

Opis stanu jakości powietrza w strefie mazowieckiej – dotyczy roku 2015

1. Lista substancji w powietrzu, ze względu na które konieczne było opracowanie programu ochrony powietrza i wskazanie źródeł ich pochodzenia

- Pył zawieszony PM10;
- Pył zawieszony PM2,5.

Pył zawieszony PM10 i pył zawieszony PM2,5 jest zanieczyszczeniem powietrza składającym się z mieszaniny cząstek drobnych stałych i ciekłych. Zanieczyszczenia pyłowe mogą pochodzić ze źródeł naturalnych lub antropogenicznych. Ilość pyłu zawieszonego PM10 i pyłu zawieszonego PM2,5 w powietrzu może wynikać z emisji bezpośredniej (pył pierwotny) lub też może być wynikiem reakcji między substancjami znajdującymi się w atmosferze (pył wtórny). Prekursorami pyłów wtórnych są przede wszystkim tlenki siarki, tlenki azotu, lotne związki organiczne i amoniak. Pył zawieszony może zawierać substancje toksyczne, takie jak wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (m.in. B(a)P), metale ciężkie oraz dioksyny i furany.

Wśród antropogenicznych źródeł emisji pyłów wymienić należy:

- źródła przemysłowe (energetyczne spalanie paliw i źródła technologiczne);
- transport samochodowy;
- spalanie paliw w sektorze bytowo-gospodarczym.

Do źródeł naturalnych należą przede wszystkim pylenie traw, erozja gleb, wietrzenie skał, aerozol morski oraz wybuchy wulkanów.

Najwięcej frakcji pyłu zawieszonego PM2,5 w pyłe ogółem (TSP) występuje w sektorze komunalno-bytowym. Najmniejsze ilości pyłu zawieszonego PM2,5 w pyłe ogółem występują w procesach wydobywania i przetwórstwa kopalin, gdzie w największym stopniu emitowany jest pył o większych frakcjach. Znaczna część emisji pyłu zawieszonego PM10 i pyłu zawieszonego PM2,5 z transportu drogowego pochodzi z procesów innych niż spalanie paliw, do których zaliczyć można ścieranie okładzin samochodowych (np. opon i hamulców) oraz ścieranie nawierzchni dróg.

2. Informacje dotyczące wielkości poziomów substancji w roku, od którego, z uwagi na mierzone stężenia substancji w powietrzu, wymagane jest opracowanie programu ochrony powietrza (2015), i pięciu latach poprzedzających (2010-2014) wraz z podaniem zakresu przekroczeń poziomów dopuszczalnych substancji w powietrzu.

Tabela 1 Wyniki pomiarów pyłu zawieszonego PM10 na stanowiskach pomiarowych dla strefy mazowieckiej

Wyniki pomiarów pyłu zawieszonego PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Strefa mazowiecka kod strefy: PL1404	stanowisko pomiarowe	Rok 2010	Rok 2011	Rok 2012	Rok 2013	Rok 2014	Rok 2015
wartość max. stężenia 24 – godzinowego [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ciechanów, ul. Strażacka Kod stacji: MzCiechStrazacka	267	223	278,3	125,4	109,1	[nie dotyczy]

Wyniki pomiarów pyłu zawieszonego PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Strefa mazowiecka kod strefy: PL1404	stanowisko pomiarowe	Rok 2010	Rok 2011	Rok 2012	Rok 2013	Rok 2014	Rok 2015
stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{1/}	Ciechanów, ul. Strażacka Kod stacji: MzCiechStrazacka	38,7	35,0	32,1	27,6	30,9	[nie dotyczy]
zakres przekroczeń średniorocznych PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ciechanów, ul. Strażacka Kod stacji: MzCiechStrazacka	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]
Liczba dni z przekroczeniem normy 24-godz. 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{2/}	Ciechanów, ul. Strażacka Kod stacji: MzCiechStrazacka	80	54	40	34	50	[nie dotyczy]
zakres przekroczeń 24-godz PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ciechanów, ul. Strażacka Kod stacji: MzCiechStrazacka	45	19	5	[nie dotyczy]	15	[nie dotyczy]
Liczba dni z przekroczeniem poziomu informowania 200 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ciechanów, ul. Strażacka Kod stacji: MzCiechStrazacka	1	2	5	0	0	0
wartość max. Stężenia 24 – godzinne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Granica, Kampinoski Park Narodowy Kod stacji: MzGranicaKPN	143,3	107,3	122	84,1	102	109,4
stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{1/}	Granica, Kampinoski Park Narodowy Kod stacji: MzGranicaKPN	31,0	25,0	22,9	21,5	25,3	23,9
zakres przekroczeń średniorocznych PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Granica, Kampinoski Park Narodowy Kod stacji: MzGranicaKPN	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]
Liczba dni z przekroczeniem normy 24-godz. 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{2/}	Granica, Kampinoski Park Narodowy Kod stacji: MzGranicaKPN	51	38	28	16	27	26
zakres przekroczeń 24-godz PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Granica, Kampinoski Park Narodowy Kod stacji: MzGranicaKPN	16	3	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]
Liczba dni z przekroczeniem poziomu informowania 200 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Granica, Kampinoski Park Narodowy Kod stacji: MzGranicaKPN	0	0	0	0	0	[nie dotyczy]
wartość max. stężenia 24 – godzinne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Legionowo, ul. Zegrzyńska Kod stacji: MzLegZegrzyn	146,1	172,7	297,6	140,4	141,9	146,1
stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{1/}	Legionowo, ul. Zegrzyńska Kod stacji: MzLegZegrzyn	37,9	37,2	33,5	33,5	35,6	33,4
zakres przekroczeń średniorocznych PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Legionowo, ul. Zegrzyńska Kod stacji: MzLegZegrzyn	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]
Liczba dni z przekroczeniem normy 24-godz. 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{2/}	Legionowo, ul. Zegrzyńska Kod stacji: MzLegZegrzyn	76	77	56	57	70	66

Wyniki pomiarów pyłu zawieszono- go PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Strefa mazowiecka kod strefy: PL1404	stanowisko pomiarowe	Rok 2010	Rok 2011	Rok 2012	Rok 2013	Rok 2014	Rok 2015
zakres przekroczeń 24-godz PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Legionowo, ul. Zegrzyńska Kod stacji: MzLegZegrzyn	41	42	21	22	40	36
Liczba dni z przekroczeniem poziomu informowania 200 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Legionowo, ul. Zegrzyńska Kod stacji: MzLegZegrzyn	0	0	1	0	0	0
wartość max. stężenia 24 – godzinne- go [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Mława, ul. Ordona Kod stacji: MzMlawOrdona	204	194	181,4	136,4	158,5	154,6
stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{1/}	Mława, ul. Ordona Kod stacji: MzMlawOrdona	33,3	32,2	34,2	32,5	30,4	33,0
zakres przekroczeń średniorocznych PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Mława, ul. Ordona Kod stacji: MzMlawOrdona	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]
Liczba dni z przekroczeniem normy 24-godz. 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{2/}	Mława, ul. Ordona Kod stacji: MzMlawOrdona	57	50	53	49	52	64
zakres przekroczeń 24-godz PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Mława, ul. Ordona Kod stacji: MzMlawOrdona	22	15	18	14	17	29
Liczba dni z przekroczeniem poziomu informowania 200 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Mława, ul. Ordona Kod stacji: MzMlawOrdona	1	0	0	0	0	0
wartość max. stężenia 24 – godzinne- go [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ostrołęka, ul. Hallera Kod stacji: MzOstroHalle	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	115,8
stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{1/}	Ostrołęka, ul. Hallera Kod stacji: MzOstroHalle	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	28,3
zakres przekroczeń średniorocznych PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ostrołęka, ul. Hallera Kod stacji: MzOstroHalle	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]
Liczba dni z przekroczeniem normy 24-godz. 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{2/}	Ostrołęka, ul. Hallera Kod stacji: MzOstroHalle	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	39
zakres przekroczeń 24-godz PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ostrołęka, ul. Hallera Kod stacji: MzOstroHalle	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	4
Liczba dni z przekroczeniem poziomu informowania 200 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ostrołęka, ul. Hallera Kod stacji: MzOstroHalle	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	0
wartość max. stężenia 24 – godzinne- go [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ostrołęka, ul. Targowa Kod stacji: MzOstroTargowa	161,5	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	78,5	105,6	[nie dotyczy]
stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{1/}	Ostrołęka, ul. Targowa Kod stacji: MzOstroTargowa	30,9	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	24,9	27,4	[nie dotyczy]

Wyniki pomiarów pyłu zawieszonego PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Strefa mazowiecka kod strefy: PL1404	stanowisko pomiarowe	Rok 2010	Rok 2011	Rok 2012	Rok 2013	Rok 2014	Rok 2015
zakres przekroczeń średniorocznych PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ostrołęka, ul. Targowa Kod stacji: MzOstrołTargowa	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]
Liczba dni z przekroczeniem normy 24-godz. 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{2/}	Ostrołęka, ul. Targowa Kod stacji: MzOstrołTargowa	47	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	17	29	[nie dotyczy]
zakres przekroczeń 24-godz PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ostrołęka, ul. Targowa Kod stacji: MzOstrołTargowa	12	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]
Liczba dni z przekroczeniem poziomu informowania 200 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ostrołęka, ul. Targowa Kod stacji: MzOstrołTargowa	0	0	0	0	0	[nie dotyczy]
wartość max. stężenia 24 – godzinne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Otwock, ul. Brzozowa Kod stacji: MzOtwoBrzo	146,1	274,4	396,5	162,2	235	224,1
stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{1/}	Otwock, ul. Brzozowa Kod stacji: MzOtwoBrzo	38,5	46,7	43,7	38,2	41,9	43,7
zakres przekroczeń średniorocznych PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Otwock, ul. Brzozowa Kod stacji: MzOtwoBrzo	[nie dotyczy]	6,7	3,7	[nie dotyczy]	1,9	3,7
Liczba dni z przekroczeniem normy 24-godz. 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{2/}	Otwock, ul. Brzozowa Kod stacji: MzOtwoBrzo	48	97	79	70	98	90
zakres przekroczeń 24-godz PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Otwock, ul. Brzozowa Kod stacji: MzOtwoBrzo	13	62	44	35	61	55
Liczba dni z przekroczeniem poziomu informowania 200 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Otwock, ul. Brzozowa Kod stacji: MzOtwoBrzo	0	3	3	0	1	2
wartość max. stężenia 24 – godzinne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Piastów, ul. Pułaskiego Kod stacji: MzPiasPulask	210	158	198,5	129,5	136,1	161,5
stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{1/}	Piastów, ul. Pułaskiego Kod stacji: MzPiasPulask	41,0	37,8	33,2	35,5	36,2	34,0
zakres przekroczeń średniorocznych PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Piastów, ul. Pułaskiego Kod stacji: MzPiasPulask	1,0	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]
Liczba dni z przekroczeniem normy 24-godz. 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{2/}	Piastów, ul. Pułaskiego Kod stacji: MzPiasPulask	75	77	56	66	65	59
zakres przekroczeń 24-godz PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Piastów, ul. Pułaskiego Kod stacji: MzPiasPulask	40	42	21	31	30	24
Liczba dni z przekroczeniem poziomu informowania 200 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Piastów, ul. Pułaskiego Kod stacji: MzPiasPulask	1	0	0	0	0	0

Wyniki pomiarów pyłu zawieszonego PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Strefa mazowiecka kod strefy: PL1404	stanowisko pomiarowe	Rok 2010	Rok 2011	Rok 2012	Rok 2013	Rok 2014	Rok 2015
wartość max. stężenia 24 – godzinne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Siedlce, ul. Konarskiego Kod stacji: MzSiedKonars	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	253,6	125,7	111,5	139,1
stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{1/}	Siedlce, ul. Konarskiego Kod stacji: MzSiedKonars	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	38	32,7	32,1	32,1
zakres przekroczeń średniorocznych PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Siedlce, ul. Konarskiego Kod stacji: MzSiedKonars	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]
Liczba dni z przekroczeniem normy 24-godz. 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{2/}	Siedlce, ul. Konarskiego Kod stacji: MzSiedKonars	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	63	53	56	48
zakres przekroczeń 24-godz PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Siedlce, ul. Konarskiego Kod stacji: MzSiedKonars	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	28	18	21	13
Liczba dni z przekroczeniem poziomu informowania 200 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Siedlce, ul. Konarskiego Kod stacji: MzSiedKonars	0	0	2	0	0	0
wartość max. stężenia 24 – godzinne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Żyrardów, ul. Roosevelta Kod stacji: MzZyraRoosev	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	147,4
stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{1/}	Żyrardów, ul. Roosevelta Kod stacji: MzZyraRoosev	45,9	43,7	39,3	37,2	35,6	38,9
zakres przekroczeń średniorocznych PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Żyrardów, ul. Roosevelta Kod stacji: MzZyraRoosev	5,9	3,7	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]
Liczba dni z przekroczeniem normy 24-godz. 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{2/}	Żyrardów, ul. Roosevelta Kod stacji: MzZyraRoosev	83	96	77	73	58	87
zakres przekroczeń 24-godz PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Żyrardów, ul. Roosevelta Kod stacji: MzZyraRoosev	48	61	42	38	23	52
Liczba dni z przekroczeniem poziomu informowania 200 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Żyrardów, ul. Roosevelta Kod stacji: MzZyraRoosev	0	0	3	0	0	0

Tabela 2 Poziom stężenie pyłu zawieszonego PM2,5 w latach 2010-2015

Stacja pomiarowa	Wyniki pomiarów pyłu zawieszonego PM2,5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Rok 2010	Rok 2011	Rok 2012	Rok 2013	Rok 2014	Rok 2015
Ostrołęka, ul. Hallera	stężenie średnioroczne pyłu zawieszonego PM2,5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	21

Stacja pomiarowa	Wyniki pomiarów pyłu zawieszonego PM _{2,5} [µg/m ³]	Rok 2010	Rok 2011	Rok 2012	Rok 2013	Rok 2014	Rok 2015
Ostrołęka, ul. Hallera	zakres przekroczeń stężeń średniorocznych PM _{2,5} [µg/m ³]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]
Legionowo, ul. Zegrzyńska	stężenie średnioroczne pyłu zawieszonego PM _{2,5} [µg/m ³]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	31	32
Legionowo, ul. Zegrzyńska	zakres przekroczeń stężeń średniorocznych PM _{2,5} [µg/m ³]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	5	7
Piastów, ul Pułaskiego	stężenie średnioroczne pyłu zawieszonego PM _{2,5} [µg/m ³]	26	30	29	27	28	30
Piastów, ul Pułaskiego	zakres przekroczeń stężeń średniorocznych PM _{2,5} [µg/m ³]	[nie dotyczy]	2	2	1	2	5
Siedlce, ul. Konarskiego	stężenie średnioroczne pyłu zawieszonego PM _{2,5} [µg/m ³]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	29	28	26	25
Siedlce, ul. Konarskiego	zakres przekroczeń stężeń średniorocznych PM _{2,5} [µg/m ³]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	2	2	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]
Żyrardów, ul. Roosevelta	stężenie średnioroczne pyłu zawieszonego PM _{2,5} [µg/m ³]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	28	30
Żyrardów, ul. Roosevelta	zakres przekroczeń stężeń średniorocznych PM _{2,5} [µg/m ³]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	[nie dotyczy]	2	5
stężenie dopuszczalne	25	25	25	25	25	25	25
stężenie dopuszczalne powiększone o margines tolerancji	29	29	28	27	26	26	25

3. Czynniki powodujące przekroczenia poziomów dopuszczalnych pyłu zawieszonego PM₁₀ i pyłu zawieszonego PM_{2,5} w powietrzu, ze szczególnym uwzględnieniem przemian fizykochemicznych tych substancji.

Na jakość powietrza wpływa szereg czynników, z których do najważniejszych należą:

- wielkość i rozkład emisji substancji;
- parametry wprowadzania substancji do powietrza;
- parametry i typ emitorów;
- warunki klimatyczne;
- uwarunkowania demograficzne;

- ukształtowanie i sposób zagospodarowania przestrzennego terenu;
- rodzaj użytkowania powierzchni;
- przemiany fizykochemiczne substancji.

Za jakość powietrza w strefie mazowieckiej odpowiadają głównie źródła pochodzenia antropogenicznego. Największy wpływ na stan zanieczyszczenia powietrza wywiera ogrzewanie budynków (niska emisja), produkcja energii cieplnej i przemysł (emisja punktowa) oraz ruch komunikacyjny (emisja liniowa). Wśród czynników antropogenicznych należy także wskazać sposób zagospodarowania przestrzennego obszaru miejskiego.

Najbardziej narażone na negatywne wpływy zanieczyszczeń powietrza są obszary charakteryzujące się intensywną zabudową z niewielkim udziałem terenów zielonych, dużą gęstością zaludnienia oraz wysokim natężeniem ruchu komunikacyjnego.

W skład pyłu zawieszonego PM₁₀ wchodzi zarówno pył pierwotny, który jest wprowadzany do atmosfery z różnych kategorii źródeł emisji oraz pył wtórny, powstający w wyniku przemian fizykochemicznych zachodzących w atmosferze z udziałem substancji gazowych, takich jak: SO₂, NO_x, czy NH₃. Specyfiką tego rodzaju pyłu jest znaczna zależność od panujących warunków meteorologicznych.

Temperatura powietrza, prędkość wiatru, natężenie promieniowania słonecznego, wilgotność wpływają na wielkość zapotrzebowania na energię cieplną, której wytwarzanie bezpośrednio wpływa na wielkość emisji zanieczyszczeń. Prędkość i kierunek wiatru, stan równowagi atmosfery, wysokość warstwy mieszania w pośredni sposób wpływa na kumulację bądź rozproszenie powstałych zanieczyszczeń. Opady atmosferyczne, wilgotność, natężenie promieniowania słonecznego wpływają także na przemiany fizyko-chemiczne zanieczyszczeń w atmosferze oraz ich wymywanie w atmosferze. Transport zanieczyszczonych mas powietrza (zanieczyszczenia wtórne i pierwotne) z innych obszarów uzależniony jest natomiast od kierunku i prędkości wiatru w warstwie mieszania oraz ilości opadów i dni nasłonecznienia. Rozprzestrzenianie pyłów uzależnione jest od prędkości wiatru, wilgotność powietrza i podłoża oraz stanu równowagi atmosfery. Większość dni, których odnotowano wzrost stężeń zanieczyszczenia powietrza substancjami pyłowymi wystąpiło w sytuacji ciszy atmosferycznych i słabych wiatrów poniżej 1,5 m/s, których udział w ciągu roku stanowił 28 dni. Utrudniona jest wówczas pozioma wymiana powietrza, co powoduje wzrost stężeń substancji w pobliżu niskich źródeł emisji. Stosunkowo częstym zjawiskiem w 2015 roku były również inwersje temperatury, wpływające niekorzystnie na wymianę powietrza w pionie, w tych dniach.

Czynnikiem wpływającym na poziom zanieczyszczeń jest również stopień zróżnicowania ukształtowania terenu, w którym mogą występować obszary o specyficznym klimacie, mikroklimacie i specyficznych warunkach meteorologicznych. Najlepsze warunki rozprzestrzeniania zanieczyszczeń panują na terenach płaskich, gdzie występuje duża ilość dni z nasłonecznieniem, dobre warunki termiczne oraz wysokie prędkości mas powietrza (dobre przewietrzanie). Natomiast w dolinach, nieckach wymiana mas powietrza jest utrudniona. Warunki topograficzne i klimatyczne takich obszarów sprzyjają kumulacji zanieczyszczeń, co skutkuje wysokimi wartościami stężeń analizowanych zanieczyszczeń pyłu zawieszonego PM₁₀ oraz pyłu zawieszonego PM_{2,5}.

Dodać należy, że na te niekorzystne warunki klimatyczne i topograficzne nakładają się uwarunkowania społeczno-ekonomiczne, które kształtują zachowania i postawy mieszkańców strefy, co w połączeniu ze szczególnie niekorzystną strukturą cenową paliw grzewczych prowadzi do sytuacji, w której preferowanym (ze względów ekonomicznych) paliwem jest paliwo stałe, często wątpliwej jakości, które staje się przyczyną problemów jakości powietrza.

3.1. Czynniki powodujące przekroczenia z uwzględnieniem przemian fizykochemicznych

Substancje chemiczne, pod wpływem różnorodnych czynników, ulegają przemianom fizycznym lub chemicznym. W przemianie fizycznej zmieniają się tylko właściwości fizyczne substancji (np. stan skupienia). Natomiast podczas przemiany chemicznej powstają nowe substancje o odmiennych właściwościach fizycznych i chemicznych. Przemiana chemiczna określana jest jako reakcja chemiczna.

Na przemiany fizykochemiczne pyłów i gazów w powietrzu ma wpływ składowa uzależniona od wielu czynników, do których należą:

- cyrkulacja powietrza w atmosferze;
- promieniowanie słoneczne i jego widmo;
- cząsteczki biologiczne, ozon, światło nadfioletowe;
- kinetyka reakcji w fazie gazowej, reakcje enzymatyczne, łańcuchowe i chemiczne;
- reakcje fotochemiczne, fotoutleniania;
- reakcje katalityczne;
- wymuszenia radiacyjne, sprzężenia zwrotne;
- struktura pionowa atmosfery;
- równowaga i przemiany fazowe wody w atmosferze;
- stabilność i ruch powietrza.

Wśród substancji, które biorąc udział w przemianach fizykochemicznych, stają się prekursorami pyłu zawieszonego PM10 można wymienić dwutlenek siarki, tlenki azotu, amoniak oraz lotne związki organiczne (LZO). Dwutlenek siarki w wyniku obecności katalizatora utlenia się do trójtlenku siarki (podobna reakcja zachodzi także w atmosferze z udziałem promieniowania UV lub ozonu), a trójtlenek siarki, reagując z wodą, daje kwas siarkowy (VI). Dwutlenek azotu, w obecności wody, tworzy mieszaninę kwasu azotowego (III i V). Tlenki azotu, jako gazy, pełnią istotną rolę w tworzeniu się i rozpadzie ozonu w troposferze, ponieważ uczestniczą one w cyklach katalitycznych. Dzieje się tak, ponieważ NO₂ może ulec fotolizie pod wpływem światła słonecznego. Powstaje wtedy NO, który z powrotem utlenia się do NO₂. W cyklu tym może uczestniczyć ozon, jak również organiczne rodniki nadtlenowe (nietrwałe, utlenione związki chemiczne). Należy pamiętać, że związki tlenków siarki i azotu pełnią kluczową rolę w atmosferze. Większość związków chemicznych, które są utleniane i usuwane z atmosfery albo przekształcane w inne związki, wchodzi w reakcje (bezpośrednio lub pośrednio) z NO lub NO₂, SO₂.

W wyniku szeregu reakcji fizyko-chemicznych związków siarki, związku azotu mogą powstawać aerozole (pył zawieszony). Duży stopień skomplikowania procesów fizykochemicznych przebiegających w atmosferze prowadzących do powstawania aerozoli (pyłu wtórnego) i nieliniowość tych procesów powoduje, że bardzo trudno jest określić zależności pomiędzy emisją prekursorów pyłu zawieszonego, a wielkością stężeń w powietrzu tego zanieczyszczenia. Dokładny mechanizm zmian nie jest jeszcze znany trwają badania nad poznaniem procesów i dynamiki oddziaływania prekursorów na pył zawieszony PM10.

Stopień zanieczyszczenia powietrza zależy od szeregu czynników, od rodzaju źródeł zanieczyszczenia, warunków terenowych, warunków meteorologicznych, a więc czynników zależnych oraz niezależnych od człowieka.

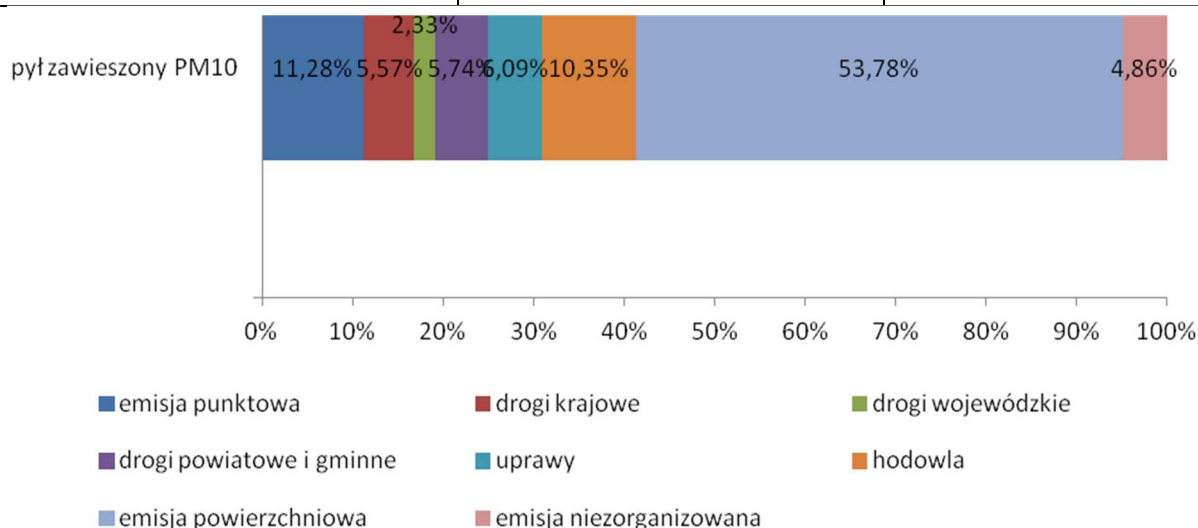
Prędkość i kierunek wiatru, stan równowagi atmosfery, wysokość warstwy mieszania w pośredni sposób wpływają na kumulację bądź rozproszenie powstałych zanieczyszczeń. Opady atmosferyczne, wilgotność, natężenie promieniowania słonecznego wpływają także na przemiany fizyko-chemiczne zanieczyszczeń w atmosferze oraz ich wymywanie w atmosferze. Istotny wpływ na poziom stężeń substancji mają przede wszystkim warunki

meteorologiczne. Temperatura powietrza, prędkość wiatru, natężenie promieniowania słonecznego, wilgotność wpływają na wielkość zapotrzebowania na energię ciepłą, której wytwarzanie bezpośrednio wpływa na wielkość emisji zanieczyszczeń. Transport zanieczyszczonych mas powietrza z innych obszarów uzależniony jest natomiast od kierunku i prędkości wiatru w warstwie mieszania oraz ilości opadów. Należy podkreślić, że średnia roczna prędkość wiatru w niektórych obszarach strefy mazowieckiej, w roku 2015, wynosiła poniżej 1,5 m/s, co jest wskaźnikiem niekorzystnych warunków klimatycznych. Większość dni z przekroczeniem dopuszczalnych stężeń pyłu zawieszonego wystąpiło w sytuacji ciszy atmosferycznych i słabych wiatrów poniżej 1,5 m/s. Utrudniona jest wówczas pozioma wymiana powietrza, co powoduje wzrost stężeń substancji w pobliżu niskich źródeł emisji.

4. Procentowy udział substancji zanieczyszczających w powietrzu wprowadzanych do powietrza przez podmioty korzystające ze środowiska na zasadzie powszechnego korzystania ze środowiska w strefie mazowieckiej

Tabela 3 Bilans emisji pyłu zawieszonego PM10 ze strefy mazowieckiej

Rodzaj emisji	Wielkość emisji [Mg/rok] pył zawieszony PM10	Wielkość emisji [Mg/rok] Udział %
Emisja punktowa	4 769,12	11,28
Emisja liniowa w tym:	5 763,90	13,64
drogi krajowe	2 353,03	5,57
drogi wojewódzkie	984,50	2,33
drogi powiatowe i gminne	2 426,37	5,74
Emisja z rolnictwa w tym:	6 952,31	16,44
uprawy	2 575,64	6,09
hodowla	4 376,67	10,35
Emisja powierzchniowa	22 736,94	53,78
Emisja niezorganizowana kopalnie, zakłady przerobcze, hałdy i zwałowiska	2 053,08	4,86
Suma	42 275,35	100,00

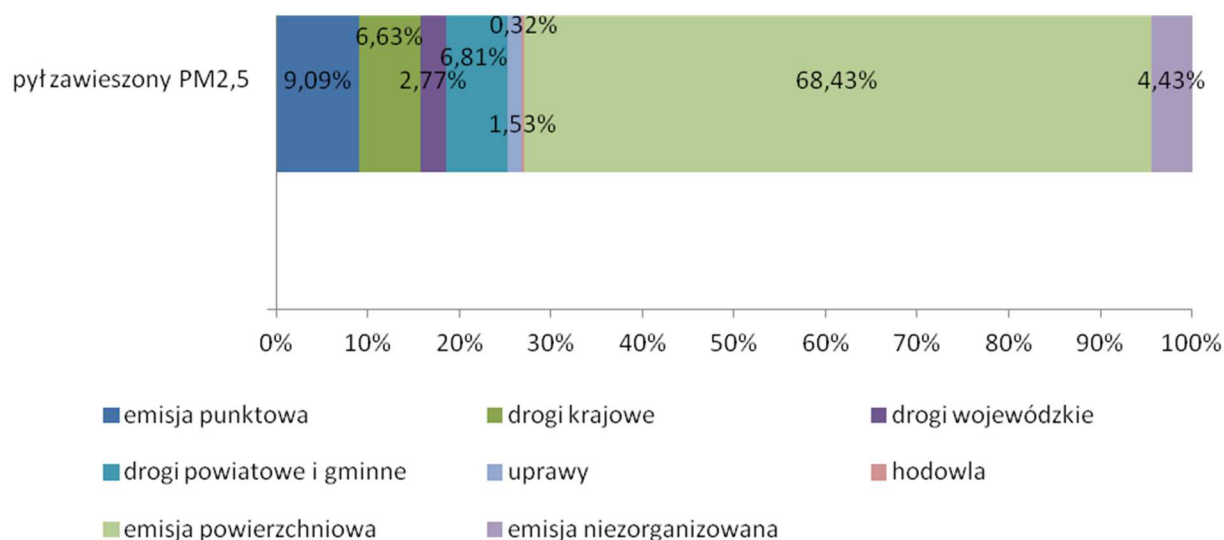


Rysunek 1 Bilans emisji pyłu zawieszonego PM10 ze strefy mazowieckiej

Tabela 4 Bilans emisji pyłu zawieszonego PM2,5 ze strefy mazowieckiej

Rodzaj emisji	Wielkość emisji [Mg/rok] pył zawieszony PM2,5	Wielkość emisji [Mg/rok] Udział %
Emisja punktowa	2 974,71	9,09

Rodzaj emisji	Wielkość emisji [Mg/rok] pył zawieszony PM2,5	Wielkość emisji [Mg/rok] Udział %
Emisja liniowa w tym:	5 303,64	16,21
drogi krajowe	2 168,71	6,63
drogi wojewódzkie	907,35	2,77
drogi powiatowe i gminne	2 227,58	6,81
Emisja z rolnictwa w tym:	604,01	1,85
uprawy	499,90	1,53
hodowla	104,11	0,32
Emisja powierzchniowa	22 392,30	68,43
Emisja niezorganizowana kopalnie, zakłady przerobcze, hałdy i zwałowiska	1 449,47	4,43
Suma	32 724,12	100,00



Rysunek 2 Bilans emisji pyłu zawieszony PM2,5 ze strefy mazowieckiej

5. Łączna wielkość emisji substancji zanieczyszczających powietrze pochodząca ze źródeł znajdujących się w obszarach przekroczeń w strefie mazowieckiej (Mg/rok)

Tabela 5 Wielkość emisji pyłu zawieszony PM10 w obszarze przekroczeń stężenia średniorocznego pochodząca ze źródeł znajdujących się w obszarze przekroczeń w strefie mazowieckiej (Mg/rok) w 2015 r.

Lp.	Obszar przekroczeń	Łączna wielkość emisji pyłu zawieszony PM10 [Mg/rok]
1	Mz15sMzPM10a01	113,42
2	Mz15sMzPM10a02	275,91
3	Mz15sMzPM10a03	377,41
4	Mz15sMzPM10a04	359,20
5	Mz15sMzPM10a05	130,80
6	Mz15sMzPM10a06	275,37

Tabela 6 Wielkość emisji pyłu zawieszonego PM10 w obszarze przekroczeń stężenia dobowego pochodząca ze źródeł znajdujących się w obszarze przekroczeń w strefie mazowieckiej (Mg/rok) w 2015 r.

Lp.	Obszar przekroczeń	Łączna wielkość emisji pyłu zawieszonego PM10 [Mg/rok]
1	Mz15sMzPM10d01	129,07
2	Mz15sMzPM10d02	124,32
3	Mz15sMzPM10d03	156,70
4	Mz15sMzPM10d04	462,09
5	Mz15sMzPM10d05	240,28
6	Mz15sMzPM10d06	180,97
7	Mz15sMzPM10d07	118,82
8	Mz15sMzPM10d08	142,62
9	Mz15sMzPM10d09	346,81
10	Mz15sMzPM10d10	125,54
11	Mz15sMzPM10d11	140,89
12	Mz15sMzPM10d12	89,03
13	Mz15sMzPM10d13	469,47
14	Mz15sMzPM10d14	126,56
15	Mz15sMzPM10d15	271,21
16	Mz15sMzPM10d16	265,21
17	Mz15sMzPM10d17	216,34
18	Mz15sMzPM10d18	145,16
19	Mz15sMzPM10d19	35,35
20	Mz15sMzPM10d20	135,69
21	Mz15sMzPM10d21	96,76
22	Mz15sMzPM10d22	172,47
23	Mz15sMzPM10d23	136,22
24	Mz15sMzPM10d24	56,85
25	Mz15sMzPM10d25	148,42
26	Mz15sMzPM10d26	184,66
27	Mz15sMzPM10d27	99,37
28	Mz15sMzPM10d28	85,90
29	Mz15sMzPM10d29	95,80
30	Mz15sMzPM10d30	102,00
31	Mz15sMzPM10d31	150,69
32	Mz15sMzPM10d32	989,36
33	Mz15sMzPM10d33	206,17
34	Mz15sMzPM10d34	214,55
35	Mz15sMzPM10d35	146,90
36	Mz15sMzPM10d36	223,12
37	Mz15sMzPM10d37	142,78
38	Mz15sMzPM10d38	228,67
39	Mz15sMzPM10d39	113,78
40	Mz15sMzPM10d40	96,11
41	Mz15sMzPM10d41	89,01
42	Mz15sMzPM10d42	175,55
43	Mz15sMzPM10d43	113,42
44	Mz15sMzPM10d44	73,33
45	Mz15sMzPM10d45	200,26
46	Mz15sMzPM10d46	275,91

Lp.	Obszar przekroczeń	Łączna wielkość emisji pyłu zawieszonoego PM10 [Mg/rok]
47	Mz15sMzPM10d47	296,90
48	Mz15sMzPM10d48	281,71
49	Mz15sMzPM10d49	247,22
50	Mz15sMzPM10d50	93,72
51	Mz15sMzPM10d51	120,28
52	Mz15sMzPM10d52	225,97
53	Mz15sMzPM10d53	112,10
54	Mz15sMzPM10d54	543,71
55	Mz15sMzPM10d55	238,73
56	Mz15sMzPM10d56	178,50
57	Mz15sMzPM10d57	275,37
58	Mz15sMzPM10d58	326,41
59	Mz15sMzPM10d59	455,36
60	Mz15sMzPM10d60	114,74
61	Mz15sMzPM10d61	154,32
62	Mz15sMzPM10d62	113,54
63	Mz15sMzPM10d63	158,66
64	Mz15sMzPM10d64	113,72
65	Mz15sMzPM10d65	21,62
66	Mz15sMzPM10d66	163,96
67	Mz15sMzPM10d67	118,76
68	Mz15sMzPM10d68	377,41
69	Mz15sMzPM10d69	121,13
70	Mz15sMzPM10d70	220,03
71	Mz15sMzPM10d71	200,74
72	Mz15sMzPM10d72	213,41
73	Mz15sMzPM10d73	323,61
74	Mz15sMzPM10d74	382,32
75	Mz15sMzPM10d75	182,15
76	Mz15sMzPM10d76	98,59
77	Mz15sMzPM10d77	315,13
78	Mz15sMzPM10d78	185,24
79	Mz15sMzPM10d79	109,39
80	Mz15sMzPM10d80	168,63
81	Mz15sMzPM10d81	99,60
82	Mz15sMzPM10d82	101,29
83	Mz15sMzPM10d83	71,64
84	Mz15sMzPM10d84	216,36
85	Mz15sMzPM10d85	164,55
86	Mz15sMzPM10d86	215,26
87	Mz15sMzPM10d87	185,81
88	Mz15sMzPM10d88	171,20
89	Mz15sMzPM10d89	133,53
90	Mz15sMzPM10d90	139,31
91	Mz15sMzPM10d91	189,72
92	Mz15sMzPM10d92	121,43
93	Mz15sMzPM10d93	359,20
94	Mz15sMzPM10d94	364,18
95	Mz15sMzPM10d95	111,12

Lp.	Obszar przekroczeń	Łączna wielkość emisji pyłu zawieszonego PM10 [Mg/rok]
96	Mz15sMzPM10d96	145,46
97	Mz15sMzPM10d97	130,80
98	Mz15sMzPM10d98	65,16
99	Mz15sMzPM10d99	484,74
100	Mz15sMzPM10d100	548,69
101	Mz15sMzPM10d101	299,59
102	Mz15sMzPM10d102	88,11
103	Mz15sMzPM10d103	108,34

Tabela 7 Wielkość emisji pyłu zawieszonego PM2,5 w obszarze przekroczeń stężenia średniorocznego pochodząca ze źródeł znajdujących się w obszarze przekroczeń w strefie mazowieckiej (Mg/rok) w 2015 r.

Lp.	Obszar przekroczeń	Łączna wielkość emisji pyłu zawieszonego PM2,5 [Mg/rok]
1	Mz15sMzPM25a01	243,37
2	Mz15sMzPM25a02	165,84
3	Mz15sMzPM25a03	194,48
4	Mz15sMzPM25a04	159,05
5	Mz15sMzPM25a05	88,55
6	Mz15sMzPM25a06	185,85
7	Mz15sMzPM25a07	263,35
8	Mz15sMzPM25a08	169,15
9	Mz15sMzPM25a09	269,40
10	Mz15sMzPM25a10	221,31
11	Mz15sMzPM25a11	368,03
12	Mz15sMzPM25a12	87,81
13	Mz15sMzPM25a13	109,36
14	Mz15sMzPM25a14	311,30
15	Mz15sMzPM25a15	197,92
16	Mz15sMzPM25a16	140,49
17	Mz15sMzPM25a17	160,93
18	Mz15sMzPM25a18	148,05
19	Mz15sMzPM25a19	340,84
20	Mz15sMzPM25a20	333,01
21	Mz15sMzPM25a21	123,29
22	Mz15sMzPM25a22	62,28
23	Mz15sMzPM25a23	281,24
24	Mz15sMzPM25a24	315,97
25	Mz15sMzPM25a25	130,58
26	Mz15sMzPM25a26	125,32
27	Mz15sMzPM25a27	54,11
28	Mz15sMzPM25a28	199,29
29	Mz15sMzPM25a29	83,78
30	Mz15sMzPM25a30	125,05
31	Mz15sMzPM25a31	106,92
32	Mz15sMzPM25a32	65,18
33	Mz15sMzPM25a33	122,29
34	Mz15sMzPM25a34	131,03
35	Mz15sMzPM25a35	158,79
36	Mz15sMzPM25a36	126,93

6. Poziom tła dla pyłu zawieszzonego PM10 i pyłu zawieszzonego PM2,5 w 2015 roku.

6.1. Poziom tła pyłu zawieszzonego PM10

Tło ponadregionalne pyłu zawieszzonego PM10: 8,7 – 9,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,

Tło regionalne pyłu zawieszzonego PM10: 0,6 – 18,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,

Tło całkowite pyłu zawieszzonego PM10: 9,2 – 28,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.2. Poziom tła pyłu zawieszzonego PM2,5

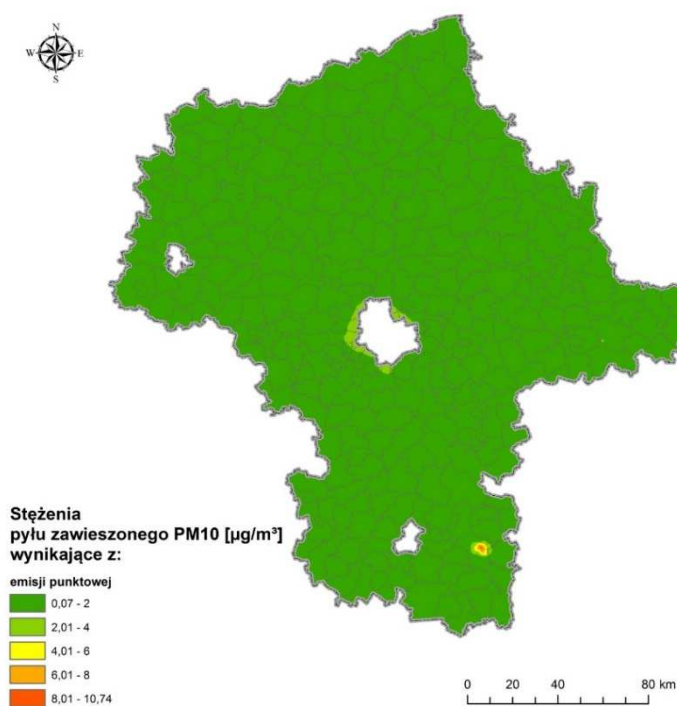
Tło ponadregionalne pyłu zawieszzonego PM2,5: 6,9–8,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,

Tło regionalne pyłu zawieszzonego PM2,5: 0,5–19,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,

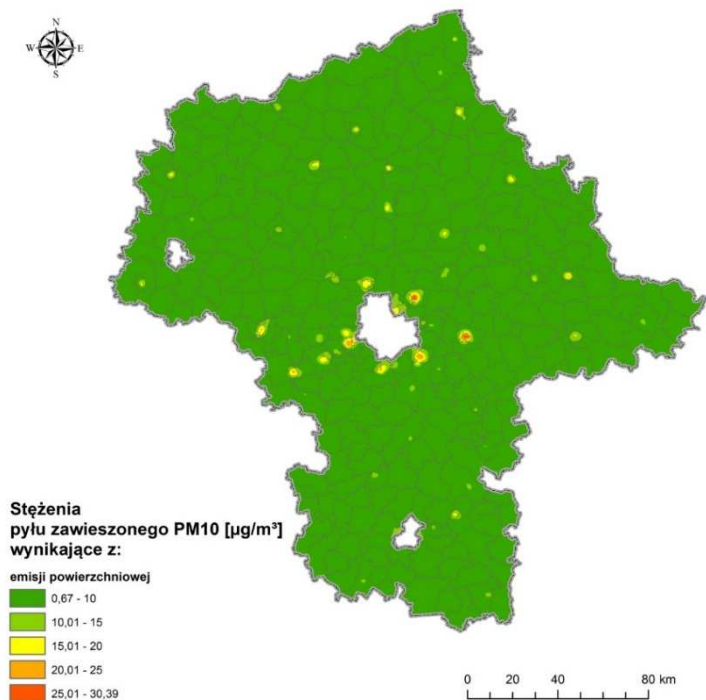
Tło całkowite pyłu zawieszzonego PM2,5: 7,5–27,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

7. Wyniki modelowania – rozkład stężeń w 2015 r.

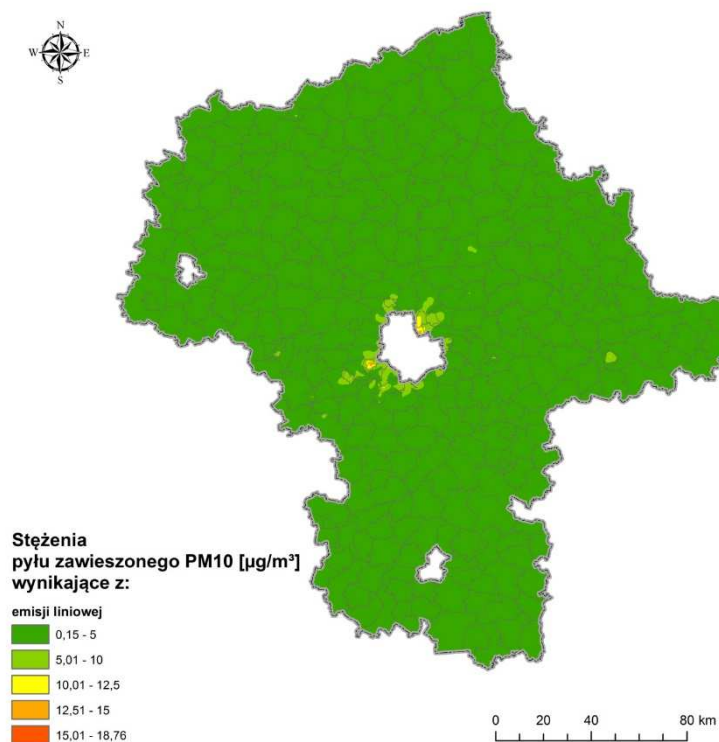
7.1. Rozkład stężeń pyłu zawieszzonego PM10 pochodzących z emisji z terenu strefy



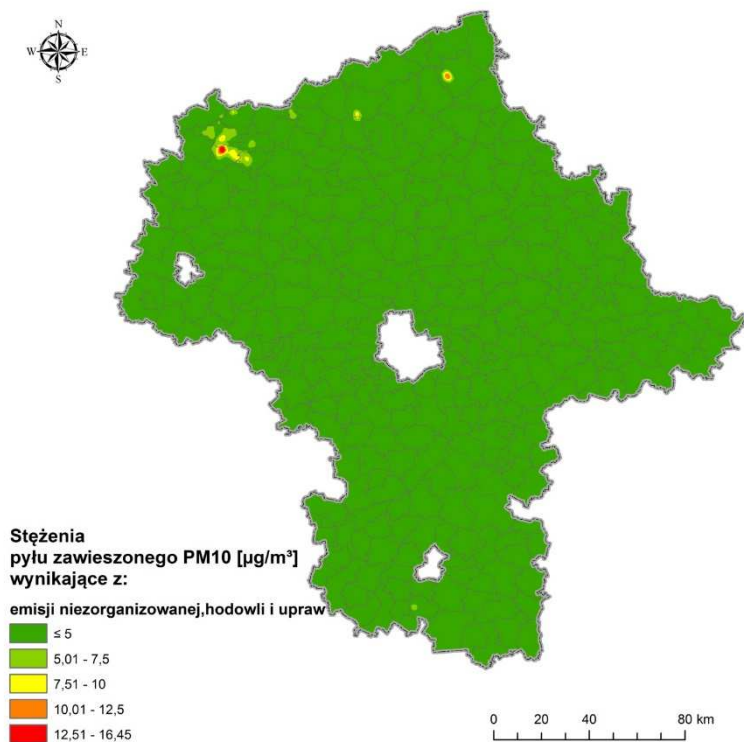
Rysunek 3 Rozkład stężeń pyłu zawieszzonego PM10 o okresie uśredniania wyników rok kalendarzowy pochodzących z emisji punktowej na terenie strefy mazowieckiej w 2015 r.



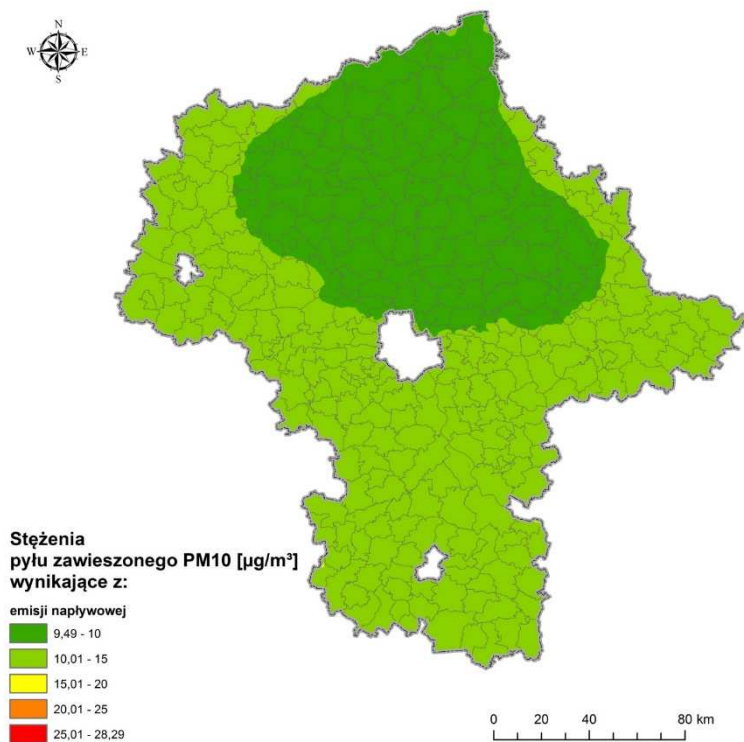
Rysunek 4 Rozkład stężeń pyłu zawieszonego PM10 o okresie uśredniania wyników rok kalendarzowy w strefie mazowieckiej pochodzące z emisji powierzchniowej w 2015 r.



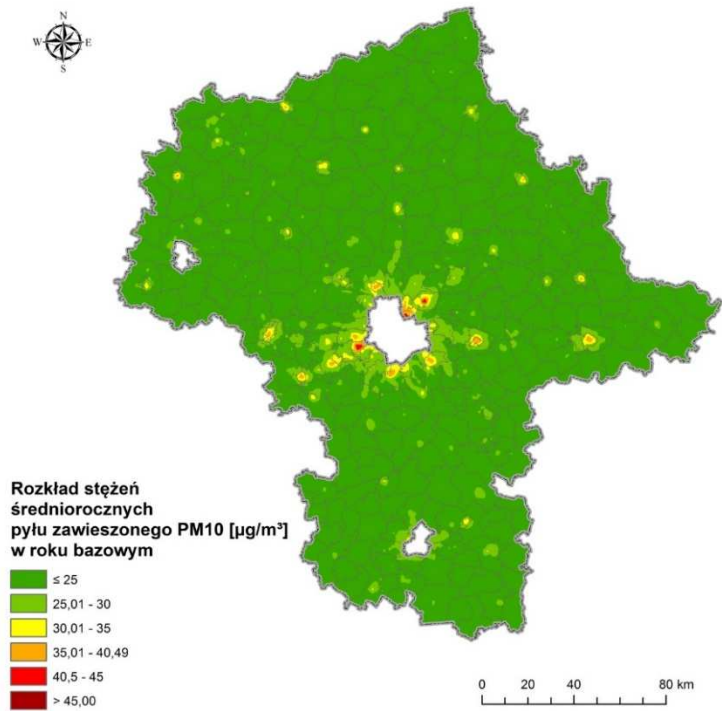
Rysunek 5 Rozkład stężeń pyłu zawieszonego PM10 o okresie uśredniania wyników rok kalendarzowy pochodzących z emisji liniowej na terenie strefy mazowieckiej w 2015 r.



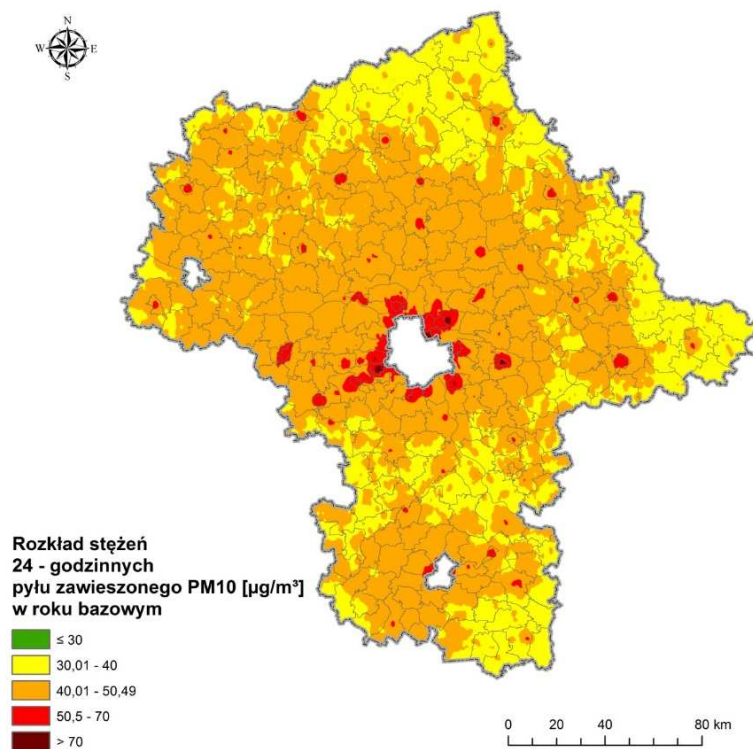
Rysunek 6 Rozkład stężeń pyłu zawieszzonego PM10 o okresie uśredniania wyników rok kalendarzowy pochodzących z rolnictwa i emisji niezorganizowanej na terenie strefy mazowieckiej w 2015 r.



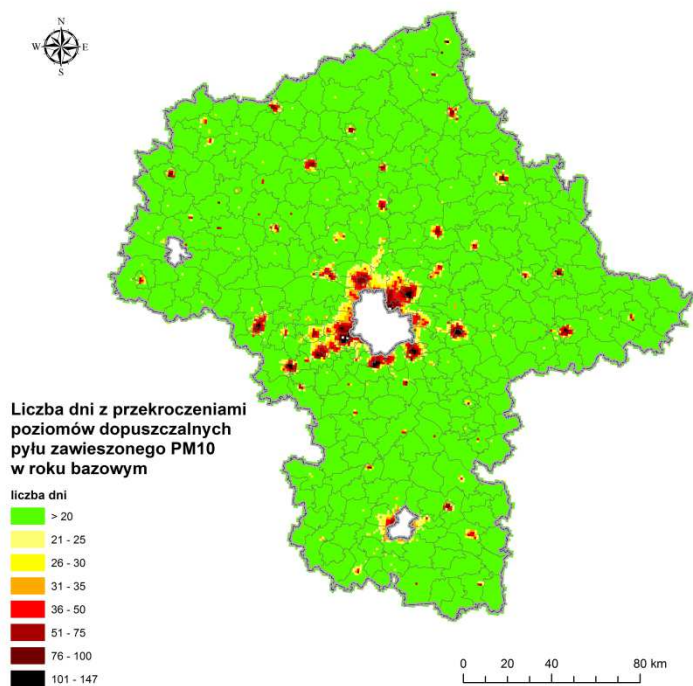
Rysunek 7 Rozkład stężeń pyłu zawieszzonego PM10 o okresie uśredniania wyników rok kalendarzowy z napływu na terenie strefy mazowieckiej w 2015 r.



Rysunek 8 Rozkład stężeń pyłu zawieszonego PM10 o okresie uśredniania wyników rok kalendarzowy z emisji całkowitej na terenie strefy mazowieckiej w 2015 r.

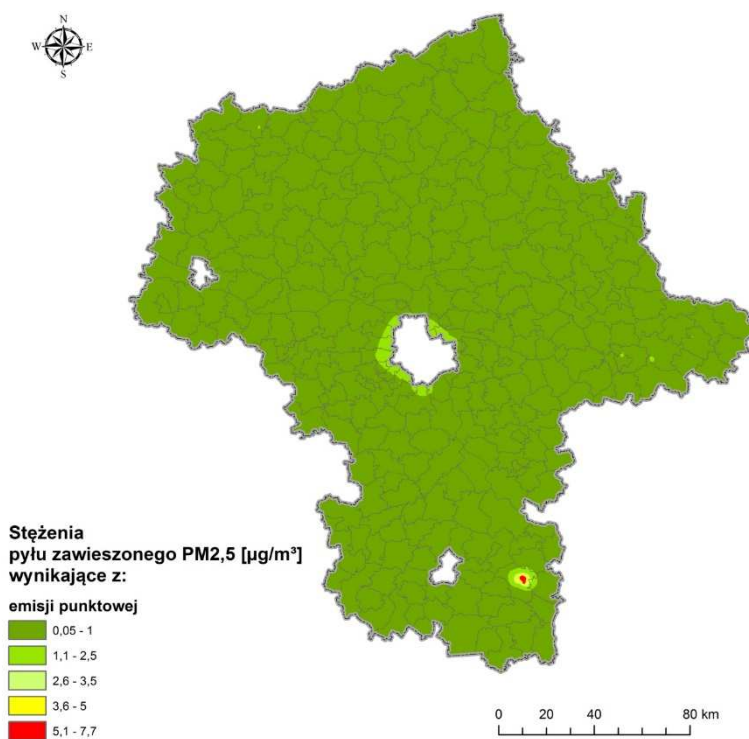


Rysunek 9 Rozkład stężeń pyłu zawieszonego PM10 o okresie uśredniania wyników 24 godziny z emisji całkowitej na terenie strefy mazowieckiej w 2015 r.

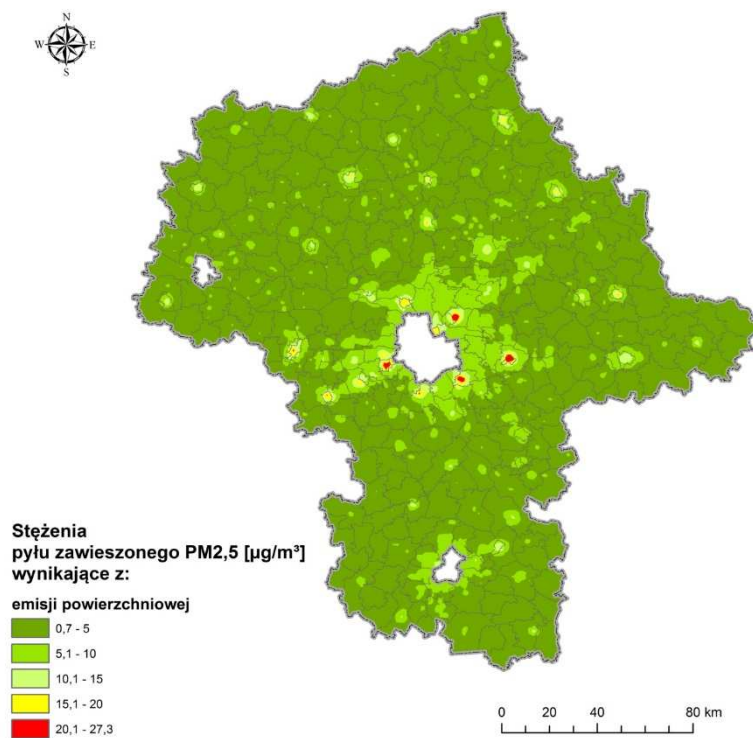


Rysunek 10 Liczba dni z przekroczenia poziomów dopuszczalnych pyłu zawieszonego PM10 w roku bazowym 2015.

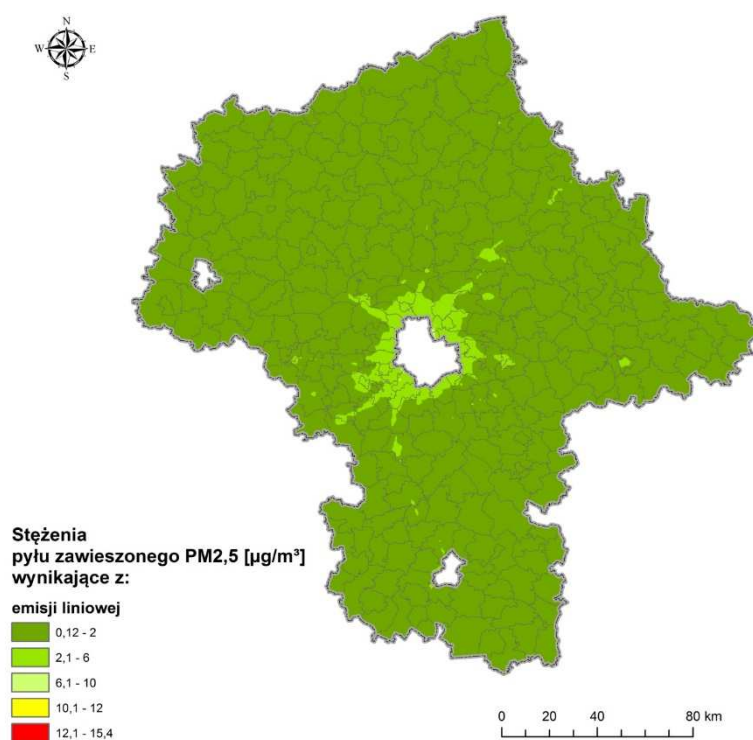
7.2. Rozkład stężeń pyłu zawieszonego PM2,5 pochodzących z emisji z terenu strefy



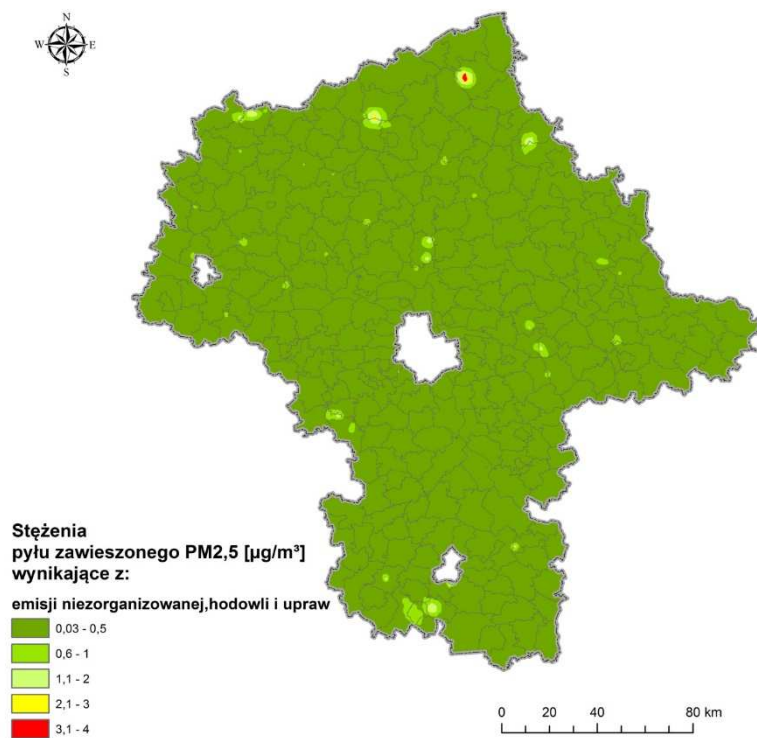
Rysunek 11 Rozkład stężeń pyłu zawieszonego PM2,5 o okresie uśredniania wyników rok kalendarzowy w strefie mazowieckiej pochodzące z emisji punktowej w 2015 r.



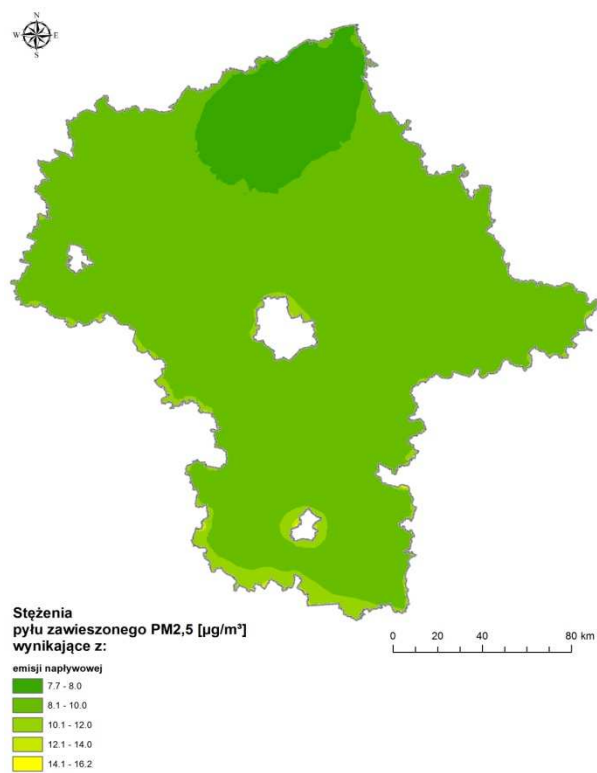
Rysunek 12 Rozkład stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} o okresie uśredniania wyników rok kalendarzowy w strefie mazowieckiej pochodzące z emisji powierzchniowej w 2015 r.



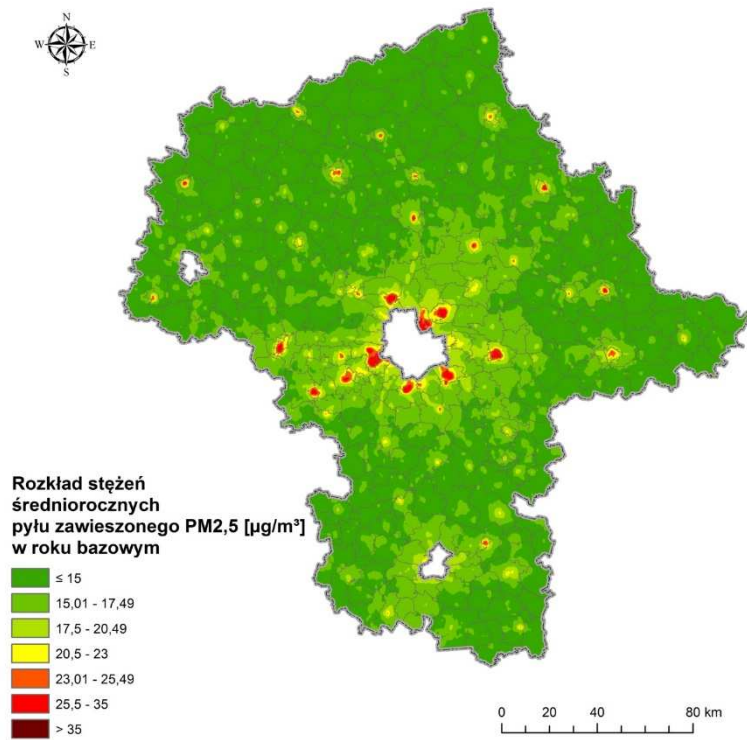
Rysunek 13 Rozkład stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} o okresie uśredniania wyników rok kalendarzowy pochodzących z emisji liniowej na terenie strefy mazowieckiej w 2015 r.



Rysunek 14 Rozkład stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} o okresie uśredniania wyników rok kalendarzowy pochodzących z rolnictwa i emisji nieorganizowanej na terenie strefy mazowieckiej w 2015 r.



Rysunek 15 Rozkład stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} o okresie uśredniania wyników rok kalendarzowy pochodzących z napływu na terenie strefy mazowieckiej w 2015 r.



Rysunek 16 Rozkład stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} o okresie uśredniania wyników rok kalendarzowy z emisji całkowitej na terenie strefy mazowieckiej w 2015 r.