

Zanieczyszczenie powietrza we Wrocławiu i potencjalne zagrożenie dla zdrowia z tym związane

Air pollution in Wrocław and possible health risks

Jakub Krzeszowiak, Aleksandra Michalak, Krystyna Pawlas

Katedra i Zakład Higieny, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu. Kierownik Katedry: prof. dr hab. Krystyna Pawlas

STRESZCZENIE

Wrocław to miasto charakteryzujące się brakiem obecności przemysłu ciężkiego. Głównymi źródłami emisji zanieczyszczeń powietrza są transport drogowy, emisja niska oraz miejska elektrociepłownia. Transport drogowy jest szczególnie uciążliwy dla mieszkańców Wrocławia, świadczy o tym prędkość przejazdu przed miasto wynosząca 36 km/h, co doprowadza do znacznej koncentracji pyłu zawieszonego (PM) oraz tlenków azotu (NO_x) wzdłuż głównych arterii komunikacyjnych miasta. Zanieczyszczenia powietrza pochodzące z emisji niskiej są szczególnie zauważalne w obrębie gęstej zabudowy śródmiejskiej, gdzie znaczna część mieszkań nie jest podłączona do węzła ciepłowniczego. W puli emisji zanieczyszczeń powietrza swój udział zaznacza również wrocławska elektrociepłownia wpływając na poziom pyłu frakcji PM10 szczególnie w okresie grzewczym.

W pracy przedstawiono zestawienie liczby dni z przekroczeniami PM oraz NO_2 . Jednocześnie dokonano omówienia potencjalnego negatywnego wpływu powyższych zanieczyszczeń powietrza na zdrowie człowieka.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenia powietrza, pył zawieszony, tlenki azotu

ABSTRACT

The feature which characterizes Wrocław city is the lack of heavy industry. The main sources of air pollutants are road transport, low emission from households and power plant. Road transport is particularly burdensome for residents of Wrocław, as evidenced by the speed of passing traffic through the city amounting to 36 km/h, which leads to a significant concentration of the particulate matter (PM) and nitrogen oxides (NO_x) along the main thoroughfares of the city. Air pollution from households is particularly noticeable within the densely populated downtown area where a significant part of flats is not connected to district heating. Emission from heat and power plant in Wrocław city also contribute significantly to the level of PM10 especially during the heating season.

The paper presents a summary of the number of days when PM10 concentration is exceeded. At the same time discussion took place on the potential impact of these air pollutants on human health.

Keywords: air pollution, particulate matter, nitric oxide

WSTĘP

Wrocław to miasto położone na przedpolu Sudetów, charakteryzujące się zmiennością klimatu i bogactwem stanów pogodowych. Położenie na zwiertnej stronie pasma górskiego Sudetów oraz przeważające wiatry z zachodu i północnego zachodu powodują uprzywilejowanie termiczne Wrocławia [1]. Wydawać by się mogło, że takie położenie

dużego miasta z jednoczesnym niskim uprzemysłowieniem będzie skutkowało wysoką jakością powietrza. Jednak jak donosi francuskie towarzystwo „Respire”, pod względem koncentracji pyłu zawieszonego PM10 Wrocław zajmuje 8 miejsce w rankingu najbardziej zanieczyszczonych miast w Europie [2]. Jest to skutek dużego zagęszczenia ludności wraz ze znacznym wpływem nieprzemysłanej polityki urbanistycznej. Jej odczuwalnym skutkiem jest

utrudnienie przewietrzania miasta, co wynika głównie z obecności wysokich budynków usytuowanych na obrzeżach miasta, przez co swobodny przepływ powietrza przez miasto został znacznie utrudniony [3]. Prowadzi to do koncentracji zanieczyszczeń powietrza, których dominującymi źródłami są transport drogowy, spalanie poza sektorem przemysłu oraz miejska elektrociepłownia. Znaczący udział transportu drogowego prowadzi do wzmożonej koncentracji, tlenków azotu, jako składnika gazów wydychanych silników spalinowych.

W poniższym artykule zostaną przedstawione dane odnośnie przekroczeń koncentracji poszczególnych zanieczyszczeń z omówieniem ich źródeł we Wrocławiu. Dane dotyczące poziomów zanieczyszczeń pochodzą z Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska (WIOŚ) we Wrocławiu. Ze względu na niską jakość danych lub ich zupełny brak głównie w analizie zostały poddane lata od roku 2011, a w niektórych przypadkach zadowalająca kompletność danych występuje od roku 2012. Przypadki niekompletności danych są uszczegółowione w dalszej części pracy. Analiza zanieczyszczenia powietrza we Wrocławiu została poprzedzona omówieniem skutków zdrowotnych powodowanych przez pył zawieszony oraz tlenki azotu, jako zanieczyszczeń o największej koncentracji we Wrocławiu.

WPŁYW PYŁU ZAWIESZONEGO ORAZ TLENKÓW AZOTU NA ORGANIZM CZŁOWIEKA

W powietrzu znajduje się cała gama zanieczyszczeń chemicznych wśród których należy wyróżnić pył zawieszony $<10\mu\text{m}$ (PM10) i $<2,5\mu\text{m}$ (PM2,5), ozon (O_3), tlenki azotu (NO_x) oraz tlenki siarki (SO_x), które często w sposób synergiczny oddziałują na organizm człowieka prowadząc do niekorzystnych efektów zdrowotnych [4]. We Wrocławiu szczególnie wysoką koncentrację osiągają pyły zawieszony oraz tlenki azotu. Przyczyna tego stanu rzeczy została omówiona w dalszej części pracy. Z tego też względu uwaga autorów skupiła się na przedstawieniu mechanizmów wpływu pyłu zawieszony oraz tlenków azotu na organizm człowieka.

Oddziaływanie pyłu zawieszony na organizm człowieka jest wynikiem oddziaływania jonów metali przejściowych, które znajdują się na powierzchni cząstek pyłu zawieszony, inicjując w obrębie dróg oddechowych miejscowo nasilony stres oksydacyjny. Nasilony stres oksydacyjny w miejscu oddziaływania pyłu zawieszony z komórkami ukła-

du oddechowego prowadzi bezpośrednio do rozwoju stanu zapalnego [5]. Miejsce rozwoju stanu zapalnego jest zależne od miejsca oddziaływania pyłu, a to z kolei jest zależne od frakcji pyłu zawieszony. Pyły mogą oddziaływać na tkanki górnych dróg oddechowych oraz dolnych, aż po pęcherzyki płucne. Negatywne oddziaływanie w obrębie górnych dróg oddechowych obrazuje badanie na grupie hospitalizowanych pacjentów z Warszawy i Łodzi, którzy wzięli udział w ankiecie korzystania z paliw stałych w gospodarstwach domowych w celach grzewczych i do gotowania. Wyniki badania wykazały związek pomiędzy wieloletnim korzystaniem z węgla a nasileniem występowania w tej grupie nowotworów w obrębie jamy ustnej, gardła, krtani i przełyku [6]. Potwierdzeniem tych badań są doniesienia międzynarodowej agencji IARC (*International Agency for Research on Cancer*), która uznaje zanieczyszczenia powietrza pochodzące ze spalania węgla za jeden z czynników rakotwórczych [7]. Należy pamiętać, że spalanie poza sektorem przemysłu jest w Polsce głównym źródłem emisji pyłów zawieszonych [8].

Oddziaływanie w obrębie dolnych dróg oddechowych prowadzi do rozwoju i nasilenia chorób układu oddechowego – astmy oraz przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP) [9, 10]. U podstaw rozwoju owych schorzeń leży nasilony stan zapalny, który zostaje zapoczątkowany przez wzmożoną ilość reakcji oksydacyjnych, co zostało już wspomniane powyżej. Jest to sygnał dla makrofagów i monocytów płucnych, które napływają do miejsca zapalnego. W dalszej kolejności rozwija się ognisko zapalne, które prowadzi do obkurczenia dróg oddechowych, wzmożonego wydzielania śluzu, co jest stanem charakterystycznym dla astmy i POChP. Nie stwierdzono z całą pewnością, czy zanieczyszczenia powietrza mogą doprowadzić do rozwoju powyższych chorób. Zastanawiający jest jednak fakt, że 31% osób cierpiących na POChP nie miało kontaktu z papierosami, a ewentualna ekspozycja zawodowa u tych osób nie ma związku patofizjologicznego z ich chorobą [11]. Dodatkowo narażenie na ponadnormatywne koncentracje pyłu zawieszony prowadzi do częstszych infekcji w obrębie dróg oddechowych, występowania napadowego kaszlu i przewlekłych nieżytów górnych dróg oddechowych [12]. Niepokojące są wyniki projektu ESCAPE (*European Study of Cohorts for Air Pollution Effects*), które wykazały wyraźny związek między narażeniem na pył zawieszony a przedwczesną umieralnością. Pod względem przedwczesnej umieralności dominującą rolę odgrywają przyczyny kardiologiczne [13]. Wyraźny związek pomiędzy na-

rażeniem na pył zawieszony a chorobami układu krążenia był przez wiele lat nie do końca jasny. W 2010 *American Heart Association* (AHA) dokonało przeglądu doniesień na ten temat, proponując trzy mechanizmy oddziaływania zanieczyszczeń pyłowych na układ krążenia. Jako pierwszy i najważniejszy mechanizm uznano systemową reakcję zapalną, której źródłem jest stan zapalny w drogach oddechowych. Za kolejny możliwy mechanizm uznano zmiany równowagi autonomicznego układu nerwowego z przewagą układu współczulnego jako reakcję na zaaspirowanie zanieczyszczonego powietrza. Jako trzeci mechanizm naukowcy z Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego zaproponowali bezpośrednie przenikanie pyłu zawieszonego do krwiobiegu i następnie jego oddziaływanie ze śródbłonkiem naczyń krwionośnych, inicjując w ten sposób powstawanie blaszki miażdżycowej. Na tej podstawie wyjaśniono wpływ pyłu zawieszonego na występowanie wzmożonej ilości hospitalizacji z powodu zaburzeń rytmu serca, incydentów niedokrwiennych (udar mózgu, zawał serca), nadciśnienia. Jednocześnie powiązano PM z wyższą umieralnością na choroby układu sercowo-naczyniowego, co potwierdził wspomniany projekt ESCAPE [14].

Tlenki azotu (NO_x) również w sposób negatywny wpływają na zdrowie. Wyjaśnienia wymaga określenie NO_x , które ma charakter praktyczny, ponieważ w warunkach środowiskowych nie ma możliwości określenia wpływu na organizm człowieka jednego spośród tlenków azotu, które charakteryzują się dużą reaktywnością. Źródłami NO_x w aglomeracjach miejskich są procesy spalania przebiegające w bardzo wysokich temperaturach charakterystycznych m.in. dla silników spalinowych.

Tlenek azotu oddziałuje na organizm człowieka również przy jego niewielkiej koncentracji w powietrzu atmosferycznym, jest wytwarzany endogennie jako ważny związek sygnałowy. Obecność stanu zapalnego i następczego nacieku zapalnego, który może być spowodowany m.in. przez wcześniej omawiany pył zawieszony prowadzi do nasilonej endogennej produkcji tlenu azotu [5]. Następuje zwiększenie poziomu wydychanego tlenu azotu (FeNO), co jest stanem charakterystycznym dla astmy [15]. W takiej sytuacji dodatkowe narażenie na tlenki azotu pochodzące ze źródeł antropogenicznych nasila ich właściwości prooksydacyjne, jednocześnie nasilając stan zapalny w obrębie dróg oddechowych. Prowadzi to w obrębie dróg oddechowych i pęcherzyków płucnych do wzrostu przepuszczalności naczyń włosowatych, zwiększonego wydzielania śluzu, uszkodzenia i złuszczenia

komórek nabłonka oskrzeli, upośledzenia właściwości surfaktantu. Przy ciągłym chronicznym narażeniu obserwuje się dodatkowo łagodny stan zapalny błony śluzowej tchawicy i oskrzeli. Mogą również wystąpić owrzodzenia w obrębie jamy nosowej i ustnej oraz podrażnienie spojówek [15, 16]. Ich ponadnormatywna koncentracja prowadzi do częstszego występowania zaostrzeń objawów astmy [17].

Mechanizm oddziaływania pyłu zawieszonego jako i tlenków azotu prowadzi do rozwoju przewlekłego stanu zapalnego w obrębie dróg oddechowych, który staje się źródłem mediatorów prozapalnych dla całego organizmu. W perspektywie wielu lat może to doprowadzić do skrócenia długości życia, z powodu akceleracji rozwoju groźnych chorób głównie w obrębie układu oddechowego jako i krążenia. Aktualna redukcja oczekiwanej długości życia dla mieszkańców Europy z powodu zanieczyszczeń powietrza wynosi średnio 9 miesięcy [18].

TRANSPORT DROGOWY – GŁÓWNE ŹRÓDŁO EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ WE WROCŁAWIU

Dane jakie podaje serwis korkowo.pl wyraźnie pokazują, że Wrocław jest jednym z „wolniejszych” miast w Polsce, zajmując drugie miejsce pod względem prędkości przejazdu przez miasto, która wynosi 36 km/h [19]. Wynika to z dużej koncentracji ilości samochodów osobowych jako i pojazdów transportowych. Pomimo znacznych inwestycji na rzecz rozbudowy dróg tranzytowych, jaką było m.in. wybudowanie autostradowej obwodnicy Wrocławia, tylko nieznacznie przyspieszyło to prędkość przejazdu i rozładowało korki uliczne. Jest to niewątpliwie spowodowane ciągłym napływaniem ludzi do miasta z różnych rejonów Polski jak i Europy, co jednocześnie pociąga za sobą wzrost liczby samochodów oraz coraz popularniejszych motocykli (tab. I).

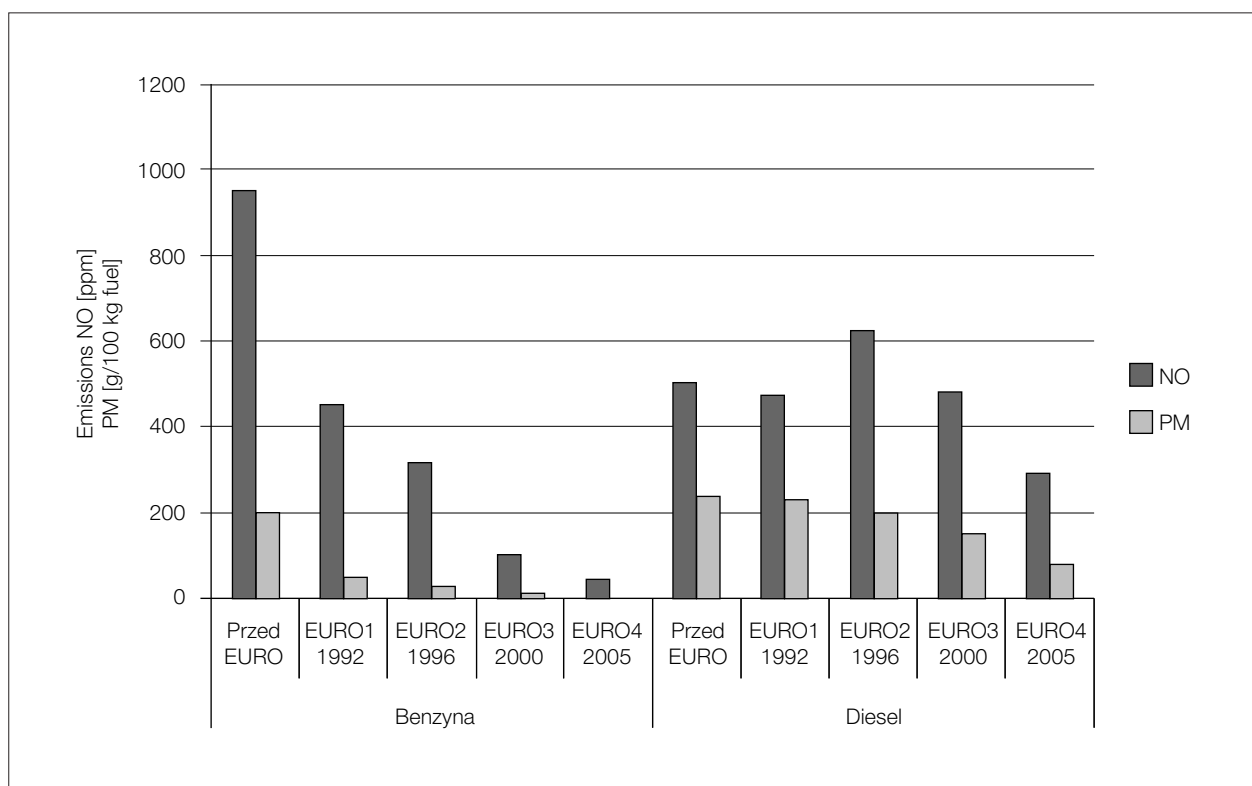
Tabela I. Zestawienie liczby zarejestrowanych samochodów osobowych i motocykli we Wrocławiu latach 2000–2011. Opracowano na podstawie danych z Głównego Urzędu Statystycznego (GUS)

Table I. Comparison of the number of registered cars and motorcycles in Wrocław, years 2000–2011. Data from statistical studies of Główny Urząd Statystyczny (GUS)

	2000	2005	2010	2011
Samochody osobowe	213 736	240 134	314 061	331 292
Motocykle	6 487	7 110	10 557	11 524

Niewątpliwie ten wyraźny wzrost ilości zarejestrowanych pojazdów świadczy o bogaceniu się społeczeństwa, co powinno być pozytywną informacją. Jednak przy głębszej analizie sytuacji można zauważyć pewne niepokojące trendy. A mianowicie chęć posiadania samochodu doprowadziła do kuriozalnej sytuacji, w której na 1000 mieszkańców Wrocławia przypada dwa razy więcej samochodów niż na 1000 berlińczyków [20]. Dodatkowo wiek kupowanych samochodów jest relatywnie wysoki. Samochody starszych roczników posiadają niską normę EURO lub nie posiadają jej wcale. Norma EURO została wprowadzona przez Unię Europejską celem redukcji

emisji zanieczyszczeń powietrza z transportu drogowego. Norma EURO kładzie największy nacisk na poziom emisji pyłu zawieszonego oraz tlenku azotu. Pierwsze samochody spełniające normę EURO1 pojawiły się na drogach Europy w 1992 r. W dalszych latach Unia Europejska wywierała coraz większy nacisk na producentów samochodów, wprowadzając coraz większe restrykcje na poziomie emisji PM i NO z samochodów osobowych i tak powstawały kolejne normy EURO [21]. Wielkości emisji pyłu zawieszonego i tlenku azotu w zależności od posiadanej normy EURO przez samochody osobowe pokazuje rycina 1.

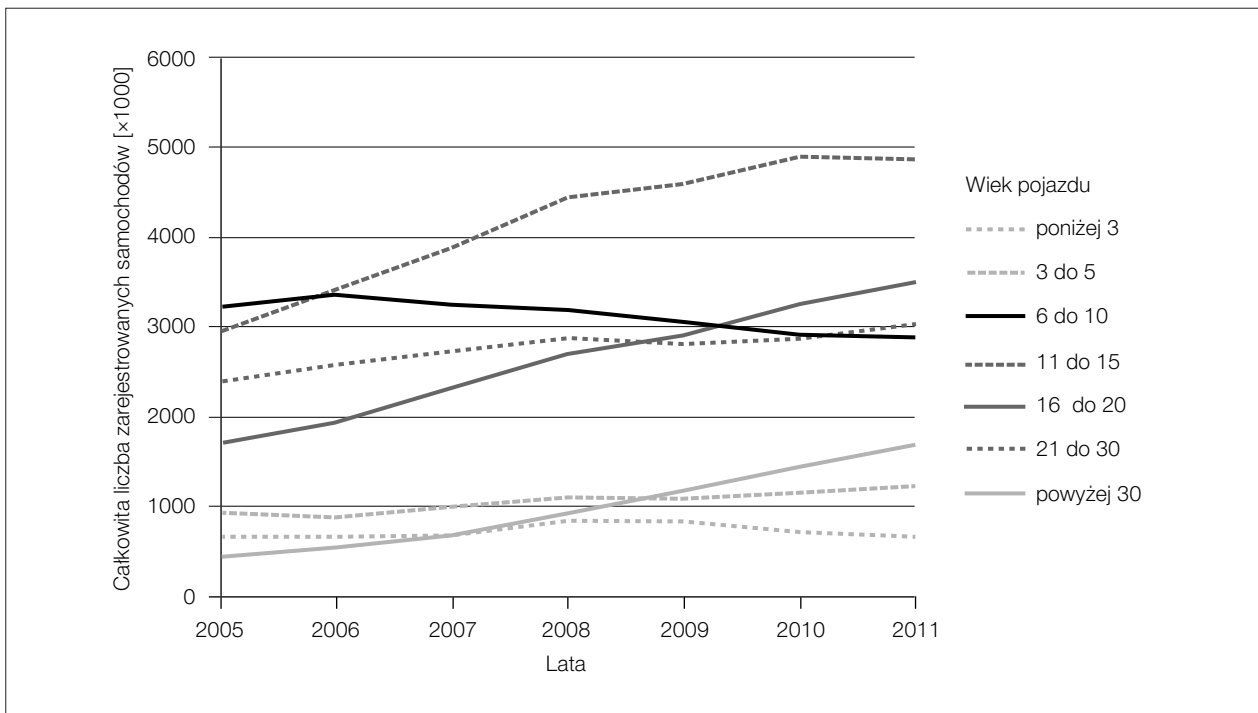


Ryc. 1. Wielkość emisji pyłu zawieszonego (PM) oraz tlenku azotu (NO) przed i po wprowadzeniu kolejnych norm EURO. Opracowano na podstawie dyrektyw UE: 91/441/EC, 94/12/EC, 98/69/EC, 98/69/EC

Fig. 1. Emissions of particulate matter (PM) and nitrogen oxide (NO) before and after the introduction of EURO standards. Based on the decree of the EU: 91/441/EC, 94/12/EC, 98/69/EC, 98/69/EC

Normy EURO niewątpliwie wydają się słusznym rozwiązaniem, jeżeli obywatele wymieniają samochody na nowe, a nie na używane często ze znacznym przebiegiem. Jeżeli przyjrzeć się strukturze wiekowej rejestrowanych samochodów w Polsce w latach 2005–2011 (ryc. 2), wyraźnie widać, że w 2011 największą liczbę samochodów stanowiły auta spełniające normę EURO2 i niższą. Natomiast najmniejszą liczbę samochodów stanowiły pojazdy nie star-

sze niż 3 lata [22, 23]. Z tego względu, biorąc pod uwagę strukturę zarejestrowanych samochodów, ciężko jest tutaj mówić o bogaceniu się społeczeństwa, a raczej o zwykłej chęci, bądź konieczności posiadania jakiegokolwiek auta, co przy ich łatwej dostępności i stosunkowo niskich cenach doprowadziło do aktualnej sytuacji na ulicach wielu polskich miast.

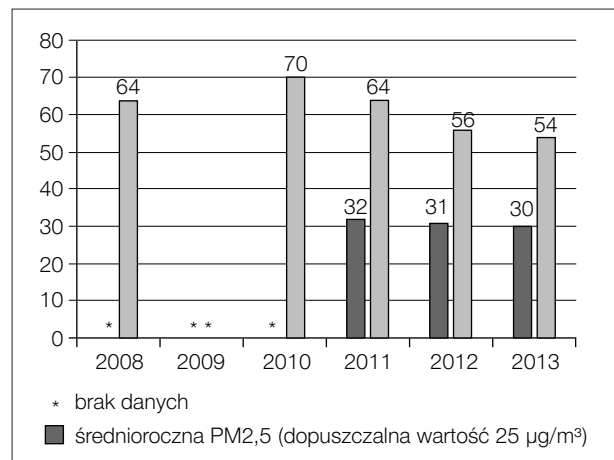


Ryc. 2. Struktura wiekowa całkowitej liczby zarejestrowanych samochodów w Polsce w latach 2005-2011. Opracowanie własne na podstawie [22, 23]

Fig. 2. The age structure of the total number of registered cars in Poland in the years 2005-2011. Own elaboration on the basis of [22, 23]

Liczba samochodów oraz ich wiek ma bezpośrednio przełożenie na jakość powietrza. Z analizy danych dostarczonych przez WIOŚ we Wrocławiu dla stacji pomiarowej zlokalizowanej przy ul. Wiśniowej, określanej „stacją drogową” wyraźnie widać (ryc. 3), że w latach 2008–2013 nie były zachowane średnioroczne dopuszczalne stężenia NO_2 , a w latach 2011–2013 również wartości $\text{PM}_{2,5}$. Z tego względu można podejrzewać, że zanieczyszczenia powietrza emitowane przez transport drogowy mają znaczący wpływ na zdrowie mieszkańców oraz na występowanie nagłych stanów zdrowotnych pochodzenia krążeniowego oraz oddechowego, co zostało omówione na wstępie pracy. Transport drogowy przez jednoczesną emisję pyłu zawieszonego oraz tlenków azotu (nie wspominając o silnie rakotwórczym benzenie i hałasie) jest szczególnie niekorzystnym i uciążliwym emitentem.

Jak wynika z ryc. 3, w 2009 roku stacja pomiarowa nie funkcjonowała, a pomiary $\text{PM}_{2,5}$ są wykonywane od roku 2011. Z tego względu nie pozwala to na w pełni satysfakcjonującą analizę sześciolletniego okresu. Pociuszający jest fakt stopniowego obniżania się średniorocznej koncentracji NO_2 .

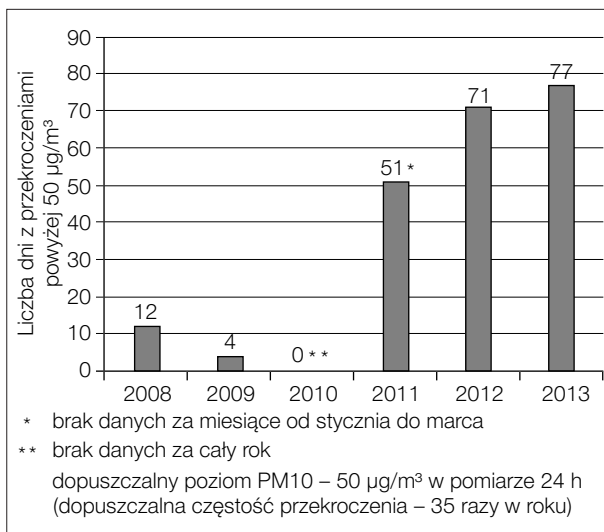


Ryc. 3. Średnie roczne wartości pyłu zawieszonego ($\text{PM}_{2,5}$) oraz dwutlenku azotu (NO_2) we Wrocławiu, stacja pomiarowa ul. Wiśniowa. Dane za lata 2008-2013 dla NO_2 oraz dane dla $\text{PM}_{2,5}$ za lata 2011-2013. Opracowano na podstawie danych z WIOŚ Wrocław

Fig. 3. Annual mean values of particulate matter ($\text{PM}_{2,5}$) and nitrogen dioxide (NO_2) in Wrocław. Wrocław monitoring station at Wiśniowa street. Data for NO_2 between 2008 and 2013 and data for $\text{PM}_{2,5}$ between 2011 and 2013. Based on data from District Inspection for Environmental Protection in Wrocław

INNE ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA WE WROCŁAWIU

We Wrocławiu i okolicach występują dwa zakłady energetyczne napędzane węglem kamiennym. Jeden z zakładów energetycznych jest zlokalizowany w centrum miasta przy ul. Łowieckiej, drugi znajduje się 12 kilometrów od centrum Wrocławia w miejscowości Siechnice. Oba te zakłady funkcjonują w trybie kogeneracji, wytwarzając energię elektryczną i ciepłą. Ze względu na wysokość emiterów (znacznie powyżej 100 m wysokości) oraz konieczność spełniania przez elektrociepłownie unijnych norm emisji ich udział w zanieczyszczaniu powietrza Wrocławia wydaje się marginalny. We Wrocławiu nie występują przekroczenia dopuszczalnego stężenia dwutlenku siarki (SO_2), występują natomiast dni w których przekroczone jest dopuszczalne stężenia pyłu zawieszonego PM_{10} (ryc. 4.)

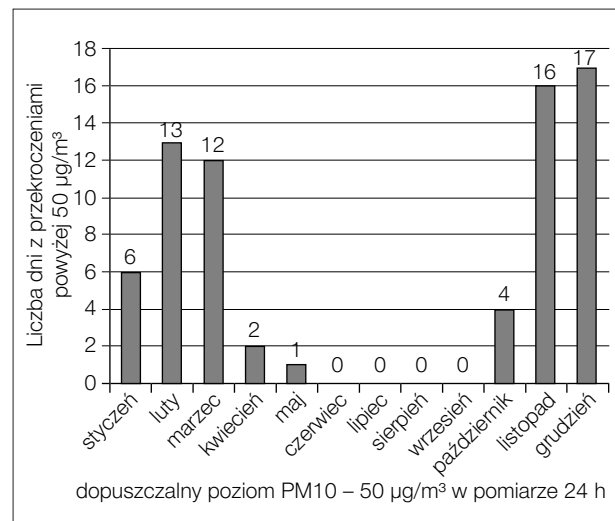


Ryc. 4. Liczba dni z przekroczeniami dopuszczalnego stężenia PM_{10} powyżej 50 µg/m³ w pomiarze 24 godzinowym, w latach 2008-2013, stacja pomiarowa Wrocław ul. Wybrzeże Konrada Korzeniowskiego. Opracowana na podstawie danych z WIOŚ Wrocław

Fig. 4. Number of days exceeding intervention values of PM_{10} above 50 µg/m³ in 24 hours measurement by monitoring station located at Wybrzeże Konrada Korzeniowskiego street in the years 2008-2013. Based on data from District Inspection for Environmental Protection in Wrocław

W powyższych danych bardzo niepokojący jest fakt wyraźnego wzrostu liczba dni z przekroczeniami PM_{10} powyżej 50 µg/m³, który nastąpił na przestrzeni od 2008 do 2013. Przyczyna tak znaczącego wzrostu jest trudna do wyjaśnienia. W ostatnich latach we Wrocławiu nie przybyło po-

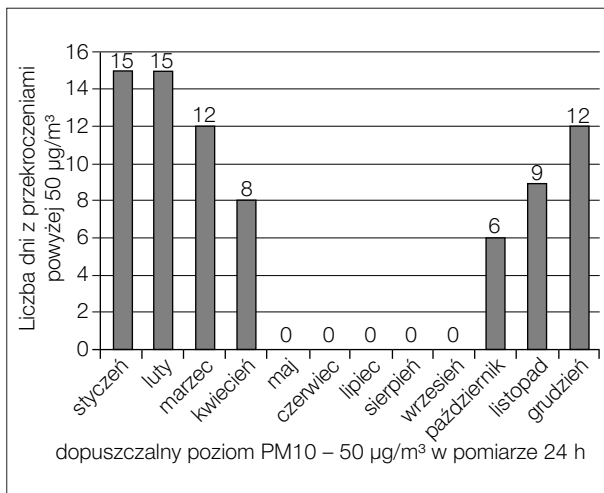
tencjalnych dużych źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza. Wyjaśnienie tej kwestii okazało się dużo bardziej prozaiczne. Z informacji dostarczonych przez WIOŚ Wrocław, wynika, że do roku 2010 stacje pomiarowe były obsługiwane przez Wojewódzką Stację Sanitarно-Epidemiologiczną we Wrocławiu (WSSE we Wrocławiu), która stosowała odmienny sposób pomiarów od WIOŚ. Od roku 2011 stacja jest obsługiwana przez WIOŚ Wrocław, a od roku 2012 dostarcza kompletne dane. Z tego też względu w powyższym zestawieniu (ryc. 4) wyraźnie odznaczają się lata 2012 i 2013. Na rycinie 5 i 6 przedstawiono zestawienie liczby dni z przekroczeniami dopuszczalnego stężenia PM_{10} w rozbiciu na poszczególne miesiące w roku 2012 oraz 2013.



Ryc. 5. Liczba dni z przekroczeniami PM_{10} powyżej 50 µg/m³ w pomiarze 24h, w roku 2012 w rozbiciu na miesiące – stacja pomiarowa ul. Korzeniowskiego. Opracowano na podstawie danych z WIOŚ Wrocław

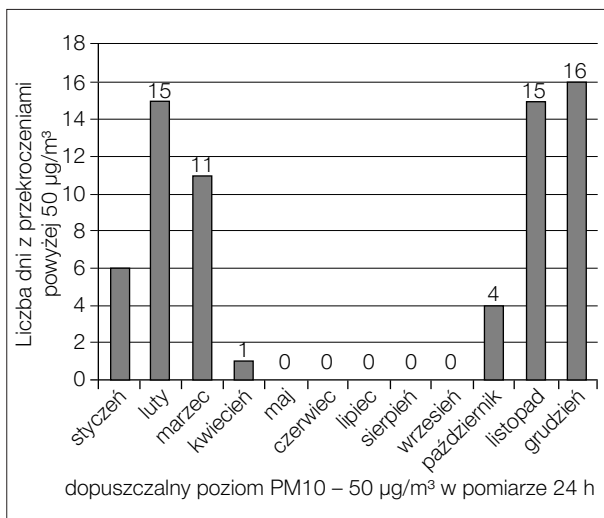
Fig. 5. Number of days exceeding PM_{10} above 50 µg/m³ in 24 hours monitoring, in 2012 by months – monitoring station Korzeniowskiego street. Based on data from District Inspection for Environmental Protection in Wrocław

Z powyższych zestawień wyraźnie wynika, że przekroczenia dopuszczalnego poziomu PM_{10} w pomiarze 24h są związane z okresem grzewczym tj. jesienno-zimowym. Stacja pomiarowa na ul. Korzeniowskiego we Wrocławiu zlokalizowana jest w okolicach gęsto zabudowanego śródmieścia zamieszkałego głównie przez osoby o niskim statusie społeczno-ekonomicznym. Na tej podstawie można wnioskować, że w przypadku tej stacji pomiarowej jak i rejonu miasta, bardzo istotny udział ma emisja niska z palenisk domowych.



Ryc. 6. Liczba dni z przekroczeniami PM10 powyżej 50 µg/m³ w pomiarze 24h, w roku 2013 w rozbiściu na miesiące – stacja pomiarowa ul. Korzeniowskiego. Opracowano na podstawie danych z WIOŚ Wrocław

Fig. 6. Number of days exceeding PM10 above 50 µg/m³ in 24 hours monitoring, in 2013 by months – monitoring station Korzeniowskiego street. Based on data from District Inspection for Environmental Protection in Wrocław

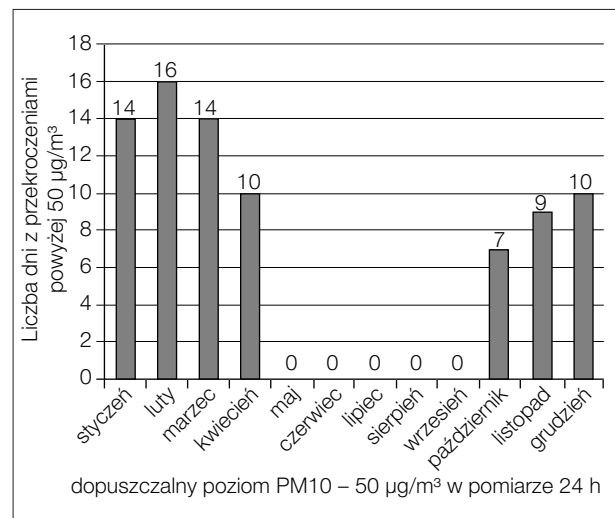


Ryc. 7. Liczba dni z przekroczeniami PM10 powyżej 50 µg/m³ w pomiarze 24h, w roku 2012 w rozbiściu na miesiące – stacja pomiarowa ul. Orzechowa. Opracowano na podstawie danych z WIOŚ Wrocław

Fig. 7. Number of days exceeding PM10 above 50 µg/m³ in 24 hours monitoring, in 2012 by months – monitoring station Orzechowa street. Based on data from District Inspection for Environmental Protection in Wrocław

W bardzo podobny sposób sytuacja kształtuje się na ul. Orzechowej, gdzie również występuje znaczna liczba dni z przekroczeniami PM10 powyżej dopuszczalnej wartości głównie w okresie jesienno-zimowym, co przedstawia rycina 7 i 8 w latach 2012 i 2013. Jednak rodzaj zabudowy w tej części miasta jest zupełnie inny, dominują tutaj wieżowce z wielkiej płyty oraz nowa deweloperska zabudowa, które posiadają przyłączenie do miejskiej elektrociepłowni.

Trudno jest zatem dla ul. Orzechowej określić potencjalne źródło emisji zanieczyszczeń. Biorąc pod uwagę dominujący kierunek wiatru we Wrocławiu (północno-zachodni) oraz położenie względem siebie elektrociepłowni i ul. Orzechowej wraz z dzielącą je odległością ok. 7 km, można podejrzewać, że w tej części miasta to właśnie elektrociepłownia wpływa znacząco na jakość powietrza. Możliwe było przedstawienie jedynie danych za lata 2012 i 2013. W roku 2008 jak i 2009 jakość danych jest bardzo niesatysfakcjonująca, posiadająca znaczne braki pomiarowe, które dyskwalifikują je z analiz. W latach 2010 i 2011 stacja pomiarowa w ogóle nie wykonywała pomiarów.



Ryc. 8. Liczba dni z przekroczeniami PM10 powyżej 50 µg/m³ w pomiarze 24h, w roku 2013 w rozbiściu na miesiące – stacja pomiarowa ul. Orzechowa. Opracowano na podstawie danych z WIOŚ Wrocław

Fig. 8. Number of days exceeding PM10 above 50 µg/m³ in 24 hours monitoring, in 2013 by months – monitoring station Orzechowa street. Based on data from District Inspection for Environmental Protection in Wrocław

PODSUMOWANIE

Jak wynika z powyższej pracy, Wrocław pomimo braku zakładów przemysłowo-produkcyjnych wykazuje znaczne stężenia zanieczyszczeń powietrza. Z opracowań WIOŚ we Wrocławiu można wywnioskować, że głównymi źródłami zanieczyszczeń powietrza są transport drogowy, emisja niska oraz miejska elektrociepłownia [24], co potwierdza nasza analiza. Prawidłowa polityka urbanistyczna oraz inwestycje na rozbudowę sieci dróg tranzytowych i komunikację miejską mogłyby w krótkim czasie przyczynić się do zredukowania poziomu zanieczyszczeń powietrza. Ważnym priorytetem dla miasta powinna być redukcja palenisk domowych, co może zostać zrealizowane przez podłączanie kolejnych budynków do miejskiego węzła ciepłowniczego na preferencyjnych warunkach cenowych. Jest to zadanie złożone wymagające konsultacji i akceptacji lokatorów na zaproponowane rozwiązania. Miejska elektrociepłownia podejmuje kroki pod postacią wprowadzania biomasy, budowy systemu oczyszczania spalin oraz inwestycji w nowy wyższy komin. Aktualna koncentracja zanieczyszczeń powietrza we Wrocławiu wymaga uzupełniania o dane dotyczące ich wpływu na zdrowie mieszkańców, co jest kierunkiem naszych dalszych badań.

PIŚMIENNICTWO

- Dubicki A., Dubicka M., Szymanowski M.: Klimat Wrocławia., w: Środowisko Wrocławia – Informator 2002, Dolnośląska Fundacja Ekorozwoju, Wrocław, 9-25.
- <http://www.respire-asso.org/>
- Środowisko Wrocławia. Praca zbiorowa pod kierownictwem Lewicki Z. Wrocław 2010.
- Every breath we take. Improving air quality in Europe. European Environment Agency, w: Singals 2013. Luxembourg 2013.
- Li N., Xia T., Nel A.E.: The Role of Oxidative Stress in Ambient Particulate Matter induced Lung Diseases and Its Implications in the Toxicity of Engineered Nanoparticles. *Free Radic Biol Med.* 2008; 44(9): 1689-1699.
- Sapkota A., Zaridze D., Szeszenia-Dabrowska N. et al.: Indoor air pollution from solid fuels and risk of upper aerodigestive tract cancers in Central and Eastern Europe. *Env Research.* 2013; 120: 90-95.
- International Agency for Research on Cancer: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths. Lyon/Geneva 2013.
- Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami: Raport. Krajowy Bilans Emisji SO₂, NO_x, CO, NMLZO, NH₃, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2009-2010 w układzie klasyfikacji SNAP i NFR.
- Peng R.D., Bell M.L., Geyh A.S. et al.: Emergency Admissions for Cardiovascular and Respiratory Diseases and the Chemical Composition of Fine Particle Air Pollution. *Environ Health Perspect.* 2009; 117(6): 957-963.
- Atkinson R.W., Anderson H.R., Sunyer J. et al.: Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions. Results from APHEA 2 Project. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001; 164: 1860-1866.
- Mannino D.M., Homa D.M., Akinbami L.J.: Chronic Obstructive Pulmonary Disease Surveillance. *Surveillance Summaries.* CDC 2002.
- Jędrzychowski W., Perera F.P., Spengler J.D.: Intrauterine exposure to fine particulate matter as a risk factor for increased susceptibility to acute broncho-pulmonary infections in early childhood. *Int J Hyg Envir Heal.* 2013; 216(4): 395-401.
- Beelen R., Raaschou-Nielsen O., Stafoggia M.: Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project. *The Lancet.* 2014; 383(9919): 785-795.
- Brook R.D., Rajagopalan S., Pope III A.C.: Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease: An Update to the Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation.* 2010; 121: 2331-2378.
- Barnes JP.: Nitric Oxide and Airway Disease. *Ann Med.* 1995; 27(3): 389-393.
- Seńczuk W.: Niemetale i ich połączenia nieorganiczne, w: Seńczuk W.: Toksykologia. Wydanie IV. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Warszawa 2002.
- Fusco D., Forastiere F., Michelozzi P. et al.: Air pollution and hospital admissions for respiratory conditions in Rome, Italy. *Eur Respir J* 2001; 17: 1143-1150.
- International Institute for Applied Systems Analysis IIASA: The Final Policy Scenarios of the EU Clean Air Policy Package. Editor Markus Amann 2014.
- www.korkowo.pl [dostęp z dnia: 15.10.2014].
- Informacja o wynikach kontroli działań podejmowanych na rzecz usprawnienia systemu transportowego w największych miastach w Polsce. Najwyższa Izba Kontroli. Warszawa 2010.
- Rhys-Tyler G.A., Legassick W., Bell M.C.: The significance of vehicle emissions standards for levels of exhaustpollution from light vehicles in an urban area, *Atmospheric Environment* 2011; 45: 3286-3293.
- Transport drogowy w Polsce w latach 2005-2009, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2011.
- Transport drogowy w Polsce w latach 2010-2011, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2013.
- Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2012 roku. Inspekcja Ochrony Środowiska. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Wrocław 2012.

Adres do korespondencji:

Jakub Krzeszowiak
Katedra i Zakład Higieny
Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu
ul. Mikulicza Radeckiego 7
50-435 Wrocław
e-mail: jkrzeszowiak@wp.pl