

## **Opis stanu jakości powietrza w strefie mazowieckiej**

### **I. Substancje, dla których konieczne było opracowanie programu ochrony powietrza i wskazanie źródeł ich pochodzenia.**

W 2016 r., w ramach rocznej oceny jakości powietrza, klasyfikacja stref dla ozonu opierała się o wyniki pomiarów z okresu trzech lat (2014, 2015, 2016), dla których obliczono średnią liczbę dni z przekroczeniem poziomu docelowego. W wyniku analiz serii pomiarowych oraz statystyk, na jednym stanowisku pomiarowym w strefie mazowieckiej – MzPiasPulask, stwierdzono przekroczenie poziomu docelowego, stąd strefa otrzymała klasę C. W związku z tym, że ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym, niezbędne jest przeprowadzenie oceny jakości powietrza pod względem stężeń jego prekursorów, to jest tlenków azotu oraz niemetanowych lotnych związków organicznych.

Ozon (dalej:  $O_3$ ) to odmiana alotropowa tlenu. Cząsteczki tlenu, którym oddychamy i który jest podstawowym składnikiem powietrza, są zbudowane z dwóch atomów tlenu ( $O_2$ ), w skład cząsteczki ozonu wchodzi natomiast trzy atomy tlenu ( $O_3$ ). Ten trzeci atom tlenu sprawia, iż ozon w przeciwieństwie do dwuatomowej cząsteczki tlenu jest silnym utleniaczem fotochemicznym. Ta właściwość powoduje, że ozon w górnej warstwie atmosfery – stratosferze, absorbuje prawie całkowicie niezwykle szkodliwe dla organizmów żywych, promieniowanie nadfioletowe o długości fali poniżej 295 nm. Dzięki czemu do powierzchni ziemi dociera tylko kilka procent biologicznie czynnego promieniowania UV. Natomiast ozon w dolnej warstwie atmosfery – troposferze jest zanieczyszczeniem powietrza, które negatywnie wpływa na zdrowie ludzi.

Ozon powstający przy powierzchni ziemi jest zanieczyszczeniem wtórnym i powstaje w wyniku reakcji fotochemicznych tlenków azotu i lotnych związków organicznych w atmosferze. Reakcje te przyspiesza wysoka temperatura powietrza oraz słoneczna pogoda, dlatego najwyższe stężenia ozonu przy powierzchni ziemi występują wiosną i latem. Ze względu na specyfikę ozonu, trudno jest wskazać główne źródła emisji odpowiadające za przekroczenia. Ozon ma zdolność przenoszenia się na duże odległości, dlatego jego stężenia na obszarze Polski w dużej mierze zależą od stężeń ozonu w masach powietrza napływających nad teren naszego kraju – głównie z południowej i południowo-zachodniej Europy. Duży stopień skomplikowania procesów fizykochemicznych przebiegających w atmosferze związanych z występowaniem niemetanowych lotnych związków organicznych oraz tlenków azotu i mających wpływ na powstawanie ozonu powoduje, że bardzo trudno jest określić zależności pomiędzy emisją prekursorów ozonu, a występowaniem ozonu w troposferze.

Podstawowymi źródłami antropogenicznymi niemetanowych lotnych związków organicznych i tlenków azotu są m.in.: spalanie paliw w transporcie, przemysł i duże źródła spalania paliw, drobny przemysł, taki jak drukarnie, stacje benzynowe, produkty chemiczne (takie jak niektóre gatunki farb i środków czyszczących), spalanie paliw w samolotach, lokomotywach spalinowych, sprzęcie budowlanym oraz sprzęcie ogrodowym.

Bardzo istotny udział w formowaniu ozonu (emisji NMLZO i związków azotowych) mają również źródła naturalne, głównie tereny zielone i gleby. Na terenach leśnych węglowodory warunkujące możliwość powstawania ozonu są rezultatem wydzielania, zwłaszcza przez drzewa iglaste, lotnych związków organicznych w postaci olejków eterycznych, na przykład (dalej: np.) terpenów.

Niemetanowe lotne związki organiczne (NMLZO) pochodzą również z procesów związanych z działalnością człowieka, występują bowiem jako produkty uboczne w wielu procesach przemysłowych.

W średnich szerokościach geograficznych stężenia ponadnormatywne są w znacznej mierze związane czynnikami naturalnymi, niezwiązanymi z działalnością człowieka, w tym szczególnie z czynnikami meteorologicznymi (adwekcja mas powietrza, wysokie nasłonecznienie, brak wiatru). Działalność ludzka natomiast przyczynia się do tworzenia się ozonu poprzez emisję prekursorów, czyli tlenków azotu oraz niemetanowych lotnych związków organicznych.

## **II. Informacje dotyczące poziomu ozonu w powietrzu w roku, od którego, z uwagi na mierzone stężenia substancji w powietrzu (2016), wymagane jest opracowanie programu ochrony powietrza, i pięciu latach poprzedzających (2011-2015) wraz z podaniem zakresu przekroczeń poziomu docelowego substancji w powietrzu.**

### **1. Poziomy stężenie ozonu w 2016 r.**

Tabela 1 Poziomy stężenie ozonu w strefie mazowieckiej w 2016 r.

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Liczba dni z przekrozoną wartością O <sub>3</sub> 120 (mikrogramów na metr sześcienny (dalej: µg/m <sup>3</sup> ) (S <sub>8max</sub> ) Średnia z 3 lat	Zakres przekroczeń O <sub>3</sub> [liczba dni]	26 maksimum O <sub>3</sub> S <sub>8max</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN	12	0	110,7
2.	Granica Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	3	0	107,3
3.	Guty Duże, gm. Czerwonka	MzGutyDuCzer	9	0	109,9
4.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn	23	0	117,9
5.	Otwock, ul. Brzozowa 2	MzOtwoBrzozo	9	0	110,1
6.	Piastów, ul. Pułaskiego 6/8	MzPiasPulask	26	1	117,2
7.	Siedlce, ul. Konarskiego 11	MzSiedKonars	10	0	103,0

## 2. Poziomy stężenie ozonu w latach 2011-2015

— w 2011 r.

Tabela 2 Poziomy stężenie ozonu w strefie mazowieckiej w 2011 r.

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Liczba dni z przekroczoną wartością O <sub>3</sub> 120 µg/m <sup>3</sup> (S <sub>8max</sub> ) Średnia z 3 lat	Zakres przekroczeń O <sub>3</sub> [liczba dni]	26 maksimum O <sub>3</sub> S <sub>8max</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN (do 2015 r. MzBelsIGFPAN)	12	0	107,4
2.	Granica Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	15	0	116,3
3.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn (do 2015 r. MzLegionZegIMGW)	11	0	106,5

— w 2012 r.

Tabela 3 Poziomy stężenie ozonu w strefie mazowieckiej w 2012 r.

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Liczba dni z przekroczoną wartością O <sub>3</sub> 120 µg/m <sup>3</sup> (S <sub>8max</sub> ) Średnia z 3 lat	Zakres przekroczeń O <sub>3</sub> [liczba dni]	26 maksimum O <sub>3</sub> S <sub>8max</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN (do 2015 r. MzBelsIGFPAN)	6	0	108,5
2.	Granica Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	18	0	116,0
3.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn (do 2015 r. MzLegionZegIMGW)	9	0	112,3
4.	Siedlce, ul. Konarskiego 11	MzSiedKonars (do 2015 r. MzSiedlceKonar)	0	0	99,0

— w 2013 r.

Tabela 4 Poziomy stężenie ozonu w strefie mazowieckiej w 2013 r.

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Liczba dni z przekroczoną wartością O <sub>3</sub> 120 µg/m <sup>3</sup> (S <sub>8max</sub> ) Średnia z 3 lat	Zakres przekroczeń O <sub>3</sub> [liczba dni]	26 maksimum O <sub>3</sub> S <sub>8max</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN (do 2015 r. MzBelsIGFPAN)	5	0	108,9

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Liczba dni z przekroczoną wartością O <sub>3</sub> 120 µg/m <sup>3</sup> (S <sub>8max</sub> ) Średnia z 3 lat	Zakres przekroczeń O <sub>3</sub> [liczba dni]	26 maksimum O <sub>3</sub> S <sub>8max</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
2.	Granica Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	17	0	113,9
3.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn (do 2015 r. MzLegionZegIMGW)	8	0	112,2
4.	Siedlce, ul. Konarskiego 11	MzSiedKonars (do 2015 r. MzSiedlceKonar)	6	0	111,0

— w 2014 r.

Tabela 5 Poziomy stężen ozonu w strefie mazowieckiej w 2014 r.

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Liczba dni z przekroczoną wartością O <sub>3</sub> 120 µg/m <sup>3</sup> (S <sub>8max</sub> ) Średnia z 3 lat	Zakres przekroczeń O <sub>3</sub> [liczba dni]	26 maksimum O <sub>3</sub> S <sub>8max</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN (do 2015 r. MzBelskIGFPAN)	4	0	103,6
2.	Granica Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	13	0	100,0
3.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn (do 2015 r. MzLegionZegIMGW)	14	0	119,8
4.	Piastów, ul. Pułaskiego 6/8	MzPiasPulask (do 2015 r. MzPiastowPulask)	14	0	112,8
5.	Siedlce, ul. Konarskiego 11	MzSiedKonars (do 2015 r. MzSiedlceKonar)	6	0	107,3

— 2015 r.

Tabela 6 Poziomy stężen ozonu w strefie mazowieckiej w 2015 r.

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Liczba dni z przekroczoną wartością O <sub>3</sub> 120 µg/m <sup>3</sup> (S <sub>8max</sub> ) Średnia z 3 lat	Zakres przekroczeń O <sub>3</sub> [liczba dni]	26 maksimum O <sub>3</sub> S <sub>8max</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN	12	0	118,7
2.	Granica Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	12	0	113,1

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Liczba dni z przekroczoną wartością $O_3$ $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ( $S_{8\text{max}}$ ) Średnia z 3 lat	Zakres przekroczeń $O_3$ [liczba dni]	26 maksimum $O_3$ $S_{8\text{max}}$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
3.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn	20	0	123,2
4.	Siedlce, ul. Konarskiego 11	MzSiedKonars	12	0	110,8
5.	Żyrardów ul. Roosevelta	MzZyraRoosev	20	0	118,4

**III. Informacja dotycząca poziomu tlenków azotu i niemetanowych lotnych związków organicznych, jako substancji przyczyniających się do powstawania ozonu w roku, od którego, z uwagi na mierzone stężenia substancji w powietrzu, wymagane jest opracowanie programu ochrony powietrza, i pięciu latach poprzedzających.**

**1. Poziom stężeń tlenków azotu (dalej:  $\text{NO}_x$ ) i ditlenku azotu (dalej:  $\text{NO}_2$ ) w 2016 r.**

Tabela 7 Poziomy stężeń tlenków azotu w strefie mazowieckiej w 2016 r.

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Stężenie średnio-roczone $\text{NO}_x$ $S_a$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Stężenie średnio-roczone $\text{NO}_2$ $S_a$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Stężenie 1h $\text{NO}_2$ $S_{1\text{h}}$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Liczba przekroczeń $\text{NO}_2$
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN	11,5	10,1	41,7	0
2.	Granica Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	11,8	10,6	42,6	0
3.	Guty Duże, gm. Czerwonka	MzGutyDuCzer	7,1	5,5	37,8	0
4.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn	17,7	12,9	53,5	0
5.	Otwock, ul. Brzozowa 2	MzOtwoBrzozo	22,9	16,9	70,1	0
6.	Piastów, ul. Pułaskiego 6/8	MzPiasPulask	34,3	23,7	101,3	0
7.	Siedlce, ul. Konarskiego 11	MzSiedKonars	17,6	14,5	69,5	0

## 2. Poziom stężenie tlenków azotu i ditlenku azotu w latach 2011-2015

— w 2011 r.

Tabela 8 Poziomy stężenie tlenków azotu w strefie mazowieckiej w 2011 r.

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Stężenie średnio- roczne NO <sub>x</sub> S <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie średnio- roczne NO <sub>2</sub> S <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie 1h NO <sub>2</sub> S <sub>1h</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Liczba przekroczeń NO <sub>2</sub>
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN (do 2015 r. MzBelskIGFPAN)	12,9	11,7	58,0	0
2.	Granica Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	10,4	8,3	37,9	0
3.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn (do 2015 r. MzLegionZegIMGW)	27,1	18,6	82,3	0
4.	Piastów, ul. Pułaskiego 6/8	MzPiasPulask (do 2015 r. MzPiastowPulask)	34,2	21,7	98,0	0
5.	Żyrardów ul. Roosevelta	MzZyraRoosev	24,8	17,0	76,6	0

— w 2012 r.

Tabela 9 Poziomy stężenie tlenków azotu w strefie mazowieckiej w 2012 r.

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Stężenie średnio- roczne NO <sub>x</sub> S <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie średnio- roczne NO <sub>2</sub> S <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie 1h NO <sub>2</sub> S <sub>1h</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Liczba przekroczeń NO <sub>2</sub>
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN (do 2015 r. MzBelskIGFPAN)	13,0	11,6	54,0	0
2.	Granica Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	11,0	9,7	46,5	0
3.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn (do 2015 r. MzLegionZegIMGW)	23,4	17,3	81,3	0
4.	Piastów, ul. Pułaskiego 6/8	MzPiasPulask (do 2015 r. MzPiastowPulask)	26,8	19,3	93,6	0
5.	Siedlce, ul. Konarskiego 11	MzSiedKonars (do 2015 r. MzSiedlceKonar)	41,0	29,4	129,4	0

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Stężenie średnioroczne NO <sub>x</sub> S <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie średnioroczne NO <sub>2</sub> S <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie 1h NO <sub>2</sub> S <sub>1h</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Liczba przekroczeń NO <sub>2</sub>
6.	Żyrardów ul. Roosevelta	MzZyraRoosev	21,9	16,7	76,9	0

— w 2013 r.

Tabela 10 Poziomy stężenia tlenków azotu w strefie mazowieckiej w 2013 r.

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Stężenie średnioroczne NO <sub>x</sub> S <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie średnioroczne NO <sub>2</sub> S <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie 1h NO <sub>2</sub> S <sub>1h</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Liczba przekroczeń NO <sub>2</sub>
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN (do 2015 r. MzBelskiGFPAN)	12,1	10,7	56,2	0
2.	Granica Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	9,5	8,6	44,4	0
3.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn (do 2015 r. MzLegionZegIMGW)	20,9	15,6	75,9	0
4.	Piastów, ul. Pułaskiego 6/8	MzPiasPulask (do 2015 r. MzPiastowPulask)	29,4	20,0	81,9	0
5.	Siedlce, ul. Konarskiego 11	MzSiedKonars (do 2015 r. MzSiedlceKonar)	20,1	15,7	67,4	0
6.	Żyrardów ul. Roosevelta	MzZyraRoosev	23,1	16,5	85,3	0

— w 2014 r.

Tabela 11 Poziomy stężenia tlenków azotu w strefie mazowieckiej w 2014 r.

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Stężenie średnioroczne NO <sub>x</sub> S <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie średnioroczne NO <sub>2</sub> S <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie 1h NO <sub>2</sub> S <sub>1h</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Liczba przekroczeń NO <sub>2</sub>
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN (do 2015 r. MzBelskiGFPAN)	11,9	11,9	51,5	0
2.	Granica Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	10,4	8,8	40,7	0

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Stężenie średnioroczne NO <sub>x</sub> S <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie średnioroczne NO <sub>2</sub> S <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie 1h NO <sub>2</sub> S <sub>1h</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Liczba przekroczeń NO <sub>2</sub>
3.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn (do 2015 r. MzLegionZegIMGW)	22,9	16,2	82,2	0
4.	Piastów, ul. Pułaskiego 6/8	MzPiasPulask (do 2015 r. MzPiastowPulask)	31,8	21,6	95,6	0
5.	Siedlce, ul. Konarskiego 11	MzSiedKonars (do 2015 r. MzSiedlceKonar)	20,6	15,0	79,2	0
6.	Żyrardów ul. Roosevelta	MzZyraRoosev	23,2	15,9	78,8	0

— w 2015 r.

Tabela 12 Poziomy stężenie tlenków azotu w strefie mazowieckiej w 2015 r.

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Stężenie średnioroczne NO <sub>x</sub> S <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie średnioroczne NO <sub>2</sub> S <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie 1h NO <sub>2</sub> S <sub>1h</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Liczba przekroczeń NO <sub>2</sub>
1.	Belsk Duży, Osiedle PAN 1	MzBelsIGFPAN	12,8	11,8	51,9	0
2.	Granica Kampinoski Park Narodowy	MzGranicaKPN	11,9	10,0	40,3	0
3.	Legionowo, ul. Zegrzyńska 38	MzLegZegrzyn	20,4	14,9	73,3	0
4.	Piastów, ul. Pułaskiego 6/8	MzPiasPulask	33,8	22,8	103,8	0
5.	Siedlce, ul. Konarskiego 11	MzSiedKonars	17,6	13,5	72,6	0
6.	Żyrardów ul. Roosevelta	MzZyraRoosev	22,9	16,8	87,1	0

### 3. Poziom stężenie lotnych związków organicznych w 2016 r.

Tabela 13 Poziom stężenie lotnych związków organicznych w strefie mazowieckiej w 2016 r.

Lp.	Stanowisko	Kod krajowy stacji	Rok	Stężenie średnioroczne S <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
1.	Otwock, ul. Brzozowa 2	MzOtwoBrzozo	2016	2,08



#### **4. Poziom stężenie niemetanowych lotnych związków organicznych w latach 2011-2015.**

W 2011 roku w strefie mazowieckiej nie były wykonywane pomiary stężeń niemetanowych lotnych związków organicznych.

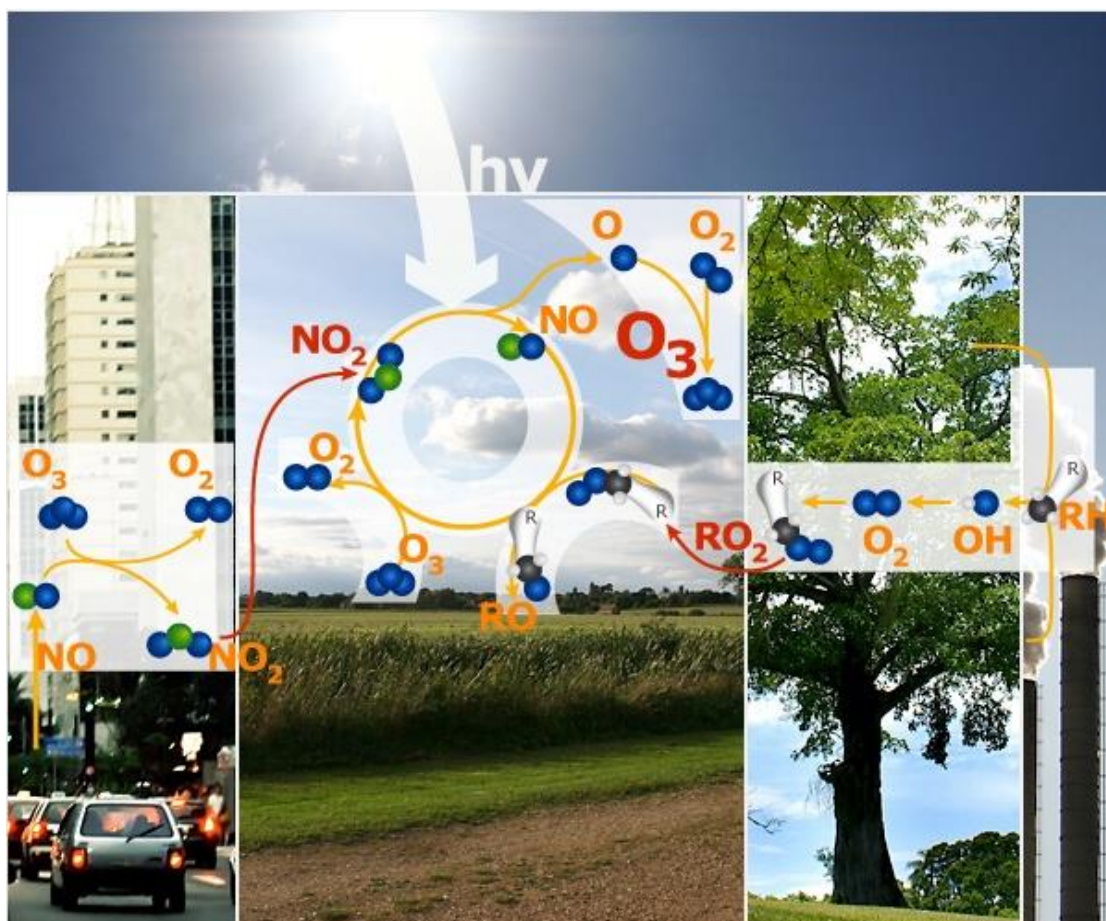
W latach 2012-2015 pomiary stężenia tego zanieczyszczenia były wykonywane na stanowisku pomiarowym w Siedlcach, ul. Konarskiego 11, kod krajowy stacji: MzSiedKonars (do 2015 r. kod stacji MzSiedlceKonar) i wynosiły:

Tabela 14 Poziomy stężenie lotnych związków organicznych w strefie mazowieckiej w latach 2012-2015

Lp.	Rok	Stężenie średnioroczne $S_a$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
1.	2012	1,94
2.	2013	1,83
3.	2014	2,05
4.	2015	1,62

#### **IV. Czynniki powodujące przekroczenia poziomu docelowego ozonu w powietrzu, ze szczególnym uwzględnieniem przemian fizykochemicznych.**

Ze względu na specyfikę zanieczyszczenia, jakim jest ozon trudno jest wskazać główne źródła emisji odpowiadające za przekroczenia. Ozon występujący przy powierzchni ziemi tworzy się poprzez reakcje chemiczne pomiędzy lotnymi związkami organicznymi (NMLZO) i tlenkami azotu ( $\text{NO}_x$ ) w obecności promieniowania słonecznego. Ponadto transport mas powietrza w krajach Europy Północno-Zachodniej i Środkowej (w tym w Polsce) charakteryzuje się przede wszystkim adwekcją i często powoduje transgraniczne przenoszenie ozonu na dalekie odległości. Duży stopień skomplikowania procesów fizykochemicznych przebiegających w atmosferze związanych z występowaniem NMLZO oraz  $\text{NO}_x$  i mających wpływ na powstawanie ozonu powoduje, że bardzo trudno jest określić zależności pomiędzy emisją prekursorów ozonu, a występowaniem ozonu w troposferze.



Rysunek 1 Cykl powstawania ozonu troposferycznego

Źródło: Encyklopedia Klimatologiczna ESPERE

Powyżej zaprezentowano cykl tworzenia ozonu. Proces zaczyna się na terenach wiejskich wokół miast. Najpierw ditlenek azotu  $\text{NO}_2$  jest fotolizowany przez promieniowanie słoneczne i tworzy wolne atomy tlenu  $\text{O}$  oraz tlenek azotu  $\text{NO}$  (dalej:  $\text{NO}$ ). Następnie wolne atomy tlenu  $\text{O}$  reagują z tlenem cząsteczkowym w powietrzu i tworzą ozon ( $\text{O}_3$ ), tlenek azotu natomiast reaguje z rodnikami nadtlenowymi  $\text{RO}_2$  i ponownie tworzy  $\text{NO}_2$ . Pewna część ozonu jest zużyta przez  $\text{NO}$  w zależności od stężenia rodników nadtlenowych  $\text{RO}_2$ .

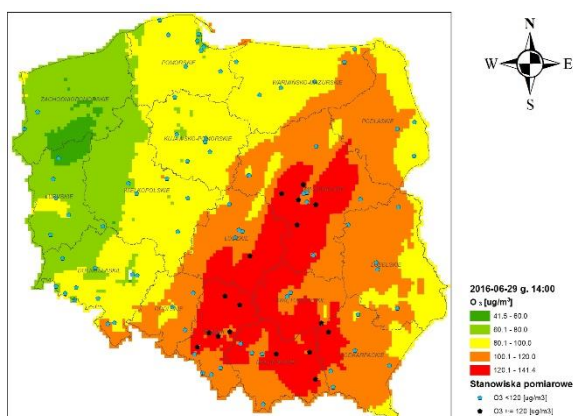
Należy nadmienić, iż ostatecznie rodniki są zużywane i powstaje ozon, podczas gdy tlenki azotu są zawsze powtórnie przetworzone. Tworzeniu się ozonu sprzyja zawartość w powietrzu rodników nadtlenowych i tlenków azotu, jednak istotnym parametrem jest ilość dostarczonego światła, które jest katalizatorem zachodzących reakcji. Dlatego najczęściej zagrożenia wysokimi stężeniami ozonu występują w czasie gorących, słonecznych i niemalże bezwietrznych dni (pogoda wyżowa).

Biorąc pod uwagę charakter stężeń ozonu dokonano analizy epizodów, czyli okresów o podwyższonych stężeniach. Jako epizody podwyższonych stężeń ozonu zakwalifikowano dni, w których zmierzone godzinowe stężenia przekraczały  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  przynajmniej raz w ciągu doby. W 2016 r. sklasyfikowano 26 takich zdarzeń. Występowały one w okresie od początku kwietnia do pierwszej połowy września. Czas trwania epizodu wynosił od 1 do 6 dni. Epizody podwyższonych stężeń ozonu rzadko obejmowały tylko jedną stację pomiarową. Wyróżniono trzy epizody, w czasie których przekroczenia ozonu wystąpiły na wszystkich stacjach w strefie. Najczęściej epizody występowały w Legionowie oraz

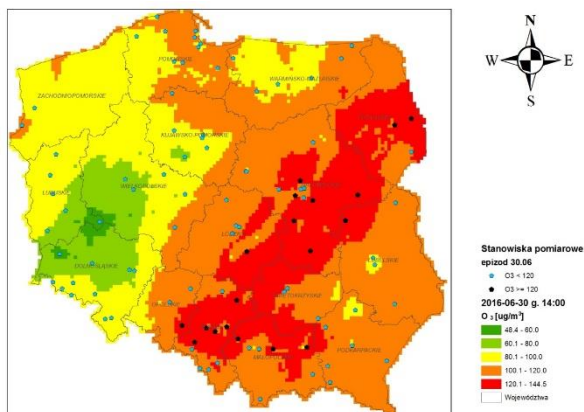
Piastowie, gdzie liczba dni z epizodami wystąpienia godzinowych stężenia ozonu wyższymi od  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wynosiła odpowiednio 43 i 46 dni. Najczęściej epizody odnotowano w Siedlcach – 14 dni. Dla wybranych epizodów, przeprowadzono dokładną analizę sytuacji meteorologicznej, która często jest odpowiedzialna za wystąpienie przekroczenia przyjętego poziomu granicznego godzinowych stężeń ozonu. Na podstawie serii pomiarowych wybrano terminy, gdy stężenia ozonu były najwyższe i dla tych terminów przedstawiono rozkłady stężeń. Problem podwyższonych stężeń ozonu nie dotyczył tylko strefy mazowieckiej, ale niejednokrotnie obejmował znaczną część Polski, dlatego przedstawiono rozkłady stężeń ozonu na obszarze całego kraju.

Poniżej przedstawiono analizę epizodów wysokich stężeń ozonu w 2016 r.

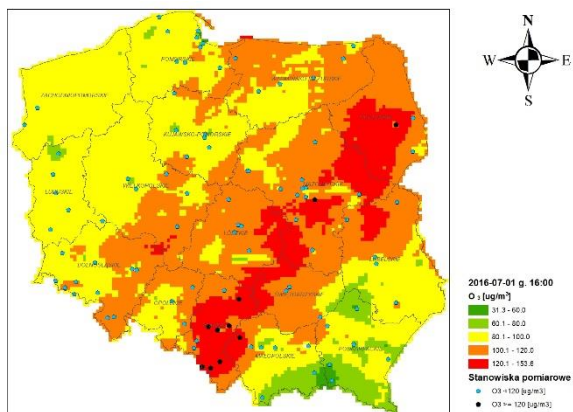
### 1. Epizod 29 czerwca – 2 lipca 2016 r.



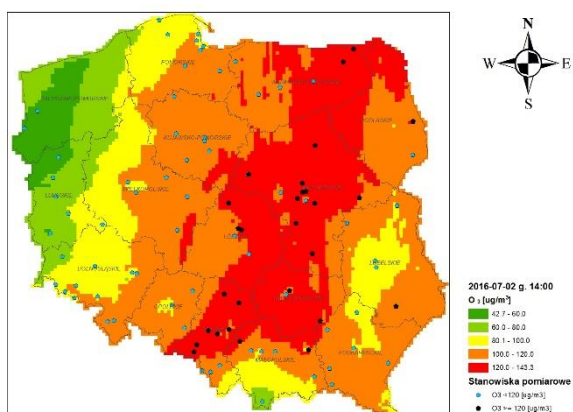
Rysunek 2 Stężenia ozonu w trakcie epizodu - 29 czerwca 2016 r. o godzinie 14.00



Rysunek 3 Stężenia ozonu w trakcie epizodu - 30 czerwca 2016 r. o godzinie 14.00

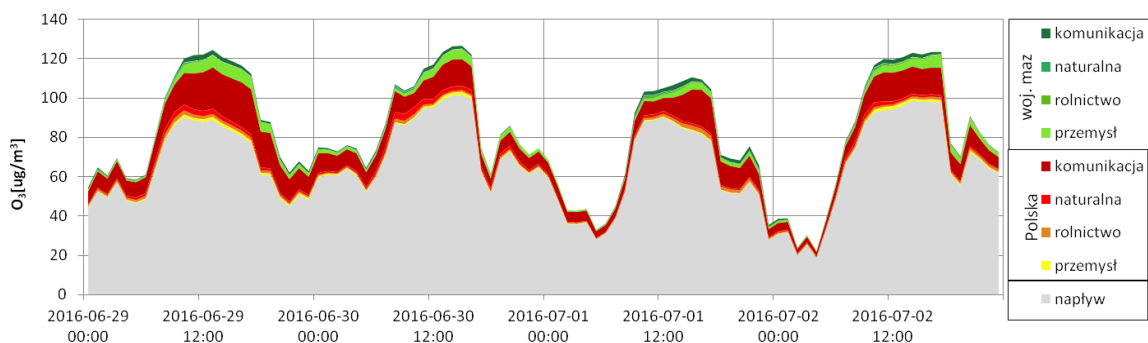


Rysunek 4 Stężenia ozonu w trakcie epizodu -1 lipca 2016 r. o godzinie 16.00

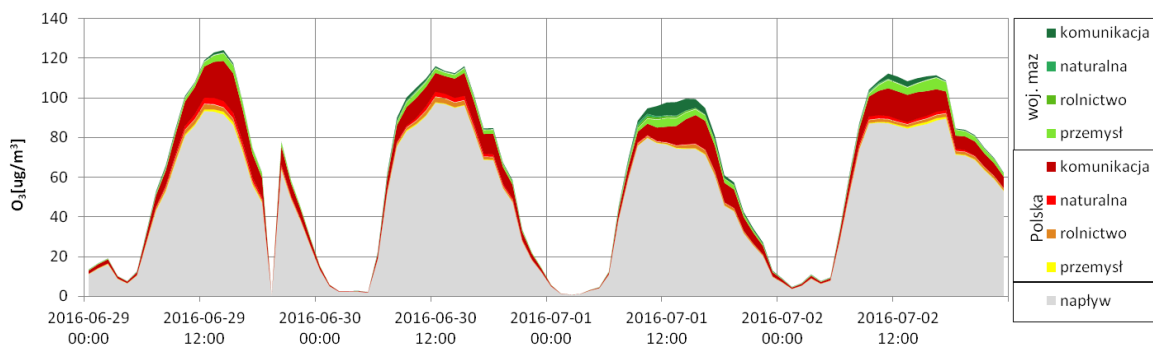


Rysunek 5 Stężenia ozonu w trakcie epizodu – 2 lipca 2016 r. o godzinie 14.00

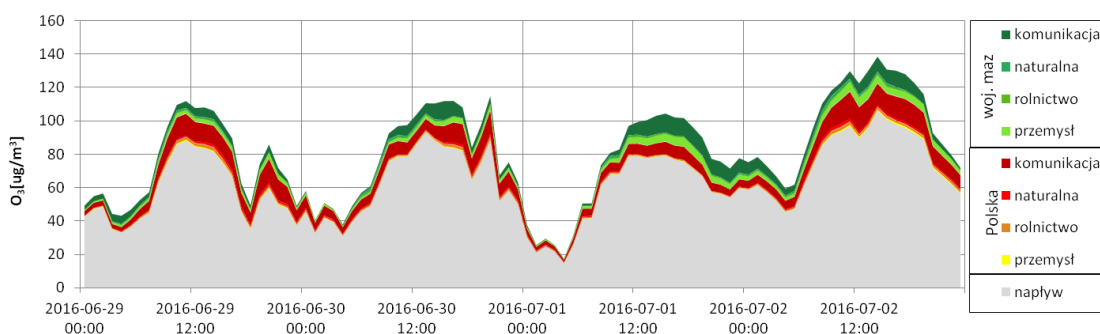
W trakcie epizodu podwyższonych stężeń ozonu w dniach od 29 czerwca do 2 lipca Polska podzielona była na dwie części: północno-zachodnią, gdzie stężenia ozonu były niższe od  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , oraz południowo-wschodnią, o podwyższonych wartościach zanieczyszczenia. Podział ten pokrywał się z zasięgiem mas powietrza napływających nad Polskę. Z południa na południowo-wschodnią część kraju nasuwała się masa powietrza zwrotnikowego, a zachodnia część kraju była pod wpływem masy powietrza polarno-morskiego. Za ten epizod odpowiedzialny był napływ powietrza zwrotnikowego, który przyniósł upały w południowo-wschodniej części Polski.



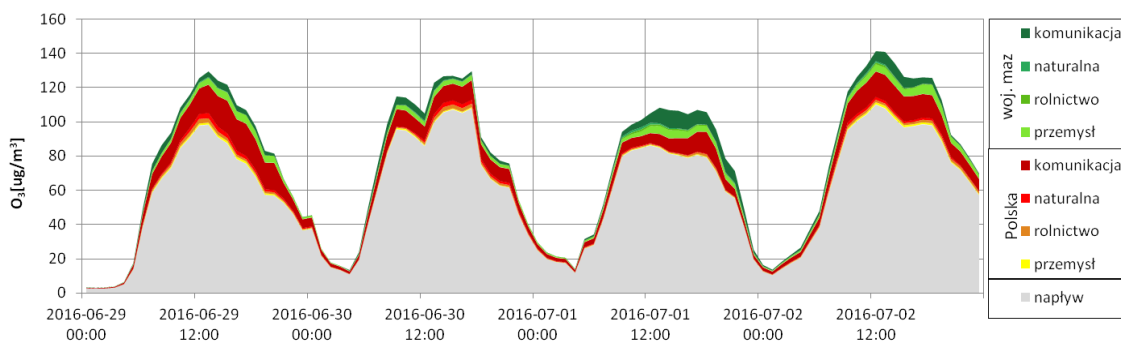
Rysunek 6 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 29 czerwca do 2 lipca 2016 r.- stacja Belsk Duży



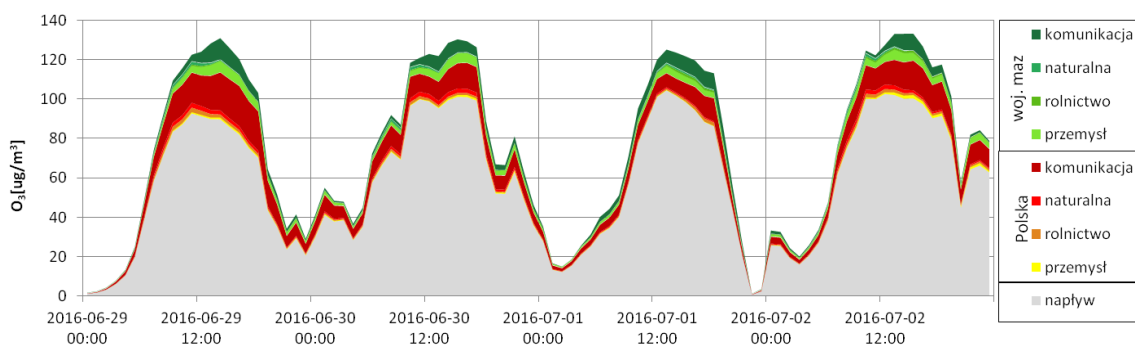
Rysunek 7 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 29 czerwca do 2 lipca 2016 r.- stacja Granica



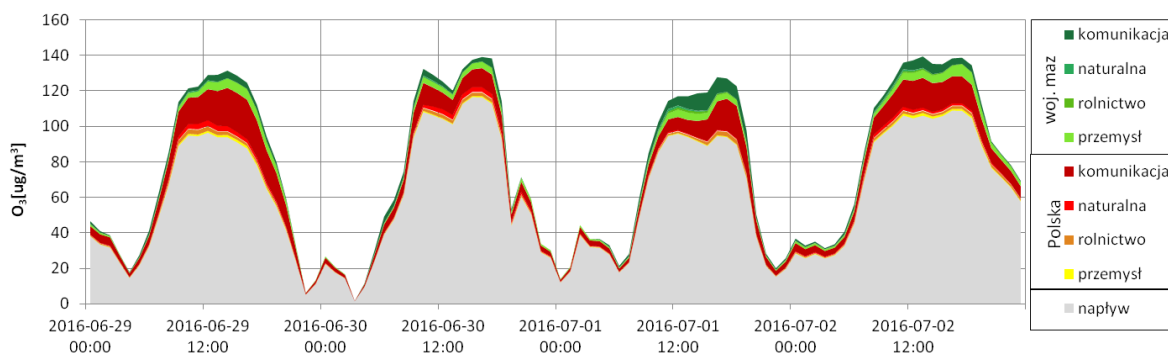
Rysunek 8 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 29 czerwca do 2 lipca 2016 r.- stacja Guty Duże



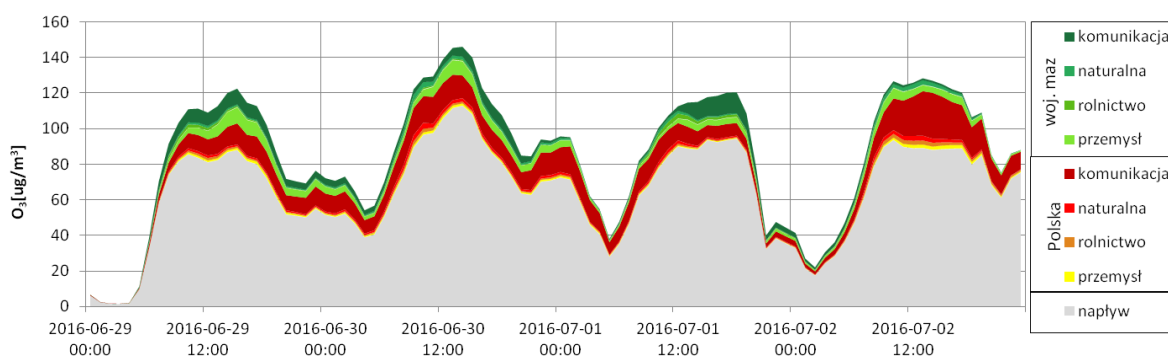
Rysunek 9 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 29 czerwca do 2 lipca 2016 r.- stacja Legionowo



Rysunek 10 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 29 czerwca do 2 lipca 2016 r.- stacja Otwock



Rysunek 11 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 29 czerwca do 2 lipca 2016 r.- stacja Piastów

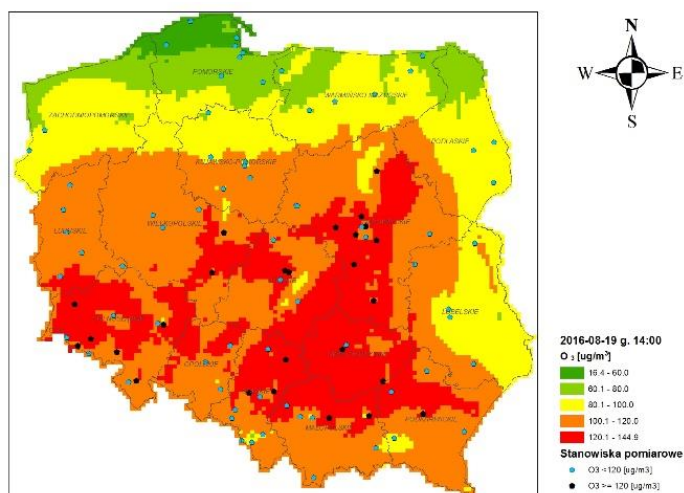


Rysunek 12 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 29 czerwca do 2 lipca 2016 r.- stacja Siedlce

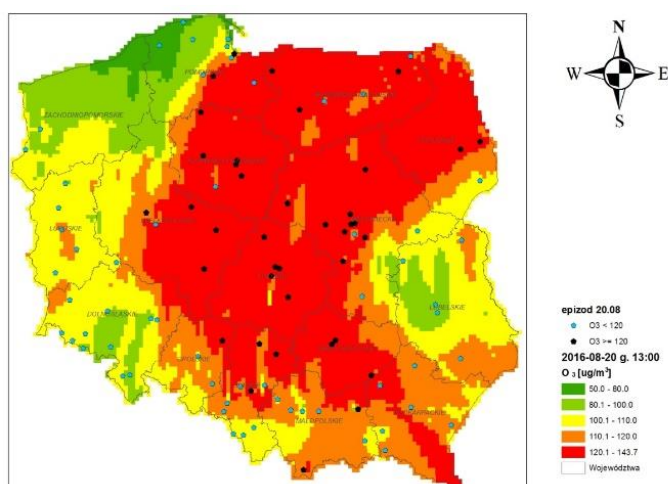
Stężenia ozonu wykazują okresowość dobową. W godzinach nocnych spadają poniżej  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , jednak w ciągu dnia bardzo szybko rosną, osiągając ekstremum we wczesnych godzinach popołudniowych. O północy widoczny jest niewielki wzrost stężeń, ale później następuje ich gwałtowny spadek. Najniższe wartości stężeń ozonu występują w godzinach od 3.00 do 5.00 rano.

Dla stężeń ozonu w poszczególnych stacjach pomiarowych w dniach od 29 czerwca do 2 lipca 2016 roku przeprowadzono analizę udziałów różnych typów źródeł emisji. Dokonano podziału źródeł ze względu na typ to jest komunikacja, naturalna, rolnictwo, przemysł oraz na obszar emisji to jest Polska, województwo mazowieckie i napływ spoza granic Polski. Największy wpływ na całkowite stężenia ozonu ma napływ spoza granic Polski, który wynosi od 70% do 90%. W niektórych przypadkach stężenia z napływu przekraczają wartość  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Z pozostałych typów źródeł emisji wyróżnia się komunikacja z Polski (5-20%) i województwa mazowieckiego (1-10%). Najmniejszy wkład ma rolnictwo, gdzie największy jego udział w stężeniach całkowitych dla analizowanego okresu wyniósł 2%.

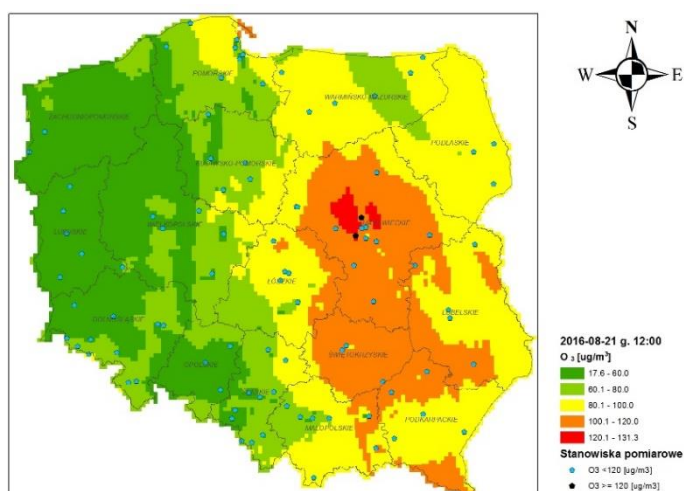
## 2. Epizod 19 – 21 sierpnia 2016 r.



Rysunek 13 Stężenia ozonu w trakcie epizodu – 19 sierpnia 2016 r. o godzinie 14.00

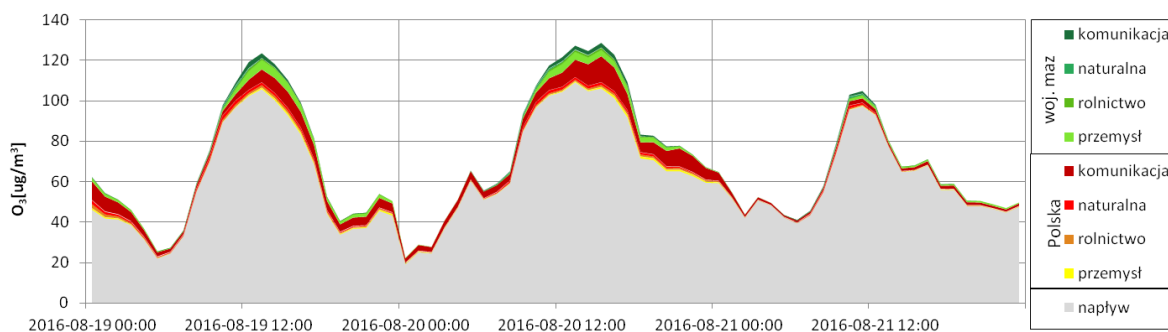


Rysunek 14 Stężenia ozonu w trakcie epizodu – 20 sierpnia 2016 r. o godzinie 13.00

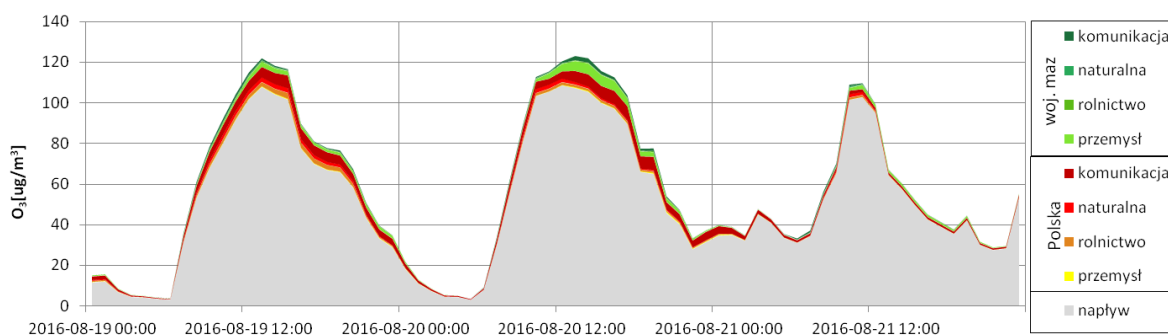


Rysunek 15 Stężenia ozonu w trakcie epizodu – 21 sierpnia 2016 r. o godzinie 12.00

Epizod podwyższonych stężeń ozonu rozpoczął się 19 sierpnia o godzinie 12.00. Najwyższe koncentracje ozonu uzyskano 2 godziny później, o godzinie 14.00. Stężenia spadły poniżej  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  o godzinie 18.00. Obszar podwyższonych stężeń ozonu obejmował południową część Polski. Tego dnia w strefie mazowieckiej wartości powyżej ustalonego poziomu granicznego odnotowano na 6 stacjach: Belsk, Granica, Guty Duże, Legionowo, Otwock i Piastów. Następnego dnia stężenia ozonu przekraczały normę  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  od godziny 11.00 do 17.00. Najwyższe stężenia ozonu wyższe od  $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$  odnotowano w stacji Guty Duże o godzinie 13.00. Na mapie przedstawiającej rozkład przestrzenny godzinowych stężeń ozonu obszar gdzie stężenia tego zanieczyszczenia przekraczają  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wyznaczają cztery miasta: Gdańsk, Białystok, Połaniec i Poznań. Strefa ograniczająca obszar podwyższonych stężeń ozonu, przebiegająca od Gdańska przez Poznań do Katowic, pokrywa się ze strefą frontu ciepłego, który nasuwał się tego dnia nad Polskę z zachodu. Ostatniego dnia epizodu podwyższonych stężeń ozonu przekroczenia poziomu  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wystąpiły w centralnej części strefy mazowieckiej. Epizod tego dnia trwał tylko przez dwie godziny, od 11.00 do 12.00. Zachmurzenie, a wraz z nim opady atmosferyczne, które wystąpiły w godzinach popołudniowych, przyczyniły się do zakończenia epizodu.

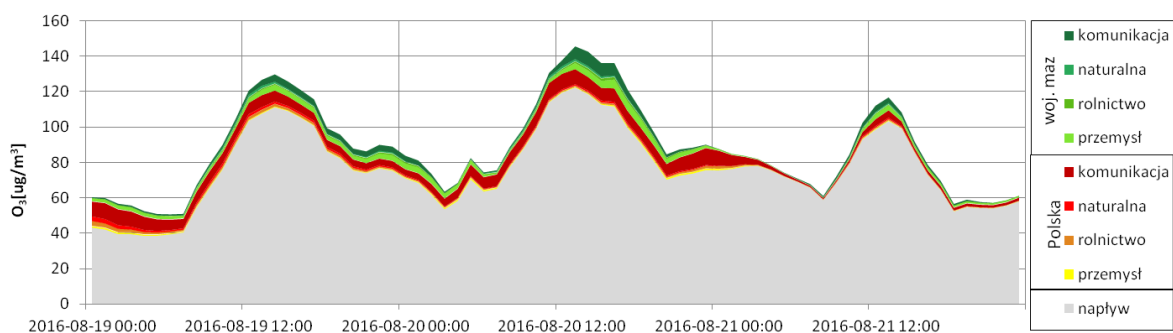


Rysunek 16 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 19 sierpnia do 21 sierpnia 2016 r.- stacja Belsk Duży

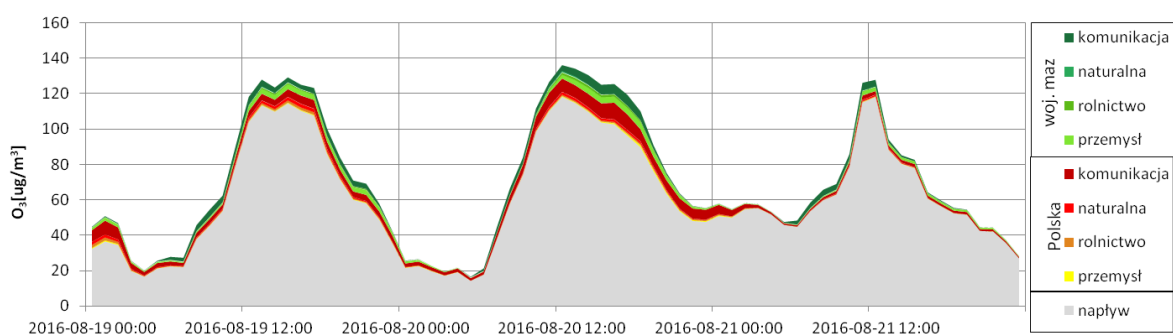


Rysunek 17 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 19 sierpnia do 21 sierpnia 2016 r.- stacja Granica

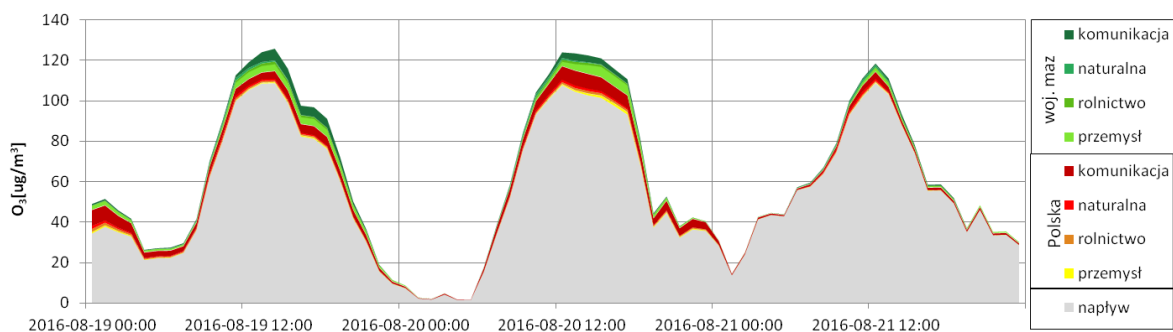




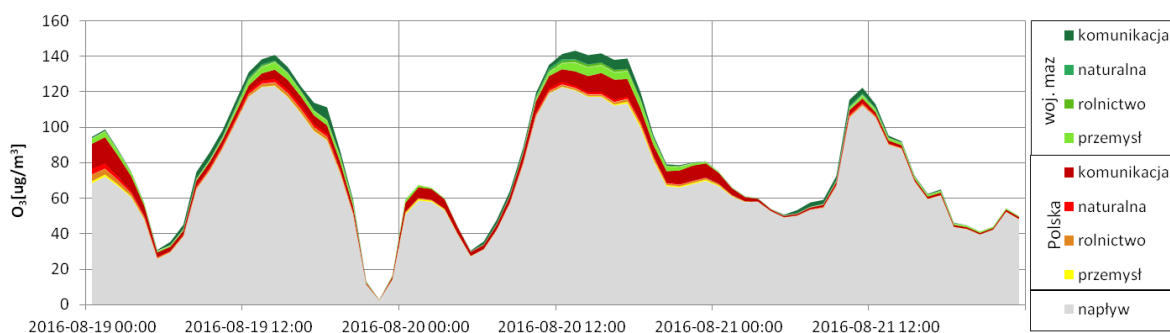
Rysunek 18 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 19 sierpnia do 21 sierpnia 2016 r.- stacja Guty Duże



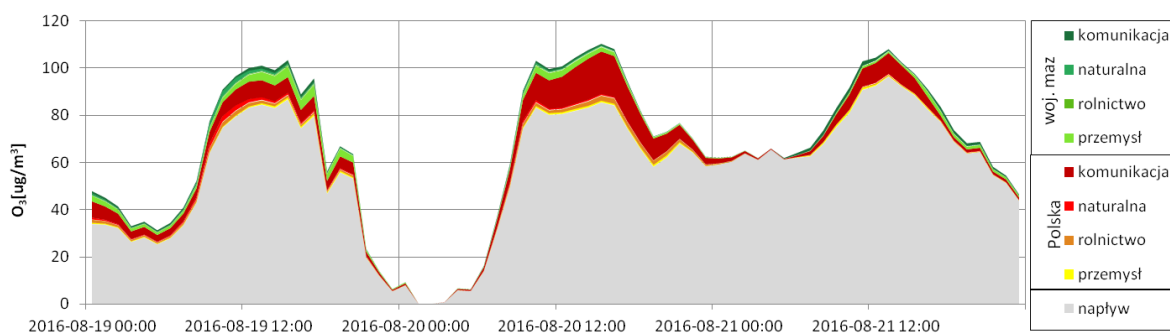
Rysunek 19 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 19 sierpnia do 21 sierpnia 2016 r.- stacja Legonowo



Rysunek 20 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 19 sierpnia do 21 sierpnia 2016 r.- stacja Otwock



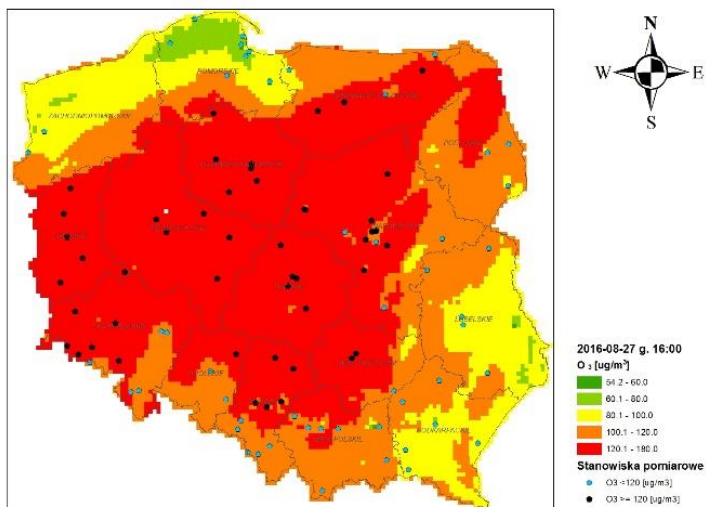
Rysunek 21 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 19 sierpnia do 21 sierpnia 2016 r.- stacja Piastów



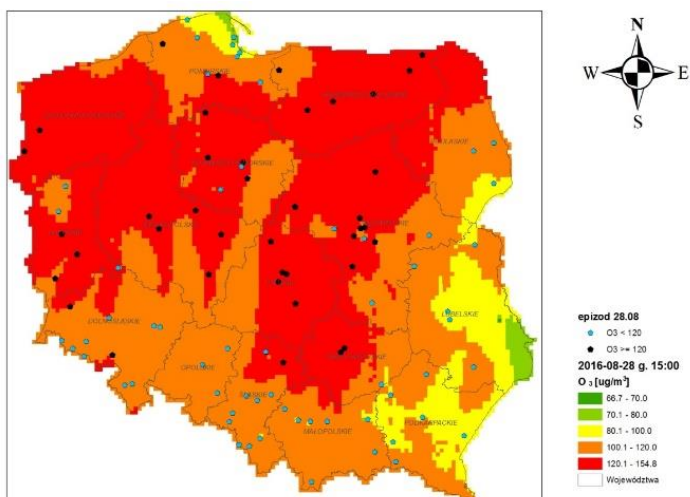
Rysunek 22 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 19 sierpnia do 21 sierpnia 2016 r.- stacja Siedlce

W trakcie epizodu w dniach od 19 do 21 sierpnia stężenia ozonu wykazywały okresowość dobową – w godzinach nocnych spadały poniżej 60 µg/m<sup>3</sup>, a w ciągu dnia rosły, osiągając najwyższą wartość w godzinach od 13.00 do 15.00. Najniższe wartości stężeń ozonu występowały w godzinach od 3.00 do 5.00 rano. Największy wpływ na całkowite stężenia ozonu ma napływ spoza granic Polski – od 70% do 97%. W dniach 19 i 20 sierpnia stężenia z napływu przekroczyły wartość 120 µg/m<sup>3</sup>. Pozostałe źródła emisji mają niewielki udział. Komunikacja z województwa mazowieckiego to 0-5%, emisja z komunikacji z pozostałej części Polski od 1 do 15%. Najmniejszy wkład ma przemysł, gdzie największy jego udział w stężeniach całkowitych dla analizowanego okresu wyniósł 5%.

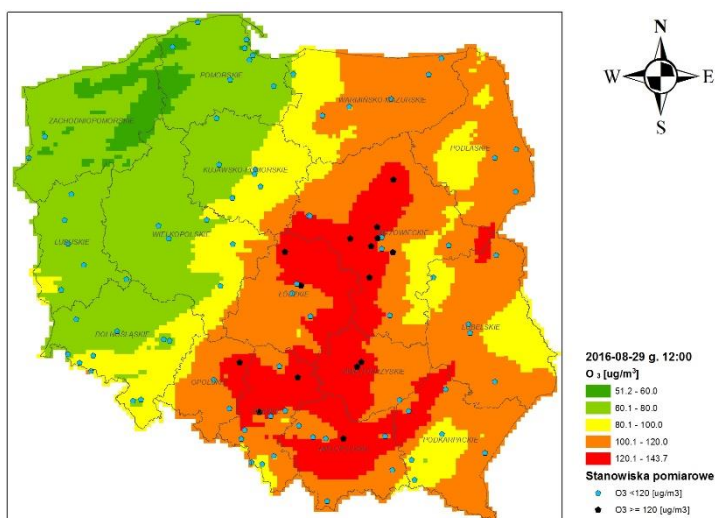
### 3. Epizod 27-29 sierpnia 2016 r.



Rysunek 23 Stężenia ozonu w trakcie epizodu – 27 sierpnia 2016 r. o godzinie 16.00

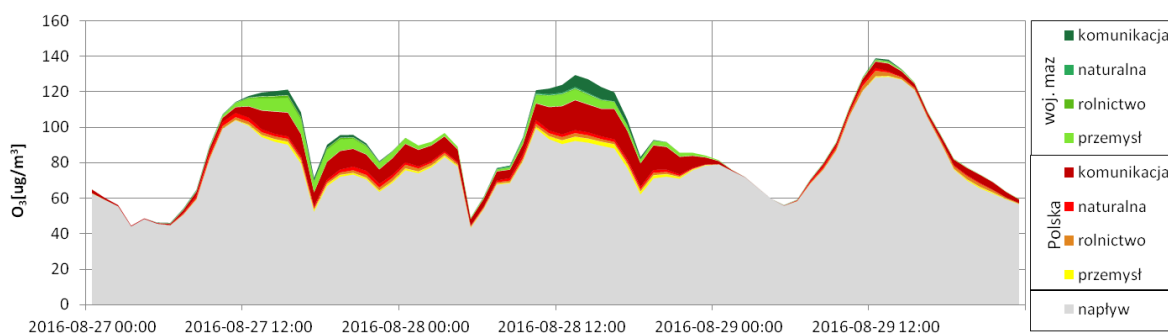


Rysunek 24 Stężenia ozonu w trakcie epizodu – 28 sierpnia 2016 r. o godzinie 15.00

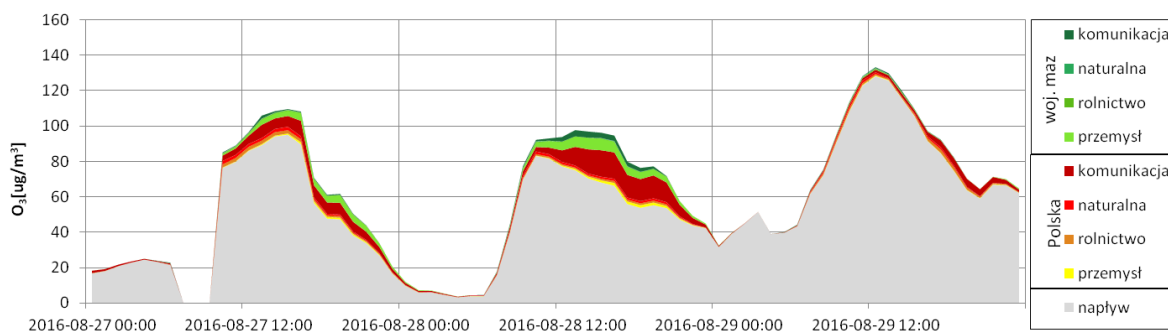


Rysunek 25 Stężenia ozonu w trakcie epizodu – 29 sierpnia 2016 r. o godzinie 12.00

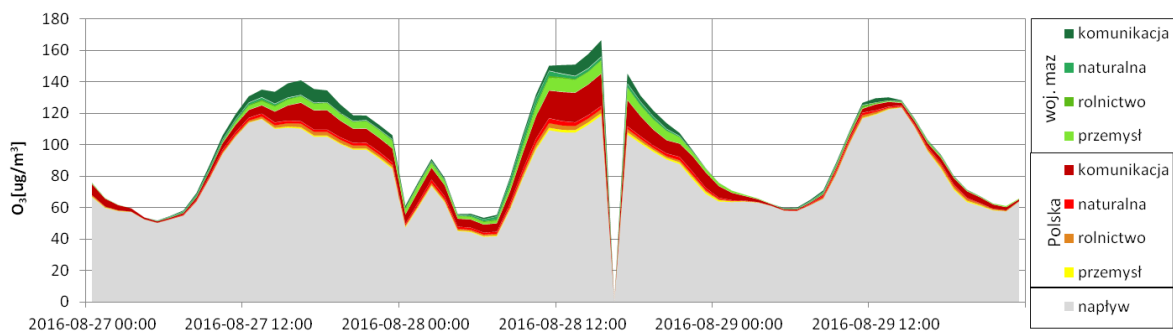
Epizod podwyższonych stężeń ozonu rozpoczął się 27 sierpnia o godzinie 10.00. Najwyższe koncentracje ozonu, przekraczające  $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , wystąpiły 5 godzin później, o godzinie 16.00 w Gutach Dużych. Tego dnia stężenia przekraczające wartość graniczną utrzymywały się do godziny 19.00. Obszar podwyższonych stężeń ozonu zajmował środkową i zachodnią część Polski. W strefie mazowieckiej podwyższone wartości odnotowano na 5 stacjach Piastów, Otwock, Legionowo, Guty Duże i Belsk. Przekroczeń nie wskazała stacja w Granicy i Otwocku. Obszar obniżonych stężeń ozonu (poniżej  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) obejmował wschodnią część strefy. Wysoka temperatura powietrza (powyżej  $25^\circ\text{C}$ ), duże nasłonecznienie oraz niska prędkość wiatru (dla ponad 50% godzin w ciągu dnia prędkość wiatru była poniżej  $1,5 \text{ m/s}$ ) sprzyjały tworzeniu się ozonu. W trakcie tego epizodu stężenia ozonu dzieliły Polskę na dwie części: północno-zachodnią, gdzie były niższe od  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  oraz południowo-wschodnią, gdzie przekraczały  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Strefa podziału przebiegała wzdłuż strefy frontu chłodnego przechodzącego tego dnia przez Polskę. Epizod podwyższonych stężeń ozonu skończył się 29 sierpnia. Obszary podwyższonych stężeń ozonu wycofywały się wraz z napływającym z północnego-zachodu wilgotnym powietrzem polarno-morskim. Wówczas temperatura powietrza spadła poniżej  $20^\circ\text{C}$ . Powietrze charakteryzowało się większą wilgotnością, co sprzyjało tworzeniu się zachmurzenia i jednocześnie spadkowi nasłonecznienia. W nocy z 29 na 30 sierpnia wystąpiły opady deszczu. W rezultacie pogorszyły się warunki meteorologiczne i spadła intensywność formowana się ozonu.



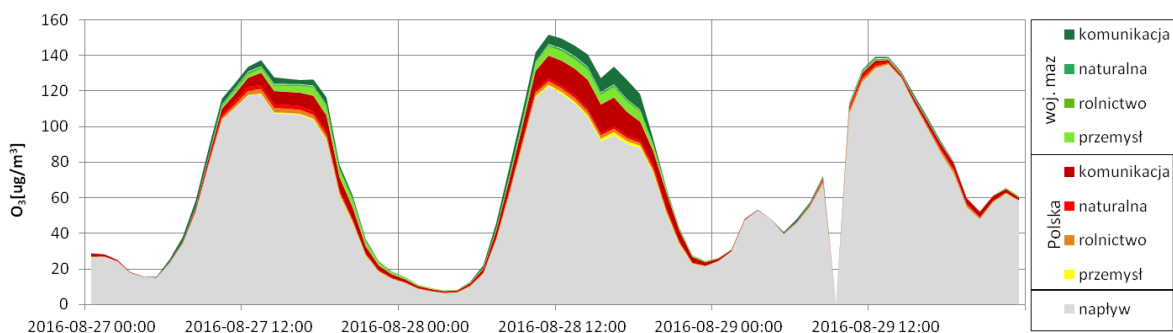
Rysunek 26 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 27 sierpnia do 29 sierpnia 2016 r.- stacja Belsk Duży



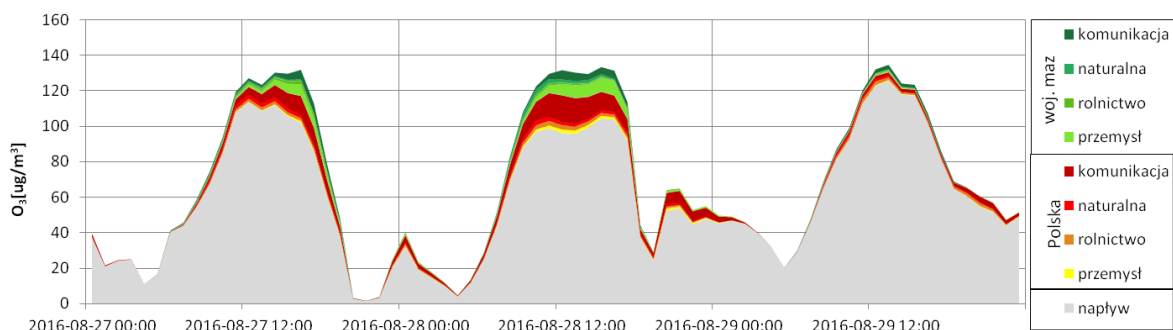
Rysunek 27 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 27 sierpnia do 29 sierpnia 2016 r.- stacja Granica



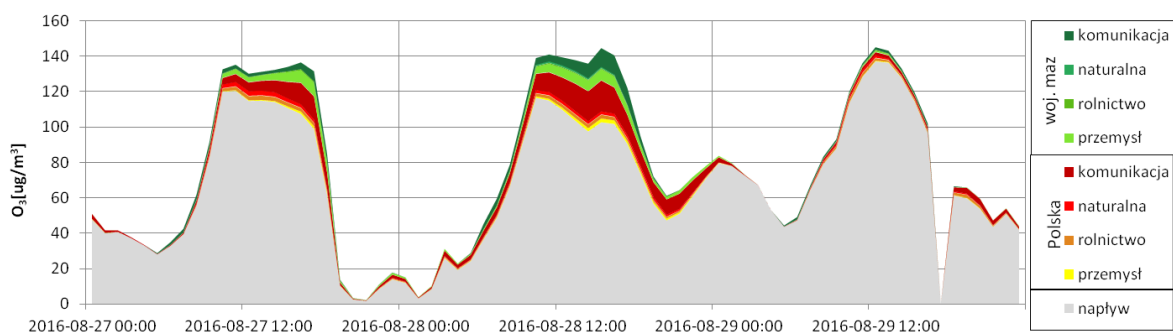
Rysunek 28 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 27 sierpnia do 29 sierpnia 2016 r.- stacja Guty Duże



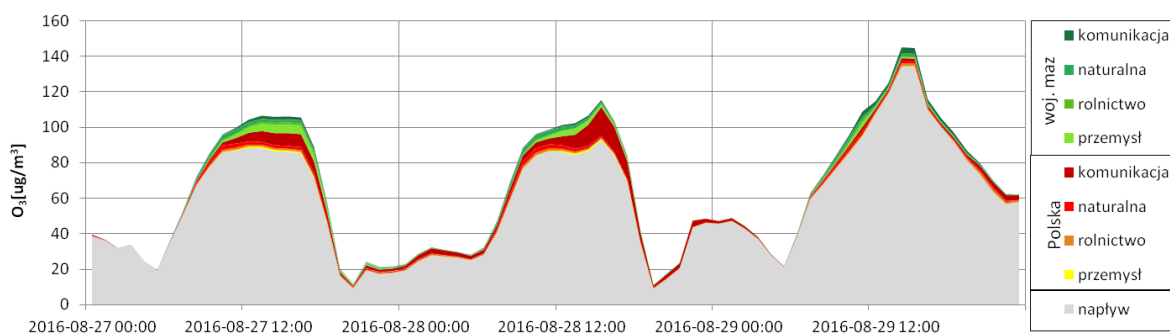
Rysunek 29 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 27 sierpnia do 29 sierpnia 2016 r.- stacja Legionowo



Rysunek 30 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 27 sierpnia do 29 sierpnia 2016 r.- stacja Otwock



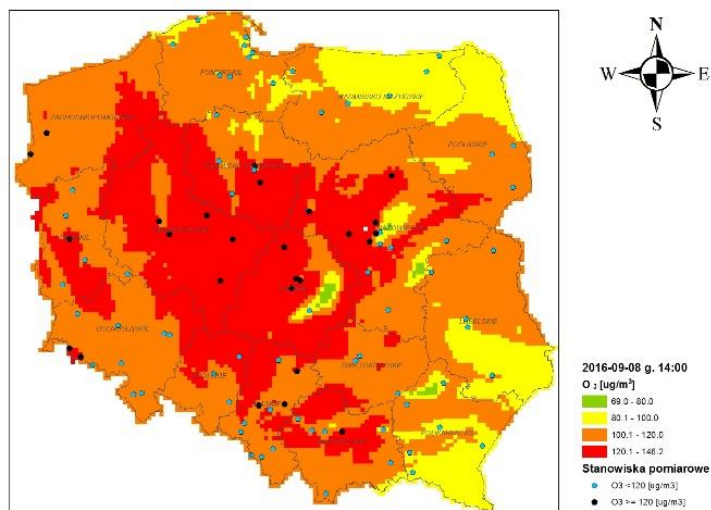
Rysunek 31 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 27 sierpnia do 29 sierpnia 2016 r.- stacja Piastów



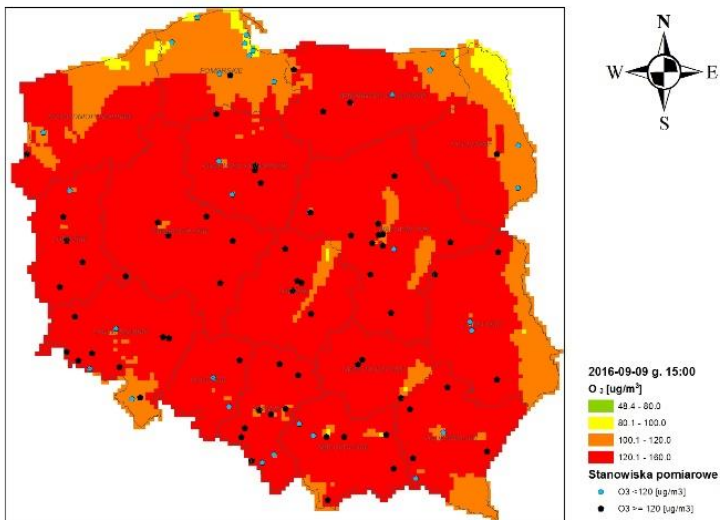
Rysunek 32 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 27 sierpnia do 29 sierpnia 2016 r.- stacja Siedlce

W trakcie omawianego epizodu stężenia ozonu wykazywały okresowość dobową. W godzinach nocnych spadały poniżej  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a w ciągu dnia rosły, osiągając najwyższą wartość w godzinach od 13.00 do 15.00. Najniższe wartości godzinowych stężeń ozonu otrzymano w godzinach od 3.00 do 5.00 rano. Największy wpływ na całkowite stężenia ozonu miał napływ spoza granic Polski, którego udział wynosił od 71% do 97%. Poziom stężeń z samego tylko napływu, w terminach z maksymalnymi stężeniami w kolejnych dniach epizodu, przekraczał wartość  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Z pozostałych typów źródeł emisji niewielki udział w formowaniu się ozonu miała komunikacja z województwa mazowieckiego (0-7%) i pozostałej części Polski (2-15%). Najmniejszy wkład miało rolnictwo, gdzie największy jego udział w stężeniach całkowitych dla analizowanego okresu wyniósł 2%.

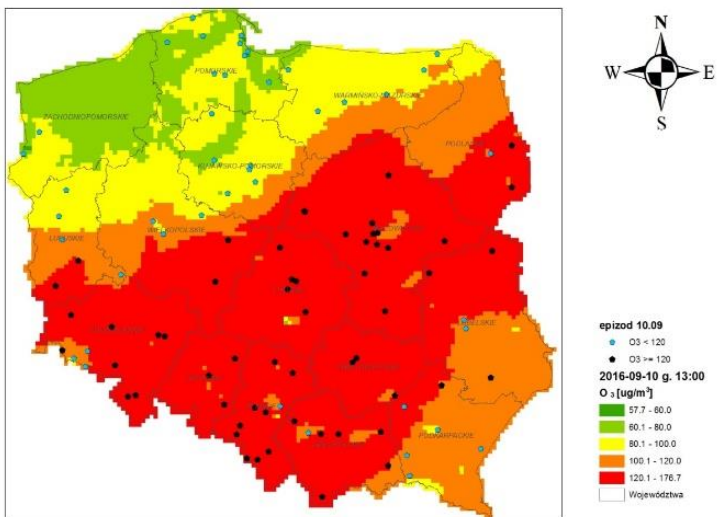
#### 4. Epizod 8-13 września 2016 r.



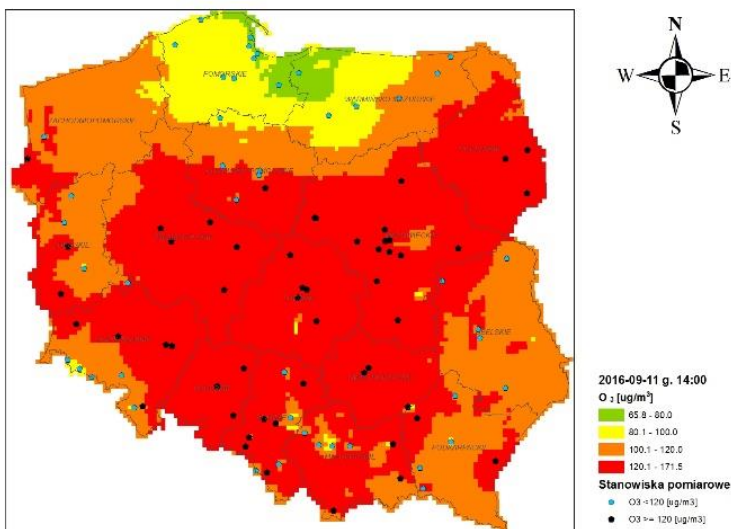
Rysunek 33 Stężenia ozonu w trakcie epizodu – 8 września 2016 r. o godzinie 14.00



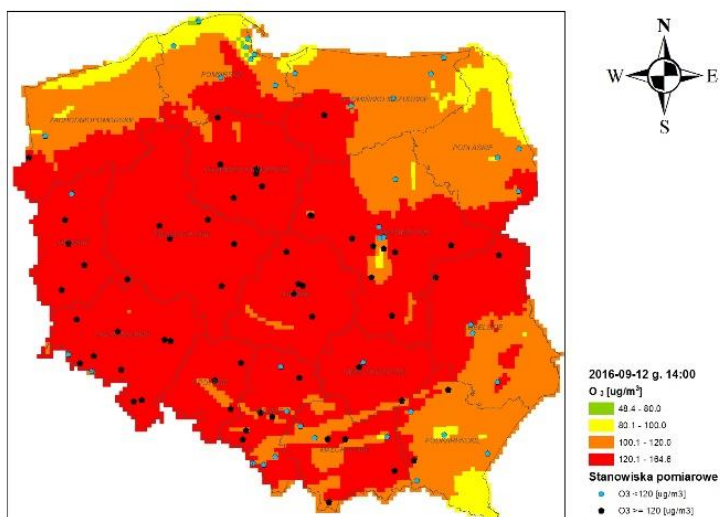
Rysunek 34 Stężenia ozonu w trakcie epizodu – 9 września 2016 r. o godzinie 15.00



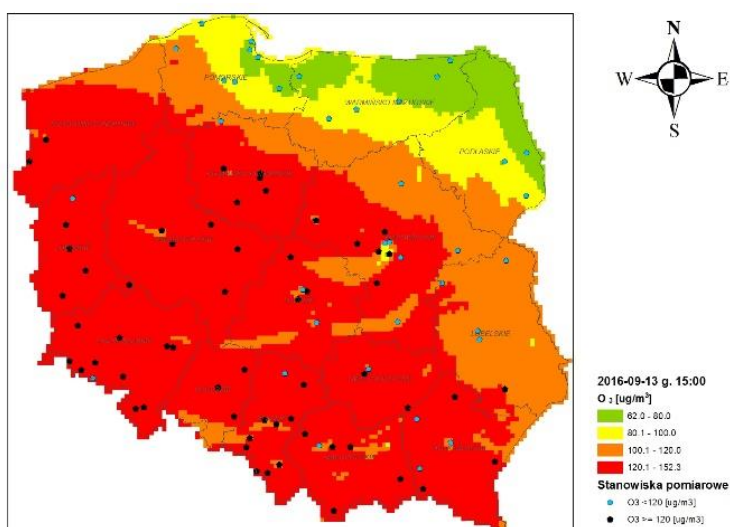
Rysunek 35 Stężenia ozonu w trakcie epizodu – 10 września 2016 r. o godzinie 13.00



Rysunek 36 Stężenia ozonu w trakcie epizodu – 11 września 2016 r. o godzinie 14.00



Rysunek 37 Stężenia ozonu w trakcie epizodu – 12 września 2016 r. o godzinie 14.00

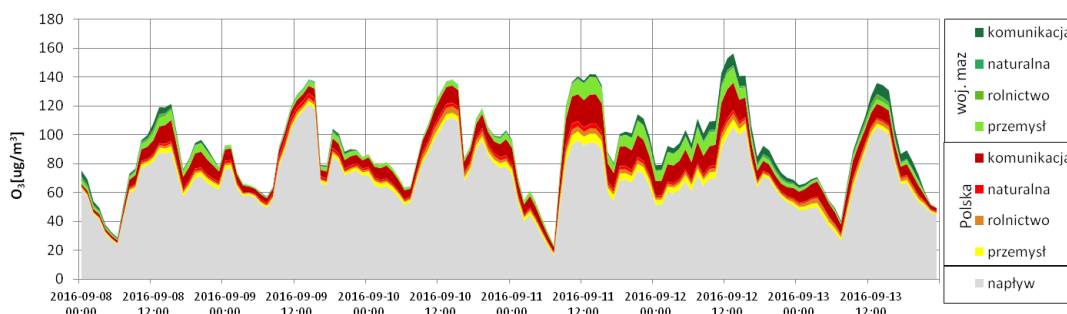


Rysunek 38 Stężenia ozonu w trakcie epizodu – 13 września 2016 r. o godzinie 15.00

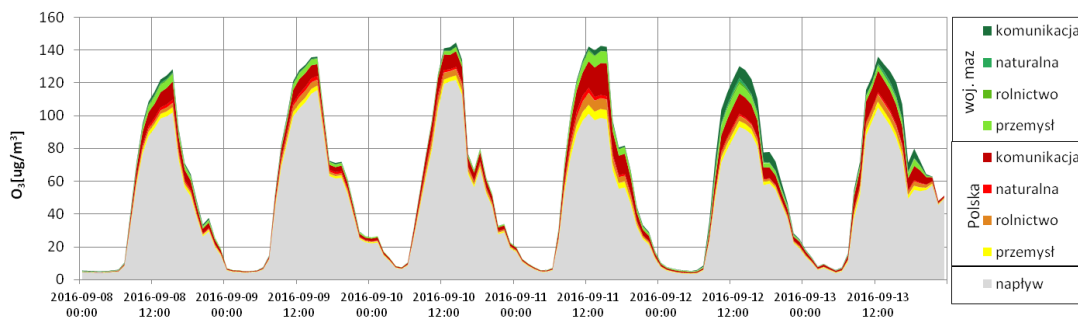
Najdłuższy epizod wystąpienia przynajmniej raz w ciągu dnia stężeń ozonu wyższych od  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  trwał przez 6 dni, rozpoczął się 8 września o godzinie 11.00. Najwyższe koncentracje ozonu uzyskano 3 godziny później o godzinie 14.00. Tego dnia stężenia spadły poniżej  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  o godzinie 18.00. Obszar podwyższonych stężeń ozonu zajmował środkową część Polski. W strefie mazowieckiej wartości przekraczające ustalony poziom graniczny odnotowano na 6 stacjach: Guty Duże, Belsk Duży, Granica, Legionowo, Piastów i Siedlce. Przez kolejne trzy dni wszystkie stacje pomiarowe w strefie wskazały przekroczenie. Od 12 września obszar podwyższonych stężeń ozonu zmniejszał zasięg. Od 7 września Polska była pod wpływem rozległego obszaru wysokiego ciśnienia, który ustabilizował sytuację synoptyczną nad Europą. Nad Polską utrzymywała się w sucha i ciepła masa powietrza polarno-morskiego. Pogoda w kraju charakteryzowała się ciepłymi nocami, upalnymi dniami i brakiem opadów. Na przeważającym obszarze kraju było gorąco, z temperaturą na poziomie co najmniej  $27^\circ\text{C}$ . Podobna sytuacja panowała niemal w całej kontynentalnej części Europy, basenie śródziemnomorskim i nad Morzem Czarnym. Obszar ten zajmowany był przez powietrze ciepłe na północy, bardzo ciepłe i gorące w części



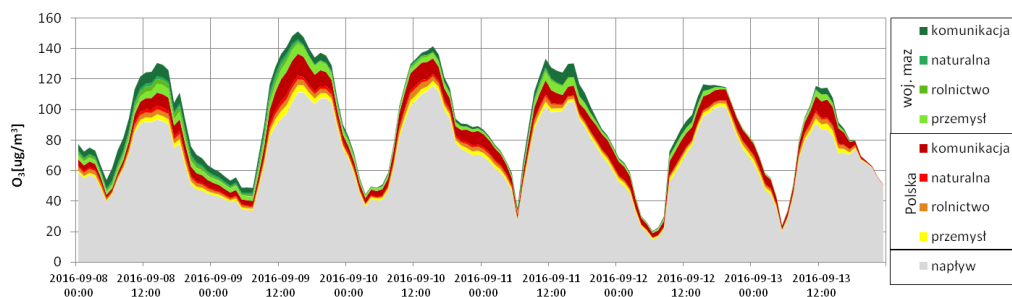
środkowej oraz upalne na południu. Dnia 9 września stężenia ozonu w większości stacji pomiarowych przekraczały  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  od godziny 11.00 do 17.00. Wyjątek stanowiła stacja w Gutach Dużych, gdzie epizod trwał aż do godziny 21.00. Tam też wystąpiły o godzinie 15.00 najwyższe stężenia ozonu równe  $151 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . W tym dniu obszar ze stężeniami powyżej poziomu  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zajmował prawie całą Polskę. W dniu 13 września strefa mazowiecka nadal było pod wpływem ciepłego i suchego powietrza zwrotnikowego. Temperatura powietrza nadal przekraczała  $25^\circ\text{C}$ , ale sukcesywnie zwiększała się prędkość wiatru oraz zmienił się kierunek wiatru z południowego na północno-wschodni. Obszary podwyższonych stężeń ozonu wycofywały się wraz z napływającym z północnego wschodu wilgotnym powietrzem polarno-morskim. Epizod podwyższonych stężeń ozonu skończył się 14 września, gdy nad Polskę zaczęło napływać chłodniejsze powietrze polarne. Wówczas temperatura powietrza obniżyła się do poziomu poniżej  $20^\circ\text{C}$ . Powietrze charakteryzowało się większą wilgotnością, co sprzyjało tworzeniu się zachmurzenia i jednocześnie spadkowi nasłonecznienia. W rezultacie pogorszyły się warunki meteorologiczne, sprzyjające tworzeniu się ozonu.



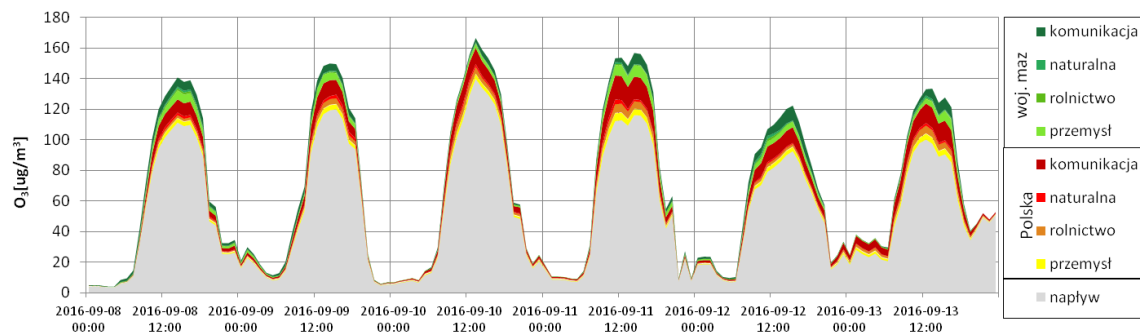
Rysunek 39 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 8 września do 13 września 2016 r.- stacja Belsk Duży



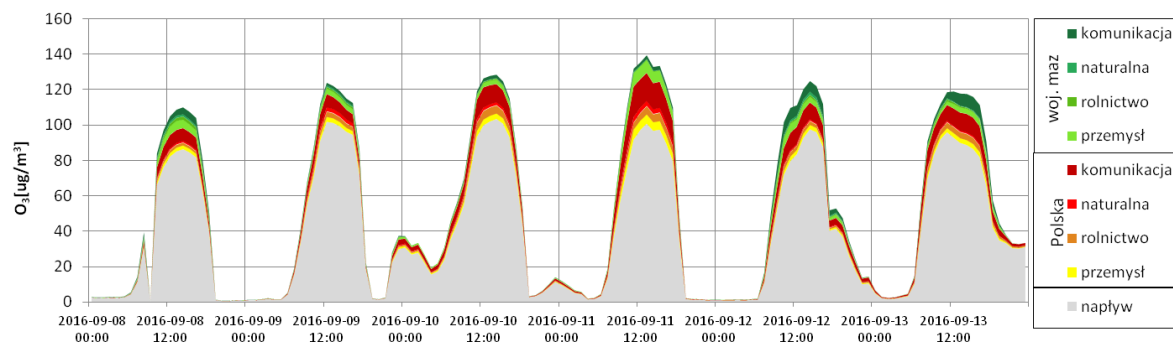
Rysunek 40 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 8 września do 13 września 2016 r.- stacja Granica



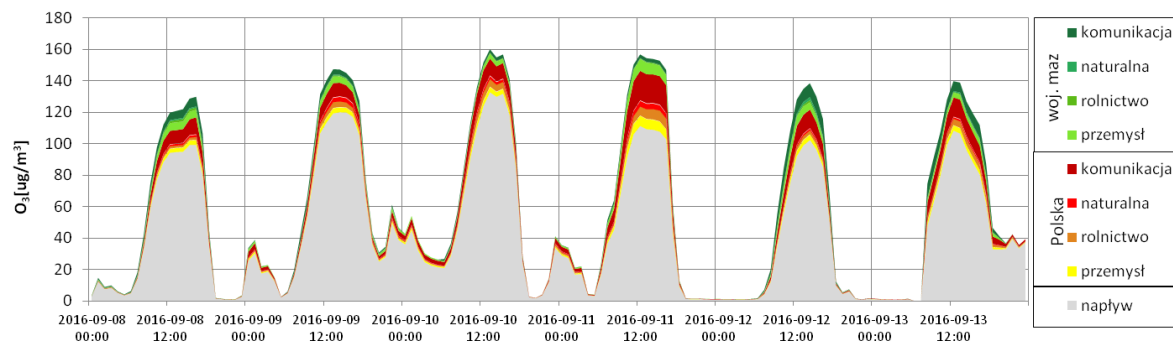
Rysunek 41 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 8 września do 13 września 2016 r.- stacja Guty Duże



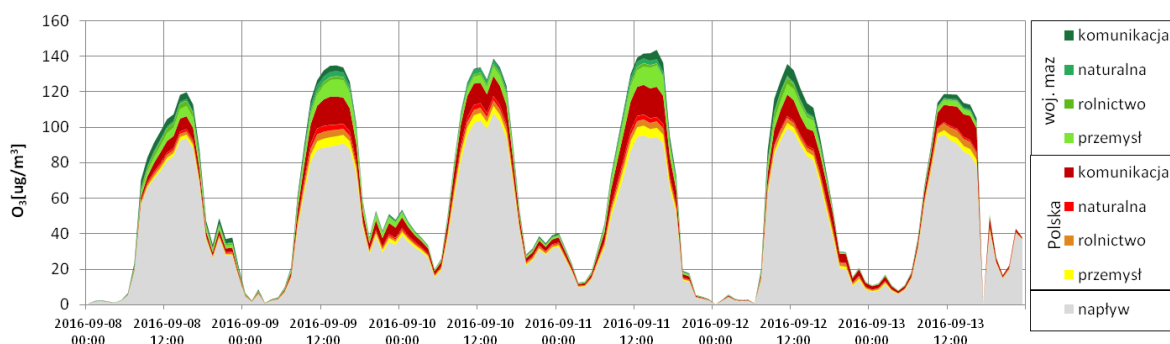
Rysunek 42 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 8 września do 13 września 2016 r.- stacja Legionowo



Rysunek 43 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 8 września do 13 września 2016 r.- stacja Otwock



Rysunek 44 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 8 września do 13 września 2016 r.- stacja Piastów



Rysunek 45 Udział poszczególnych typów źródeł w formowaniu ozonu w dniach od 8 września do 13 września 2016 r.- stacja Siedlce

Stężenia ozonu wykazywały okresowość dobową. W godzinach nocnych spadały poniżej  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , jednak w ciągu dnia bardzo szybko rosły, osiągając ekstremum (najniższy poziom) we wczesnych godzinach popołudniowych. Najniższe wartości wystąpiły w godzinach od 3.00 do 5.00 rano.

Największy wpływ na całkowite stężenia ozonu miał napływ spoza granic Polski, który wynosił od 58% do 99%. W następnej kolejności na poziom stężenia ozonu wpływała komunikacja z Polski do 17% oraz przemysł z województwa mazowieckiego do 5%. Najmniejszy wkład wykazywało rolnictwo oraz emisja naturalna, gdzie największy udział w stężeniach całkowitych dla analizowanego okresu wyniósł maksymalnie 3%. Niemal w trakcie całego analizowanego epizodu, poza dniem 12 września, stężenia godzinowe ozonu z napływu spoza strefy mazowieckiej kształtowały się na poziomie powyżej  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 5. Podsumowanie

Analizy występowania epizodów podwyższonych stężeń ozonu w Polsce i w strefie mazowieckiej wskazują, iż wysokie stężenia ozonu, w tym stężenia ponadnormatywne są przeważnie związane z występowaniem specyficznych, sprzyjających powstawaniu ozonu sytuacji synoptycznych, to jest napływem gorącego powietrza z obszarów zwrotnikowych, brakiem opadów, wysokim usłonecznieniem oraz występowaniem słabych wiatrów. Warunki sprzyjające formowaniu się ozonu mają zasięg znacznie szerszy niż strefa ochrony powietrza i należy je analizować w odniesieniu do znacznych obszarów np. Polska czy Europa.

Tylko nieliczne epizody ozonowe są związane z oddziaływaniem Warszawy, to jest zjawiskiem miejskiej wyspy ciepła. Zjawisko to można w pewnym stopniu ograniczyć poprzez wprowadzanie działań krótkoterminowych polegających na obniżeniu emisji tlenków azotu z transportu.

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

Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym i dlatego niezbędne jest przedstawienie informacji na temat emisji do powietrza substancji przyczyniających się do powstawania tego zanieczyszczenia, czyli przede wszystkim tlenków azotu ( $\text{NO}_x$ ) i niemetanowych lotnych związków organicznych (NMLZO).

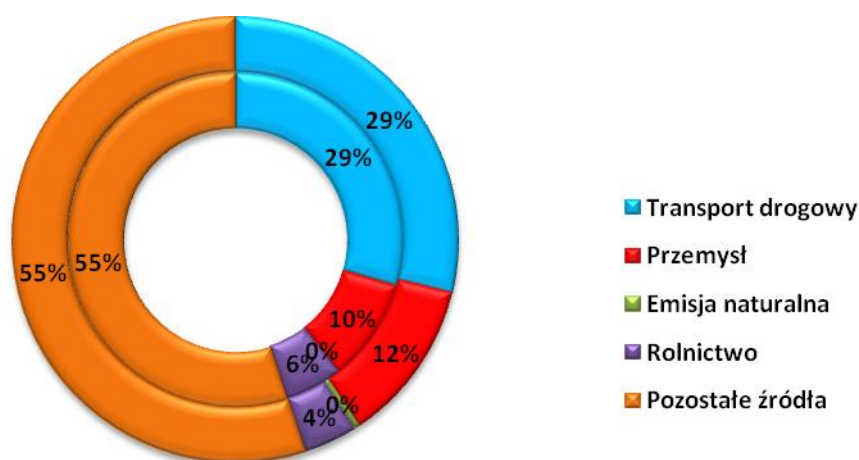
## 1. Emisja ditlenku azotu w Europie i w Polsce.

Analizę wielkości emisji prekursorów ozonu w Europie oraz w Polsce oparto o dane z zasobów programu: Europejski Program Monitorowania i Oceny (dalej: EMEP). Najświeższe publikowane dane dotyczą 2015 roku. Wielkości emisji zaktualizowano wskaźnikowo do roku 2016.

Tabela 15 Emisja NO<sub>2</sub> w Europie i Polsce w 2016 r.

Grupy emisji	NO <sub>2</sub> [tony/rok]	NO <sub>2</sub> [%]
Polska – Transport drogowy	212 613	29,5
Polska – Przemysł	71 779	10,0
Polska – Emisja naturalna	0	0,0
Polska – Rolnictwo	40 010	5,6
Polska – Pozostałe źródła	396 456	55,0
Polska – Razem	720 858	100,0
Europa – Transport drogowy	2 701 460	28,8
Europa – Przemysł	1 106 640	11,8
Europa – Emisja naturalna	42 820	0,5
Europa – Rolnictwo	356 690	3,8
Europa – Pozostałe źródła	5 161 380	55,1
Europa – Razem	9 368 990	100,0

Źródło: EMEP, 2015 r.



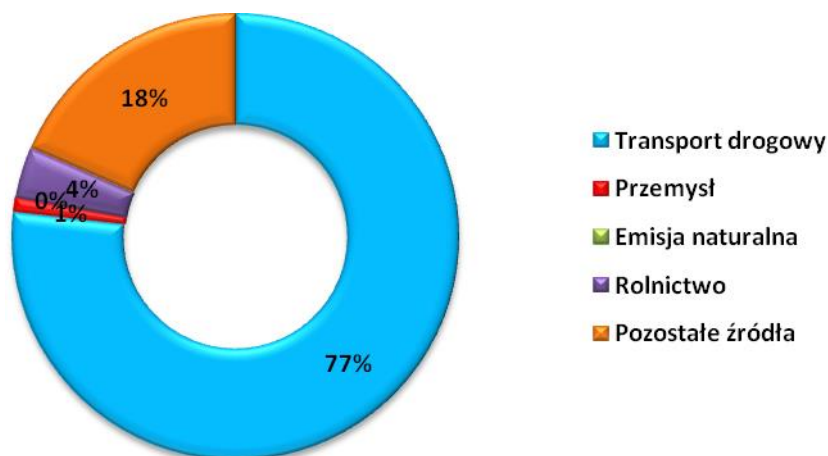
Rysunek 46 Udziały źródeł emisji w wielkości emisji NO<sub>2</sub> w Europie (pierścień zewnętrzny) i w Polsce (pierścień wewnętrzny)

## 2. Emisja ditlenku azotu w strefie mazowieckiej.

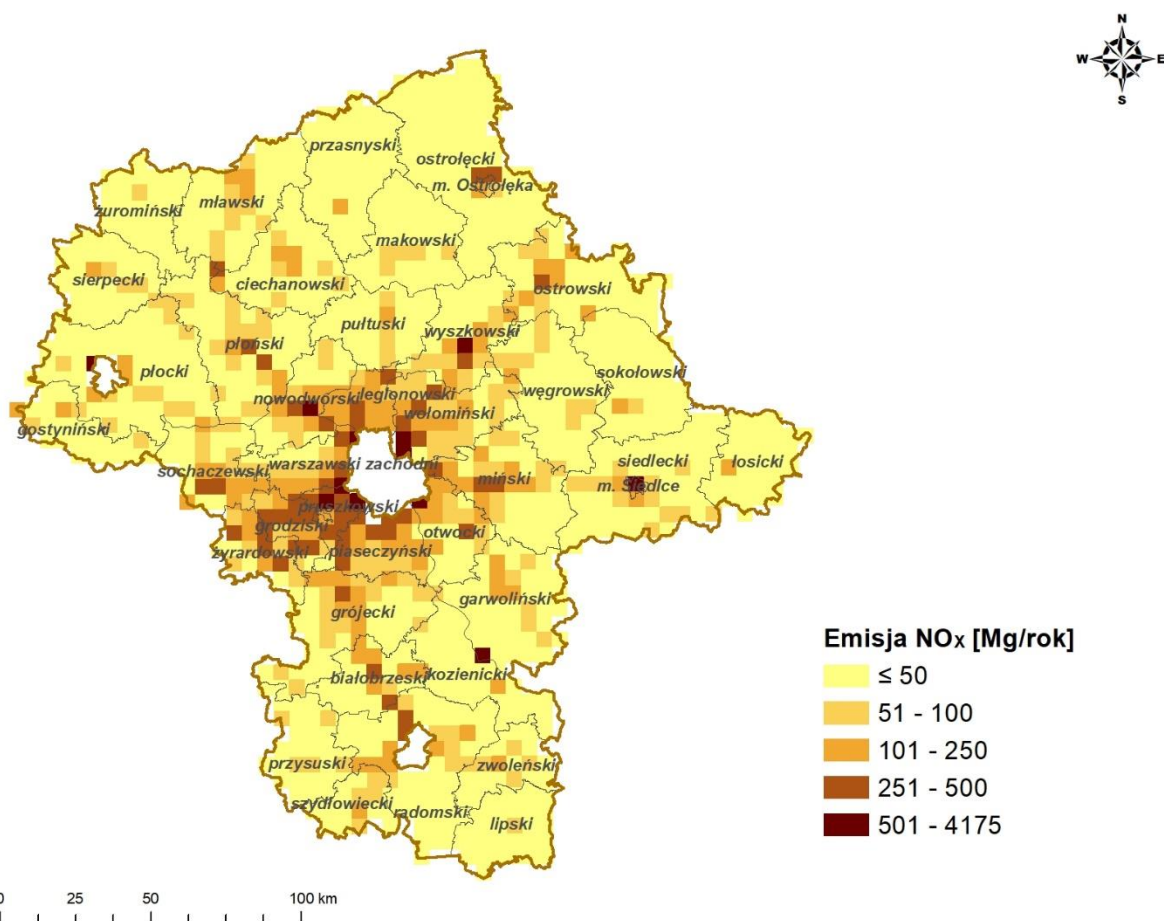
Tabela 16 Emisja NO<sub>2</sub> w strefie mazowieckiej w 2016 r.

Grupy emisji	NO <sub>2</sub> [tony/rok]	NO <sub>2</sub> [%]
Transport drogowy	66 403	76,8
Przemysł	926	1,1
Emisja naturalna	0	0,0
Rolnictwo	3 180	3,7

Grupy emisji	NO <sub>2</sub> [tony/rok]	NO <sub>2</sub> [%]
Pozostałe źródła	15 985	18,5
Razem	86 493	100,0



Rysunek 47 Udziały źródeł emisji NO<sub>2</sub> w strefie mazowieckiej w 2016 r.



Rysunek 48 Rozkład emisji NO<sub>2</sub> w strefie mazowieckiej w 2016 r.

Emisja NO<sub>2</sub> z terenu strefy mazowieckiej została zinwentaryzowana na poziomie blisko 86,5 tysięcy ton. Największy udział w emisji całkowitej przypada na transport kołowy – 77%.

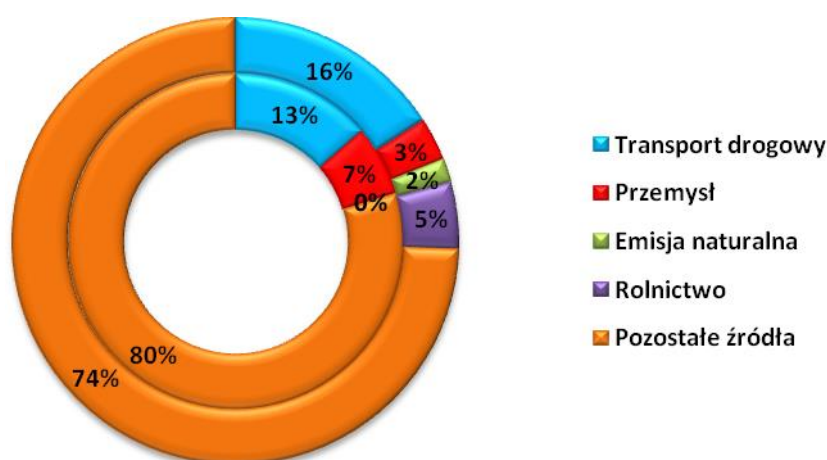
Udział emisji z pozostałych typów wyróżnionych źródeł jest niewielki i wynosi łącznie 5%. Emisja ze źródeł, które nie uczestniczą w istotnym zakresie w tworzeniu się ozonu osiągają łącznie 18%.

Na mapie przestrzennego rozkładu emisji ze strefy wyraźnie zaznacza się emisja z głównych arterii komunikacyjnych w strefie – autostrady A2 oraz dróg ekspresowych i krajowych.

### 3. Emisja niemetanowych lotnych związków organicznych w Europie i w Polsce.

Tabela 17 Emisja NMLZO w Europie i w Polsce w 2016 r.

Grupy emisji	NMLZO [tony/rok]	NMLZO [%]
Polska – Transport drogowy	72 051	13,6
Polska – Przemysł	35 653	6,7
Polska – Emisja naturalna	73	0,0
Polska – Rolnictwo	19	0,0
Polska – Pozostałe źródła	423 231	79,7
Polska – Razem	531 028	100,0
Europa – Transport drogowy	1 553 710	15,9
Europa – Przemysł	304 190	3,1
Europa – Emisja naturalna	168 640	1,7
Europa – Rolnictwo	475 090	4,9
Europa – Pozostałe źródła	7 291 530	74,5
Europa – Razem	9 793 160	100,0



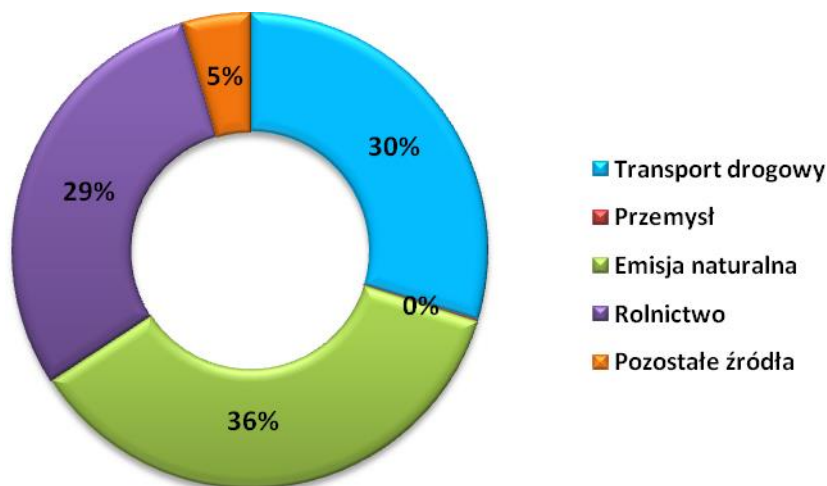
Rysunek 49 Udziały źródeł emisji w wielkości emisji NMLZO w Europie (pierścień zewnętrzny) i w Polsce (pierścień wewnętrzny)

### 4. Emisja niemetanowych lotnych związków organicznych w strefie mazowieckiej.

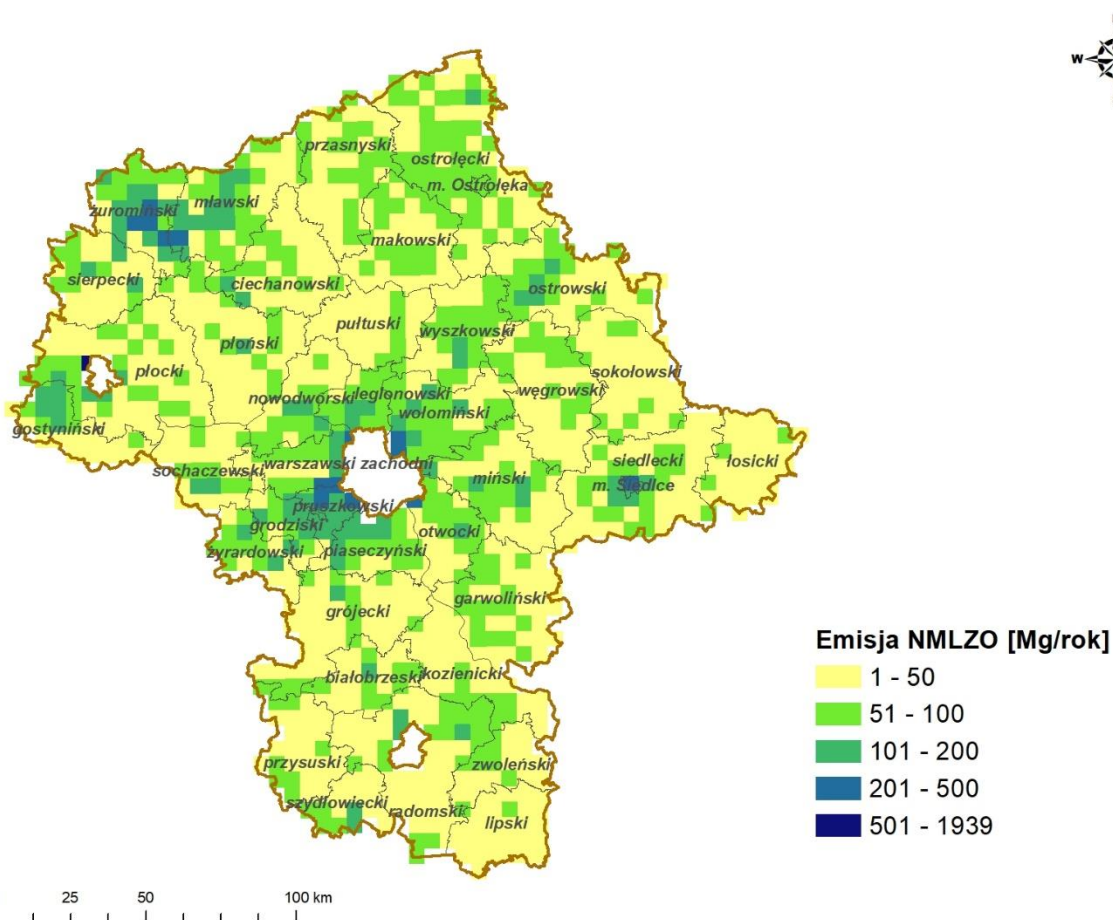
Tabela 18 Emisja NMLZO w strefie mazowieckiej w 2016 r.

Grupy emisji	NMLZO [tony/rok]	NMLZO [%]
Transport drogowy	21 475	29,7
Przemysł	134	0,2

Grupy emisji	NMLZO [tony/rok]	NMLZO [%]
Emisja naturalna	25 988	35,9
Rolnictwo	21 408	29,6
Pozostałe źródła	3 352	4,6
Razem	72 357	100,0



Rysunek 50 Udziały źródeł emisji NMLZO w strefie mazowieckiej w 2016 r.



Rysunek 51 Rozkład emisji NMZLO w strefie mazowieckiej w 2016 r.

Emisja NMLZO w strefie mazowieckiej w 2016 r. została oszacowana na poziomie ponad 72 tysięcy ton. Największy udział w emisji łącznej ze strefy przypada na emisję naturalną – 36%.

Wysoki jest ponadto udział emisji z transportu drogowego – 30% oraz działalności rolniczej –29%. Udział emisji ze źródeł przemysłowych jest bardzo niski, osiąga tylko około 0,2%. Źródła nieuczestniczące w istotny sposób w produkcji ozonu wnoszą 5% z emisji łącznej.

Na mapie przestrzennego rozkładu emisji NMLZO zaznacz się podwyższona emisja z dużych kompleksów leśnych na terenie strefy, w tym m.in. Puszczy Kampinoskiej, Puszczy Białej, Puszczy Kurpiowskiej czy Puszczy Kozienskiej.

## VI. Łączna wielkość emisji prekursorów ozonu pochodząca ze źródeł znajdujących się na obszarach przekroczeń w strefie mazowieckiej.

Tabela 19 Łączna wielkość emisji prekursorów ozonu pochodząca ze źródeł znajdujących się na obszarach przekroczeń w strefie mazowieckiej

Kod obszaru przekroczeń	Lokalizacja obszaru	Emisja NO <sub>x</sub> w obszarze [tony/rok]	Emisja NMLZO w obszarze [tony/rok]
Mz16sMzO3801	Położony w centralnej części strefy, na obszarach na zachód i południe od Warszawy, w powiatach: legionowskim, nowodworskim, warszawskim zachodnim, pruszkowskim i piaseczyńskim	4,686	2,208
Mz16sMzO3801	Położony w południowej części strefy, na terenie powiatów przysuskiego i szydłowieckiego	0,068	0,355

## VII. Poziom tła dla ozonu w 2016 roku.

Stężenia ozonu kształtowane są przede wszystkim przez napływ spoza strefy mazowieckiej. Największy udział ma napływ spoza Polski, szacowany na około 80%, udział napływu z terenu kraju poza strefą mazowiecką wynosi 10-15%. W analizach przyjęto udział napływu całkowitego w stężeniach ozonu na poziomie 85-90%. Liczba dni z przekroczeniami poziomu docelowego ozonu zarówno dla tła regionalnego, jak i całkowitego wynosi 0.

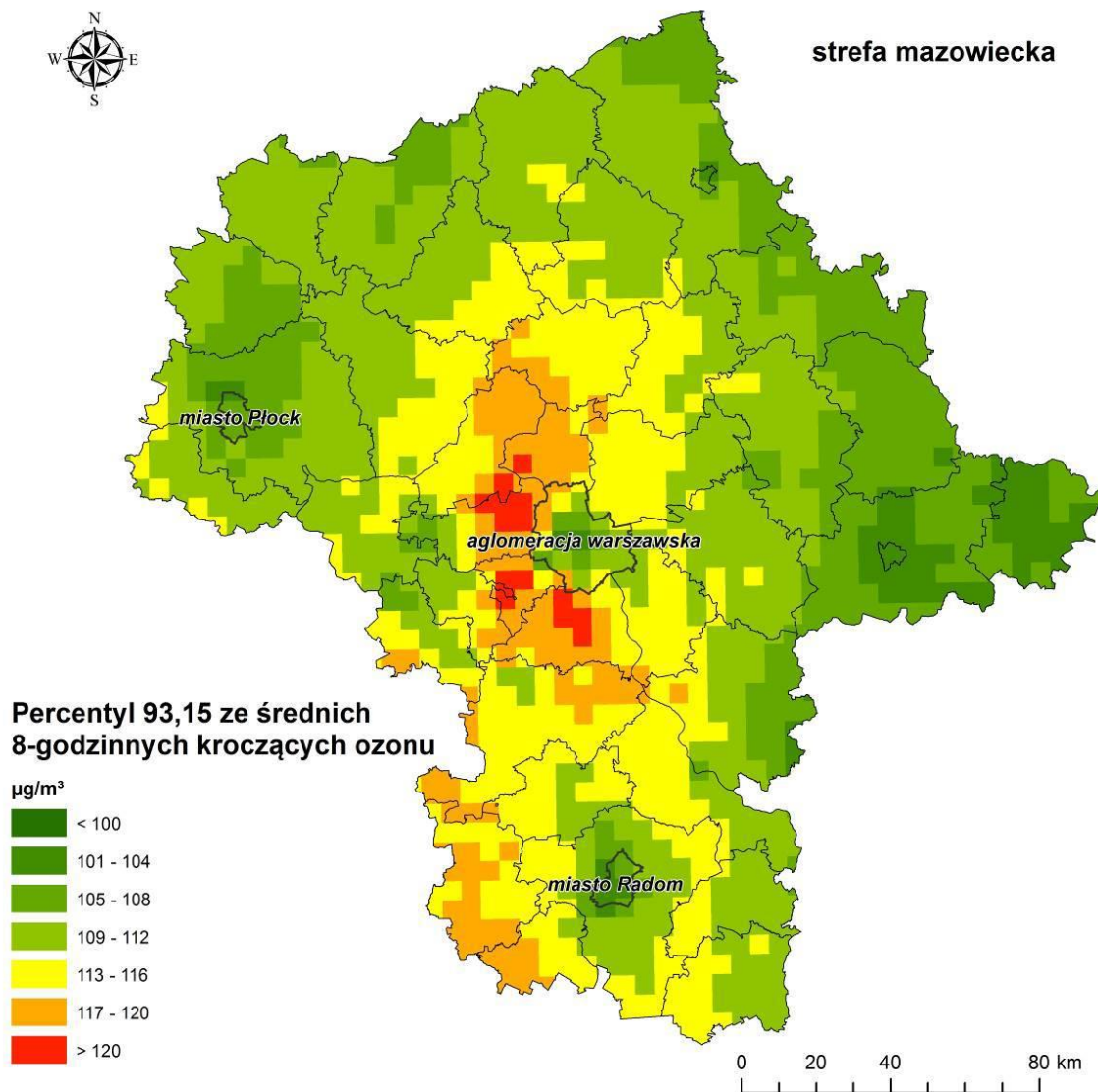
Tabela 20 Poziomy tła regionalnego i tła całkowitego w obszarach przekroczeń poziomu docelowego

Kod obszaru przekroczeń	Stężenie całkowite S <sub>8h</sub> (26 max) [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie tła regionalne S <sub>8h</sub> (26 max) [µg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie tła całkowite S <sub>8h</sub> (26 max) [µg/m <sup>3</sup> ]
Mz16sMzO3801	121,9	18,3	103,6
Mz16sMzO3802	118,6	11,9	106,7



## VIII. Wyniki modelowania – rozkład przestrzenny stężeń ozonu i jego prekursorów w 2016 r.

### 1. Wyniki modelowania ozonu.



Rysunek 52 Rozkład stężeń ozonu (percentyl 93,15 ze średnich 8-godzinnych kroczących) w 2016 r.

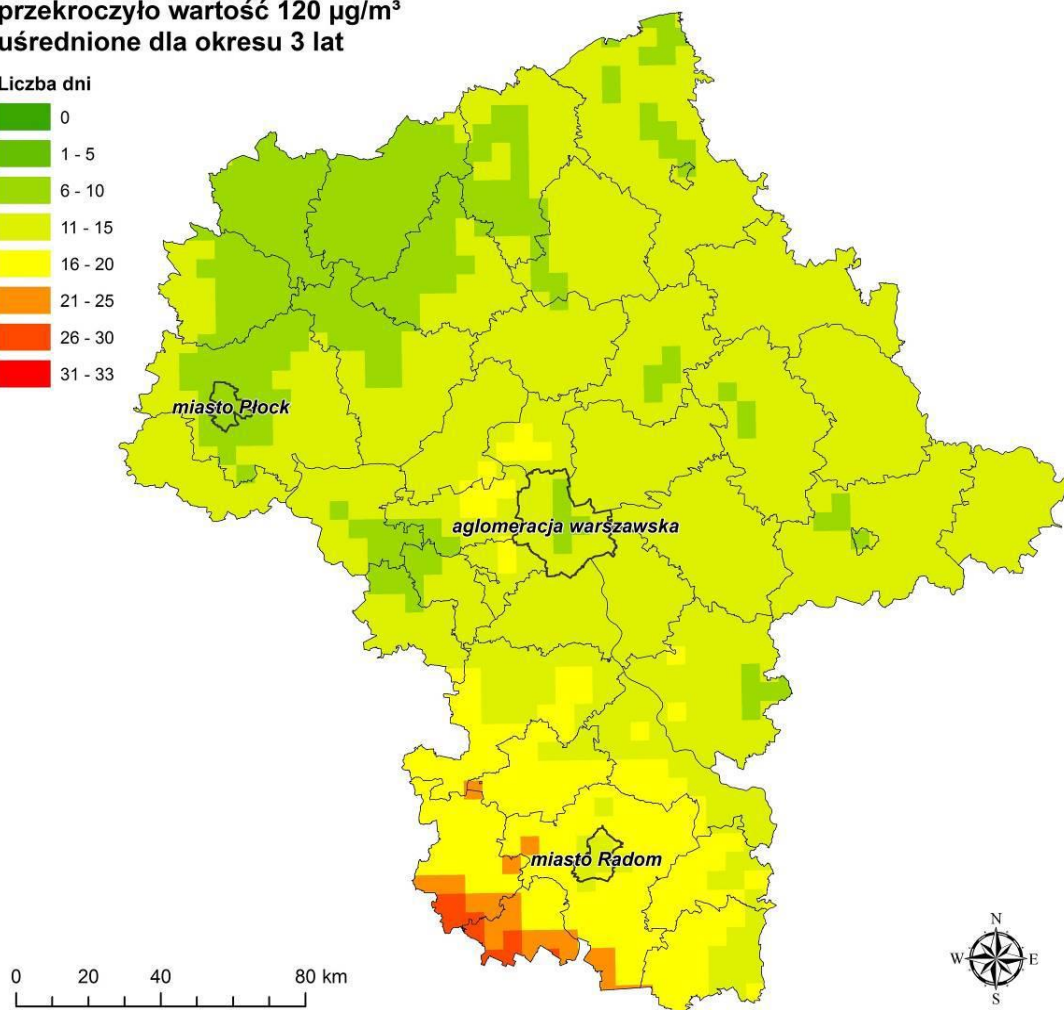
Źródło: Roczna ocena jakości powietrza w województwie mazowieckim. Raport za rok 2016, WIOŚ Warszawa, 2017

Liczba dni, w których maksimum dobowe ze stężeń ozonu 8h średnich kroczących przekroczyło wartość  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  uśrednione dla okresu 3 lat

strefa mazowiecka

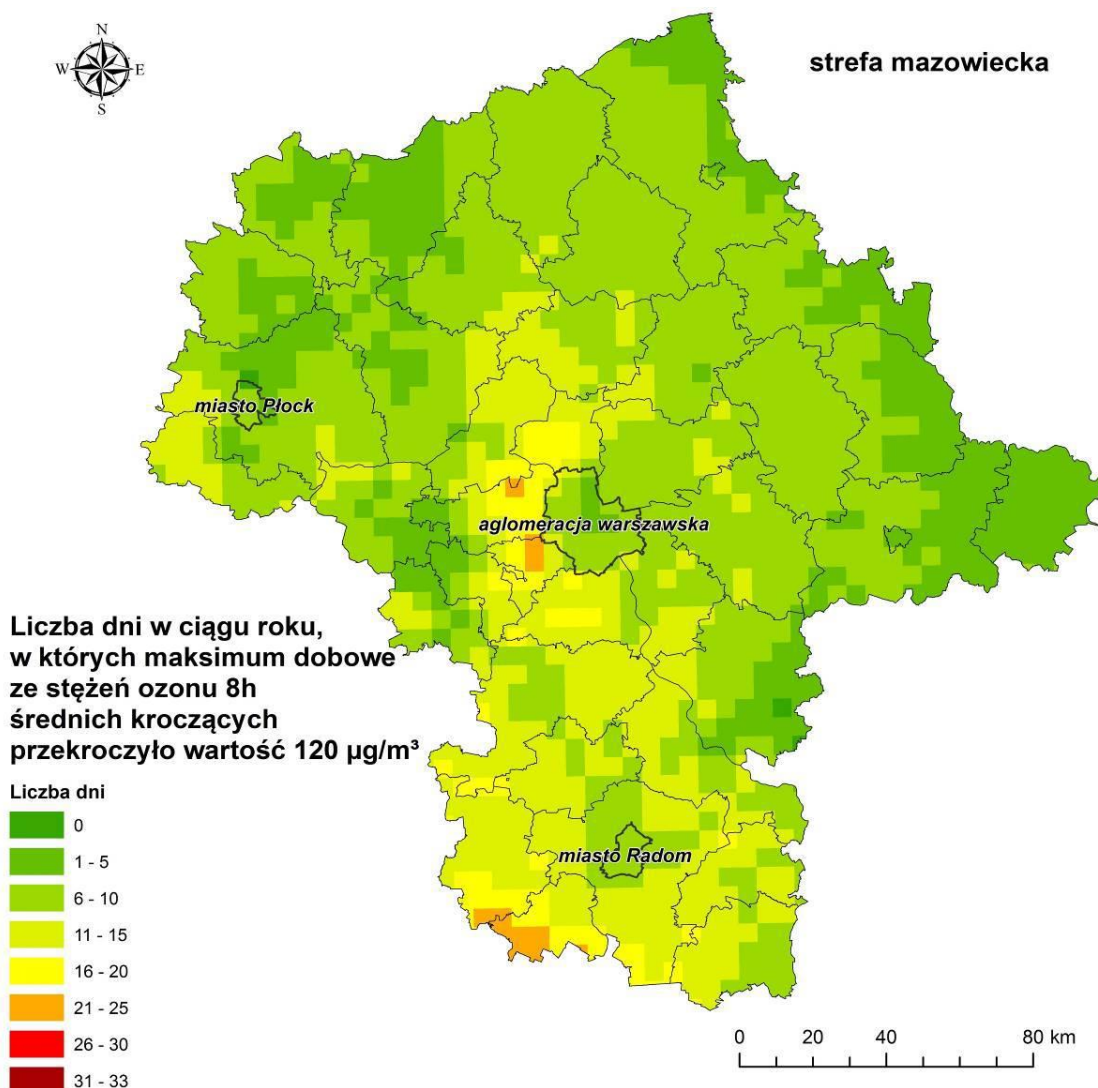
Liczba dni

0
1 - 5
6 - 10
11 - 15
16 - 20
21 - 25
26 - 30
31 - 33



Rysunek 53 Rozkład dni z przekroczeniami poziomu docelowego ozonu w 2016 r.

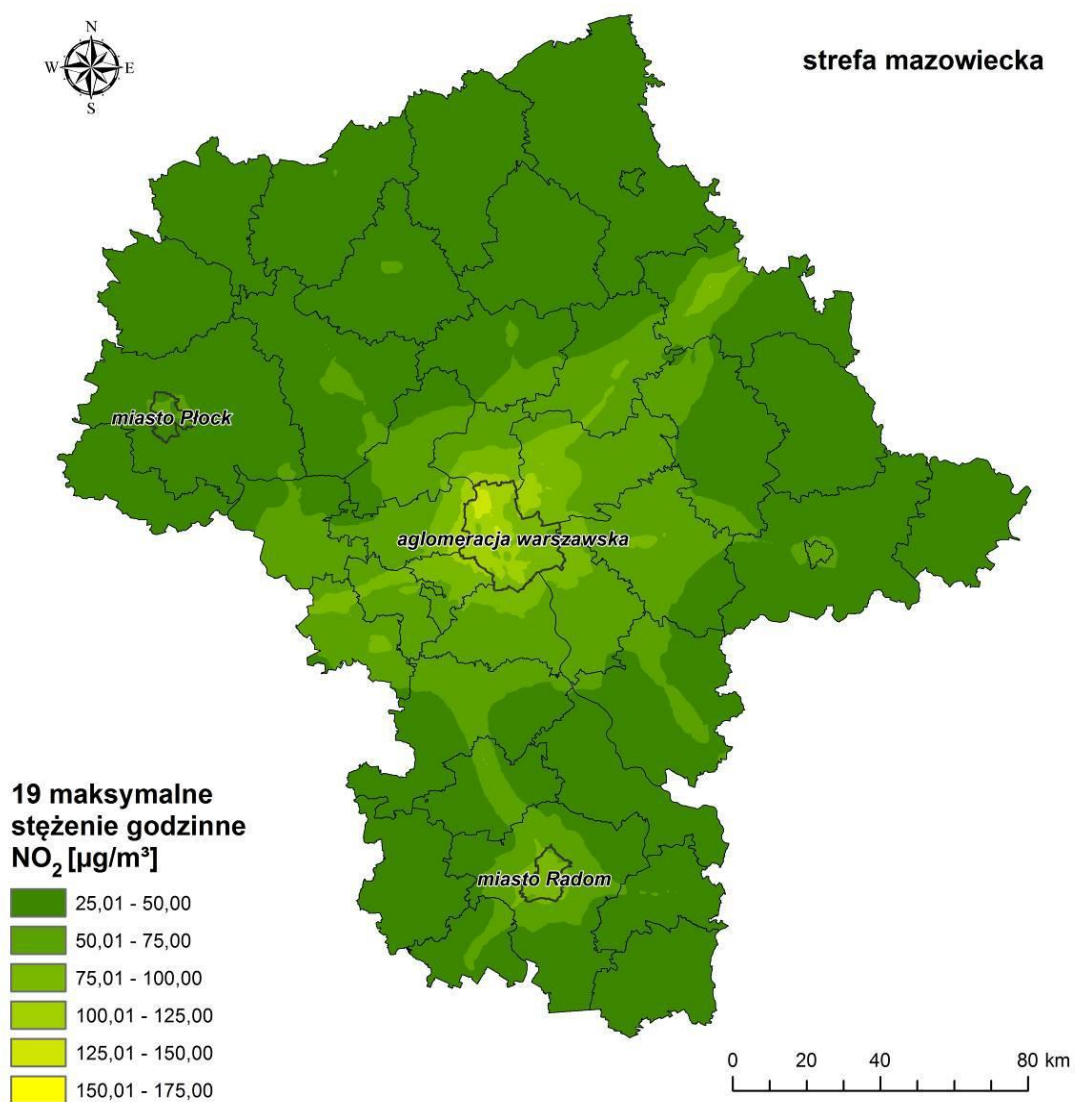
Źródło: Roczna ocena jakości powietrza w województwie mazowieckim. Raport za rok 2016, WIOŚ Warszawa, 2017



Rysunek 54 Liczba dni, w których maksimum dobowe ozonu ze stężeń średnich 8-godzinnych kroczących przekroczyło wartość 120 µg/m<sup>3</sup> w 2016 r.

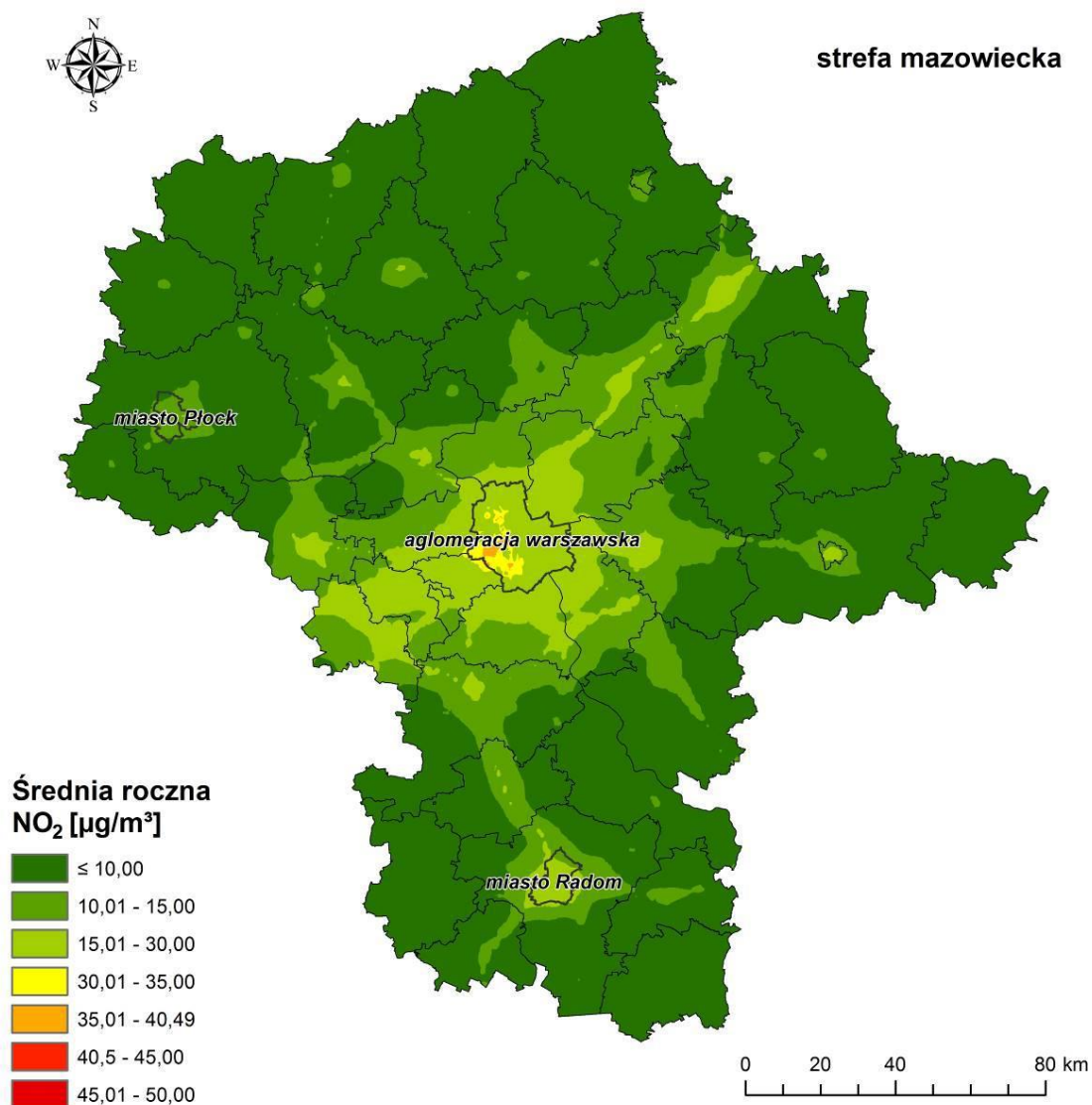
Źródło: Roczna ocena jakości powietrza w województwie mazowieckim. Raport za rok 2016, WIOŚ Warszawa, 2017

## 2. Przestrzenny rozkład stężeń ditlenku azotu w 2016 r.



Rysunek 55 Rozkład stężeń 1-godzinnych NO<sub>2</sub> w 2016 r.

Źródło: Roczna ocena jakości powietrza w województwie mazowieckim. Raport za rok 2016, WIOŚ Warszawa, 2017



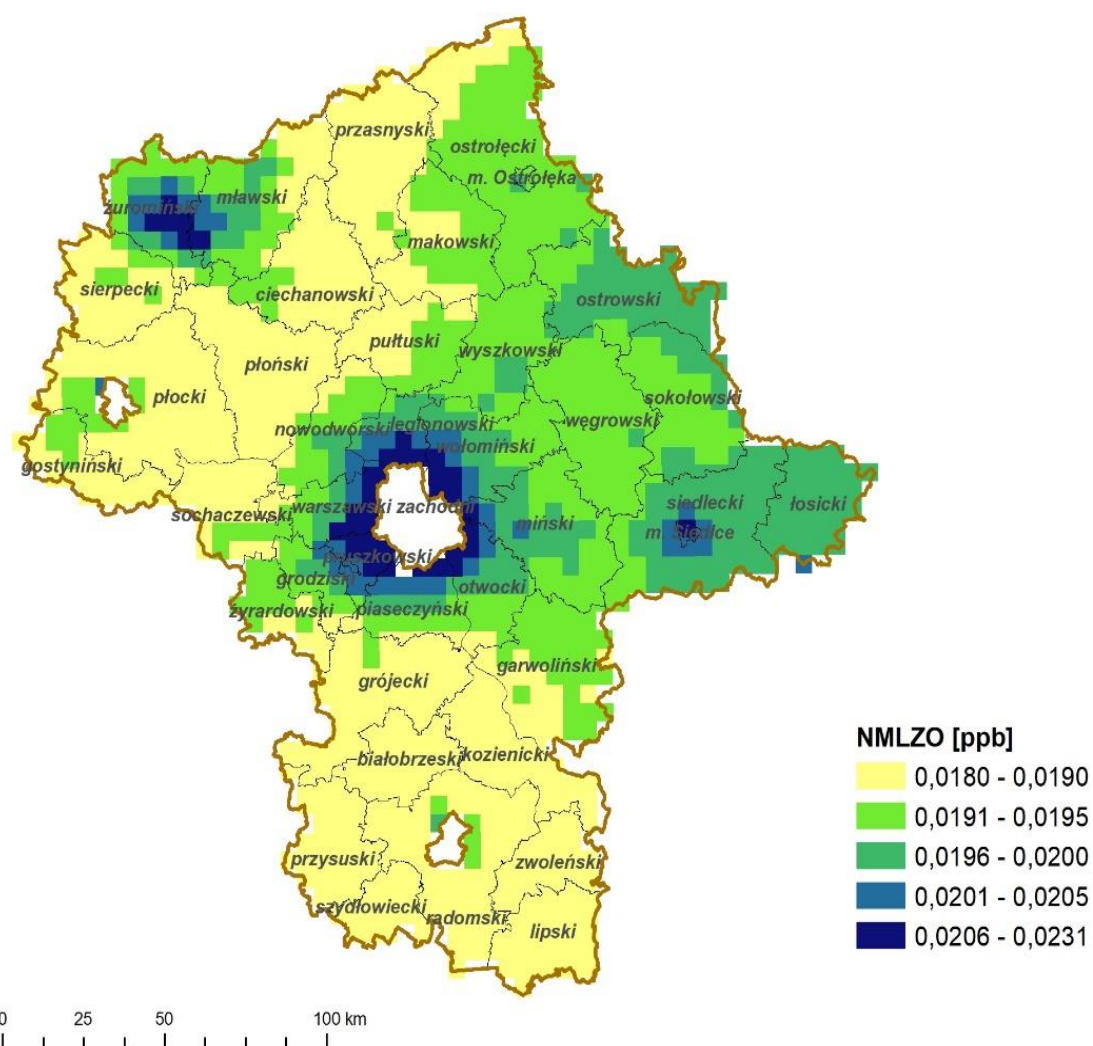
Rysunek 56 Rozkład stężeń średniorocznych NO<sub>2</sub> w 2016 r.

Źródło: Roczna ocena jakości powietrza w województwie mazowieckim. Raport za rok 2016, WIOŚ Warszawa, 2017

### 3. Przestrzenny rozkład stężeń niemetanowych lotnych związków organicznych

Stężenie roczne niemetanowych lotnych związków organicznych podano jako sumę wszystkich uwzględnionych w modelu związków z grupy NMLZO, z tego względu podaje się je w ppb<sup>1</sup> (liczba cząstek na miliard, 10<sup>-9</sup>). NMLZO jako grupa związków nie jest normowana w żadnym z obowiązujących rozporządzeń dotyczących jakości powietrza. Normowane są pojedyncze związki wchodzące w skład NMLZO, np. benzen.

<sup>1</sup> Sumowanie stężeń różnych związków może się odbywać tylko jako sumowanie ilości cząsteczek.



Rysunek 57 Rozkład stężeń NMLZO w 2016 r.

Źródło: Opracowanie na podstawie modelowania wykonanego w ramach programu ochrony powietrza