

**PM_{2,5} AVERAGE EXPOSURE INDICATOR AS A PART OF AIR
QUALITY ASSESSMENT – THE SUMMARY OF THE
RESEARCH CONDUCTED UNDER THE NATIONAL
ENVIRONMENTAL MONITORING IN THE YEARS 2010-2013**

*WSKAŹNIK ŚREDNIEGO NARAŻENIA NA PYŁ PM_{2,5} JAKO
ELEMENT OCENY ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA –
PODSUMOWANIE BADAŃ PROWADZONYCH W RAMACH
PAŃSTWOWEGO MONITORINGU ŚRODOWISKA
W LATACH 2010-2013*

Barbara Toczko

Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
Department Monitoringu i Informacji o Środowisku
ul. Wawelska 52/54, 00-922 Warszawa
b.toczko@gios.gov.pl

Summary

In order to protect the health of the inhabitants of the most urbanized areas of the European Union, Directive of the European Parliament and of the Council 2008/50/EC of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe imposed on member states a requirement to assess the exposure of residents of large cities and agglomerations on PM_{2,5} based on the average exposure indicator.

The paper summarizes the results of measurements of PM_{2,5} made so far for the purpose of calculating the average exposure indicator and it shows the values of the indicators in relation to the targets set out in Directive 2008/50/EC, i.e. the national exposure reduction target and the exposure concentration obligation, which is a standard of air quality.

Herein there is also presented a comparison between the results of average exposure indicators and concentrations of PM_{2,5} for non-urban areas meeting the criteria for regional background.

Streszczenie

W celu ochrony zdrowia mieszkańców najbardziej zurbanizowanych obszarów Unii Europejskiej dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy na kraje członkowskie został nałożony wymóg oceny narażenia mieszkańców dużych miast i aglomeracji na pył PM_{2,5} w oparciu o specjalnie w tym celu zdefiniowany wskaźnik średniego narażenia.

W referacie podsumowano wyniki dotychczasowych pomiarów pyłu PM_{2,5} wykonanych na potrzeby obliczania wskaźników średniego narażenia oraz przedstawiono wartości wskaźników na tle celów określonych w dyrektywie 2008/50/WE tj. krajowego celu redukcji narażenia i pułapu stężenia ekspozycji, który jest standardem jakości powietrza.

Porównano wartości wskaźników średniego narażenia na pył PM_{2,5} z wynikami pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5} na obszarach pozamiejskich spełniających kryteria tła regionalnego.

1. Wskaźniki średniego narażenia na pył PM_{2,5} i krajowy cel redukcji narażenia

Dyrektywa 2008/50/WE w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy wprowadzając wskaźnik średniego narażenia definiuje go jako średni poziom substancji w powietrzu określony na podstawie pomiarów przeprowadzonych w obszarze tła miejskiego, odzwierciedlający narażenie ludności na działanie zanieczyszczeń [1].

Transponując przepisy ww. dyrektywy do prawodawstwa polskiego zdefiniowano zarówno *krajowy wskaźnik średniego narażenia* na pył PM_{2,5} jak i *wskaźnik średniego narażenia dla miasta o liczbie mieszkańców większej niż 100 tysięcy i aglomeracji* [2]

Celem takiego podziału jest zwiększenie efektywności działań zmierzających do osiągnięcia krajowego celu redukcji narażenia oraz pułapu stężenia ekspozycji, nie tylko na poziomie kraju, ale również lokalnym (w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców).

Sposób obliczania zarówno wskaźnika średniego narażenia dla miast i aglomeracji jak i krajowego wskaźnika średniego narażenia określa rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji [3].

Wskaźnik średniego narażenia dla aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców większej niż 100 tys. oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia oblicza się na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5} na obszarach tła miejskiego. W obliczeniach uwzględnia się wyniki pomiarów z jednego stanowiska w mieście/aglomeracji z wyjątkiem Aglomeracji Warszawskiej i Aglomeracji Górnośląskiej, dla których wskaźnik oblicza się w oparciu o wyniki pomiarów z dwóch stanowisk pomiarowych. W sumie wskaźniki obliczane są dla 12 aglomeracji i 18 miast powyżej 100 tys. mieszkańców.

Zgodnie z ww. rozporządzeniem *krajowy wskaźnik średniego narażenia* dla roku 2010 obliczony został jako średnia arytmetyczna ze średnich rocznych stężeń pyłu PM_{2,5} w roku 2010. Wskaźnik za rok 2011 obliczono jako średnią arytmetyczną ze średnich rocznych stężeń pyłu PM_{2,5} w latach 2010 - 2011. Dla lat: 2012 i 2013 krajowy wskaźnik średniego narażenia obliczono jako średnią arytmetyczną ze średnich rocznych stężeń pyłu PM_{2,5} z trzech lat (dla roku 2012 wskaźnik obliczono jako średnią arytmetyczną ze średnich rocznych stężeń pyłu PM_{2,5} dla lat 2010-2012, a dla roku 2013 jako średnią arytmetyczną ze średnich rocznych stężeń pyłu PM_{2,5} dla lat 2011-2013).

Wskaźniki średniego narażenia dla poszczególnych aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców większej niż 100 tysięcy obliczono analogicznie do krajowego wskaźnika średniego narażenia, do ich obliczenia służyły wyniki pomiarów pyłu PM_{2,5} z tych samych stanowisk, jednak wskaźnik ten obliczono wyłącznie w oparciu o wyniki pomiarów wykonanych na stanowisku/stanowiskach pomiarowych znajdujących się w mieście/aglomeracji dla którego wskaźnik był liczony.

Obliczone wskaźniki stanowiły podstawę do oceny dotrzymania zarówno pułapu stężenia ekspozycji jak i krajowego celu redukcji narażenia.

Pułap stężenia ekspozycji dla pyłu PM_{2,5} wynosi 20 µg/m³ dla okresu uśredniania wynoszącego trzy lata kalendarzowe [4]. Pułap ten jest standardem jakości powietrza, który należy osiągnąć do roku 2015 [2]. Osiągnięcie pułapu stężenia ekspozycji dla pyłu PM_{2,5} jest jednym z celów programów ochrony powietrza dla pyłu PM_{2,5}.

Krajowy cel redukcji narażenia dla pyłu PM_{2,5} wynosi 18 µg/m³ i został on określony rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie krajowego celu redukcji narażenia i cel ten należy osiągnąć do roku 2020 [5].

Za obliczanie wartości wskaźników średniego narażenia na pył PM_{2,5} oraz ocenę dotrzymania krajowego celu redukcji narażenia i pułapu stężenia ekspozycji odpowiada Główny Inspektor Ochrony Środowiska.

2. System pomiarów jakości powietrza dla potrzeb monitorowania i oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji oraz krajowego celu redukcji narażenia na pył $PM_{2,5}$

Pomiary stężenia pyłu $PM_{2,5}$ dla potrzeb monitorowania i oceny pułapu stężenia ekspozycji i krajowego celu redukcji narażenia są prowadzone przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska od początku 2010 roku. W systemie tym funkcjonują 32 stanowiska pomiarowe zlokalizowane w 30 miastach i aglomeracjach. W Aglomeracji Warszawskiej i Aglomeracji Górnośląskiej pomiary są prowadzone na dwóch stanowiskach pomiarowych, w pozostałych aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców pomiary są prowadzone na jednym stanowisku pomiarowym. Lokalizacje stanowisk pomiarowych wyznaczone przez wojewódzkich inspektorów ochrony środowiska przeszły w 2009 roku proces weryfikacji i akceptacji w Głównym Inspektoracie Ochrony Środowiska. Ponadto w celu zapewnienia należytej reprezentatywności tych stanowisk, lokalizacje te corocznie są weryfikowane pod kątem ich reprezentatywności przez pracowników wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska, podlegają one również ocenie w ramach okresowych przeglądów lokalizacji stacji prowadzonych przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Stanowiska pomiarowe pyłu $PM_{2,5}$ służące do obliczania wskaźników średniego narażenia są jednocześnie wykorzystywane w systemie rocznych ocen jakości powietrza.



Rysunek 1. Lokalizacja stanowisk pomiarowych, w których prowadzone są pomiary stężenia pyłu $PM_{2,5}$ na potrzeby obliczenia krajowego wskaźnika średniego narażenia
The location of the sampling points where the measurements of $PM_{2,5}$ concentrations are conducted in order to calculate the national average exposure indicator

3. Zapewnianie jakości pomiarom pyłu $PM_{2,5}$ służącym do obliczania wskaźników średniego narażenia.

Pomiary pyłu $PM_{2,5}$ służące do obliczania wskaźników średniego narażenia są prowadzone wyłącznie metodą manualną, za pomocą poborników niskoprzepływowch (LVS) [6]. Metoda ta zgodnie z nową normą EN 12341:2014 „Ambient air - Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM_{10} or $PM_{2,5}$ mass concentration of suspended particulate matter”, która wejdzie w życie w listopadzie 2014 roku, jest metodą referencyjną.

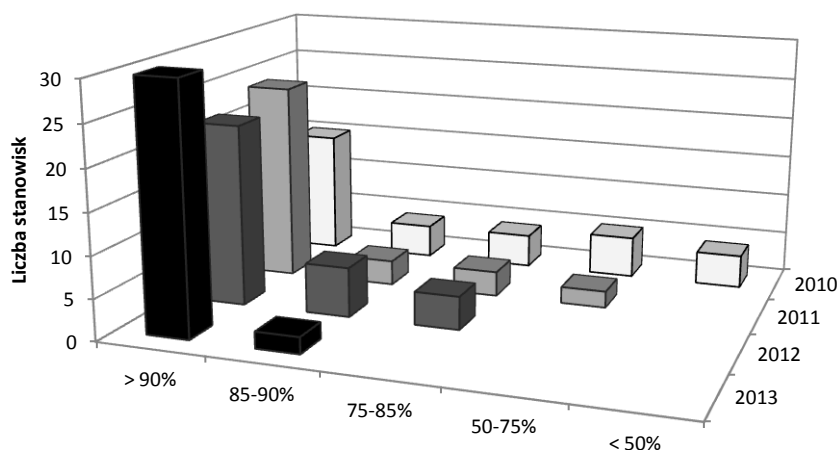
Wyjątek od tej reguły stanowią dwie serie pomiarowe użyte do obliczenia wskaźników średniego narażenia, jedna z roku 2011 ze stacji w Kaliszu, a druga z roku

2012 ze stacji w Kielcach. Zarówno na jednej jak i na drugiej stacji równoległe do pomiarów manualnych, za pomocą poborników, prowadzone są automatyczne pomiary pyłu $PM_{2,5}$. Na stacjach tych wystąpiły problemy z prawidłowym funkcjonowaniem poborników dlatego do obliczenia wskaźników średniego narażenia wykorzystano serie z pomiarów automatycznych.

W manualnych pomiarach stężeń pyłu $PM_{2,5}$ stosowane są wyłącznie filtry kwarcowe.

Bardzo istotnym elementem zapewnienia jakości manualnym pomiaram pyłu $PM_{2,5}$ są również, organizowane cyklicznie, terenowe badania porównawcze.

Ważnym elementem zapewniania jakości pomiarów pyłu $PM_{2,5}$ jest dbałość o wysoką (ponad 90%) kompletność serii pomiarowych. W latach 2010-2013 kompletność większości serii pomiarowych pyłu $PM_{2,5}$, które posłużyły do obliczenia wskaźników średniego narażenia była zadowalająca, i z roku na rok kompletność ta była większa (rysunek 2).



Procent ważnych danych dla serii pomiarowych pyłu $PM_{2,5}$, z których dane posłużyły do obliczenia wskaźników średniego narażenia

Rysunek 2. Procent ważnych danych dla serii pomiarowych pyłu $PM_{2,5}$, z których dane posłużyły do obliczenia wskaźników średniego narażenia
Data capture for a series of measurements of $PM_{2,5}$ used to calculate the average exposure indicator

Wszystkie serie z roku 2013, które posłużyły do obliczenia wskaźników średniego narażenia spełniały wymagania w zakresie kompletności serii pomiarowych [1,7]. Minimalny procent ważnych danych 30 spośród 32 serii pomiarowych przekroczył 90%, w przypadku dwóch kolejnych serii pomiarowych kompletność przekroczyła 85% [8].

Roczne serie pomiarowe stężeń pyłu $PM_{2,5}$, wykorzystane do obliczenia wskaźników średniego narażenia, podlegają etapowej weryfikacji. W pierwszym etapie serie pomiarowe są weryfikowane na poziomie wojewódzkim przez pracowników wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska, następnie wyniki są ponownie weryfikowane na poziomie krajowym. W latach 2011-2014 weryfikacja wyników pomiarów pyłu $PM_{2,5}$ na poziomie krajowym była wykonywana przez Instytut Ochrony Środowiska - PIB.

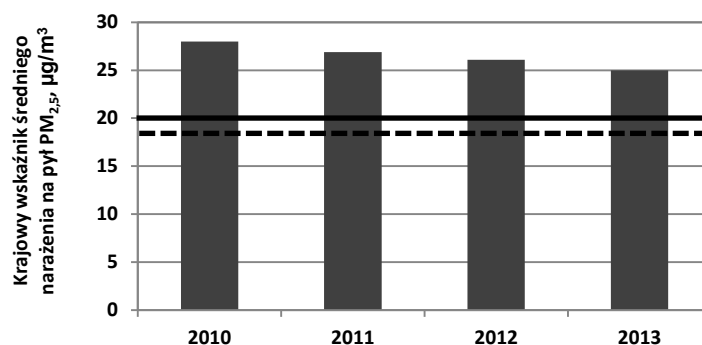
4. Wskaźniki średniego narażenia na pył $PM_{2,5}$

W latach 2010-2013 najwyższe stężenia pyłu zawieszonego, w tym pyłu $PM_{2,5}$, wystąpiły w roku 2010, a najniższe w roku 2013. Pośród stanowisk pomiarowych, z których dane zostały wykorzystane do obliczenia wskaźników średniego narażenia, w analizowanym okresie, najniższe roczne stężenia pyłu $PM_{2,5}$ odnotowywano corocznie na stacji w Koszalinie (2010 r. - $15,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2011 r. - $12,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2012 r. - $9,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i w 2013 r. - $11,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$), najwyższe roczne stężenia pyłu $PM_{2,5}$

odnotowywano natomiast w aglomeracjach położonych w południowej Polsce (2010 r. – Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska - 44,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2011 r. – Aglomeracja Krakowska - 37,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2012 r. - Aglomeracja Krakowska – 41,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2013 r. - Aglomeracja Górnośląska (stanowisko pomiarowe w Gliwicach) – 34,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) [8, 9, 10, 11]. Różnica pomiędzy średnim rocznym stężeniem ze wszystkich stanowisk pomiarowych pyłu $\text{PM}_{2,5}$, z których dane zostały wykorzystywane do obliczania wskaźników średniego narażenia dla roku 2010 oraz analogicznie policzonym stężeniem dla roku 2013 wyniosła 4,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, co z kolei przełożyło się na dużą różnicę wartości krajowych wskaźników średniego narażenia 3,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (rysunek 3). Duża różnica wartości krajowych wskaźników średniego narażenia na pył $\text{PM}_{2,5}$ spowodowana była wyjątkowo niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi (tj. częste inwersje, cisze wiatrowe i niskie temperatury powietrza), które wystąpiły w chłodnej części 2010 roku.

Krajowy wskaźnik średniego narażenia na pył $\text{PM}_{2,5}$ dla roku 2013 wyniósł 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i jego wartość była najniższa spośród krajowych wskaźników obliczonych dla analizowanego okresu, jednak na uwagę zasługuje fakt, iż mimo to wartość krajowego wskaźnika średniego narażenia dla roku 2013 znacząco przekroczyła zarówno krajowy cel redukcji narażenia na pył $\text{PM}_{2,5}$ (18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) jak i pułap stężenia ekspozycji (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), będący standardem jakości powietrza. W ocenie za 2013 rok jedynie 4 miasta (Koszalin, Gorzów Wlkp., Olsztyn, Elbląg) i 3 aglomeracje (Aglomeracja Szczecińska, Aglomeracja Trójmiejska i Aglomeracja Bydgoska) osiągnęły krajowy cel redukcji narażenia na pył $\text{PM}_{2,5}$; miasta: Toruń, Zielona Góra i Włocławek dotrzymały pułap stężenia ekspozycji (rysunek 4). W roku 2013 10 miast i aglomeracji położonych w południowej i środkowej Polsce nie tylko nie osiągnęło ww. celów, ale dla stanowisk, z których dane wykorzystywane były do obliczania wskaźników średniego narażenia, nie dotrzymały nawet poziomu dopuszczalnego dla pyłu $\text{PM}_{2,5}$ (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (rysunek 5).

Zaznaczyć należy, iż przy obliczaniu wartości wskaźników średniego narażenia dla roku 2013 zmieniono zasady zaokrąglania wyników i, zgodnie z zasadami określonymi w nowych wytycznych Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE [12, 13], wartości wskaźników zaokrąglono do liczb całkowitych. Wskaźniki obliczone dla lat 2010-2012 były zaokrąglane do jednego miejsca po przecinku, przyjmując jako zasadę podawanie wyników w postaci trzech cyfr znaczących. Dla roku 2013 wartość krajowego wskaźnika średniego narażenia przed zaokrągleniem wynosiła 24,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a po zaokrągleniu 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i taką wartość zaprezentowano na rysunkach 3 i 5.



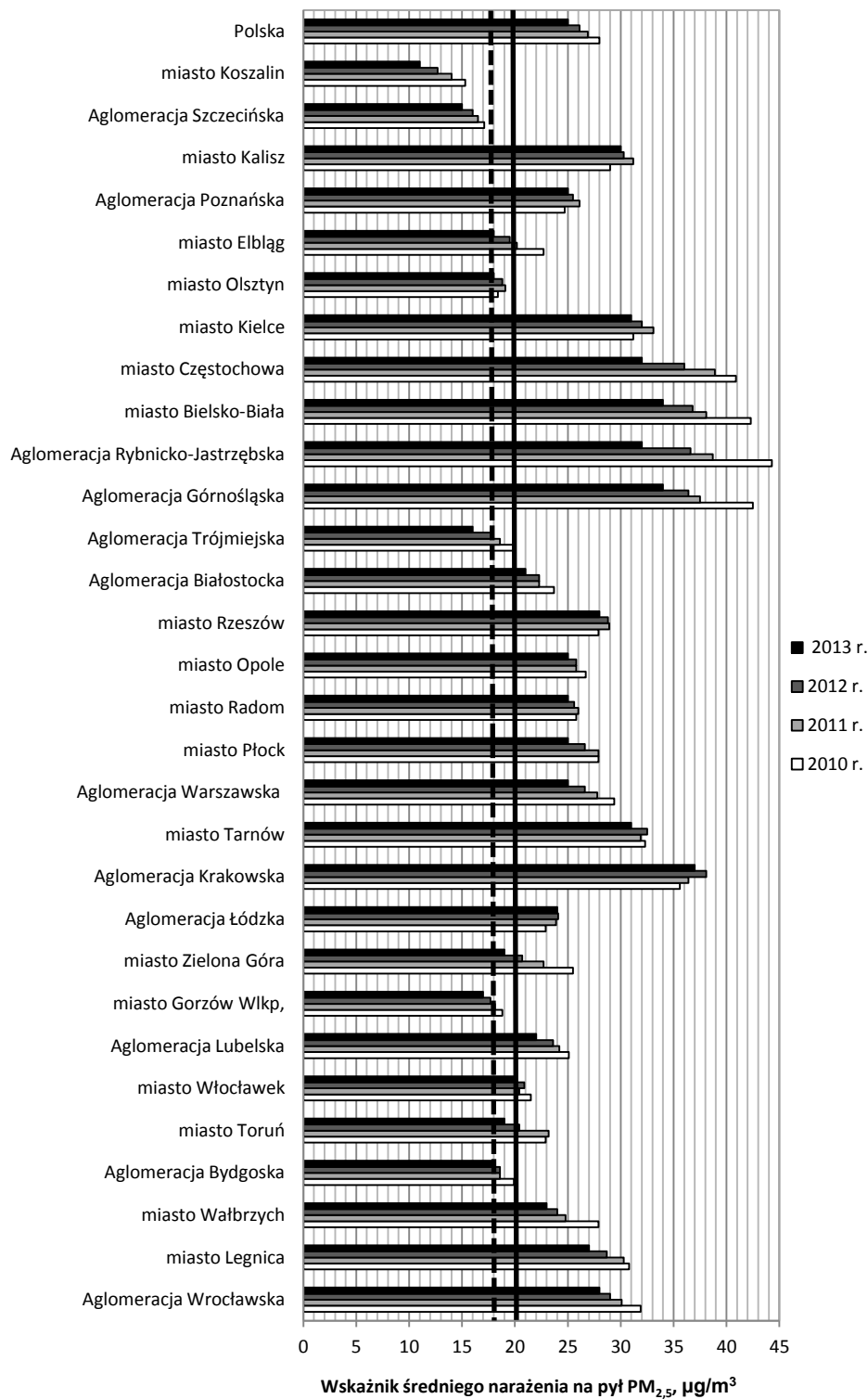
Rysunek 3. Krajowe wskaźniki średniego narażenia na pył $\text{PM}_{2,5}$ w latach 2010-2013 w odniesieniu do: (a) krajowego celu redukcji narażenia (linia przerywana);

(b) pułapu stężenia ekspozycji (linia ciągła)

National average exposure indicators to $\text{PM}_{2,5}$ for the years 2010-2013 in relation to:

(a) national exposure reduction target (dashed line);

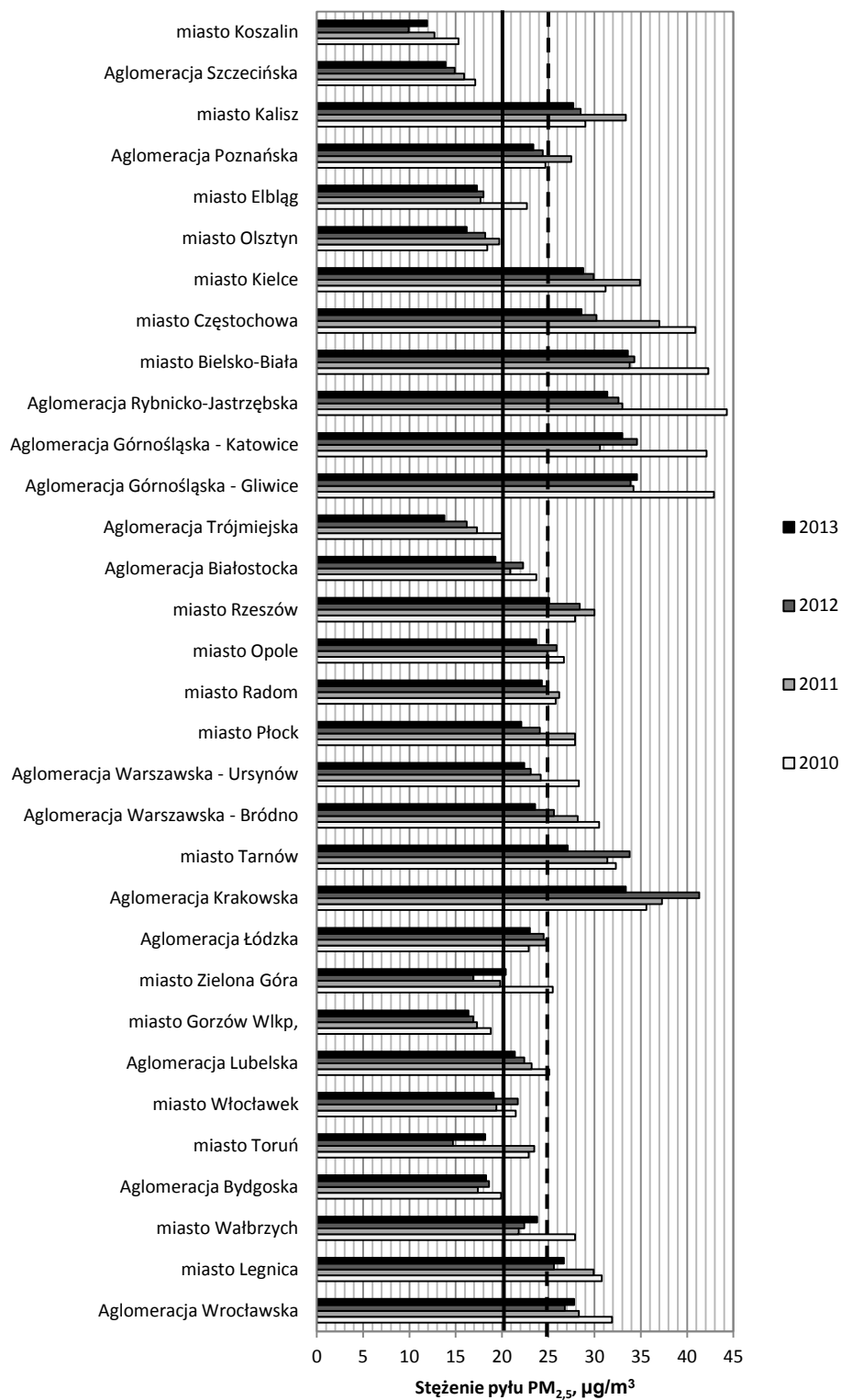
(b) exposure concentration obligation (solid line)



Rysunek 4. Wskaźniki średniego narażenia na pył PM_{2,5} dla lat 2010-2013 w odniesieniu do:

- (a) krajowego celu redukcji narażenia (linia przerywana);
- (b) pułapu stężenia ekspozycji (linia ciągła)

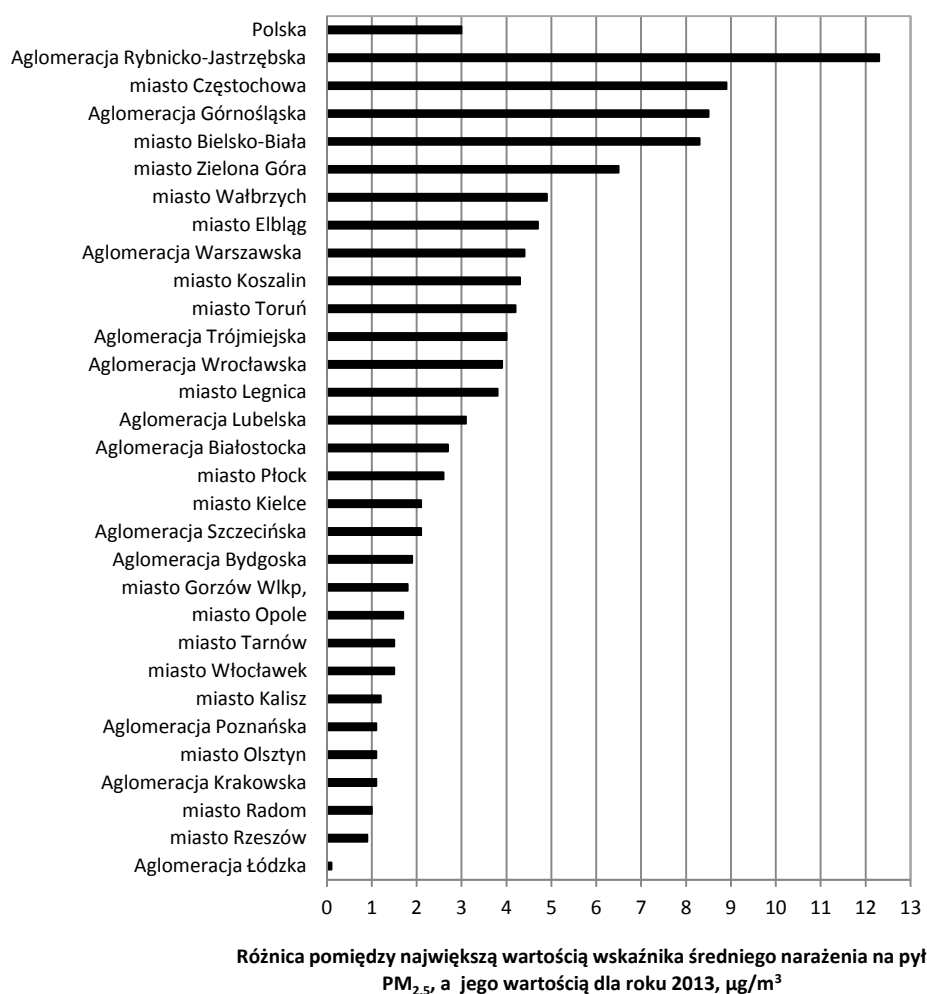
Average exposure indicators to PM_{2,5} for the years 2010-2013 in relation to:
(a) national exposure reduction target (dashed line);
(b) exposure concentration obligation (solid line)



Rysunek 5. Średnie roczne stężenia pyłu PM_{2,5} dla stanowiskach pomiarowych, z których dane były wykorzystane do obliczenia wskaźników średniego narażenia w latach 2010-2013 w odniesieniu do: (a) poziomu dopuszczalnego (linia przerywana); (b) pułapu stężenia ekspozycji (linia ciągła)

Average annual concentrations of PM_{2,5} for the sampling points from which data were used to calculate the average exposure indicators for the years 2010-2013 in relation to: (a) limit value (dashed line); (b) exposure concentration obligation (solid line)

Z analizy zmian wartości wskaźników średniego narażenia w latach 2010-2013 wynika, że największe zmniejszenie wartości wskaźników średniego narażenia na pył $PM_{2,5}$ miało miejsce w aglomeracjach i miastach województwa śląskiego (od $8,3 \mu g/m^3$ w Bielsku Białej do $12,3 \mu g/m^3$ w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej) i było to bezpośrednio związane z ekstremalnie wysokimi wartościami tych wskaźników dla roku 2010. Duży spadek wskaźnika średniego narażenia zaobserwowano również na obszarach miast o dużo niższych stężeniach zanieczyszczeń w powietrzu, gdzie potencjalnie trudniej uzyskać redukcje stężeń zanieczyszczeń (Zielona Góra ($6,5 \mu g/m^3$), Elbląg ($4,7 \mu g/m^3$), Koszalin ($4,3 \mu g/m^3$), Aglomeracja Trójmiejska ($4 \mu g/m^3$) czy Toruń ($4,2 \mu g/m^3$)). Duże redukcje zaobserwowano również w miastach dolnego śląska – Aglomeracja Wrocławska ($3,9 \mu g/m^3$), Wałbrzych ($4,9 \mu g/m^3$), Legnica ($3,8 \mu g/m^3$) oraz w Aglomeracji Warszawskiej ($4,4 \mu g/m^3$). W tym samym okresie najmniejsze redukcje wartości wskaźnika średniego narażenia na pył miały miejsce w Aglomeracji Łódzkiej ($0,1 \mu g/m^3$), Rzeszowie ($0,9 \mu g/m^3$), Radomiu ($1,0 \mu g/m^3$) oraz w Aglomeracji Krakowskiej ($1,1 \mu g/m^3$) (rysunek 6).



Rysunek 6. Różnica pomiędzy największą wartością wskaźnika średniego narażenia na pył $PM_{2,5}$ dla poszczególnych aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców oraz największą wartością krajowego wskaźnika średniego narażenia, a odpowiadającymi im wartościami wskaźników dla roku 2013

The difference between the highest value of the average exposure indicator to $PM_{2,5}$ for agglomerations and cities with more than 100 000 inhabitants as well as the highest value of the national average exposure indicator and their corresponding indicators for 2013

5. Porównanie wskaźników średniego narażenia dla obszarów miejskich i pozamiejskich

Pomimo spadku wartości wszystkich wskaźników średniego narażenia dla roku 2013 na obszarach dużych miast i aglomeracji środkowej i południowej Polski wskaźniki średniego narażenia na pył $PM_{2,5}$ przekraczają pułap stężenia ekspozycji ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). W celu określenia wielkości redukcji możliwych do osiągnięcia przez poszczególne miasta i aglomeracje dokonano porównania stężeń pyłu $PM_{2,5}$ w powietrzu na obszarach spełniających kryteria tła miejskiego w dużych miastach i aglomeracjach ze stężeniami pyłu $PM_{2,5}$ na obszarach pozamiejskich, oddalonych od źródeł emisji. Obliczono wskaźniki średniego narażenia na pył $PM_{2,5}$ dla stanowisk tła regionalnego i porównano je ze wskaźnikami dla dużych miast i aglomeracji położonych w odległości do 150 km od stacji tła regionalnego z których dane wykorzystano do obliczeń, z wyłączeniem miast dla których, wybrane stacje tła regionalnego nie były reprezentatywne np. znajdujących się nad morzem (Koszalin, Aglomeracja Trójmiejska). Do analizy wybrano 4 stacje tła regionalnego, w których prowadzone są pomiary pyłu $PM_{2,5}$ oraz analizowany jest jego skład:

- stację „Puszcza Borecka” (województwo warmińsko-mazurskie);
- stację „Zielonka” (województwo kujawsko-pomorskie);
- stację „Osieczów” (województwo dolnośląskie);
- stację „Złoty Potok” (województwo śląskie).

Z porównania obliczonych wskaźników średniego narażenia wynika, iż największy potencjał do redukcji stężenia pyłu $PM_{2,5}$ w powietrzu mają miasta i aglomeracje z województw: śląskiego, małopolskiego i dolnośląskiego (rysunek 7). Wartości wskaźników średniego narażenia dla obszarów pozamiejskich południowej i południowo-zachodniej Polski są zbliżone do wartości $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (stacja „Osieczów”) lub nawet przekraczają tę wartość (stacja „Złoty Potok”), dlatego też bez redukcji emisji zanieczyszczeń z dużych źródeł energetycznego spalania, mających bezpośredni wpływ na stężenia pyłu drobnego i jego prekursorów na obszarach pozamiejskich południowej Polski nie osiągnie się pułapu stężenia ekspozycji, a tym bardziej krajowego celu redukcji narażenia na pył $PM_{2,5}$.

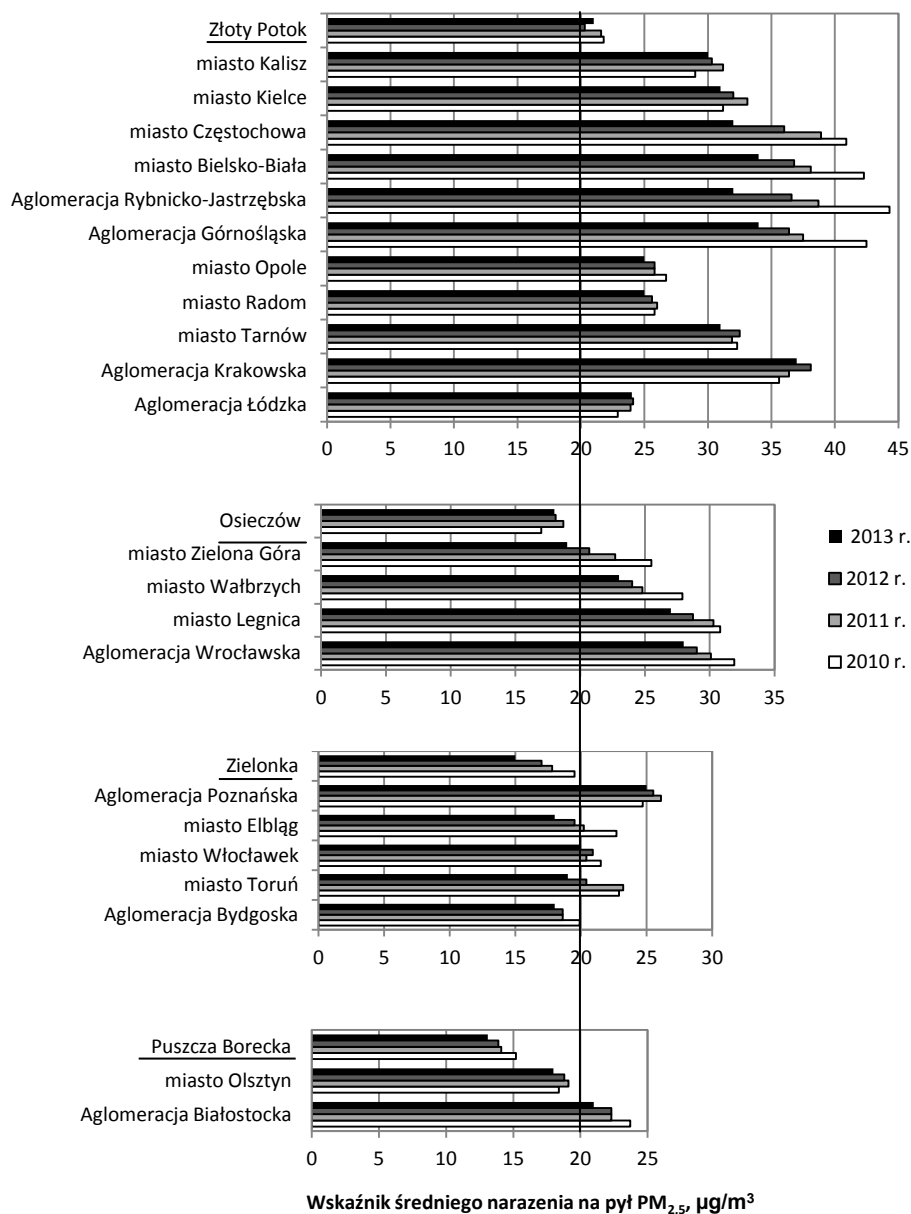
W Polsce północnej stężenia pyłu $PM_{2,5}$ na stacjach tła regionalnego są znacznie niższe i dla 2013 roku wynoszą one odpowiednio: Puszcza Borecka – $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Zielonka $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Relatywnie niskie stężenia pyłu $PM_{2,5}$ na obszarach pozamiejskich północnej Polski ułatwiają dotrzymanie pułapu stężenia ekspozycji w miastach i aglomeracjach tam położonych. W roku 2013 na obszarach prawie wszystkich dużych miast i aglomeracji północnej części Polski dotrzymany został pułap stężenia ekspozycji, wyjątkiem była Aglomeracja Białostocka, dla której wskaźnik nieznacznie przekroczył wartość pułapu ($21 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Istotne w kontekście analizy możliwości dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji są również badania składu pyłu $PM_{2,5}$ na ww. stacjach tła regionalnego. Badania te wskazują na bardzo duży udział węgla organicznego (OC) w pyłe $PM_{2,5}$ (od 23,7% w pyłe $PM_{2,5}$ ze stacji „Puszcza Borecka” do 35,2% w pyłe $PM_{2,5}$ ze stacji „Złoty Potok”), a także istotny, ale bardzo zbliżony udział kationów i anionów powstających z gazów będących prekursorami pyłu (od 28,4% w pyłe $PM_{2,5}$ ze stacji „Puszcza Borecka” do 32,2% w pyłe $PM_{2,5}$ ze stacji „Zielonka”). Udział węgla elementarnego (EC), będącego zanieczyszczeniem wyłącznie pierwotnym, w pyłe z trzech stacji („Zielonka”, „Puszcza Borecka”, „Osieczów”) był zbliżony i wynosił 3,6 - 4,6%, jedynie w pyłe $PM_{2,5}$ ze stacji „Złoty Potok” udział węgla elementarnego w pyłe był większy i wyniósł 6,6%. (rysunek 8).

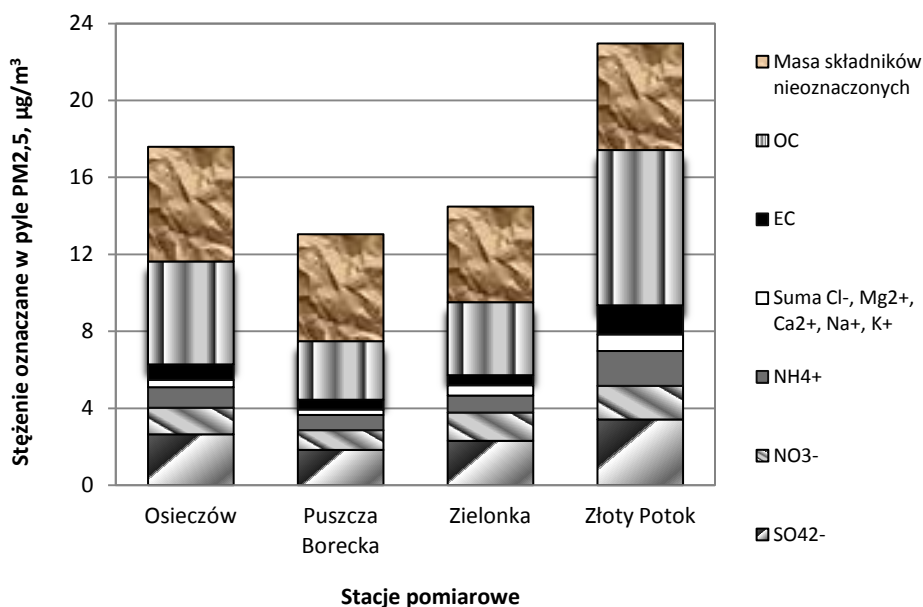
Wyniki badań składu pyłu $PM_{2,5}$ wskazują na duży wpływ prekursorów pyłu tworzących aerozole nieorganiczne na stężenie pyłu drobnego, jak również potwierdzają istotny wpływ emisji pierwotnych pochodzących ze spalania paliw na stężenie tego zanieczyszczenia w Polsce.

Biorąc pod uwagę zarówno wyniki badań składu pyłu $PM_{2,5}$, jak i porównań wskaźników średniego narażenia obliczonych dla dużych miast i aglomeracji oraz dla obszarów tła regionalnego, jak i mając na uwadze cele środowiskowe określone w polskim i unijnym prawie nasuwa się wniosek, iż dotrzymanie pułapu stężenia ekspozycji jest możliwe jedynie poprzez spójne działania zarówno na poziomie

regionalnym (działania na rzecz ograniczenia emisji węgla organicznego i elementarnego ze źródeł komunalnych) jak i krajowym (działania na rzecz zmiany struktury zużycia paliw w energetyce oraz zmniejszenia energochłonności gospodarki). Skala przekroczeń i potrzebnych działań naprawczych jest jednak tak duża, że już dziś można stwierdzić, że pułap stężenia ekspozycji nie zostanie osiągnięty w określonym prawem terminie.



Rysunek 7. Porównanie wskaźników średniego narażenia dla wybranych dużych miast i aglomeracji ze wskaźnikami średniego narażenia obliczonymi dla wybranych obszarów pozamiejskich spełniających kryteria tła regionalnego
Comparison of the average exposure indicators for the selected big cities and agglomerations with the average exposure indicators calculated for the selected non-urban areas meeting the criteria for the regional background



Rysunek 8. Skład pyłu PM_{2,5} na stanowiskach pomiarowych tła regionalnego w Polsce w 2013 r.

The composition of PM_{2,5} for regional background sampling points in Poland in 2013

6. Podsumowanie

Dotychczasowe oceny zanieczyszczenia powietrza pyłem PM_{2,5} poprzez wskaźniki średniego narażenia wskazują na potrzebę podjęcia kompleksowych działań naprawczych na poziomie krajowym, zarówno na rzecz redukcji emisji pierwotnych jak i prekursorów pyłu, które przyniosły by efekt w postaci obniżenia stężeń pyłu PM_{2,5} na poziomie tła pozamiejskiego zwłaszcza na obszarach południowej i środkowej Polski.

Jednocześnie należy podkreślić, iż wskaźniki średniego narażenia na pył PM_{2,5} ze względu na to, że są liczone jako średnie wieloletnie (trzyletnie), są parametrami statystycznymi mniej wrażliwymi na krótkotrwałe bardzo wysokie lub bardzo niskie stężenia zanieczyszczeń pyłowych, a tym samym lepiej nadają się do oceny efektywności działań na rzecz poprawy jakości powietrza niż średnie roczne czy średnie dobowe stężenia pyłu.

Literatura

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 roku w sprawie jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy (Dz. Urz. UE L 152 z 11.06.2008, str.1)
- [2] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2013 r., poz.1232, z późn. zm.)
- [3] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji (Dz. U. z 2012 r., poz. 1029)
- [4] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r., poz. 1031);
- [5] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 sierpnia 2012 r. w sprawie krajowego celu redukcji narażenia (Dz. U. z 2012 r., poz. 1030)
- [6] „Program Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2013-2015”, Warszawa, 2013
- [7] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r., poz. 1032)

- [8] Iwanek J., Kobus D., Kostrzewa J., Mitosek G.: „Wskaźnik średniego narażenia dla pyłu PM_{2,5} w Polsce w 2013 roku”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Warszawa, 2014
- [9] Iwanek J., Kobus D., Kostrzewa J., Mitosek G.: „Wskaźnik średniego narażenia dla pyłu PM_{2,5} w Polsce w 2012 roku”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Warszawa, 2013
- [10] Iwanek J., Kobus D., Kostrzewa J., Mitosek G.: „Wskaźnik średniego narażenia dla pyłu PM_{2,5} w Polsce w 2011 roku”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Warszawa, 2012
- [11] Iwanek J., Mitosek G., Kobus D.: „Wskaźnik średniego narażenia dla pyłu PM_{2,5} w Polsce w 2010 roku”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Warszawa, 2011
- [12] Decyzja Komisji Europejskiej 2011/850/UE z dnia 12 grudnia 2011 r. ustanawiająca zasady stosowania dyrektyw 2004/107/WE i 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do systemu wzajemnej wymiany informacji oraz sprawozdań dotyczących jakości otaczającego powietrza (Dz. Urz. UE L 335 z 17.12.2011, str. 86)
- [13] Wytyczne Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE (Guidance on the Commission Implementing Decision laying down rules for Directives 2004/107/EC and 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council as regards the reciprocal exchange of information and reporting on ambient air - Decision 2011/850/EU), 2013;
http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/IPR_guidance1.pdf.