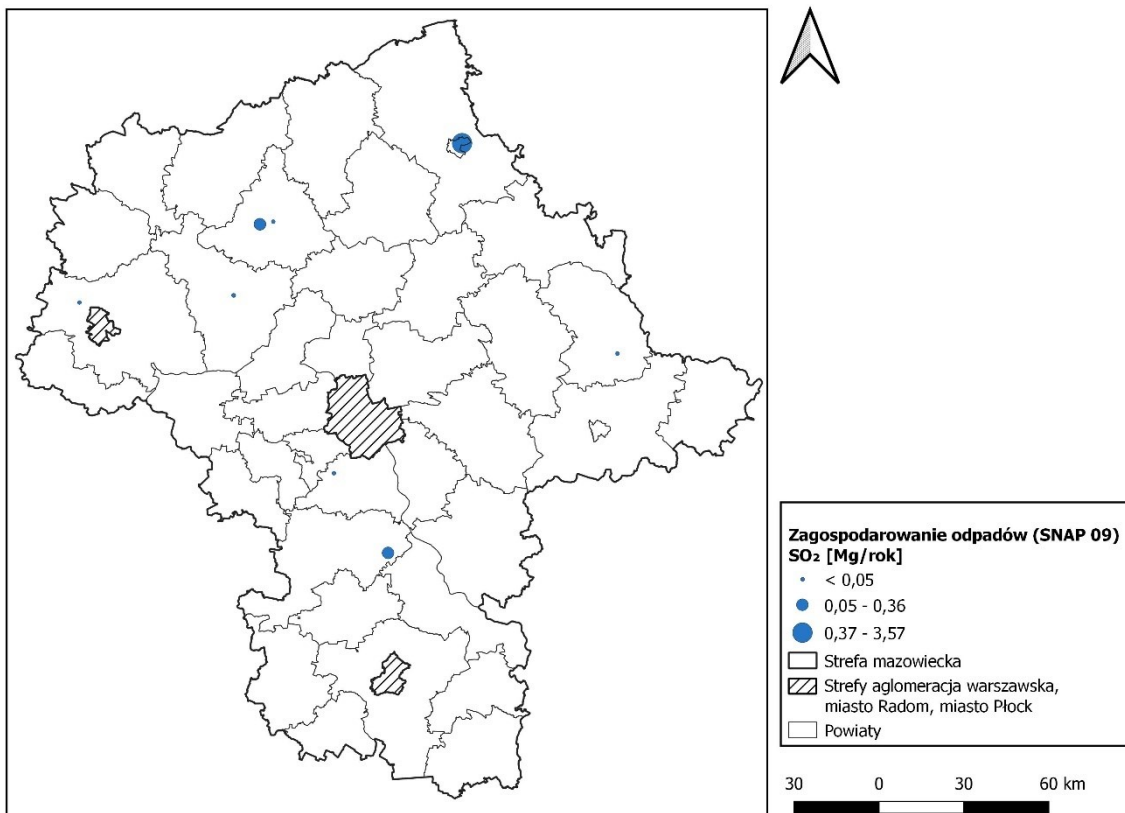
Rysunek 8 Rozmieszczenie oraz ładunki emisji dwutlenku siarki z transportu drogowego (SNAP 07) w strefie mazowieckiej w 2021 r.



Rysunek 9 Rozmieszczenie oraz ładunki emisji dwutlenku siarki z transportu kolejowego (SNAP 0802) oraz z transportu powietrznego (SNAP 0805) w strefie mazowieckiej w 2021 r.



Rysunek 10 Rozmieszczenie oraz ładunki emisji dwutlenku siarki z ciągników rolniczych (SNAP 0806) w strefie mazowieckiej w 2021 r.



Rysunek 11 Rozmieszczenie oraz ładunki emisji dwutlenku siarki z zagospodarowania odpadów (SNAP 09) w strefie mazowieckiej w 2021 r.

4.2. Strefa miasto Płock.

Tabela 16 Emisja dwutlenku siarki do powietrza w strefie miasto Płock w 2021 roku.

Typ emisji	SNAP	SO ₂ [Mg/rok]	SO ₂ [%] w łącznej emisji
Procesy spalania w sektorze produkcji i transformacji energii	01	0,4	0,01
Sektor usług oraz rolnictwie i leśnictwie	02	2,2	0,04
Mieszkalnictwo	0202	89,5	1,79
Procesy spalania w przemyśle	03	1 199,0	24,02
Procesy produkcyjne	04	3 698,7	74,09
Wydobycie i dystrybucja paliw kopalnych	05	0	0
Zastosowanie rozpuszczalników i innych produktów	06	0	0
Transport drogowy	07	0,4	0,01
Koleje	0802	0,001	0
Transport powietrzny	0805	0	0
Ciągniki rolnicze	0806	0,009	0,002
Zagospodarowanie odpadów	09	1,8	0,04
Rolnictwo	10	Nie dotyczy	0
Inne źródła emisji i pochłaniania zanieczyszczeń	11	Nie dotyczy	0
Suma	Nie dotyczy	4992,01 w tym emisja z PKN ORLEN S.A. - 4895,3	100

Na podstawie sporządzonych bilansów emisji wg Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) można stwierdzić, iż 98% rocznej emisji dwutlenku siarki z terenu strefy miasto Płock pochodzi z zakładu PKN ORLEN S.A. Porównując emisje z PKN ORLEN S.A. wyznaczoną na podstawie danych pomiarowych emisji dwutlenku siarki przekazanych przez zakład w sprawozdaniu z realizacji w 2021 roku pozwolenia zintegrowanego i sumę emisji dla tego zakładu udostępnionych przez KOBiZE otrzymano różnicę w wysokości ok. 723 Mg – większą emisję otrzymano z bazy KOBiZE.

Ze względu na występowanie wysokich stężeń SO₂ w 2021 roku wyłącznie na stacji Biała (na terenie strefy mazowieckiej) i podwyższonych stężeń tego zanieczyszczenia na stacjach pomiarowych w strefie miasto Płock, szczegółowo (w miarę dostępnych danych) przeanalizowano emisję dwutlenku siarki z najbliższego (w stosunku do ww. stacji) źródła tego zanieczyszczenia, tj. PKN ORLEN S.A. zlokalizowanego w Płocku. W modelowaniu wykorzystano przekazane przez PKN ORLEN S.A. dane pomiarowe emisji dwutlenku siarki z roku 2021 z emitorów instalacji, dla których wykonywane są pomiary zgodnie z pozwoleniem zintegrowanym. W obliczeniach wykorzystano również informacje o ilości dopalanego gazu na pochodniach, na podstawie której w oparciu o wskaźniki US-EPA oszacowano wielkości emisji dwutlenku siarki. Emisji z pochodni nie wliczono w bilans całkowity emisji.

Tabela 17 Bilans emisji dwutlenku siarki [Mg/rok] z PKN ORLEN S.A. w 2019 r i 2021 r.

Instalacja w PKN ORLEN S.A.	2019 rok	2021 rok
Rafineria	3 719,67	3 227,17
Petrochemia	26,75	2,78
Elektrociepłownia	956,48	942,02
SUMA	4 702,90	4 171,97

Źródło: Bilans emisji dwutlenku siarki z PKN ORLEN S.A. w 2019 r., wg danych pomiarowych emisji, bilans dla 2021 r. – sprawozdanie z dnia 11.02.2022 r. z realizacji w roku 2021 pozwolenia zintegrowanego dla instalacji zakładu produkcyjnego PKN ORLEN S.A. (pismo znak KSM/118/2022).

Porównując bilans emisji dwutlenku siarki dla PKN ORLEN S.A. widać spadek emisji tego zanieczyszczenia o ok. 530 Mg w 2021 r. w stosunku do roku 2019. Szczególnie obniżenie emisji SO₂ miało miejsce w instalacji Petrochemii – o ok. 24 Mg.

Według informacji zawartych w piśmie PKN ORLEN S.A. z dnia 25.01.2022 r. znak KS/34/2022 do Urzędu Marszałkowskiego Województwa Mazowieckiego zakład w latach 2020-2021 podjął działania redukujące emisję dwutlenku siarki:

- na instalacji Reforming V – rezygnacja ze spalania paliwa mieszanego olej + gaz i przejście na opalanie pieców tylko gazem opałowym wysokociśnieniowym, co skutkowało redukcją emisji SO₂ z emitora BEM 325 o ok. 85% (realizacja listopad 2021 r.),
- na instalacji Kraking Katalityczny II – modernizacja linii podgrzewu wsadu do reaktora na instalacji Krakingu katalitycznego II i trwałe wyłączenie pieca 01H2, czego efektem była poprawa efektywności energetycznej oraz redukcja emisji SO₂ z instalacji KK II. Nastąpiło zmniejszenie zużycia gazu opałowego o 0,69 t/h, co ograniczyło emisję SO₂ (realizacja listopad 2021 r.),
- Elektrociepłownia – ograniczenie emisji tlenków siarki z 1144 ton w 2020 r. do 942 ton w 2021 r., tj. o 18 %. Zwiększenie ładunku usuniętego SO₂ w procesie odsiarczania o 23 % z 30021 ton w 2020 r. do 37069 ton w 2021 r.

Pomimo podejmowanych przez PKN ORLEN S.A. działań mających na celu zmniejszenie emisji SO₂, nadal – w 2022 r. na stacji w Białej notowane były jednogodzinne stężenia tego zanieczyszczenia przekraczające poziom dopuszczalny, jednak w 2022 r. nie została przekroczona dopuszczalna liczba godzin i dni z przekroczeniem odpowiednio jednogodzinnego i średniodobowego poziomu dopuszczalnego dwutlenku siarki.

Emisja z PKN ORLEN S.A. jest bilansowana w strefie miasto Płock, jednak położenie zakładu powoduje, iż substancje emitowane do powietrza z emitorów należących do PKN ORLEN S.A. oddziałują nie tylko na strefę miasto Płock, ale również na północną część strefy mazowieckiej, a szczególnie na powiat płocki.

5. Szacunkowy poziom tła regionalnego, przyrostu tła miejskiego oraz przyrostu lokalnego stężeń substancji w powietrzu w obszarach przekroczeń.

Obszar przekroczeń poziomu dopuszczalnego został scharakteryzowany i pokazany w załączniku nr 1. Poniżej dla obszaru przekroczeń wskazano w tabeli stężenia substancji zanieczyszczających, w podziale na:

- szacunkowy poziom tła regionalnego stężeń substancji w powietrzu ogółem, w podziale na źródła krajowe, transgraniczne, naturalne oraz inne (wielkość stężeń pochodzących ze źródeł naturalnych jest pomijalnie mała lub na analizowanym obszarze nie występuje emisja ze źródeł naturalnych);
- szacunkowy podział dla przyrostu lokalnego stężeń substancji w powietrzu ogółem, w podziale na transport drogowy, przemysł oraz produkcję ciepła i energii elektrycznej, usługi, rzemiosło, rolnictwo, sektor handlowy i mieszkaniowy, żeglugę, terenowe maszyny jezdne, źródła naturalne, transgraniczne oraz inne (wielkość stężeń pochodzących z usług, rzemiosła, rolnictwa żeglugi, terenowych maszyn jezdnych, źródeł naturalnych, transgranicznych oraz innych jest pomijalnie mała lub na analizowanym obszarze nie występuje emisja z usług, rzemiosła, rolnictwa żeglugi, terenowych maszyn jezdnych, źródeł naturalnych, transgranicznych oraz innych).

Jeżeli w obszarze brak jest np. żeglugi, rolnictwa lub wielkość stężeń z danego działu gospodarki jest pomijalnie mała, to w tabeli nie będzie odniesienia do tego typu immisji.

Ze względu na fakt, iż obszar przekroczeń zlokalizowany jest w obszarach wiejskich nie uwzględniono w udziałach szacunkowego podziału dla przyrostu tła miejskiego stężeń substancji w powietrzu ogółem. Ponadto w wyniku modelowania na potrzeby Programu, ze względu na brak wystarczających danych o emisjach rzeczywistych, jednogodzinnych, z terenu przemysłowego PKN ORLEN S.A., nie uzyskano wyników wskazujących na wystąpienie przekroczenia średniodobowego poziomu dopuszczalnego dwutlenku siarki w strefie mazowieckiej. Maksymalne średniodobowe stężenie dwutlenku siarki w obszarze przekroczeń wyznaczonym w rocznej ocenie jakości powietrza za 2021 r. wyniosło $61,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$, przy stężeniu określonym (wyniki uzyskane z modelowania na potrzeby oceny rocznej zostały poddane dalszej reanalizie – zastosowano metodę interpolacji optymalnej w ocenie) na $141,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a z pomiarów wynoszącym $141 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tak więc bezpośrednio z modelowania uzyskano niecałe 44% stężenia wskazywanego przez pomiar. Można uznać, że średniodobowe stężenie ok. $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pochodzi z nieznanego źródła przemysłowego. Stąd w tabeli 18 pokazano udział stężeń dwutlenku siarki wyłącznie ze zidentyfikowanych źródeł.

Tabela 18 Wielkości stężeń średniodobowych dwutlenku siarki [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] z poszczególnych źródeł w maksymalnych stężeniach na obszarze przekroczeń średniodobowego poziomu dopuszczalnego w strefie mazowieckiej w 2021 r.

Kod obszaru przekroczeń	Nie dotyczy	PL_Mz_2021_PL1404_S O2_d_01
Stężenie całkowite SO ₂ 24h (36max)	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	61,42
Liczba dni z przekroczeniami	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Brak
Szacunkowy poziom tła regionalnego ogółem	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	61,42
Szacunkowy poziom tła regionalnego źródła transgraniczne	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0,18
Szacunkowy poziom tła regionalnego źródła krajowe	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0,39
Szacunkowy poziom tła regionalnego źródła inne (napływ z terenu innych stref województwa mazowieckiego), w tym:	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	60,85
źródła przemysłowe z uwzględnieniem rozpoznanych źródeł PKN ORLEN S.A.	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	60,83
Lokalny przyrost stężeń ogółem	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	3,57E-06
Przyrost lokalny- transport drogowy	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	3,55E-06
Przyrost lokalny – maszyny	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1,63E-08

Kod obszaru przekroczeń	Nie dotyczy	PL_Mz_2021_PL1404_S O2_d_01
Przyrost lokalny – sektor handlowy i mieszkaniowy	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	3,31E-10

6. Procentowy udział dwutlenku siarki w powietrzu wprowadzanego w strefie mazowieckiej, w ramach powszechnego i zwykłego korzystania ze środowiska.

Tabela 19 Procentowy udział dwutlenku siarki w powietrzu wprowadzanego w strefie mazowieckiej, w ramach powszechnego i zwykłego korzystania ze środowiska w 2021 r. w stosunku do łącznej emisji ze strefy.

Typ emisji	SNAP	SO ₂ [Mg/rok]	SO ₂ [% emisji ogółem]
Procesy spalania w sektorze usług oraz rolnictwie i leśnictwie	02	322,9	1,29
Mieszkalnictwo	0202	11185,2	44,64
Transport drogowy	07	59,0	0,24
Ciągniki rolnicze	0806	6,1	0,02
Rolnictwo	10	Nie dotyczy	0,00

7. Informacja o napływie substancji w powietrzu z innych obszarów spoza stref w województwie mazowieckim.

Informacja o napływie substancji w powietrzu z innych obszarów spoza strefy mazowieckiej zawarta jest jako szacunkowy poziom tła regionalnego definiowany jako stężenie zanieczyszczeń w skali przestrzennej przekraczającej 50 km, w podziale na „szacunkowy poziom tła regionalnego źródła transgraniczne” oraz „szacunkowy poziom tła regionalnego źródła krajowe” w tabeli 18.

8. Informacje dotyczące możliwych do podjęcia działań na obszarze przekroczeń dwutlenku siarki w powietrzu lub poza tym obszarem, które będą skutkować redukcją poziomów dwutlenku siarki w powietrzu, do poziomów nieprzekraczających poziomów dopuszczalnych.

Informacje dotyczące możliwych do podjęcia działań znajdują się w strategicznych dokumentach krajowych: Aktualizacji Krajowego Programu Ochrony Powietrza do 2025 r. (z perspektywą do 2030 r. oraz do 2040 r.)⁹ (AKPOP), który obowiązuje od 1 stycznia 2022 r oraz Krajowym programie ograniczania zanieczyszczenia powietrza przyjętym uchwałą Nr 34 Rady Ministrów z dnia 29 kwietnia 2019 r. (M.P. z 2019 r., poz. 572).

Działania wskazane w Krajowym Programie Ochrony Powietrza skutkujące redukcją dwutlenku siarki do powietrza na poziomie krajowym i lokalnym:

1. wprowadzenie zmian do obowiązujących przepisów określających wymagania jakościowe dla paliw stałych/ustanowienie wymagań dla paliw biomasowych, w tym m.in. w ustawie o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw poprzez ustanowienie wymagań jakościowych dla paliw biomasowych, w tym pelletu drzewnego stosowanego w sektorze bytowo-komunalnym.
2. podwyższenie mandatów karnych za spalanie odpadów i niskiej jakości opału, co przyczynia się do złej jakości powietrza i wpływa na pogorszenie stanu zdrowia obywateli.
3. przygotowanie i realizacja Programów B+R m.in. dotyczących rozwoju alternatywnych nisko- lub zeroemisyjnych metod spalania drewna i węgla (lub materiałów pochodnych),
4. zmiana prawa mająca na celu poprawę standingu finansowego przedsiębiorstw energetycznych sektora ciepłownictwa, uwzględniająca konieczność pozyskiwania środków na inwestycje związane z transformacją źródeł ciepła w kierunku źródeł niskoemisyjnych i zeroemisyjnych.
5. rozbudowa sieci gazowej w celu wzrostu stopnia gazyfikacji kraju do 76%.
6. gazyfikacja za pomocą stacji regazyfikacji LNG tworząca tzw. „wyspowe” strefy dystrybucyjne w przypadku, gdy nie ma uzasadnienia dla budowy gazociągu, lub istniejące połączenie sieciowe jest niewystarczające.
7. doprecyzowanie przepisów prawnych w zakresie nadzoru i monitorowania jakości instalacji spalania paliw, przewodów kominowych oraz paliwa stosowanego dla celów grzewczych w obiektach budowlanych.
8. wdrożenie obowiązujących uchwał antyśmogowych, poprzez likwidację pozaklasowych źródeł ogrzewania na paliwa stałe, nie później niż do dnia 1 stycznia 2027 r.
9. wprowadzenie zakazu stosowania węgla w gospodarstwach domowych w miastach - pokrycie przez ciepło systemowe oraz przez zeroemisyjne lub niskoemisyjne źródła indywidualne potrzeb ciepłych wszystkich gospodarstw domowych.
10. przeprowadzenie reformy planowania energetycznego w gminach, a następnie w wyniku analizy skuteczności jej stosowania, podjęcie dalszych działań mających na celu zapewnienie lokalnego bezpieczeństwa energetycznego.
11. dalszy rozwój sieci ciepłowniczych poprzez zwiększanie dostępności ciepła sieciowego nowym odbiorcom oraz modernizację istniejących rurociągów.
12. wprowadzenie zakazu stosowania węgla w gospodarstwach domowych na obszarach wiejskich - pokrycie przez ciepło systemowe oraz przez zeroemisyjne lub niskoemisyjne źródła indywidualne potrzeb ciepłych wszystkich gospodarstw domowych – do 2040 r.
13. rozwój rozproszonych źródeł ciepła niskoemisyjnego, co przyśpieszy proces wychodzenia z jednostek węglowych, a kogeneracja gazowa zacznie przechodzić w kierunku mocy szczytowych lub wykorzystania gazów zdekarbonizowanych.
14. zwiększenie powierzchni parków, zieleńców i terenów zieleni osiedlowej.

⁹ Komunikat Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 30 grudnia 2021 r. w sprawie Aktualizacji Krajowego Programu Ochrony Powietrza (M.P. poz. 1200)

15. zwiększenie udziału OZE w gospodarstwach domowych poprzez realizację działań promujących ich wykorzystanie, w tym regulacji: ułatwiających przyłączenie mikroinstalacji do sieci dystrybucyjnej, przedłużających wsparcie systemowe i inwestycyjne.
16. uruchomienie instalacji do produkcji wodoru z niskoemisyjnych źródeł, procesów i technologii o łącznej mocy min. 50 MW: wody w procesie elektrolizy, biomasy w technologii zgazowania, fermentacji lub pirolizy, biogazu w procesie reformingu parowego, biometanu w procesie reformingu parowego, odpadów w technologii zgazowania, termicznego przetwarzania lub procesie pirolizy, gazów odpadowych, węglowodorów w procesie reformingu parowego z wykorzystaniem CCS/CCU, węgla w procesie zgazowania z wykorzystaniem CCS/CCU, technologii IGCC oraz IFGC oraz innych niskoemisyjnych procesów i technologii pozyskiwania wodoru.
17. zwiększenie wykorzystania biogazu i biometanu w ramach przygotowywanego projektu nowelizacji ustawy o zmianie ustawy o OZE.
18. rozwój i wsparcie ciepła systemowego przy jednoczesnym jego „zazielenianiu”.
19. wzrost udziału technologii produkcji energii z wiatru na lądzie.
20. rozwój lokalnych biogazowni rolniczych, składowiskowych, ściekowych, w których produkowany byłby biogaz o parametrach dostosowanych do potrzeb lokalnych odbiorców.
21. uruchomienie instalacji ko- i poligeneracyjnych, np. elektrociepłowni o mocy do 50 MWt, gdzie głównym paliwem będzie wodór.
22. instalacja układów ko- i poligeneracyjnych dla bloków mieszkalnych, biurów, małych osiedli oraz obiektów użyteczności publicznej od 10 kW do 250 kW z wykorzystaniem ogniw paliwowych.
23. uruchomienie instalacji mikrogeneracyjnych 1-10 kW do wytwarzania wodoru dla instalacji grzewczej lub energii elektrycznej, oraz do zastosowań do zasilania w trudno dostępnych miejscach.

W Krajowym programie ograniczania zanieczyszczenia powietrza wskazano działania i środki wykorzystywane w celu redukcji emisji z sektora komunalno-bytowego:

1. zmiana struktury paliwowej i przejście na mniej emisyjne paliwo np. gaz ziemny, LNG, olej opałowy lekki, a tam, gdzie to możliwe podłączenie do sieci ciepłowniczej,
2. wprowadzenie działań i środków, które pozwolą na termomodernizację i poprawę efektywności energetycznej budynków istniejących,

a także z sektora przemysłu działań wynikających z wdrożonych do prawa krajowego dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola) (dyrektywa IED) oraz aktów wykonawczych do tej dyrektywy jak również dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2193 z dnia 25 listopada 2015 r. w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza ze średnich obiektów energetycznego spalania, a także dostosowanie procesów przemysłowych do wymogów konkluzji BAT.