

# KONTYNUACJA BADAŃ WPŁYWU PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH (PEM) NA ORGANIZM CZŁOWIEKA

BADANIE ZWIĄZKU POMIĘDZY CZĘSTOTLIWOŚCIĄ  
WYSTĘPOWANIA NADWRAŻLIWOŚCI NA POLE  
ELEKTROMAGNETYCZNE, A WYBRANYMI CZYNNIKAMI  
ŚRODOWISKOWYMI, W SZCZEGÓLNOŚCI ZANIECZYSZCZENIEM  
POWIETRZA (SMOGIEM) ORAZ ŚREDNIM POZIOMEM  
NATĘŻENIA POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO POCHODZĄCEGO  
OD STACJI BAZOWYCH TELEFONII KOMÓRKOWEJ

Kraków, 2021

---

ZAKŁAD BIOFIZYKI, KATEDRA FIZJOLOGII, WYDZIAŁ LEKARSKI,  
COLLEGIUM MEDICUM UNIwersYTETU JAGIELLOŃSKIEGO

## ZAKRES ZADANIA

**Badanie związku pomiędzy częstotliwością występowania nadwrażliwości na pole elektromagnetyczne, a wybranymi czynnikami środowiskowymi, w szczególności zanieczyszczeniem powietrza (smogiem) oraz średnim poziomem natężenia pola elektromagnetycznego pochodzącego od stacji bazowych telefonii komórkowej, obejmowało:**

1. wykorzystanie danych pozyskanych w ramach badań „Wpływ PEM na organizm człowieka” przeprowadzonych w roku 2020 na reprezentatywnej grupie 2000 osób;
2. analizę ww. danych w celu dokładnego określenia miejsc zamieszkania osób uczestniczących w badaniach oraz oszacowania liczby osób uznających się za nadwrażliwe na pole elektromagnetyczne w wybranych ośrodkach miejskich;
3. zestawienie zebranych danych z ogólnie dostępnymi danymi na temat zanieczyszczenia powietrza oraz ze średnim poziomem natężenia pola elektromagnetycznego, oszacowanym z wykorzystaniem systemu SI2PEM;
4. analiza, w oparciu o dokonane zestawienie, związków zgłaszanej nadwrażliwości na pole elektromagnetyczne ze smogiem oraz szacowanym średnim poziomem natężenia pola elektromagnetycznego.

## WYKAZ ZASTOSOWANYCH SKRÓTÓW

EHS	Nadwrażliwość elektromagnetyczna (Electromagnetic HyperSensitivity) potoczne określenie idiopatycznej nadwrażliwości środowiskowej przypisywanej działaniu pole elektromagnetycznego (IEI-EMF – Idiopathic Environmental Intolerance attributed to ElectroMagnetic Field).
EHS+	Osoba, która na podstawie określonego kryterium została zakwalifikowana do grupy osób potencjalnie nadwrażliwych na działanie pól elektromagnetycznych.
EHS-	Osoba, która na podstawie określonego kryterium nie została zakwalifikowana do grupy osób potencjalnie nadwrażliwych na działanie pól elektromagnetycznych.
GIOŚ	Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.
GNU	Licencja wolnego i otwartego oprogramowania (General Public License).
IEI-EMF	Idiopatyczna nietolerancja środowiskowa przypisywana działaniu pola elektromagnetycznego (Idiopathic Environmental Intolerance attributed to ElectroMagnetic Fields), właściwa i pełna nazwa nadwrażliwości elektromagnetycznej.
IŁ-PIB	Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy.
IOŚ	Inspekcja Ochrony Środowiska.
K01-K08	Kryteria, które na podstawie przeprowadzonej ankiety posłużyły do zakwalifikowania ankietowanych do grupy osób nadwrażliwych na działanie pól elektromagnetycznych.
KPRM	Kancelaria Prezesa Rady Ministrów.
MCS	Wieloczynnikowa nadwrażliwość na środki chemiczne (Multiple Chemical Sensitivity).
PEM	Pole elektromagnetyczne, zwykle w niniejszym opracowaniu w znaczeniu: pole elektromagnetyczne stosowane w telekomunikacji bezprzewodowej.
SI2PEM	System Informacyjny o Instalacjach wytwarzających Promieniowanie ElektroMagnetyczne, publiczna baza danych zawierająca informacje o polu elektromagnetycznym w środowisku, prowadzona przez Ministra Cyfryzacji.
WHO	Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization).
ZB	Zakład Biofizyki, Katedra Fizjologii, Wydział Lekarski, Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Od kilku lat w Zakładzie Biofizyki, Katedry Fizjologii, Wydziału Lekarskiego, Collegium Medicum w Krakowie (ZB) prowadzimy badania nad wpływem pól elektromagnetycznych (PEM) na zdrowie ludzi. Badania te prowadzone są we współpracy z Instytutem Łączności – Państwowym Instytutem Badawczym w Warszawie (IŁ-PIB). Działania nasze ukierunkowane są na: (1) określenie obiektywnych kryteriów pozwalających w sposób ilościowy badać wpływ PEM na organizmy ludzkie oraz (2) badanie problemu tzw. nadwrażliwości elektromagnetycznej (EHS – Electromagnetic HyperSensitivity) w naszym kraju.

W ramach drugiej z wymienionych kategorii działań pod koniec 2020 roku przeprowadziliśmy badania ankietowe mające na celu precyzyjne i wiarygodne oszacowanie częstotliwości występowania EHS w Polsce oraz ustalenie właściwej metodyki do prowadzenia tego rodzaju badań w przyszłości. Raport z przeprowadzonych badań został opublikowany na stronach IŁ-PIB oraz na stronach gov.pl [1].

Nadwrażliwość na działanie pól elektromagnetycznych określana jest właściwie wg zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia (WHO – World Health Organization) jako idiopatyczna nietolerancja środowiskowa przypisywana działaniu pola elektromagnetycznego (IEI-EMF – Idiopathic Environmental Intolerance attributed to ElectroMagnetic Field) [2]. Jest to zjawisko kontrowersyjne, którego przyczyny i mechanizmy powstawania nie są wyjaśnione. W świecie naukowym istnieją dwa wytłumaczenia EHS. Jednym z nich jest istnienie nieznanych zjawisk fizycznych związanych z oddziaływaniem PEM na organizm, prowadzących do procesów biochemicznych, które z kolei prowadzą do zmian w fizjologii organizmu i do rozwinięcia objawów zgłaszanych przez osoby EHS+. Druga teoria zakłada istnienie mechanizmów psychofizjologicznych prowadzących do tego, że część populacji postrzega się jako osoby nadwrażliwe na działanie PEM. Zjawisko to miałoby przypominać efekt nocebo (odwrotne placebo), w którym stres związany z obawą o negatywne działanie jakiegoś czynnika prowadzi do wystąpienia objawów. WHO wydaje się skłaniać do tego drugiego wyjaśnienia zjawiska EHS.

W dokumentach WHO [2] dotyczących EHS zwraca się uwagę na pewne podobieństwa pomiędzy EHS, a nietolerancją środowiskową na czynniki chemiczne (MCS – Multiple Chemical Sensitivity). Podobieństwa pomiędzy EHS i MCS polegają na tym, że w obydwu przypadkach molekularne mechanizmy oddziaływania nie zostały wyjaśnione, nadwrażliwość ma miejsce w przypadku bardzo niskich poziomów czynnika w środowisku, w obydwu przypadkach są to czynniki środowiskowe, zespół objawów jest bardzo szeroki i są to objawy najczęściej subiektywne i niespecyficzne. Istnieje możliwość, że osoby wrażliwe, bardziej niż ogół społeczeństwa, na pewne substancje chemiczne są równocześnie bardziej wrażliwe na działanie PEM, o ile przyjmujemy, że obydwa rodzaje nietolerancji związane są z realnymi oddziaływaniami na poziomie fizycznym i biochemicznym.

Zwróćmy uwagę, że powiązanie takie może istnieć również w sytuacji, gdy u podstaw wykształcenia objawów obydwu rodzajów nietolerancji leżą mechanizmy psychofizjologiczne. Osoby w większym stopniu uwrażliwione na swój stan zdrowia mogą w jednakowym stopniu obawiać się różnych czynników środowiskowych mających potencjalnie negatywny wpływ na ich organizmy. W konsekwencji osoby takie mogą wiązać postrzegane u siebie objawy z różnego rodzaju czynnikami fizycznymi i chemicznymi. Otwiera się w ten sposób pytanie, czy częstotliwość występowania zjawiska EHS jest powiązana z zanieczyszczeniem środowiska i czy ma związek z realną ekspozycją na PEM generowane w środowisku, na przykład przez urządzenia komunikacji bezprzewodowej. Zauważmy, że negatywne powiązania zanieczyszczenia powietrza ze zdrowiem ludzi jest od dawna znane i badane. Fakt monitorowania zanieczyszczeń i ogólna dostępność wyników tego rodzaju pomiarów uwrażliwia społeczeństwo na ten i inne czynniki środowiskowe. Nieprzypadkowo coraz powszechniej funkcjonuje określenie „smog elektromagnetyczny” w stosunku do narażenia na ekspozycję na PEM w środowisku.

Pytanie o powiązanie częstotliwości występowania EHS z zanieczyszczeniem powietrza można uzasadnić również analizując wyniki przeprowadzonych badań ankietowych. W **TABELI 1** przedstawiono wyniki analizy

odpowiedzi ankietowanych na pytanie P1 ankiety (Załącznik 1). Pytanie dotyczyło czynników, które osoby ankietowane uznają za mające wpływ na ludzi. Było to pytanie zamknięte wielokrotnego wyboru, w którym respondent wskazywał, czy pogoda, zanieczyszczenie powietrza, hałas, stres i pole elektromagnetyczne wpływają na samopoczucie lub zdrowie. Jak należało się spodziewać, większość ankietowanych uważa, że wpływ taki ma zanieczyszczenie powietrza. Okazuje się jednak, że odsetek osób uważających w ten sposób jest w sposób istotny statystycznie wyższy ( $p < 0,05$ ) wśród tych, którzy równocześnie wskazali w tym pytaniu pola elektromagnetyczne. Można to zauważyć bez względu na to, jakie kryterium zastosowano, aby zaliczyć badane osoby do grupy EHS+.

**TABELA 1.** *Odsetek osób uznających zanieczyszczenie środowiska za czynnik wpływający na zdrowie i samopoczucie ludzi. K01-K08: zastosowane kryterium kwalifikacji do grupy osób nadwrażliwych na działanie PEM (kryteria zostały opisane w TABELI 2); EHS+: osoby, które mogą być uznane za nadwrażliwe na PEM po zastosowaniu poszczególnych kryteriów, EHS-: osoby, które nie mogą być zakwalifikowane do grupy cechującej się nadwrażliwością na PEM.*

Zastosowane kryterium kwalifikacji jako EHS+	Odsetek wśród EHS+ [%]	Odsetek wśród EHS- [%]
K01	89,7	60,2
K02	85,8	65,8
K03	80,6	67,1
K04	82,1	64,4
K05	84,0	63,6
K06	84,6	62,8
K07	83,0	68,0
K08	94,7	79,6

Przeprowadzone przez nas i opisane w niniejszym opracowaniu analizy miały na celu sprawdzenie czy częstotliwość występowania EHS koreluje z poziomem zanieczyszczenia powietrza i z realną ekspozycją na PEM w środowisku. Ponieważ stwierdzenie korelacji nie jest jednoznaczne z istnieniem związku przyczynowo skutkowego, a jedynie może na taki związek wskazywać, to wnioski płynące z wyników będą stanowiły podstawę do bardziej dogłębnej analizy w przyszłości.

## MATERIAŁ I METODY

### ANKIETA I KRYTERIA KLASYFIKACJI EHS+

Ankieta została przeprowadzona na grupie 2000 osób. Dobór respondentów był dokonany w taki sposób, aby badana populacja jak najwierniej odzwierciedlała społeczeństwo naszego kraju pod względem płci, miejsca zamieszkania i poziomu wykształcenia. Pytania ankietowe zostały dołączone do niniejszego opracowania w **ZAŁĄCZNIKU 1**.

Ankieta składała się z piętnastu pytań. W zależności od badanych cech populacji zastosowano pytania zamknięte lub pytania otwarte. Pięć pierwszych pytań miało na celu określenie cech demograficznych osób ankietowanych (płeć, kategoria wiekowa, województwo zamieszkania, wielkość miejscowości zamieszkiwania oraz wykształcenie). Pozostałe pytania dotyczyły kwestii związanych z oddziaływaniem PEM i kilku innych czynników na samopoczucie osoby badanej. Pytano również o objawy i urzędnienia, które stanowią potencjalne źródła tych objawów. Pytanie o to, czy respondent uważa się za osobę nadwrażliwą na PEM (EHS+) zadawano na różne sposoby, aby zbadać wpływ sformułowania pytania na uzyskiwane wyniki. Osoby, które nie postrzegają się jako nadwrażliwe na PEM będą w niniejszym opracowaniu oznaczane skrótem EHS-.

Pytania zastosowane w ankiecie pozwalają na sformułowanie kilkunastu różnych kryteriów, które mogą być użyte w celu zakwalifikowania badanych osób jako EHS+. Kryteria takie stanowią pojedyncze pytania albo kombinacje kilku pytań ankietowych. Problem ten został precyzyjnie omówiony w publikacji, która ukazała się w mijającym roku [3]. Z jedenastu zaproponowanych w cytowanej w pracy kryteriów w niniejszym opracowaniu zostanie uwzględnionych jedynie osiem prostych kryteriów. Zostały one przedstawione w **TABELI 2**. W tabeli zamieszczono również odsetek osób ankietowanych, które można uznać za EHS+ po zastosowaniu poszczególnych kryteriów. Wydaje się, że kryterium, które w sposób właściwy określa osoby badane jako EHS+ w badaniach ankietowych powinno uwzględniać fakt, że osoby nadwrażliwe na PEM odczuwają objawy związane z działaniem pola w sytuacjach, gdy objawów takich nie odczuwa ogół społeczeństwa (kryterium K07). Ponadto objawy powinny być na tyle silne i uciążliwe, że osoba nimi dotknięta poszukiwała aktywnie pomocy w ich wyjaśnieniu, zapobieganiu lub leczeniu (kryterium K08). Ponieważ jednak nie można w tym momencie rozstrzygnąć, które kryterium najlepiej kategoryzuje badanych do grupy EHS+ w dalszej części opracowania będą uwzględniane wszystkie kryteria opisane w **TABELI 2**.

### WYBÓR MIAST DO ANALIZY

Badanie związków pomiędzy częstotliwością występowania EHS, a zanieczyszczeniem powietrza i poziomem ekspozycji na PEM w środowisku wymaga precyzyjnego określenia miejsca zamieszkania osób biorących udział w badaniu. Ankieta przeprowadzona pod koniec roku 2020 miała inne cele i nie zakładano wtedy konieczności precyzyjnego ustalania miejscowości pochodzenia ankietowanych. Zapewnienie reprezentatywności badanej populacji można było osiągnąć biorąc pod uwagę jedynie województwo zamieszkania i wielkość miasta zamieszkania pod względem liczby ludności. Te dwa pytania (pytania S3 oraz S4 ankiety, **ZAŁĄCZNIK 1**) pozwalają jednak jednoznacznie zidentyfikować wśród ankietowanych mieszkańców kilkunastu miejscowości.

Analiza danych demograficznych populacji Polski z uwzględnieniem powiatów publikowanych przez Główny Urząd Statystyczny w Roczniku Demograficznym 2021 [4] pozwoliła stwierdzić, ile miast i jakiej wielkości znajduje się na terenie poszczególnych województw. Ankietowani byli przypisywani do jednej z pięciu kategorii pod względem wielkości miasta zamieszkiwania (pytanie S4): (1) wieś, (2) miasto do 20 tys. mieszkańców, (3) miasto od 20 do 100 tys. mieszkańców, (4) miasto od 100 do 500 tys. mieszkańców, (5) miasto powyżej 500 tys. mieszkańców. Przykładowo więc, jeśli mieszkaniec Małopolski deklarował, że żyje w mieście o liczbie mieszkańców powyżej 500 tys., to z całą pewnością mieszkał w Krakowie, bo tylko Kraków liczy ponad 500 tys. mieszkańców na terenie Małopolski. Jeśli mieszkaniec Małopolski deklarował zamieszkanie w mieście liczącym pomiędzy 100, a 500 tys. mieszkańców, to pochodził z Tarnowa. Na podobnej zasadzie udało się jednoznacznie

zidentyfikować 12 miejscowości. Lista wybranych miast wraz z liczbą mieszkańców tych miast, którzy wzięli udział w ankiecie została pokazana w **TABELI 3**. W prezentowanej tabeli podano również procentowy udział osób EHS+ uznanych za takie według poszczególnych kryteriów branych pod uwagę w niniejszym opracowaniu.

**TABELA 2.** Kryteria klasyfikacji ankietowanych do grupy osób nadwrażliwych na działanie pola elektromagnetycznego (EHS+). W ostatniej kolumnie podano procentowy udział osób zakwalifikowanych jako EHS+ według poszczególnych kryteriów w stosunku do całej populacji.

Ozn.	Nr pytania w ankiecie	Pytanie	EHS+ [%]
K01	P1e	Czy na Pana(i) samopoczucie lub zdrowie wpływa: ..., (e) Pole elektromagnetyczne?	21,4
K02	P2h	Na które z czynników, które za chwilę odczytam jest Pan(i) nadwrażliwy(a) lub reaguje alergicznie? ..., (h) pola magnetyczne lub elektryczne, ... .	9,5
K03	P3	Czy uważa Pan(i), że jest Pan(i) elektrowrażliwy(a) lub nadwrażliwy(a) na pola elektromagnetyczne?	9,6
K04	P4a	Czy uważa Pan(i), że urządzenia emitujące pole elektromagnetyczne wpływają negatywnie na Pana(i): a) samopoczucie?	18,2
K05	P4b	Czy uważa Pan(i), że urządzenia emitujące pole elektromagnetyczne wpływają negatywnie na Pana(i): b) zdrowie?	21,9
K06	P4a i P4b	Czy uważa Pan(i), że urządzenia emitujące pole elektromagnetyczne wpływają negatywnie na Pan(i) samopoczucie i zdrowie?	14,3
K07	P8	Czy odczuwa Pan(i) jakiegokolwiek objawy zdrowotne związane z używaniem urządzeń elektrycznych, których Pana(i) zdaniem nie odczuwają inni?	4,4
K08	P8 i P10	Czy odczuwa Pan(i) jakiegokolwiek objawy zdrowotne związane z używaniem urządzeń elektrycznych, których Pana(i) zdaniem nie odczuwają inni? A jeżeli tak, to czy odczuwane dolegliwości były na tyle dotkliwe, że wpływały na Pana(i) życie codzienne lub z ich powodu konsultował/a się Pan(i) z lekarzem?	1,8

**TABELA 3.** Miejscowości wybrane do analizy wraz z liczbą ich mieszkańców, którzy wzięli udział w badaniu ankietowym. W kolumnach K01-K08 podano procentowy udział osób uznanych za EHS+ według poszczególnych kryteriów.

Miasto	Liczba ankiet	K01 [%]	K02 [%]	K03 [%]	K04 [%]	K05 [%]	K06 [%]	K07 [%]	K08 [%]
Wrocław	46	23,9	8,7	10,9	21,7	23,9	17,4	–	–
Wałbrzych	21	–	–	–	–	–	–	–	–
Lublin	30	20,0	13,3	6,7	23,3	20,0	20,0	3,3	–
Łódź	57	28,1	14,0	14,0	24,6	31,6	19,3	3,5	–
Kraków	50	20,0	6,0	2,0	16,0	16,0	6,0	–	–
Tarnów	9	33,3	11,1	11,1	22,2	22,2	22,2	–	–
Warszawa	67	19,4	13,4	7,5	22,4	29,9	20,9	4,5	1,5
Opole	7	57,1	28,6	42,9	28,6	28,6	14,3	–	–
Rzeszów	19	26,3	10,5	5,3	21,1	31,6	21,1	5,3	5,3
Białystok	17	17,6	5,9	–	11,8	11,8	5,9	–	–

Miasto	Liczba ankiet	K01 [%]	K02 [%]	K03 [%]	K04 [%]	K05 [%]	K06 [%]	K07 [%]	K08 [%]
Kielce	15	40,0	20,0	20,0	33,3	40,0	33,3	20,0	13,3
Poznań	40	20,0	12,5	2,5	17,5	30,0	15,0	–	–

#### DANE NA TEMAT ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA

Dane na temat zanieczyszczeń powietrza pozyskano z ogólnie dostępnych zestawień publikowanych przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (GIOŚ) w Banku Danych Pomiarowych [5]. Pomiary poziomu zanieczyszczeń powietrza w naszym kraju sprowadzają się obecnie do określania stężenia 12-stu czynników. Są to: (1) dwutlenek siarki SO<sub>2</sub>, (2) dwutlenek azotu NO<sub>2</sub>, (3) tlenek węgla CO, (4) benzen C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, (5) ozon O<sub>3</sub>, (6) pył zawieszony PM<sub>10</sub>, (7) ołów Pb, (8) arsen As, (9) kadm Cd, (10) nikiel Ni, (11) benzo(a)piren B(a)P oraz (12) pył zawieszony PM<sub>2,5</sub>. Stężenie czynników 7-11 określa się w pyłe zawieszonym PM<sub>10</sub> [6].

Pomiary stężeń wybranych zanieczyszczeń w powietrzu prowadzone są w Polsce od około 2000 roku, a ich metodyka ulega ciągłej ewolucji w celu zapewnienia coraz bardziej precyzyjnego i wiarygodnego systemu monitoringu. Z tego powodu ilość i rodzaj dostępnych danych z poszczególnych lat pomiarów i z różnych miejscowości jest różna. Aby analizowane dane dotyczące zanieczyszczenia powietrza z różnych miejscowości w poszczególnych latach mogły być porównywane należało zapewnić ich spójność. Zdecydowano się wziąć pod uwagę w analizie ilościowej wyniki pomiarów czterech czynników: (1) SO<sub>2</sub>, (2) NO<sub>2</sub>, (3) PM<sub>2.5</sub> oraz (4) PM<sub>10</sub>. Brano pod uwagę publikowane przez GIOŚ wyniki pomiaru poziomu stężeń PM<sub>2.5</sub> i PM<sub>10</sub> uśredniane w okresach 24 godzinnych i pomiary poziomu stężeń SO<sub>2</sub> i NO<sub>2</sub> uśredniane w okresach godzinnych. Wykorzystano dane z tabeli stanowiącej podsumowanie wyników pomiarów za lata 2000-2020 [5].

Wybrane wskaźniki są najważniejszymi formami zanieczyszczenia powietrza, a ich obecność wiązana jest z licznymi problemami zdrowotnymi. Wybrano je również z dwóch dodatkowych powodów. Po pierwsze w raportach GIOŚ informacje na temat ich stężeń dla wybranych miast jest pełna w okresie wybranym do analizy. Drugim powodem wyboru tych czterech czynników jest fakt, że w różnym stopniu może być postrzegane zanieczyszczenie tymi właśnie czynnikami. Obecność pyłów zawieszonych PM<sub>2.5</sub> i PM<sub>10</sub> w powietrzu wiąże się powstawaniem smogu, który jest doskonale widocznym i działającym na wyobraźnię dowodem na zanieczyszczenie. Obecność SO<sub>2</sub> i NO<sub>2</sub> nie może być natomiast bezpośrednio postrzegana przy pomocy ludzkich zmysłów. Związek pomiędzy stężeniami pyłów zawieszonych (PM<sub>2.5</sub> i PM<sub>10</sub>) i zanieczyszczeń chemicznych (SO<sub>2</sub> i NO<sub>2</sub>), a częstotliwością występowania EHS może przyjmować różny charakter, ze względu na to, że różna jest percepcja zagrożenia tymi dwoma rodzajami zanieczyszczeń.

Założono, że potencjalna nadwrażliwość na czynniki zanieczyszczające powietrze w powiązaniu z nadwrażliwością na PEM jest efektem przebywania w zanieczyszczonym środowisku przez dłuższy okres czasu. Dlatego w analizie brano pod uwagę wartość średnią, maksymalną i minimalną dla stężeń poszczególnych czynników biorąc pod uwagę okres od 2011 roku do 2020 roku. W wybranym okresie dysponujemy pełnymi danymi na temat wybranych czynników środowiskowych z wszystkich analizowanych miast.

Zmiany w sposobie wykonywania pomiarów i raportowania o ich wynikach, jak również działania podejmowane w celu obniżenia stężenia zanieczyszczeń w powietrzu przez administrację państwową i samorządy są czynnikiem, który wpływa na społeczną percepcję problemu zanieczyszczenia środowiska. Wydaje się więc zasadnym, aby poza wartościami średnią, maksymalną i minimalną stężeń, wziąć w analizie również pod uwagę trendy jakimi te parametry podlegały w analizowanym okresie. Za miarę trendów wartości średniej, maksymalnej i minimalnej przyjęto współczynnik nachylenia prostej (a) dopasowanej do danych reprezentujących zmianę stężenia wybranego czynnika (x) w czasie:  $c_x = a \cdot T + b$ , gdzie  $c_x$  oznacza stężenie wybranego rodzaju zanieczyszczeń, a T oznacza czas wyrażony w latach. Dla poszczególnych czynników trend (czyli współczynnik a) będzie oznaczany skrótem w rodzaju: CZYNNIK\_ParT, gdzie „CZYNNIK” przyjmuje jedną



z czterech możliwych wartości (PM2.5, PM10, SO<sub>2</sub>, lub NO<sub>2</sub>), a „Par” przyjmuje jedną z trzech możliwych wartości: Av, Min i Max, odpowiednio dla trendu wartości średniej, minimalnej i maksymalnej stężenia danego czynnika środowiskowego (TABELA 4).

Analizowane rodzaje zanieczyszczeń i oznaczenia parametrów podlegających analizie podsumowano w TABELI 4.

**TABELA 4.** Zanieczyszczenia powietrza brane pod uwagę w opracowaniu i parametry opisujące te zanieczyszczenia.

Czynnik	Parametry	Opis parametrów
Pył zawieszony PM2.5	PM2.5_Av, PM2.5_Min, PM2.5_Max	Średnie, minimalne i maksymalne stężenie pyłu PM2.5 wyrażone w µg/m <sup>3</sup> wyznaczone okresie 2011-2020
	PM2.5_AvT, PM2.5_MinT, PM2.5_MaxT	Trend obserwowany w analizowanym okresie w przypadku średniej, minimalnej i maksymalnej wartości stężenia pyłu PM2.5
Pył zawieszony PM10	PM10_Av, PM10_Min, PM10_Max	Średnie, minimalne i maksymalne stężenie pyłu PM10 wyrażone w µg/m <sup>3</sup> wyznaczone okresie 2011-2020
	PM10_AvT, PM10_MinT, PM10_MaxT	Trend obserwowany w analizowanym okresie w przypadku średniej, minimalnej i maksymalnej wartości stężenia pyłu PM10
Dwutlenek siarki SO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub> _Av, SO <sub>2</sub> _Min, SO <sub>2</sub> _Max	Średnie, minimalne i maksymalne stężenie pyłu SO <sub>2</sub> wyrażone w µg/m <sup>3</sup> wyznaczone okresie 2011-2020
	SO <sub>2</sub> _AvT, SO <sub>2</sub> _MinT, SO <sub>2</sub> _MaxT	Trend obserwowany w analizowanym okresie w przypadku średniej, minimalnej i maksymalnej wartości stężenia pyłu SO <sub>2</sub>
Dwutlenek azotu NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> _Av, NO <sub>2</sub> _Min, NO <sub>2</sub> _Max	Średnie, minimalne i maksymalne stężenie pyłu NO <sub>2</sub> wyrażone w µg/m <sup>3</sup> wyznaczone okresie 2011-2020
	NO <sub>2</sub> _AvT, NO <sub>2</sub> _MinT, NO <sub>2</sub> _MaxT	Trend obserwowany w analizowanym okresie w przypadku średniej, minimalnej i maksymalnej wartości stężenia pyłu NO <sub>2</sub>

Ocena jakości powietrza przeprowadzana przez GIOŚ wykonywana jest w odniesieniu do tzw. stref, czyli obszarów na jakie została podzielona cała powierzchnia Polski. W ramach poszczególnych stref pomiary zanieczyszczeń mogą być wykonywane z zastosowaniem kilku stacji pomiarowych umieszczonych w różnych lokalizacjach na ich terenie. W takim przypadku GIOŚ raportuje wyniki pomiarów z każdej stacji. Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto, że wartością średnią dla każdej strefy w poszczególnych latach jest średnia wartość ze wszystkich pomiarów przeprowadzonych z wykorzystaniem wszystkich stacji obecnych w strefie w całym roku kalendarzowym. Podobnie wartość minimalna (i odpowiednio maksymalna) jest minimalną (i odpowiednio maksymalną) wartością stężenia obserwowanego z udziałem wszystkich stacji należących do strefy. W analizie trendów uwzględniano wszystkie stacje pomiarowe przynależne do poszczególnych stref. Przypisanie stref zdefiniowanych przez GIOŚ do listy miast wybranych do analizy przedstawia TABELA 5.

**TABELA 5.** Przypisanie stref zdefiniowanych w systemie monitoringu powietrza prowadzonym przez GIOŚ do analizowanych w raporcie miejscowości.

Strefa zdefiniowania w systemie monitoringu jakości powietrza	Miasto wybrane do analizy zależności częstotliwości występowania EHS od zanieczyszczenia powietrza
Aglomeracja Wrocławska	Wrocław
Miasto Wałbrzych	Wałbrzych
Aglomeracja Lubelska	Lublin
Aglomeracja Łódzka	Łódź
Aglomeracja Krakowska	Kraków
Miasto Tarnów	Tarnów
Aglomeracja Warszawska	Warszawa
Miasto Opole	Opole
Miasto Rzeszów	Rzeszów
Aglomeracja Białostocka	Białystok
Miasto Kielce	Kielce
Aglomeracja Poznańska	Poznań

Poza danymi ilościowymi opisanymi powyżej wykorzystano również wyniki klasyfikacji poszczególnych stref monitoringu jakości powietrza dokonywanej przez GIOŚ na podstawie wyników pomiarów ilościowych. Dane tego rodzaju publikowane są w postaci raportów pięcioletnich. Dla potrzeb niniejszego raportu wykorzystano ostatni pięcioletni raport, który sporządzono za lata 2014-2018 [6].

W odniesieniu do zanieczyszczenia PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> i NO<sub>2</sub> GIOŚ analizuje wyniki pomiarów ilościowych przeprowadzonych w odpowiednim okresie i przypisuje poszczególnym strefom jedną z czterech klas: 1, 2, 3a, lub 3b. Są one zdefiniowane w **TABELI 6** [6].

**TABELA 6.** Klasyfikacja stosowana przez GIOŚ do oceny jakości powietrza.

<b>KLASA 1</b>	Stężenia zanieczyszczenia na terenie strefy nie przekraczały wartości dolnego progu oszacowania
<b>KLASA 2</b>	Na terenie strefy występowały stężenia zanieczyszczenia powyżej wartości dolnego progu oszacowania, lecz nieprzekraczające wartości górnego progu oszacowania
<b>KLASA 3a</b>	Na terenie strefy występowały stężenia zanieczyszczenia powyżej wartości górnego progu oszacowania, lecz nieprzekraczające wartości poziomów dopuszczalnych lub docelowych
<b>KLASA 3b</b>	Na terenie strefy rejestrowane były stężenia zanieczyszczenia powyżej wartości górnego progu oszacowania i jednocześnie powyżej wartości poziomów dopuszczalnych lub docelowych

Dolny próg oszacowania, górny próg oszacowania i poziom dopuszczalny określone są dla poszczególnych czynników środowiskowych na różnych poziomach i niekiedy dla różnych sposobów uśredniania wyników pomiarów ilościowych. Definicje tych parametrów oraz ich wartości można znaleźć w [6]. Wartości dla omawianych w raporcie czynników przedstawiono w **TABELI 7**.

Wartości średnie, minimalne i maksymalne, oraz trendy tych wartości obliczone z publikowanych przez GIOŚ danych ilościowych, jak również wyniki klasyfikacji stref do poszczególnych klas (dane jakościowe) zostały

skorelowane z liczbą osób określonych jako EHS+ w poszczególnych miastach. Brano pod uwagę wszystkie przedstawione wcześniej kryteria klasyfikacji K01-K08.

**TABELA 7.** Wartości dopuszczalne i progowe, które wykorzystywane są w klasyfikacji stref monitoringu powietrza dla analizowanych w raporcie czynników. Wszystkie wartości wyrażono w  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Czynnik	Okres uśredniania	Dolny próg oszacowania	Górny próg oszacowania	Poziom dopuszczalny
PM2.5	1 rok	12	17	25
PM10	1 rok	20	28	40
	24 godz.	25	35	50
SO <sub>2</sub>	24 godz.	50	75	125
NO <sub>2</sub>	1 rok	26	32	40
	1 godz.	100	140	200

#### DANE NA TEMAT POZIOMÓW EKSPOZYCJI NA PEM

W bieżącym roku w ramach jednego z projektów realizowanych przez IŁ-PIB uruchomiono system SI2PEM (System Informacyjny o Instalacjach wytwarzających Promieniowanie ElektroMagnetyczne). Dane pozyskiwane od operatorów sieci komórkowych i uzyskiwane ze środowiskowych pomiarów PEM realizowanych przez Inspekcję Ochrony Środowiska (IOŚ) zostały zintegrowane w ramach jednej platformy. Zastosowanie modelowania komputerowego pozwala na określenie poziomu PEM dla każdego punktu na terenie kraju. Dane te są ogólnie dostępne [7]. Interaktywna mapa rozkładu natężenia PEM pozwala stwierdzić jakie są średnie parametry PEM w każdym punkcie, ale nie dostarcza narzędzia, które pozwalałoby na obliczanie statystyk z większych obszarów.

IŁ-PIB przygotował i udostępnił dane z symulacji rozkładu PEM w obszarach administracyjnych miast wybranych do analizy. Analiza rozkładu PEM została przeprowadzona z zastosowaniem siatki elementów o rozmiarach  $1 \times 1 \text{ m}^2$ . Dla każdego punktu siatki wyznaczono wartość zagregowaną, tj. najwyższą wartość obserwowaną w zakresie wysokości od 0,3 m do 2 m nad poziomem terenu. Nie brano pod uwagę tych punktów, które znajdowały się w obrysie zabudowy. Symulacja została zrealizowana dla stacji bazowych pracujących z maksymalnymi mocami równocześnie, biorąc pod uwagę wszystkie stacje bazowe aktywne na początku grudnia 2021 r.

Skomplikowaną geometrię granic miast uwzględniono w ten sposób, że w pierwszej kolejności pozyskano surowe dane rozkładów natężenia składowej elektrycznej pola z systemu SI2PEM dla 12-stu obszarów będących obszarami ograniczonymi południkami i równoleżnikami granicznymi dla obszarów administracyjnych miast. Pozyskane w ten sposób dane zostały poddane dedykowanemu post-processingowi, w celu konwersji ich formatu do importu aplikacji GIS (QGIS, Powszechna Licencja Publiczna (GNU – General Public License)). W aplikacji QGIS nastąpiło odrzucenie wyników symulacji dla punktów znajdujących się poza obszarem miasta. Wykorzystano w tym celu dane administracyjne z rejestru państwowego Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii.

Dla wszystkich dwunastu miast obliczono w aplikacji R (The R Project for Statistical Computing, GNU): średnią wartość natężenia składowej elektrycznej PEM (PEM\_Av), odchylenie standardowe (PEM\_SD), medianę (PEM\_Med), oraz wartość 10-tego (PEM\_10c) i 90-tego (PEM\_90c) centyla rozkładu wartości PEM w analizowanych obszarach.

## ANALIZA STATYSTYCZNA WYNIKÓW

Parametry opisujące zanieczyszczenie powietrza pochodzące z baz danych GIOŚ (**TABELA 4**), dane jakościowe publikowane w raporcie GIOŚ z pięcioletniej oceny jakości powietrza i wartości opisujące natężenia składowej elektrycznej PEM dostarczone przez IŁ-PIB zostały poddane analizie statystycznej w programie Statistica 13.3 (TIBCO Software Inc.).

Badano korelację wszystkich parametrów zanieczyszczenia powietrza i opisujących rozkład PEM z liczbą osób EHS+ dla poszczególnych miast. Zastosowano metodę określania zależności przez obliczenie współczynnika korelacji rang Spermanna. Metoda ta pozwala na badanie zależności pomiędzy zmiennymi parametrycznymi i nieparametrycznymi również w przypadkach, kiedy liczebność prób jest niewielka. Taka właśnie sytuacja ma miejsce w odniesieniu do prezentowanych danych (12 miast). Metoda korelacji rang Spermanna pozwala, w przeciwieństwie do metody Pearsona, określać zależności również w przypadkach, gdy są one opisane funkcjami nieliniowymi (ale monotonicznymi).

W wyniku zastosowania metody rang Spermanna otrzymujemy współczynnik  $r_s$ , którego interpretację opisano w **TABELI 8**. Korelacje pomiędzy badanymi zmiennymi określamy jako istotną w niniejszym opracowaniu tylko w przypadkach, gdy  $r_s > 0,4$ , lub  $r_s < -0,4$ . Dodatnie współczynniki  $r_s$  oznaczają, że obydwie badane zmienne równocześnie rosną, podczas gdy ujemne oznaczają, że gdy jeden rośnie, to wartość drugiego maleje.

**TABELA 7.** Interpretacja współczynnika korelacji rang Spermanna ( $r_s$ ).

$ r_s $	Interpretacja korelacji
< 0,2	słaba, brak związku
0,2 – 0,4	niska, zależność wyraźna
0,4 – 0,6	umiarkowana, zależność istotna
0,6 – 0,8	wysoka, zależność znaczna
0,8 – 0,9	bardzo wysoka, zależność bardzo duża
0,9 – 1,0	zależność pełna

Liczebność osób, które można zakwalifikować jako osoby nadwrażliwe na działanie pól elektromagnetycznych dla poszczególnych miast podlegających analizie przedstawiono w **TABELI 3**. W **TABELACH 9-12** zawarto wyniki obliczeń parametrów opisujących zanieczyszczenie powietrza odpowiednio dla pyłu zawieszonego PM2.5, pyłu zawieszonego PM10, dwutlenku siarki SO<sub>2</sub> i dwutlenku azotu NO<sub>2</sub>.

Trendy zmian stężenia zanieczyszczeń w powietrzu w czasie były obliczane jako nachylenie prostej dopasowanej do punktów pomiarowych. Wykresy tych zależności pokazano na **RYS. 1-4**.

W **TABELI 13** zaprezentowano wyniki jakościowej oceny poziomu zanieczyszczeń w powietrzu w wybranych miastach dokonanej przez GIOŚ w okresie pięcioletnim w latach 2014-2018 [6].

**TABELA 14** przedstawia wyniki symulacji natężenia składowej elektrycznej PEM w wybranych miastach na podstawie systemu SI2PEM.

Najważniejsze wyniki raportu zawierają **TABELE 15-20**. Zmieszczono w nich wyniki obliczeń współczynników korelacji rang Spermanna dla zależności pomiędzy liczbą osób EHS+ w poszczególnych miastach, a parametrami opisującymi zanieczyszczenie powietrza i ekspozycję na PEM.

**TABELA 9.** Parametry opisujące zanieczyszczenie powietrza pyłem zawieszonym PM2.5. Znaczenie zastosowanych skrótów zamieszczono w **TABELI 4**. Wartości średnią, minimalną i maksymalną wyrażono w  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , trendy podano w  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ .

Miasto	PM2.5_Av	PM2.5_Min	PM2.5_Max	PM2.5_AvT	PM2.5_MinT	PM2.5_MaxT
Wrocław	24,0	1,00	208	-1,63	-0,07	-8,43
Wałbrzych	20,2	1,00	214	-0,09	-0,03	-9,75
Lublin	20,1	1,00	201	-0,84	0,19	-7,65
Łódź	24,2	2,00	195	-0,80	-0,01	-5,86
Kraków	35,7	3,00	317	-2,38	0,04	-15,3
Tarnów	25,5	3,81	425	-1,41	0,00	-18,2
Warszawa	21,3	1,66	204	-1,34	-0,22	-6,63
Opole	22,0	1,00	242	-0,80	0,61	-4,23
Rzeszów	23,7	1,00	334	-1,37	0,00	-9,53
Białystok	19,0	1,16	139	-0,70	-0,18	-4,50
Kielce	24,3	1,20	218	-1,95	-0,01	-9,70
Poznań	22,9	3,27	169	-1,00	-0,10	-7,56

**TABELA 10.** Parametry opisujące zanieczyszczenie powietrza pyłem zawieszonym PM10. Znaczenie zastosowanych skrótów zamieszczono w **TABELI 4**. Wartości średnią, minimalną i maksymalną wyrażono w  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , trendy podano w  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ .

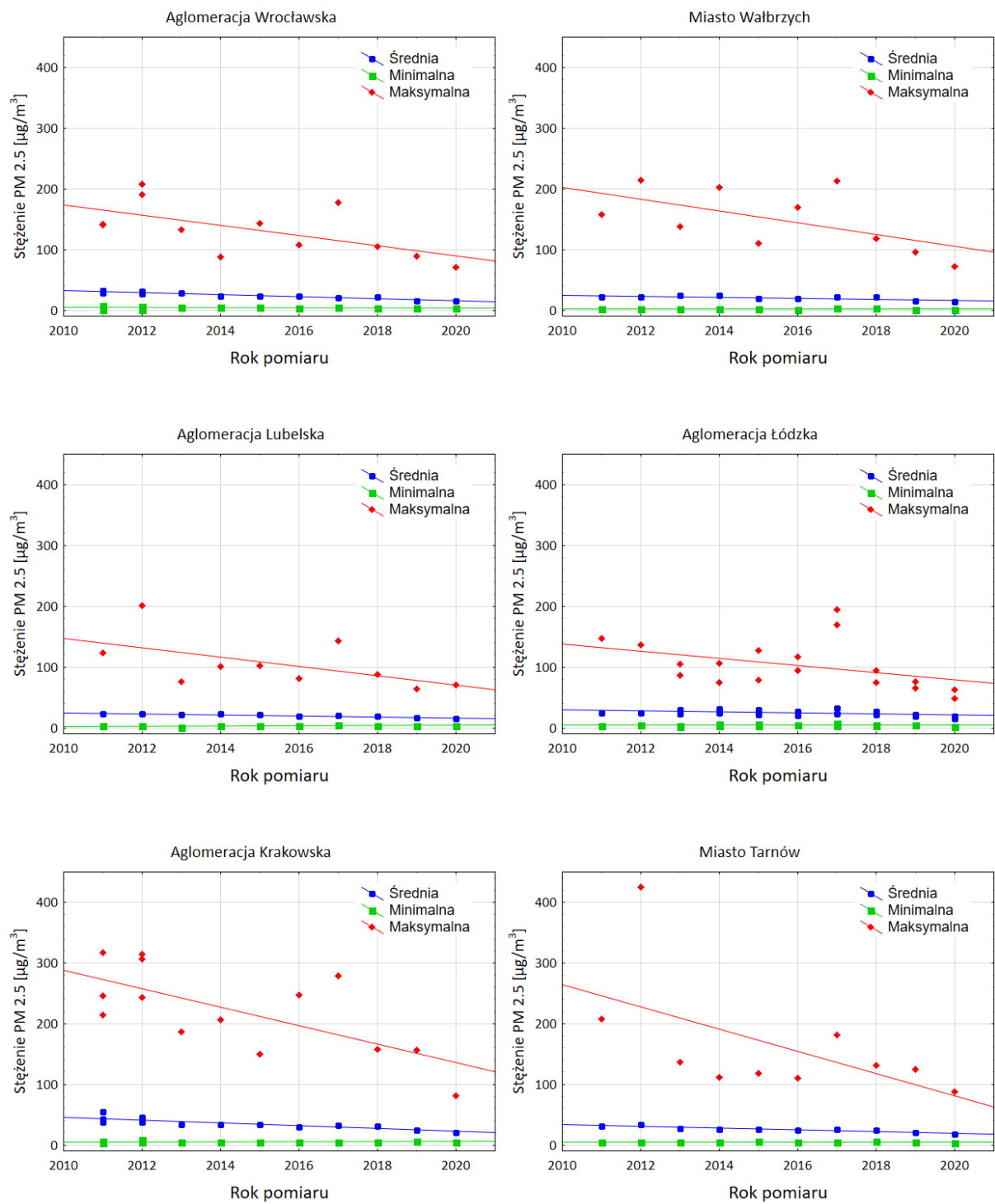
Miasto	PM10_Av	PM10_Min	PM10_Max	PM10_AvT	PM10_MinT	PM10_MaxT
Wrocław	32,5	3,38	249	-2,21	-0,34	-10,7
Wałbrzych	27,5	2,60	243	-0,94	-0,08	-8,50
Lublin	27,3	4,80	241	-1,01	-0,01	-7,06
Łódź	38,7	4,54	399	-1,19	0,16	-6,56
Kraków	41,8	4,90	402	-3,19	-0,25	-21,2
Tarnów	32,4	4,60	487	-1,68	-0,01	-22,1
Warszawa	31,3	0,73	189	-0,55	0,18	-3,92
Opole	31,4	3,50	289	-1,07	-0,02	-8,27
Rzeszów	30,6	1,00	377	-1,82	0,01	-14,0
Białystok	23,2	2,45	143	-0,88	-0,51	-3,12
Kielce	33,8	3,41	279	-1,46	-0,01	-4,87
Poznań	27,9	1,50	235	-0,58	0,32	-5,98

**TABELA 11.** Parametry opisujące zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki SO<sub>2</sub>. Znaczenie zastosowanych skrótów zamieszczono w **TABELI 4**. Wartości średnią, minimalną i maksymalną wyrażono w  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , trendy podano w  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ .

Miasto	SO2_Av	SO2_Min	SO2_Max	SO2_AvT	SO2_MinT	SO2_MaxT
Wrocław	5,35	0,00	98,0	-0,37	-0,09	-3,12
Wałbrzych	7,11	0,00	176	-0,46	-0,07	-10,9
Lublin	4,65	0,00	94,0	-0,07	0,02	-5,55
Łódź	8,47	0,10	259	-1,04	-0,02	-10,8
Kraków	7,61	0,95	175	-0,61	0,00	-8,26
Tarnów	7,52	0,51	131	-0,41	0,00	-6,47
Warszawa	5,57	0,15	259	-0,54	-0,05	-3,32
Opole	6,08	0,00	113	-0,53	0,07	-6,76
Rzeszów	6,26	0,00	153	-0,51	0,01	-6,14
Białystok	3,20	0,00	120	-0,19	0,00	-7,26
Kielce	9,54	0,00	139	-0,58	-0,10	-3,26
Poznań	3,27	0,02	91,2	-0,03	0,04	-4,26

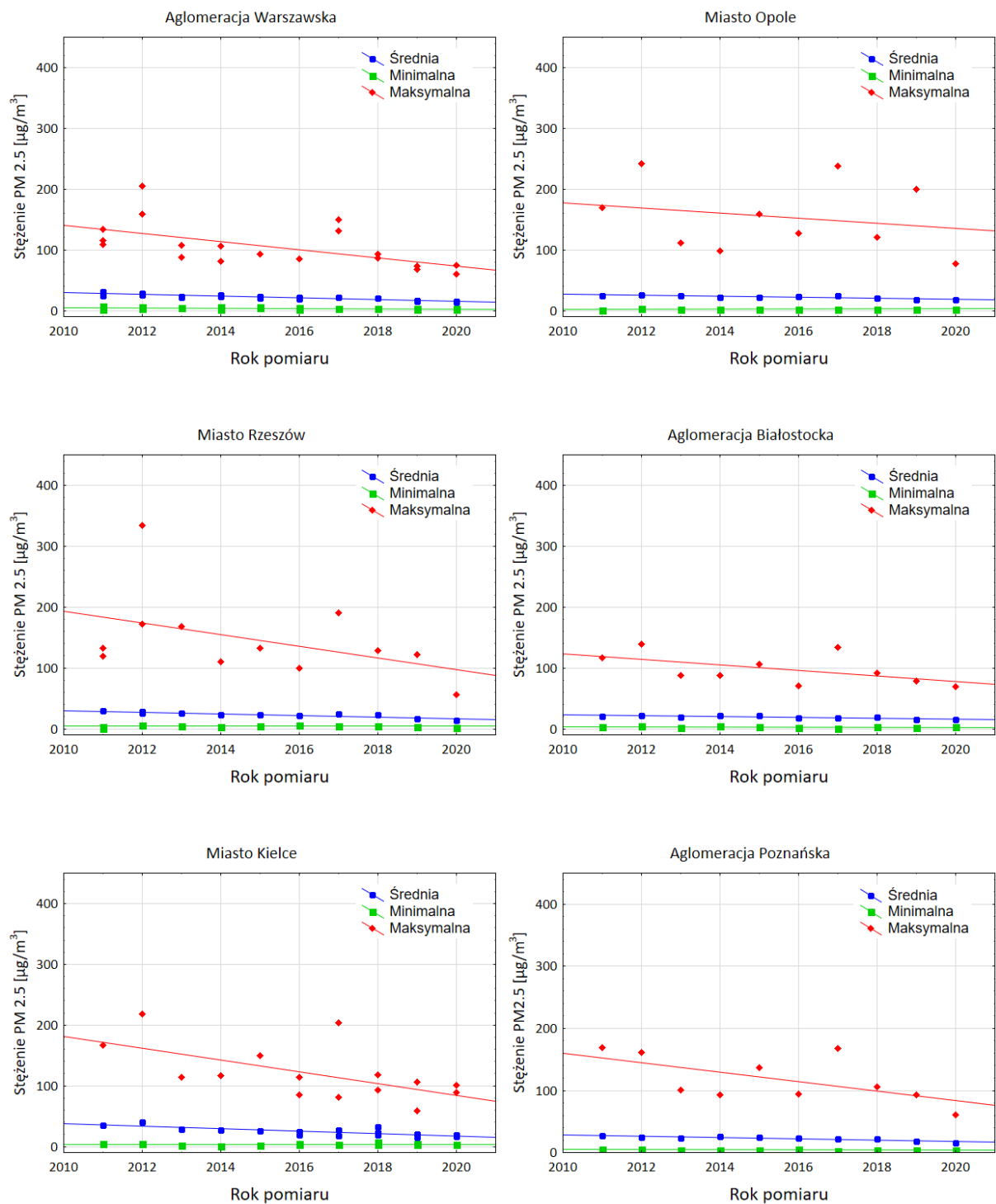
**TABELA 12.** Parametry opisujące zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem azotu NO<sub>2</sub>. Znaczenie zastosowanych skrótów zamieszczono w **TABELI 4**. Wartości średnią, minimalną i maksymalną wyrażono w µg/m<sup>3</sup>, trendy podano w µg/m<sup>3</sup>/rok.

Miasto	NO2_Av	NO2_Min	NO2_Max	NO2_AvT	NO2_MinT	NO2_MaxT
<b>Wrocław</b>	31,0	0,00	243	-1,61	-0,24	-5,33
<b>Wałbrzych</b>	14,8	0,00	185	-0,41	-0,02	0,42
<b>Lublin</b>	21,3	0,00	255	-0,41	0,06	-8,12
<b>Łódź</b>	22,7	0,10	190	-0,41	-1,94	0,10
<b>Kraków</b>	40,0	1,00	227	-0,82	-0,16	-2,94
<b>Tarnów</b>	24,2	0,99	227	-0,23	-0,02	-3,18
<b>Warszawa</b>	33,3	0,10	265	-0,50	0,08	-3,54
<b>Opole</b>	18,5	0,00	142	-1,00	0,03	-4,01
<b>Rzeszów</b>	20,1	0,00	197	-0,21	0,06	-2,02
<b>Białystok</b>	11,8	0,00	153	0,01	0,01	-0,46
<b>Kielce</b>	25,0	0,00	181	-0,20	0,14	-3,80
<b>Poznań</b>	21,6	0,50	325	-0,39	0,14	-8,25

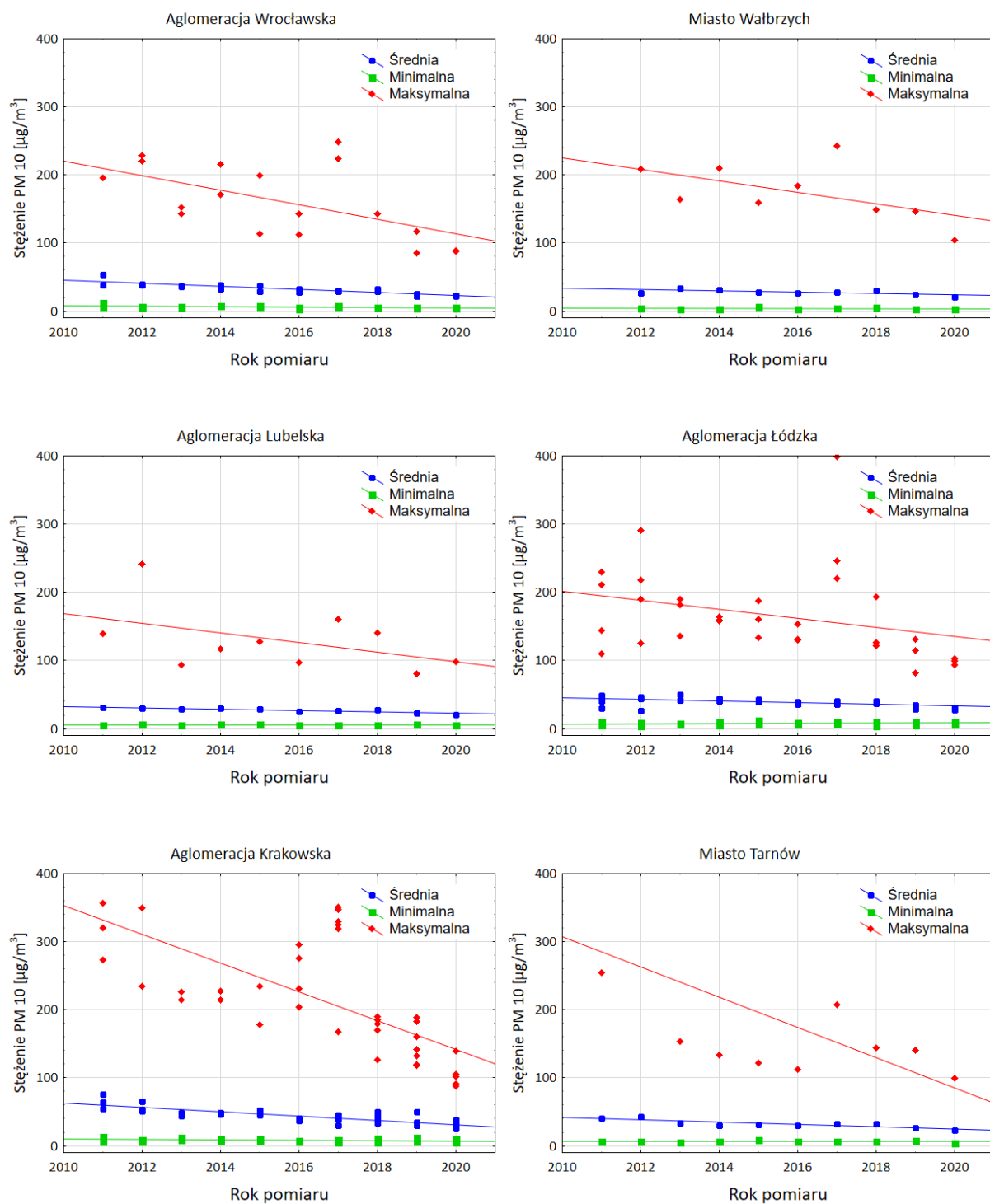


Rys. 1. Zmiany stężenia pyłów zawieszonych PM<sub>2.5</sub> w latach 2011-2020 w analizowanych strefach.

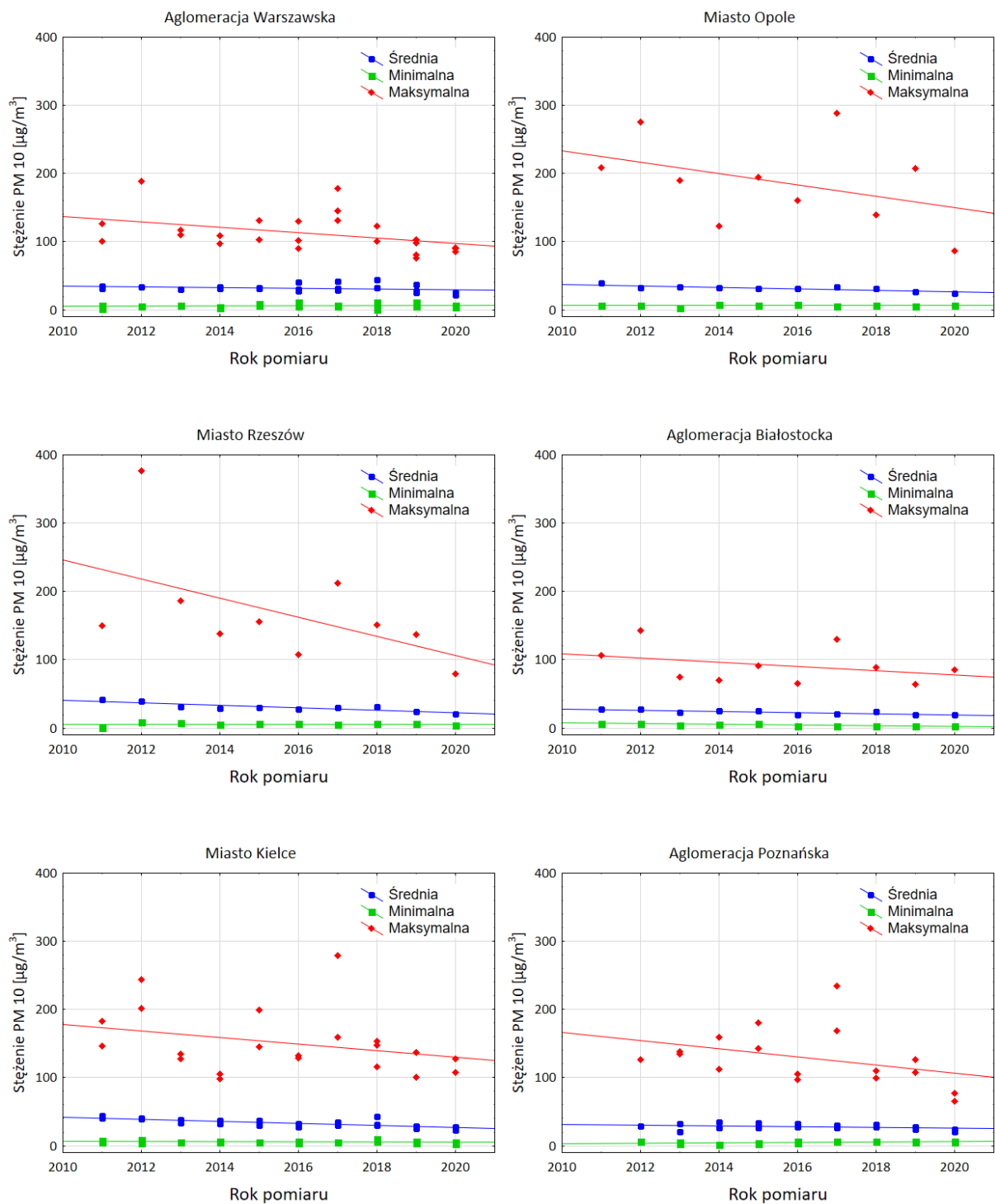




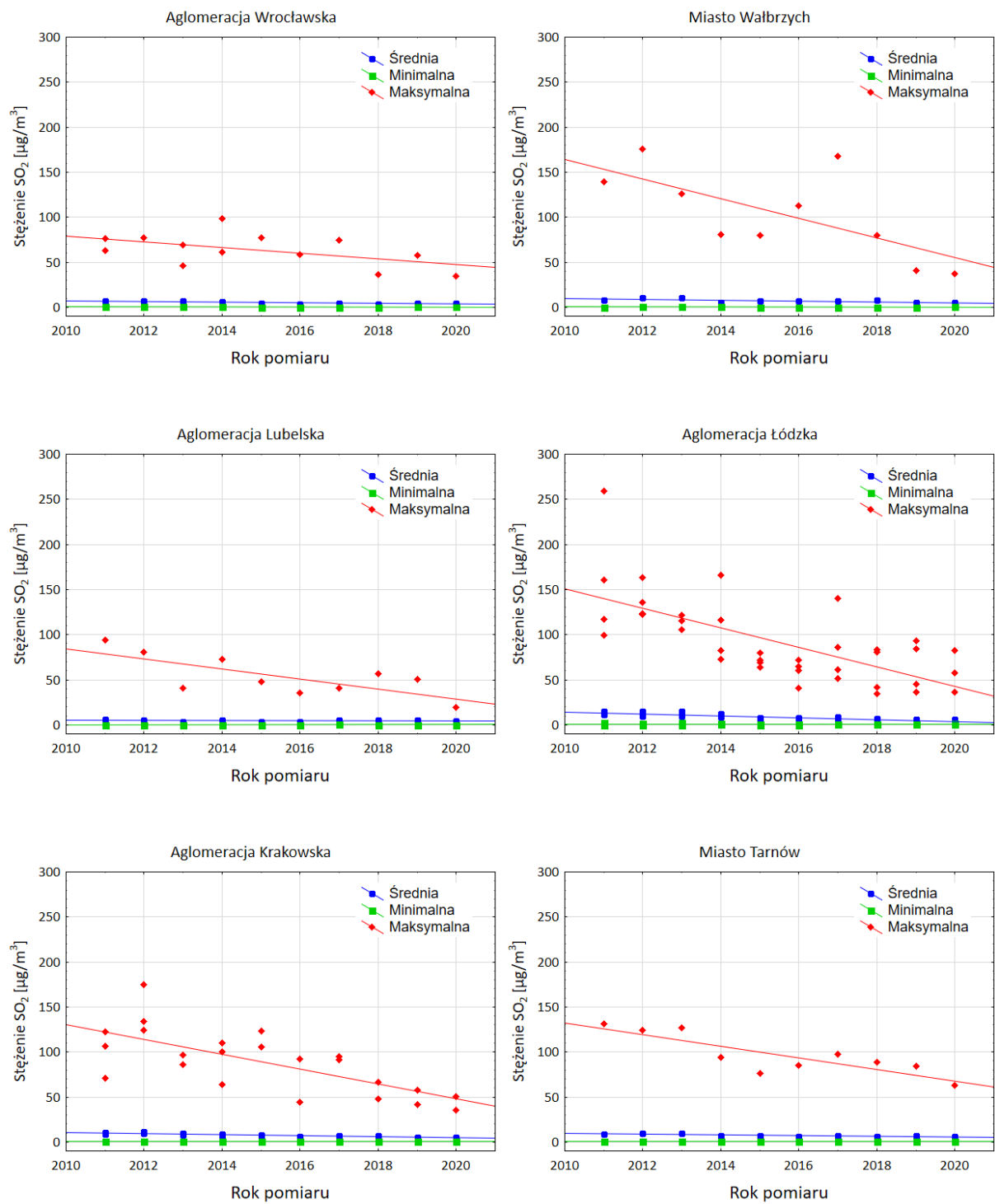
Rys. 1. (c.d.) Zmiany stężenia pyłów zawieszonych PM 2.5 w latach 2011-2020 w analizowanych strefach.



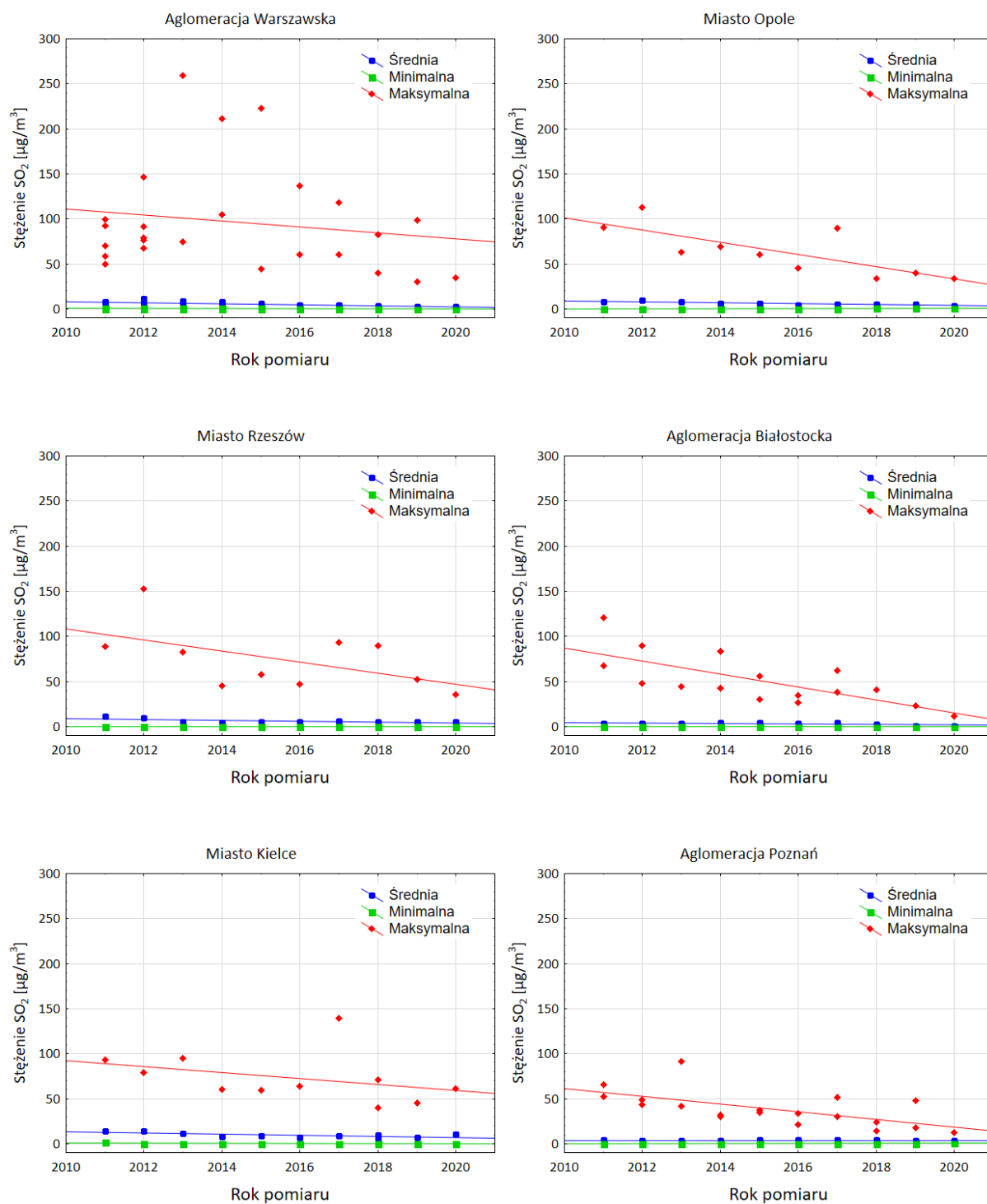
Rys. 2. Zmiany stężenia pyłów zawieszonych PM10 w latach 2011-2020 w analizowanych strefach.



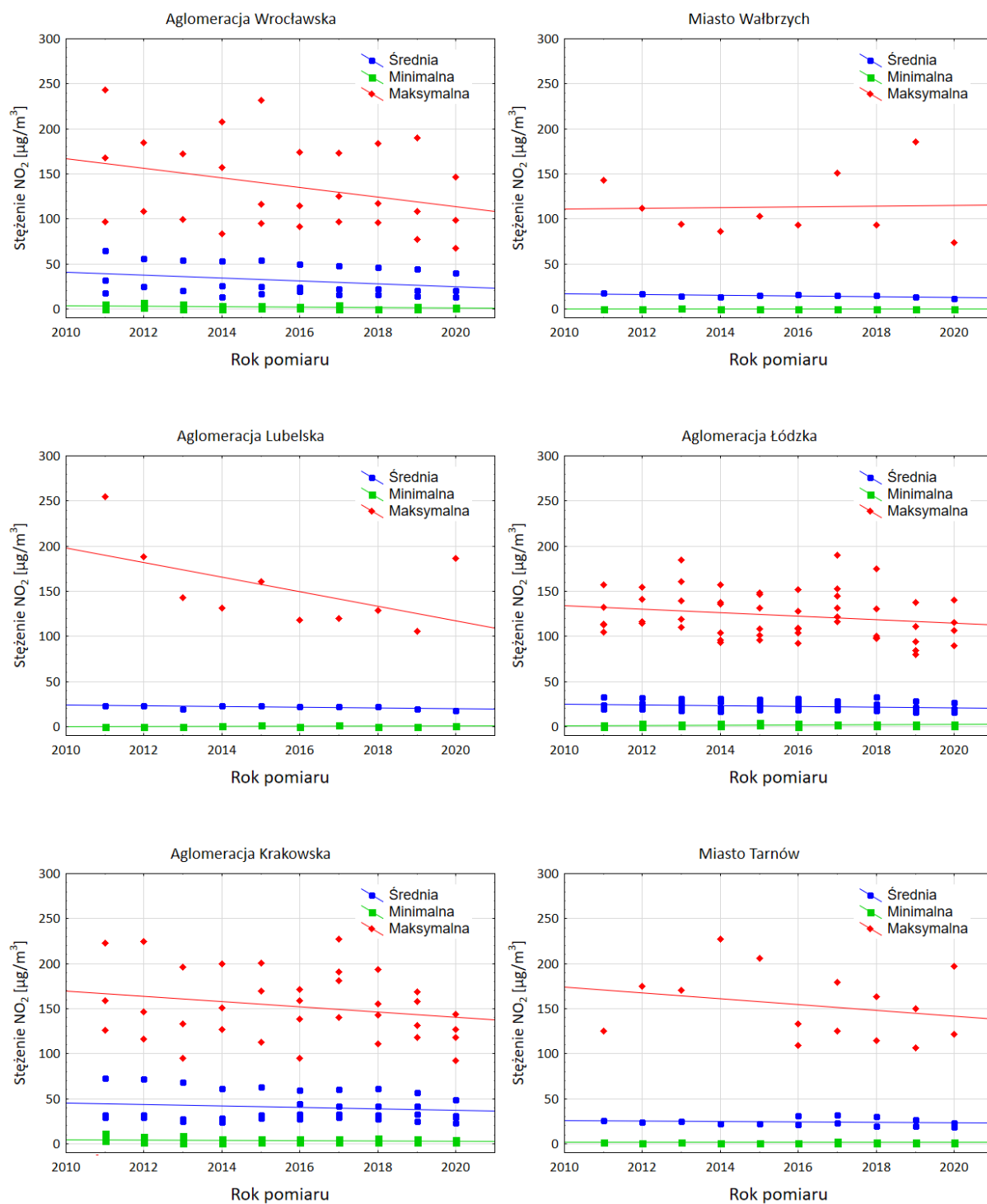
Rys. 2. (c.d.) Zmiany stężenia pyłów zawieszonych PM10 w latach 2011-2020 w analizowanych strefach.



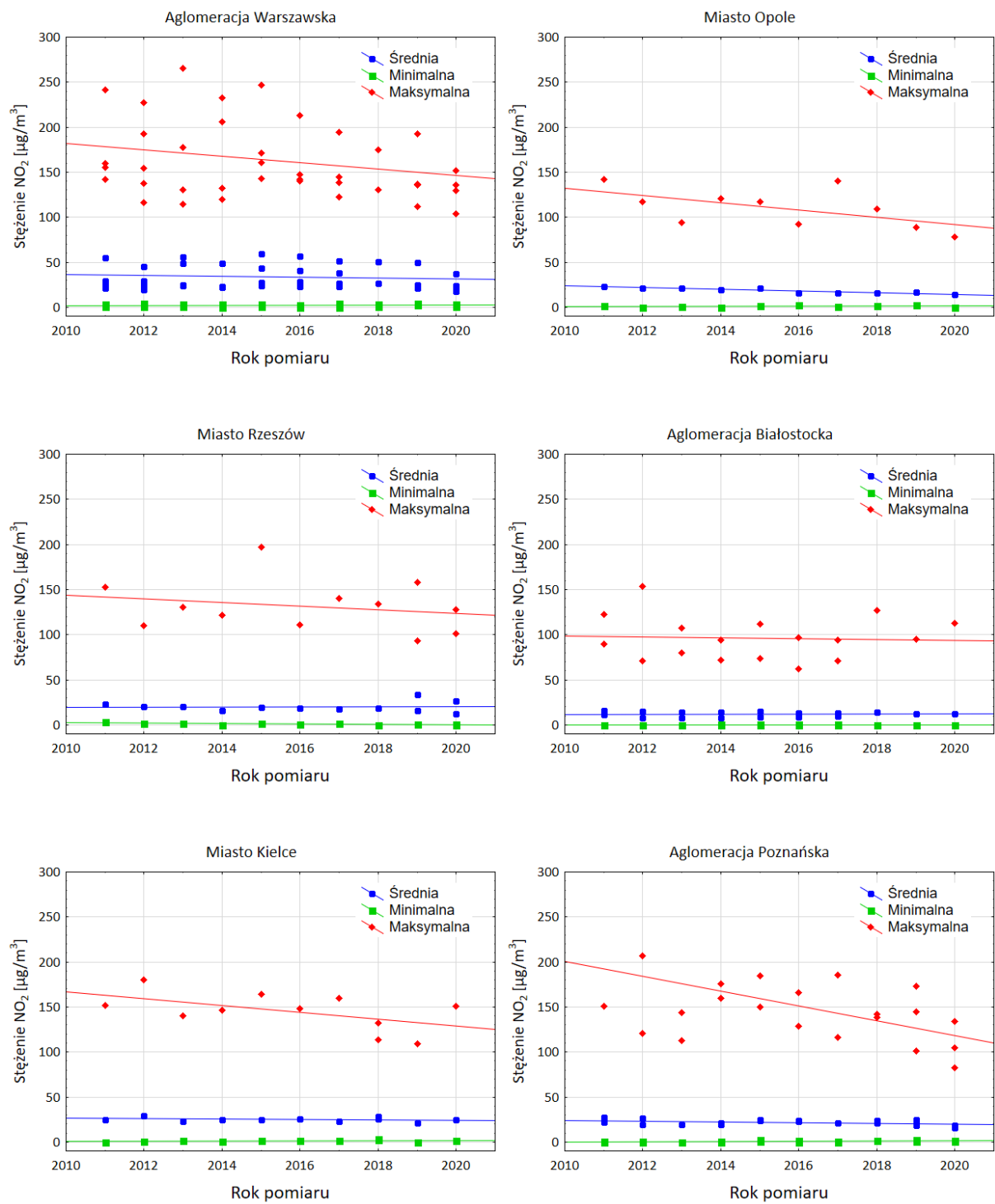
Rys. 3. Zmiany stężenia dwutlenku siarki SO<sub>2</sub> w latach 2011-2020 w analizowanych strefach.



Rys. 3. (c.d.) Zmiany stężenia dwutlenku siarki SO<sub>2</sub> w latach 2011-2020 w analizowanych strefach.



Rys. 4. Zmiany stężenia dwutlenku azotu NO<sub>2</sub> w latach 2011-2020 w analizowanych strefach.



Rys. 4. (c.d.) Zmiany stężenia dwutlenku azotu NO<sub>2</sub> w latach 2011-2020 w analizowanych strefach.

**TABELA 13.** Wyniki jakościowej oceny stanu powietrza według GIOŚ za lata 2014-2018. Opis klasyfikacji poszczególnych stref przedstawiono TABELI 6.

Miasto	PM25	PM10	SO2	NO2
Wrocław	3b	3b	1	3b
Wałbrzych	3a	3b	1	1
Lublin	3b	3b	1	1
Łódź	3b	3b	1	2
Kraków	3b	3b	1	3b
Tarnów	3b	3b	1	2
Warszawa	3b	3b	1	3b
Opole	3a	3b	1	1
Rzeszów	3a	3b	1	1
Białystok	3a	3b	1	1
Kielce	3b	3b	1	2
Poznań	3b	3b	1	2

**TABELA 14.** Wyniki symulacji składowej elektrycznej natężenia pola elektromagnetycznego w wybranych miastach. Wszystkie wartości wyrażone są w V/m.

Miasto	PEM_Av	PEM_SD	PEM_Med	PEM_10c	PEM_90c
Wrocław	1,33	1,31	0,9	0,0	3,2
Wałbrzych	0,79	0,87	0,5	0,1	0,9
Lublin	1,15	1,18	0,7	0,0	2,9
Łódź	1,45	1,18	1,1	0,4	3,1
Kraków	1,36	1,33	0,9	0,1	3,2
Tarnów	0,92	0,87	0,6	0,3	2,1
Warszawa	1,63	1,40	1,2	0,2	3,6
Opole	0,64	0,97	0,2	0,0	1,9
Rzeszów	0,87	1,05	0,5	0,1	2,4
Białystok	1,29	1,08	1,0	0,2	2,8
Kielce	0,92	1,13	0,4	0,1	2,5
Poznań	1,52	1,36	1,1	0,2	3,5



**TABELA 15.** Współczynniki korelacji metodą rang Spermanna  $r_s$  dla zależności pomiędzy liczbą osób nadwrażliwych w poszczególnych miastach zakwalifikowanych na podstawie różnych kryteriów (K01-K08) (TABELA 3), a parametrami opisującymi zanieczyszczenie powietrza pyłem zawieszonym PM2.5 (TABELA 9). Opis kryteriów znajduje się w TABELI 2, a opis parametrów w TABELI 4. Współczynniki, które mogą wskazywać na statystyczną istotność i mogą być przesłanką do rozpatrywania związków przyczynowo skutkowych pomiędzy zmiennymi wyróżniono kolorem niebieskim ( $r_s > 0,4$ ).

Parametr	K01	K02	K03	K04	K05	K06	K07	K08
PM2.5_Av	0,584	0,147	0,399	0,231	0,378	0,406	0,086	0,138
PM2.5_Min	0,080	0,094	0,033	-0,022	0,160	0,203	-0,105	-0,095
PM2.5_Max	0,493	0,000	0,273	0,112	0,056	0,350	0,055	0,275
PM2.5_AvT	-0,359	-0,070	-0,242	-0,189	-0,336	-0,545	-0,242	-0,395
PM2.5_MinT	0,563	0,280	0,340	0,364	0,004	0,140	0,031	-0,083
PM2.5_MaxT	0,000	0,420	0,189	0,273	0,186	-0,252	0,031	-0,129

**TABELA 16.** Współczynniki korelacji metodą rang Spermanna  $r_s$  dla zależności pomiędzy liczbą osób nadwrażliwych w poszczególnych miastach zakwalifikowanych na podstawie różnych kryteriów (K01-K08) (TABELA 3), a parametrami opisującymi zanieczyszczenie powietrza pyłem zawieszonym PM10 (TABELA 10). Opis kryteriów znajduje się w TABELI 2, a opis parametrów w TABELI 4. Współczynniki, które mogą wskazywać na statystyczną istotność i mogą być przesłanką do rozpatrywania związków przyczynowo skutkowych pomiędzy zmiennymi wyróżniono kolorem niebieskim ( $r_s > 0,4$ ). Współczynniki, które wskazują na wysoką korelację zaznaczono kolorem czerwonym ( $r_s > 0,6$ ).

Parametr	K01	K02	K03	K04	K05	K06	K07	K08
PM10_Av	0,577	0,315	0,546	0,406	0,399	0,287	0,148	0,119
PM10_Min	0,359	0,119	0,270	0,273	-0,263	-0,007	-0,2334	-0,4688
PM10_Max	0,655	0,126	0,413	0,238	0,193	0,294	0,016	-0,037
PM10_AvT	-0,500	0,140	-0,235	-0,077	-0,088	-0,224	0,000	-0,037
PM10_MinT	0,211	0,538	0,284	0,350	0,690	0,552	0,500	0,376
PM10_MaxT	-0,275	0,315	-0,018	0,189	0,221	-0,0491	0,312	0,239

**TABELA 17.** Współczynniki korelacji metodą rang Spermanna  $r_s$  dla zależności pomiędzy liczbą osób nadwrażliwych w poszczególnych miastach zakwalifikowanych na podstawie różnych kryteriów (K01-K08) (TABELA 3), a parametrami opisującymi zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki SO<sub>2</sub> (TABELA 11). Opis kryteriów znajduje się w TABELI 2, a opis parametrów w TABELI 4. Współczynniki, które mogą wskazywać na statystyczną istotność i mogą być przesłanką do rozpatrywania związków przyczynowo skutkowych pomiędzy zmiennymi wyróżniono kolorem niebieskim ( $r_s > 0,4$ ).

Parametr	K01	K02	K03	K04	K05	K06	K07	K08
SO2_Av	0,493	0,245	0,417	0,350	0,329	0,350	0,367	0,312
SO2_Min	0,023	-0,007	-0,037	-0,101	0,120	0,213	0,008	-0,005
SO2_Max	-0,113	-0,035	-0,011	-0,014	0,105	0,056	0,398	0,321
SO2_AvT	-0,352	-0,343	-0,396	-0,378	-0,361	-0,175	-0,437	-0,367
SO2_MinT	0,162	0,189	-0,028	0,007	-0,042	-0,112	-0,273	-0,330
SO2_MaxT	0,218	0,336	0,347	0,385	0,473	0,587	0,343	0,477

**TABELA 18.** Współczynniki korelacji metodą rang Spermanna  $r_s$  dla zależności pomiędzy liczbą osób nadwrażliwych w poszczególnych miastach zakwalifikowanych na podstawie różnych kryteriów (K01-K08) (TABELA 3), a parametrami opisującymi zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki **NO<sub>2</sub>** (TABELA 12). Opis kryteriów znajduje się w TABELI 2, a opis parametrów w TABELI 4. Współczynniki, które mogą wskazywać na statystyczną istotność i mogą być przesłanką do rozpatrywania związków przyczynowo skutkowych pomiędzy zmiennymi wyróżniono kolorem niebieskim ( $r_s > 0,4$ ).

Parametr	K01	K02	K03	K04	K05	K06	K07	K08
<b>NO<sub>2</sub>_Av</b>	0,176	0,189	0,291	0,259	0,277	<b>0,413</b>	0,203	0,229
<b>NO<sub>2</sub>_Min</b>	-0,045	0,017	-0,019	-0,086	-0,107	-0,041	-0,338	-0,363
<b>NO<sub>2</sub>_Max</b>	-0,317	-0,063	-0,203	-0,133	0,060	0,210	0,016	-0,046
<b>NO<sub>2</sub>_AvT</b>	-0,056	-0,119	-0,245	-0,126	0,130	0,308	0,312	0,367
<b>NO<sub>2</sub>_MinT</b>	-0,014	0,392	0,031	0,245	0,375	0,357	<b>0,452</b>	0,597
<b>NO<sub>2</sub>_MaxT</b>	-0,261	<b>-0,433</b>	-0,329	-0,385	-0,245	-0,266	0,055	0,018

**TABELA 19.** Współczynniki korelacji metodą rang Spermanna  $r_s$  dla zależności pomiędzy liczbą osób nadwrażliwych w poszczególnych miastach zakwalifikowanych na podstawie różnych kryteriów (K01-K08) (TABELA 3), a **PIĘCIOLETNIĄ (2014-2018) OCENĄ JAKOŚCI POWIETRZA** (TABELA 13). Opis kryteriów znajduje się w TABELI 2. Nie brano pod uwagę stężeń PM10 i SO<sub>2</sub>, ponieważ w jakościowej ocenie GIOŚ parametry te nie wykazują zmienności w przypadku analizowanych miejscowości (TABELA 13).

Parametr	K01	K02	K03	K04	K05	K06	K07	K08
<b>PM2.5</b>	-0,155	-0,307	-0,308	-0,358	-0,282	-0,461	-0,171	0,000
<b>NO<sub>2</sub></b>	0,034	0,060	0,179	0,086	0,203	0,212	0,012	0,083

**TABELA 20.** Współczynniki korelacji metodą rang Spermanna  $r_s$  dla zależności pomiędzy liczbą osób nadwrażliwych w poszczególnych miastach zakwalifikowanych na podstawie różnych kryteriów (K01-K08) (TABELA 3), a parametrami opisującymi **EKSPOZYCJĘ NA PEM W MIEJSCU ZAMIESZKANIA** (TABELA 14). Współczynnik, który może wskazywać na statystyczną istotność i może być przesłanką do rozpatrywania związków przyczynowo skutkowych pomiędzy zmiennymi wyróżniono kolorem niebieskim.

Parametr	K01	K02	K03	K04	K05	K06	K07	K08
<b>PEM_Av</b>	-0,342	0,032	-0,151	-0,074	0,161	0,018	0,062	-0,069
<b>PEM_SD</b>	-0,265	0,151	-0,083	0,046	0,244	0,032	0,160	0,083
<b>PEM_Med</b>	<b>-0,499</b>	-0,120	-0,298	-0,236	-0,004	-0,127	-0,047	-0,203
<b>PEM_10c</b>	-0,098	-0,007	-0,078	-0,119	0,179	0,152	0,077	-0,005
<b>PEM_90c</b>	-0,289	0,074	-0,112	-0,018	0,207	0,053	0,102	0,018

Analiza korelacji rang Spermanna pokazała, że można rozpatrywać i badać związki przyczynowo skutkowe pomiędzy liczbą osób elektrowrażliwych, a niektórymi parametrami opisującymi zanieczyszczenie powietrza i poziomem ekspozycji na PEM. W przypadku 16-tu (z 26-ciu) parametrów opisujących zanieczyszczenie powietrza zaobserwowano współczynnik korelacji o wartości bezwzględnej powyżej 0,4, co może wskazywać na istotną zależność statystyczną. Przy czym należy zaznaczyć, że parametry ilościowe obliczane na podstawie wyników pomiarów (**TABELA 15-18**) dają pod tym względem znacznie lepsze rezultaty niż parametry jakościowe określone przez GIOŚ w raportach pięcioletnich (**TABELA 19**). W odniesieniu do parametrów opisujących ekspozycję na PEM tylko jeden z sześciu parametrów wykazuje  $|r_s| > 0,4$  (**TABELA 20**).

Ze względu na fakt, że projekt związany z ankietą miał inne cele i założenia niż badanie związków pomiędzy elektrowrażliwością, a zanieczyszczeniami środowiska i „elektrosmogiem”, dane uzyskane z ankiet nie pozwalają na ekstrakcję danych o wysokiej jakości w kontekście tego rodzaju analiz. Konieczność zawężenia liczby osób ankietowanych (2000) jedynie do miejscowości, których mieszkańców udało się zidentyfikować na podstawie pytania o województwo i wielkość miasta zamieszkania spowodowała, że liczebność populacji w istocie branej pod uwagę w analizach znacząco się obniżyła. W przypadku najmocniejszych, ale zarazem najbardziej wiarygodnych kryteriów kwalifikacji do grupy elektrowrażliwej (K07 i K08) w analizowanych miejscowościach obserwujemy jedynie pojedyncze osoby, które możemy uznać za EHS+. Zwróćmy uwagę, że na przykład w przypadku kryterium K08 pozwalającego oszacować częstotliwość występowania EHS+ na poziomie 1,8% statystycznie zaobserwujemy 1-2 osoby EHS+ na 100 badanych. Analizując dane z **TABELI 3** można stwierdzić natomiast, że tylko w trzech branżach pod uwagę miejscowościach zebrano powyżej 50-ciu ankiet. Wiarygodne wyniki i wnioski można by uzyskać, gdyby w każdej z analizowanych miejscowości przeprowadzono badania ankietowe z udziałem kilkuset respondentów.

Również ograniczona do 12-stu liczba analizowanych miejscowości nie pozostaje bez znaczenia. Znacznie bardziej wiarygodne wnioski można uzyskać wtedy, gdy do badania korelacji pomiędzy zmiennymi wykorzystuje się więcej punktów. Wskazane wyżej problemy powodują, że obniża się niestety wiarygodność uzyskanych wniosków. Pokazuje równocześnie na potrzebę zaplanowania i przeprowadzenia dedykowanych badań ukierunkowanych na testowanie związku pomiędzy zanieczyszczeniem powietrza i średnim poziomem PEM w środowisku i częstotliwością występowania EHS+.

Co prawda analiza stanu powietrza w naszym kraju nie jest celem niniejszego raportu, ale warto zwrócić uwagę, że praktycznie wszystkie trendy średniego i maksymalnego stężenia analizowanych zanieczyszczeń są ujemne (**TABELA 9-12**). Prowadzi to do bardzo optymistycznego wniosku, że stan powietrza w naszym kraju się poprawia. Należy jednak pamiętać o tym, że wyniki pomiarów w latach 2019-2020 dotyczą już okresu pandemii COVID-19, podczas której emisja wszystkich zanieczyszczeń spadła na skutek zahamowania przemysłu i transportu. Może to mieć wpływ na wartości trendów, a tym samym na wyniki i wnioski naszej analizy.

Ze względu na niską jakość danych, wydaje się, że na istnienie realnych zależności przyczynowo skutkowych wskazuje nie tyle bezwzględna wartość uzyskiwanych współczynników korelacji rang Spermanna na poziomie wartości bezwzględnej  $> 0,4$ , ale raczej trzeba przyjąć ostrzejsze kryterium i rozpatrywać jedynie te przypadki, w których  $|r_s|$  przewyższa wartość 0,6. Ma to miejsce tylko w przypadku pyłu zawieszzonego PM10. Korelacja pomiędzy liczbą osób określonych jako EHS+ na podstawie kryterium K01 a maksymalną wartością stężenia PM10 (PM10\_Max) opisana jest współczynnikiem  $r_s = 0,655$ . Druga istotna statystycznie zależność to zależność pomiędzy liczbą osób EHS+, a trendem wartości minimalnej stężenia PM10 (PM10\_MinT) dla której  $r_s$  wynosi

0,690. W przypadku pozostałych czynników nie osiąga się w żadnym przypadku wartości współczynnika korelacji wyższego niż 0,6.

Alternatywnym sposobem oceny uzyskanych wyników korelacji jest analiza liczby korelacji ze współczynnikiem  $|r_s| > 0,4$  uzyskanych biorąc pod uwagę różne kryteria klasyfikacji EHS+ i różne parametry opisujące oddziaływanie konkretnego czynnika środowiskowego. W przypadku pyłu zawieszony PM2.5 wartość  $|r_s|$  powyżej 0,4 osiągnięta jest 6 razy (**TABELA 15**), w przypadku PM10 – 11 razy (**TABELA 16**), dla SO<sub>2</sub> – 5 razy (**TABELA 17**) i dla NO<sub>2</sub> – 3 razy (**TABELA 18**). Takie podejście wydaje się również wskazywać na pył zawieszony PM10 jako czynnik, który realnie może mieć wpływ na liczbę osób postrzegających się jako elektrowrażliwe.

Wniosek ten wydaje się mieć sensowne uzasadnienie. Stężenie pyłu zawieszony PM10 w powietrzu ma bezpośredni związek z częstotliwością występowania smogu, rozumianego jako gęsta mgła. Taki widoczny i ogólnie dostępny wskaźnik zanieczyszczenia powietrza w większym stopniu niż czynniki, które nie dają tak widocznych efektów, uczuła ludzi na problem skażenia środowiska, w którym przebywamy. Nie jest zaskakującym wnioskiem, że większa wrażliwość społeczna będzie skierowana nie tylko na bezpośrednią przyczynę powstawania smogu, ale również na inne potencjalne czynniki środowiskowe.

Zwróćmy uwagę, że w przypadku ekspozycji na PEM mamy do czynienia z dodatkowym wzmocnieniem efektu powiązania do zanieczyszczenia PM10 i smogu, ponieważ w świadomości społecznej już od jakiegoś czasu powszechnie funkcjonuje określenie „smog elektromagnetyczny”, co może prowadzić do bardzo bezpośrednich skojarzeń i przekładać się na powiązanie zjawiska postrzegania się jako osoba EHS+ z częstotliwością obserwowania smogu.

Co ciekawe wydaje się, że nie istnieje powiązanie pomiędzy częstotliwością występowania EHS+, a parametrami opisującymi narażenie na realną ekspozycję na PEM. Jedynie mediana składowej elektrycznej pola (PEM\_Med) koreluje z liczbą EHS+ określoną na podstawie K01 na poziomie -0,499. Zaskakujące jest jednak to, że jest to korelacja ujemna, co można kolokwialnie skwitować stwierdzeniem, że tym więcej osób postrzega się jako nadwrażliwe, im pole jest słabsze. To wskazuje raczej na przypadkową korelację niż na realny związek przyczynowo skutkowy. Na podstawie prezentowanych danych można wysnuć przypuszczenie, że nie ma związku przyczynowo skutkowego pomiędzy poziomem ekspozycji na PEM w środowisku, a liczbą osób postrzegających się jako nadwrażliwe na PEM. Bardziej śmiałym wnioskiem, który wymagałby potwierdzenia w dalszych badaniach, jest stwierdzenie, że realna ekspozycja na PEM nie jest przyczyną nadwrażliwości elektromagnetycznej.

Wyniki uzyskane w opisywanym projekcie, wskazują na to, jaką metodykę należy zastosować i w jaki sposób przeprowadzić w przyszłości badania związków pomiędzy częstotliwością EHS+, a zanieczyszczeniem powietrza. Należy przeprowadzić badania w kilkudziesięciu miastach o bardziej zróżnicowanym stopniu zanieczyszczenia powietrza niż to miało miejsce w niniejszym raporcie. Zwróćmy uwagę, że według jakościowej oceny GIOŚ we wszystkich branżach pod uwagę miastach nie wystąpiły żadne różnice w stopniu zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM10 i SO<sub>2</sub>, a w przypadku PM2.5 wszystkie obszary zostały zakwalifikowane jedynie do dwóch kategorii 3a lub 3b (**TABELA 13**).

Biorąc pod uwagę czynniki analizowane w niniejszym opracowaniu najbardziej prawdopodobnym jest, że istnieje powiązanie pomiędzy stężeniem PM10, a liczbą osób postrzegających się jako EHS+. Aby potwierdzić ten wniosek należy bezwzględnie uzyskać większą liczebność osób ankietowanych w poszczególnych miastach wybranych do analizy. Liczebność populacji badanych w poszczególnych miastach może być proporcjonalna do całkowitej liczby mieszkańców.

- [1] "RAPORT: Sprawozdanie z badań klinicznych. Kontynuacja badań wpływu PEM na zdrowie człowieka - 2020 r.," 2021. <https://www.gov.pl/web/5g/raport-sprawozdanie-z-badan-klinicznych-kontynuacja-badan-wplywu-pem-na-zdrowie-czlowieka---2020-r>.
- [2] WHO, "WHO | Electromagnetic fields and public health: Electromagnetic hypersensitivity," 2005. <https://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs296/en/> (accessed Dec. 10, 2019).
- [3] G. Tatoń, A. Kacprzyk, T. Rok, M. Pytlarz, R. Pawlak, and E. Rokita, "A survey on electromagnetic hypersensitivity: the example from Poland," *Electromagn. Biol. Med.*, vol. 00, no. 00, pp. 1–8, 2021, doi: 10.1080/15368378.2021.1995873.
- [4] Główny Urząd Statystyczny, "Rocznik Demograficzny 2021," 2021. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-demograficzny-2021,3,15.html>.
- [5] Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, "Bank Danych Pomiarowych," 2021. <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives#>.
- [6] Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, "Pięcioletnia ocena jakości powietrza w strefach w Polsce wykonana za lata 2014-2018 według zasad określonych w art. 88 ust. 2 ustawy – Prawo ochrony środowiska. Zbiorczy raport krajowy z wynikami oceny," 2019. <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/publications/card/19053>.
- [7] SI2PEM, "Mapa pola elektromagnetycznego." <https://si2pem.gov.pl/>.

**S.1 Płeć (ankieter: zaznacza bez zadawania pytania):**

*(Pytanie z jednym wariantem odpowiedzi)*

1. Kobieta
2. Mężczyzna

**S.2 Proszę wskazać, do którego przedziału wiekowego Pan(i) należy:**

*(Pytanie z jednym wariantem odpowiedzi)*

1. 18 – 29
2. 30 – 39
3. 40 – 49
4. 50 – 59
5. 60 +

**S.3 W jakim województwie Pan(i) mieszka?**

*(Pytanie z jednym wariantem odpowiedzi)*

1. Dolnośląskie
2. Kujawsko-pomorskie
3. Lubelskie
4. Lubuskie
5. Łódzkie
6. Małopolskie
7. Mazowieckie
8. Opolskie
9. Podkarpackie
10. Podlaskie
11. Pomorskie
12. Śląskie
13. Świętokrzyskie
14. Warmińsko-mazurskie
15. Wielkopolskie
16. Zachodniopomorskie

**S.4 Jaka jest wielkość miejscowości, w której Pan(i) mieszka:**

*(Pytanie z jednym wariantem odpowiedzi)*

1. Wieś
2. Miasto do 20 tys. mieszkańców
3. Miasto od 20 do 100 tys. mieszkańców
4. Miasto od 100 do 500 tys. mieszkańców
5. Miasto powyżej 500 tys. mieszkańców

## S.5 Jakie jest Pana(i) wykształcenie:

*(Pytanie z jednym wariantem odpowiedzi)*

1. Podstawowe
2. Zawodowe
3. Średnie
4. Wyższe
5. Odmowa

**P1. Odczytam Panu(i) różne czynniki, które mogą wpływać na samopoczucie lub zdrowie. Proszę dla każdego czynnika odpowiedzieć *tak* lub *nie*. Czy na Pana(i) samopoczucie lub zdrowie wpływa:**

*(Pytanie z możliwością wyboru wielokrotnego)*

- a) Pogoda
- b) Zanieczyszczenie powietrza
- c) Hałas
- d) Stres
- e) Pola elektromagnetyczne

*(Odpowiedzi do wyboru)*

1. Tak
2. Nie
3. Nie wiem / trudno powiedzieć

**P2. Na które z czynników, które za chwilę odczytam jest Pan(i) nadwrażliwy(a) lub reaguje alergicznie:**

*(Pytanie z możliwością wyboru wielokrotnego)*

- a) Futro zwierząt
- b) Pyłki
- c) Kurz
- d) Pleśń
- e) Roztocza
- f) Gluten
- g) Wypełnienia dentystyczne
- h) Pola magnetyczne lub elektryczne
- i) Nikiel
- j) Kosmetyki

*(Odpowiedzi do wyboru)*

1. Tak
2. Nie
3. Nie wiem / trudno powiedzieć

**P3. Czy uważa Pan(i), że jest Pan(i) elektrowrażliwy lub nadwrażliwy na pola elektromagnetyczne?**

*(Pytanie z jednym wariantem odpowiedzi)*

1. Tak
2. Nie
3. Nie wiem / trudno powiedzieć

**P4. Czy uważa Pan(i), że urządzenia emitujące pole elektromagnetyczne wpływają negatywnie na Pan(i):**

*(Pytanie z możliwością wyboru wielokrotnego)*

- a) Samopoczucie
- b) Zdrowie

*(Odpowiedzi do wyboru)*

- 1. Tak
- 2. Nie
- 3. Nie wiem / trudno powiedzieć

**P5. Które urządzenia wpływają negatywnie na Pana(i) zdrowie lub samopoczucie?**

*(Pytanie z możliwością wyboru wielokrotnego, było zadawane w przypadku, gdy ankietowany udzielił odpowiedzi twierdzącej na pytanie 4a i/lub 4b)*

- a) Telefon komórkowy
- b) Laptop
- c) Komputer
- d) Router WiFi
- e) Odbiornik telewizyjny
- f) Kuchenka mikrofalowa
- g) Linie energetyczne wysokiego napięcia
- h) Stacje bazowe telefonii komórkowej
- i) Tablet
- j) Żarówka energooszczędna
- k) Monitory / ekrany / wyświetlacze
- l) Kuchnia indukcyjna
- m) Telefon bezprzewodowy (stacjonarny)
- n) Żarówki LED
- o) Inne (jakie?) .....

**P6. Czy obawia się Pan(i) pól elektromagnetycznych pochodzących z sieci telefonii komórkowej, telefonów komórkowych bądź stacjonarnych?**

*(Pytanie z jednym wariantem odpowiedzi)*

- 1. Tak
- 2. Nie
- 3. Nie wiem / trudno powiedzieć



**P7. Odczytam teraz kilka źródeł promieniowania elektromagnetycznego. Proszę powiedzieć, czy gdy będąc w pobliżu któregoś z nich odczuwa Pan(i) objawy nadwrażliwości lub alergii?**

*(Pytanie z możliwością wyboru wielokrotnego)*

- a) Telefon komórkowy
- b) Komputer
- c) Linie wysokiego napięcia
- d) Stacje bazowe telefonii komórkowej
- e) Jakiegokolwiek urządzenie elektryczne

*(Odpowiedzi do wyboru)*

- 1. Tak
- 2. Nie
- 3. Nie wiem / trudno powiedzieć

**P8. Czy odczuwa Pan(i) jakiegokolwiek objawy zdrowotne związane z używaniem urządzeń elektrycznych, których Pana(i) zdaniem nie odczuwają inni?**

*(Pytanie z jednym wariantem odpowiedzi)*

- 1. Tak
- 2. Nie
- 3. Nie wiem / trudno powiedzieć

**P9. Jakie objawy występują u Pana(i) w związku z taką ekspozycją na źródła promieniowania elektromagnetycznego?**

*(Pytanie z możliwością wyboru wielokrotnego, było zadawane w przypadku, gdy w ankietowany udzielił odpowiedzi twierdzącej w pytaniu 8)*

- 1. Arytmia
- 2. Bezsenna
- 3. Ból głowy
- 4. Ból oczu
- 5. Ból stawów
- 6. Ból ucha
- 7. Chrypka
- 8. Duszności
- 9. Kaszel
- 10. Katar
- 11. Kłopoty z uczeniem się
- 12. Kołatanie serca
- 13. Łzawienie
- 14. Niepokój
- 15. Nieprzyjemne wrażenia słuchowe
- 16. Nieprzyjemne wrażenie wzrokowe
- 17. Obniżone ciśnienie
- 18. Obniżone tętno
- 19. Obrzęk

20. Podwyższone ciśnienie
21. Podwyższone tętno
22. Problemy z zasypianiem
23. Rozdrażnienie
24. Senność
25. Suchość w ustach
26. Swędzenie
27. Trudności w wystawianiu się
28. Trudności z koncentracją
29. Wybudzenia nocne
30. Wysypka
31. Zaczerwienie skóry
32. Zmęczenie
33. Inne (jakie?) .....

**P10. Czy odczuwane dolegliwości były na tyle dotkliwe, że wpływały na Pana(i) życie codzienne lub z ich powodu konsultował/a się Pan(i) z lekarzem?**

*(Pytanie z jednym wariantem odpowiedzi, było zadawane w przypadku, gdy ankietowany udzielił odpowiedzi twierdzącej w pytaniu 8)*

1. Tak
2. Nie
3. Nie wiem / trudno powiedzieć