

# Czym oddychamy w samochodzie?

Opracowanie prezentujące wyniki badań poziomu zanieczyszczenia powietrza we wnętrzu wybranych modeli używanych samochodów i potencjalny wpływ na zdrowie osób korzystających z nich na co dzień.



**Dominika Mucha**  
Warszawa 2020

Badania oraz opracowanie raportu były finansowane ze środków Europejskiej Fundacji Klimatycznej (European Climate Foundation) w ramach realizacji projektu „Wzmocnienie narzędzi prawnych ograniczających zanieczyszczenie spowodowane transportem w Polsce”.



---

Niniejsze opracowanie zostało przygotowane  
dla Polskiego Klubu Ekologicznego Okręgu Mazowieckiego  
Autor: Dominika Mucha  
Skład i opracowanie graficzne: studiochaotyczne.com  
© Copyright by Polski Klub Ekologiczny  
Okręg Mazowiecki, Warszawa, 2020

# SPIS TREŚCI

Wstęp.....	4
Metodyka badań.....	6
Prezentacja i podsumowanie badań.....	8
a. Tak zwana „stała trasa” .....	8
b. Różne trasy.....	13
Podsumowanie .....	19

# WSTĘP

Samochód jest powszechnie używanym środkiem transportu. Z badania ruchu w Warszawie (2015 rok) wynika, że ponad 38% podróży przebiega autem. Wyższy wynik uzyskała komunikacja miejska [56,9%]<sup>1</sup>, która w stolicy jest na wysokim poziomie. O popularności posiadania własnych pojazdów świadczy rosnący z roku na rok wskaźnik motoryzacyjny. Z danych GUS za 2018 rok wynika, że w Warszawie jest 749,7 pojazdów na 1000 mieszkańców (715,1 w 2017 roku). Dla Polski ta wartość wynosiła dwa lata temu 610,0 (585,5 w 2017 roku)<sup>2</sup>. Tak duża liczba samochodów w miastach wpływa na przepustowość ulic oraz powstawanie kongestii komunikacyjnych, które z kolei powodują wydłużenie czasu spędzanego przez użytkowników w pojazdach.

Dostępne są różne dane szacunkowe dotyczące czasu spędzanego w samochodzie. Oczywiście jest to kwestia bardzo indywidualna i zależna od tego, czy auto jest wykorzystywane do pracy, jak daleko przemieszczamy się np. z domu do pracy czy na zakupy. Badanie przeprowadzone w kwietniu 2019 roku przez Instytut Badań Rynkowych i Społecznych IBRIS na zlecenie Santander Consumer Banku pokazuje, że najwięcej kierowców (37,5%) deklaruje korzystanie z samochodu od trzydziestu minut do godziny dziennie. Ponad dwie godziny w aucie spędza 19,7% ankietowanych. Zdecydowana większość kierowców używa samochodu każdego dnia (68,9%). W kontekście głównych celów podróżowania autem ankietowani wymienili: dojazd do pracy (37,2%), załatwianie codziennych spraw (33,6%), jako narzędzie w pracy (11,6%)<sup>3</sup>.

Jakość powietrza w Polsce należy do najniższych wśród państw UE. Według raportu „Air quality in Europe – 2019 report” pod względem najwyższych stężeń zanieczyszczeń w UE Polska zajmuje: 19. miejsce w zakresie stężeń  $\text{NO}_2$ , 2. miejsce w zakresie stężeń pyłów  $\text{PM}_{10}$ , 1. miejsce w zakresie stężeń pyłów  $\text{PM}_{2,5}$ , 1. miejsce w zakresie stężeń BaP<sup>4</sup>. Autorzy tego raportu szacują, że w wyniku ekspozycji na zanieczyszczone powietrze w Polsce przedwcześnie umiera: 43 100 osób z powodu podwyższonych stężeń pyłu zawieszonego  $\text{PM}_{2,5}$  i 1500 osób z powodu podwyższonych stężeń  $\text{NO}_2$ . W Polsce głównym źródłem emisji zanieczyszczeń do powietrza jest sektor komunalno-bytowy: 41,39% emisji  $\text{PM}_{10}$ , 44,06% emisji  $\text{PM}_{2,5}$ , 59,81% emisji CO i 85% emisji wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Kolejnym znaczącym źródłem emisji jest transport drogowy. Odpowiada on za 37,64% emisji tlenków azotu ( $\text{NO}_x$ ), 22,49% emisji CO, 7,41% emisji  $\text{PM}_{10}$  i 9,87% emisji  $\text{PM}_{2,5}$ <sup>5</sup>. Są to dane krajowe i mogą się różnić lokalnie w zależności od struktury zabudowy, natężenia ruchu samochodów czy obecności zakładów przemysłowych.

Emisyjność samochodów w Polsce bierze się głównie z bardzo wysokiego średniego wieku aut. Z danych GUS wynika, że w naszym kraju jest zarejestrowanych ponad 27 milionów pojazdów, z czego ok. 80% jest starsza niż 10 lat (<EURO4), 57% – niż 15 lat (<EURO3), a 37% ma więcej niż 20 lat (<EURO2). To oznacza, że większość samochodów jeżdżących w Polsce nie spełnia współczesnych norm emisyjnych.

1 Warszawskie Badanie Ruchu 2015, <http://transport.um.warszawa.pl/wbr-2015> [dostęp: 15.05.2020].

2 Bank Danych Lokalnych, Główny Urząd Statystyczny.

3 Polaków portfel własny: w drodze. Raport Santander Consumer Bank, [https://www.santanderconsumer.pl/gfx/santander/userfiles/\\_public/kredyty\\_samochodowe/dokumenty/raportpolakowportfelwlasnywdrodze.pdf](https://www.santanderconsumer.pl/gfx/santander/userfiles/_public/kredyty_samochodowe/dokumenty/raportpolakowportfelwlasnywdrodze.pdf) [dostęp: 20.05.2020].

4 Air quality in Europe – 2019 report, EEA Report No 10/2019, <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019> [dostęp: 20.05.2020].

5 Dane z 2018 roku według EEA (Air pollutant emissions data viewer), <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/air-pollutant-emissions-data-viewer-3> [dostęp: 31.08.2020].

Efekt tej sytuacji pokazały m.in. badania Polskiego Alarmu Smogowego z końca 2019 roku. Wyniki pomiarów świadczą o tym, że przy normalnym natężeniu ruchu samochodowego w niemal każdym punkcie Krakowa i Warszawy poziomy dopuszczalne stężenia dwutlenku azotu (NO<sub>2</sub>) są przekroczone. Polski Alarm Smogowy zmierzył stężenia dwutlenku azotu w Krakowie (91 lokalizacji) i Warszawie (121 lokalizacji). Były to pierwsze pomiary tego typu przeprowadzone na taką skalę w Polsce. W stolicy w 70 proc. punktów pomiarowych odnotowano przekroczenie dopuszczalnych stężeń, w Krakowie – w 80 proc. z nich (szczegółowe wyniki obrazują załączone grafiki). W najgorszych punktach stężenia sięgały 200% rocznych poziomów dopuszczalnych<sup>6</sup>.

Jak już wcześniej zauważono, zanieczyszczenia powietrza są czynnikiem ryzyka decydującym o przedwczesnych zgonach i życiu w warunkach niepełnosprawności (choroby układu oddechowego, choroby układu sercowo-naczyniowego, cukrzyca i choroby nerek, infekcje dróg oddechowych)<sup>7</sup>. Mimo opinii części kierowców, jakoby przebywając w aucie nie byli narażeni na zanieczyszczone powietrze z zewnątrz, rzeczywistość jest inna i wszyscy powinni mieć tego świadomość. Autorzy artykułu przeglądowego dotyczącego jakości powietrza wewnątrz samochodów przedstawiają wyniki badań dotyczące pomiarów różnych zanieczyszczeń powietrza i ich stężeń w pojazdach (m.in. pyły zawieszone, lotne związki organiczne, tlenek węgla, bakterie, grzyby).

Podkreślają, że na jakość powietrza wewnątrz auta wpływa wiele czynników, np. otwieranie okien, poprawne użytkowanie klimatyzacji, jakość i częstość wymieniania filtrów oraz oczywiście jakość powietrza na zewnątrz auta będąca sumą stężeń z tzw. tła (średnia stężeń zanieczyszczeń w regionie/mieście) oraz chwilowych podwyższonych stężeń wynikających z dodatkowej emisji (np. korek, światła, wysokoemisyjny pojazd obok). Badacze wskazują również na przewagę liczby badań dotyczących jakości powietrza na zewnątrz (outdoor) i są przekonani, że istnieje konieczność dalszych badań jakości powietrza wewnątrz pojazdów (indoor)<sup>8</sup>.

6 Pomiary stężeń dwutlenku azotu za pomocą próbników pasywnych na terenie Krakowa i Warszawy, Polski Alarm Smogowy, Krakowski Alarm Smogowy, Warszawa bez Smogu, <https://polskialarmsmogowy.pl/files/artykuly/2288.pdf> [dostęp: 20.05.2020].

7 Global Burden of Disease 2017, Institute for Health Metrics and Evaluation, University of Washington, 2019.

8 Indoor Air Pollution in Cars: An Update on Novel Insights, N. Zulauf, J. Dröge, D. Klingelhöfer, M. Braun, G. M. Oremek, D. A. Groneberg, International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019.

# METODYKA BADAŃ

Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki przeprowadził badania jakości powietrza wewnątrz pojazdów. Wyboru samochodów do badań dokonano na podstawie statystyk dla Polski zgodnie z założeniem, aby marki pojazdów i ich wiek im odpowiadały. Zdecydowano się na auta popularne w Warszawie w różnym wieku – zarówno starsze, jak i prawie nowe.

Badania prowadzono z wykorzystaniem dwóch urządzeń SidePak Personal Aerosol Monitor AM510 TSI. Mierzono stężenia pyłu zawieszonego  $PM_{2,5}$  z interwałem minutowym. Trwały one od 27 lutego do 9 marca 2020 roku.

Jednym urządzeniem wykonano 9 pomiarów podczas przejazdów tą samą wybraną trasą (ok. godziny, z dwukrotnym przejazdem obok stacji na al. Niepodległości 227/233 – Królewska, Marszałkowska, Jerozolimskie, Chałubińskiego, Niepodległości, Domaniewska, Wołoska, Boboli, Batorego, Niepodległości, Jana Pawła II, Grzybowska, Królewska) różnymi samochodami, w innych godzinach, raczej porannych i popołudniowych. Na tej trasie była obecna osoba towarzysząca w roli obserwatora, która sporządzała oznaczone czasowo notatki (karty obserwacyjne) o zdarzeniach na drodze (mijanie autobusów i pojazdów ciężkich, stanie na skrzyżowaniu lub w korku, odnotowane zostały również pogoda i natężenie ruchu).

Drugim urządzeniem wykonano 14 pomiarów, głównie w jednym samochodzie (10-letni Citroen, diesel), na różnych trasach (w Warszawie, Milanówku i pomiędzy Warszawą i Milanówkiem), w innych warunkach i z innymi ustawieniami (z klimatyzacją, bez niej, przy otwartym oknie). Jeden z tych pomiarów został również wykonany wybraną trasą w Warszawie opisaną powyżej. Podczas tych przejazdów nie zawsze sporządzano notatki, bo nie wszystkie przejazdy były wykonane z obserwatorem.

Na potrzeby badania udostępniono dane o średnich stężeniach godzinowych  $PM_{2,5}$  ze stacji pomiarowej jakości powietrza GIOŚ przy al. Niepodległości 227/233 (stacja komunikacyjna)<sup>9</sup>. W analizach uwzględniono średnie wyniki z tej stacji jako tło komunikacyjne w centrum Warszawy. Dodatkowo na wykresach (Wykresy 1–10) zaznaczono przejazdy w pobliżu samej stacji pomiarowej w celu bardziej dokładnego przybliżenia wartości średniej stężenia godzinowego  $PM_{2,5}$  dla danego momentu przejazdu.

Poniżej znajduje się podsumowanie zebranych zestawów danych z badań (Tabele 1 i 2).

**Łącznie przejazdy zajęły 18 godzin, najkrótszy trwał 13 minut, a najdłuższy godzinę i 51 minut. Średni przejazd zajął 43 minuty.**

<sup>9</sup> Dane o stacji dostępne na stronie GIOŚ: [http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/current/station\\_details/info/530](http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/current/station_details/info/530) [dostęp: 31.08.2020].

**Tabela 1. Zestaw przejazdów na tzw. stałej trasie**

Lp.	Data	Dzień tygodnia	Godzina START	Godzina STOP	Czas pomiaru	Auto
1	27.02.2020	czwartek	09:15	10:06	00:51	BMW 318 D –Touring, 2009, diesel
2	27.02.2020	czwartek	10:34	11:19	00:45	Volkswagen Golf, 2004, diesel
3	28.02.2020	piątek	08:56	09:45	00:49	Volkswagen Passat, 2010, diesel, euro 5, 2.0 TDI
4	28.02.2020	piątek	10:21	11:04	00:43	Toyota Corolla, 1997, benzyna
5	02.03.2020	poniedziałek	07:56	08:58	01:02	Opel Corsa C, 2006, diesel
6	02.03.2020	poniedziałek	15:11	15:58	00:47	BMW X3, 2018, diesel (kupiony nowy)
7	04.03.2020	środa	11:26	12:11	00:45	wynajęty samochód Panek – Toyota Yaris, 2019, automat
8	06.03.2020	piątek	08:07	08:55	00:48	Renault Megane Grand Tour 2, ok. 2008, benzyna
9	06.03.2020	piątek	14:28	15:19	00:51	Citroen C5, 10-letni, diesel
10	06.03.2020	piątek	15:24	16:12	00:48	Toyota RAV4, 2017, hybryda

**Tabela 2. Zestaw przejazdów na pozostałych trasach**

Lp.	Data	Dzień tygodnia	Godzina START	Godzina STOP	Czas pomiaru	Auto
1	02.03.2020	poniedziałek	14:26	15:04	00:38	Citroen C5, 10-letni, diesel
2	02.03.2020	poniedziałek	16:18	16:53	00:35	Citroen C5, 10-letni, diesel
3	03.03.2020	wtorek	15:20	16:23	01:03	Citroen C5, 10-letni, diesel
4	03.03.2020	wtorek	20:37	20:50	00:13	Citroen C5, 10-letni, diesel
5	03.03.2020	wtorek	21:45	22:24	00:39	Citroen C5, 10-letni, diesel
6	04.03.2020	środa	15:21	17:12	01:51	Citroen C5, 10-letni, diesel
7	05.03.2020	czwartek	10:17	10:59	00:42	Citroen C5, 10-letni, diesel
8	05.03.2020	czwartek	15:31	16:40	01:09	Citroen C5, 10-letni, diesel
9	06.03.2020	piątek	13:28	14:26	00:58	Citroen C5, 10-letni, diesel
10	08.03.2020	niedziela	16:53	17:08	00:15	Renault Scenic, 2006, benzyna
11	08.03.2020	niedziela	17:09	17:27	00:18	Renault Scenic, 2006, benzyna
12	08.03.2020	niedziela	17:34	17:51	00:17	Citroen C5, 10-letni, diesel
13	08.03.2020	niedziela	17:54	18:09	00:15	Citroen C5, 10-letni, diesel
14	08.03.2020	niedziela	18:11	18:27	00:16	Citroen C5, 10-letni, diesel
15	09.03.2020	poniedziałek	10:05	10:48	00:43	Citroen C5, 10-letni, diesel

# PREZENTACJA I PODSUMOWANIE BADAŃ

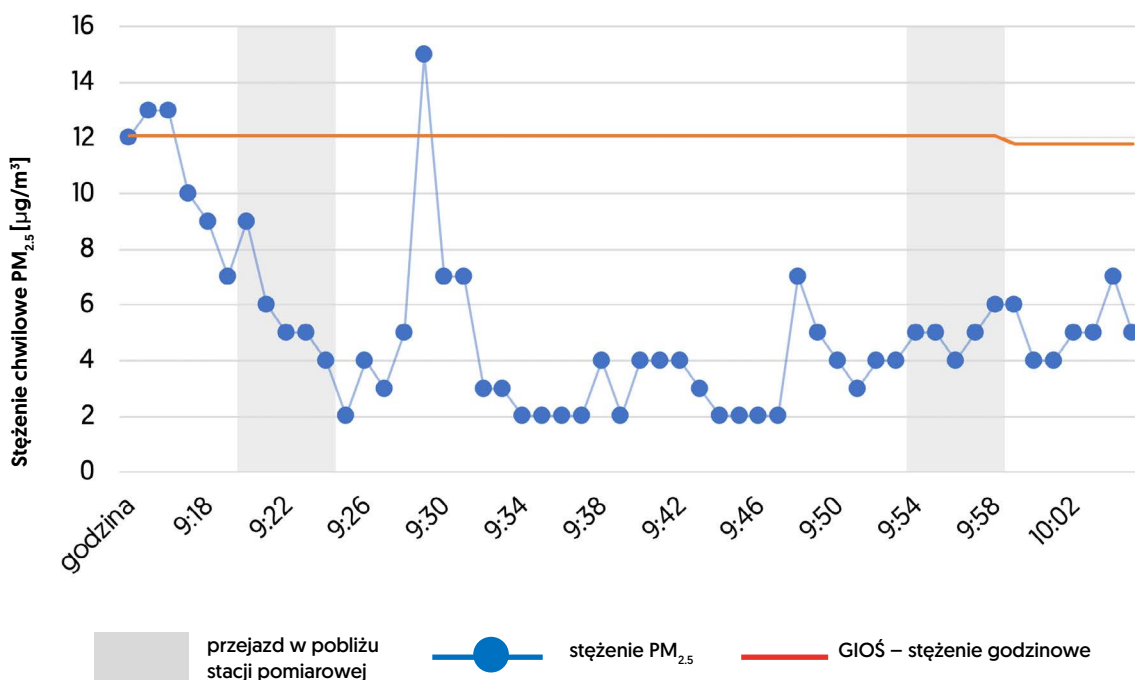
Poniżej znajduje się opis każdego przejazdu wykonanego w ramach badań wraz z analizą oraz graficznym przedstawieniem średnich na wykresie. Jeżeli trasa przejazdu znajdowała się w pobliżu stacji pomiarowej GIOŚ, to na wykresach zostały przedstawione również średnie wartości godzinowe stężeń pyłu  $PM_{2,5}$  w czasie przejazdu.

## A. TAK ZWANA „STAŁA TRASA”

Pierwsza grupa przejazdów odbyła się na tej samej trasie w centrum Warszawy: ul. Królewska, ul. Marszałkowska, al. Jerozolimskie, al. Niepodległości, ul. Domaniewska, ul. Wołoska, ul. Św. A. Boboli, al. Jana Pawła II, ul. Grzybowska.

Pierwszy przejazd miał miejsce 27 lutego po godz. 9 autem BMW 318 D Touring z 2009 roku (diesel) z wyłączoną klimatyzacją, włączonym średnim nawiewem. Na początku padał śnieg i droga była mokra, co mogło mieć wpływ na wtórny unos zanieczyszczeń pyłowych. Średnie stężenie pyłu  $PM_{2,5}$  podczas badania wyniosło  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i jest to bardzo niska wartość. W kilku momentach wartości były wyższe niż odpowiadające średniemu stężeniu na stacji komunikacyjnej GIOŚ. Pierwszy raz był na początku badania i mógł być spowodowany włączeniem się samochodu do ruchu. Drugi raz wynikał z zatoru komunikacyjnego na al. Niepodległości (godz. 9:30).

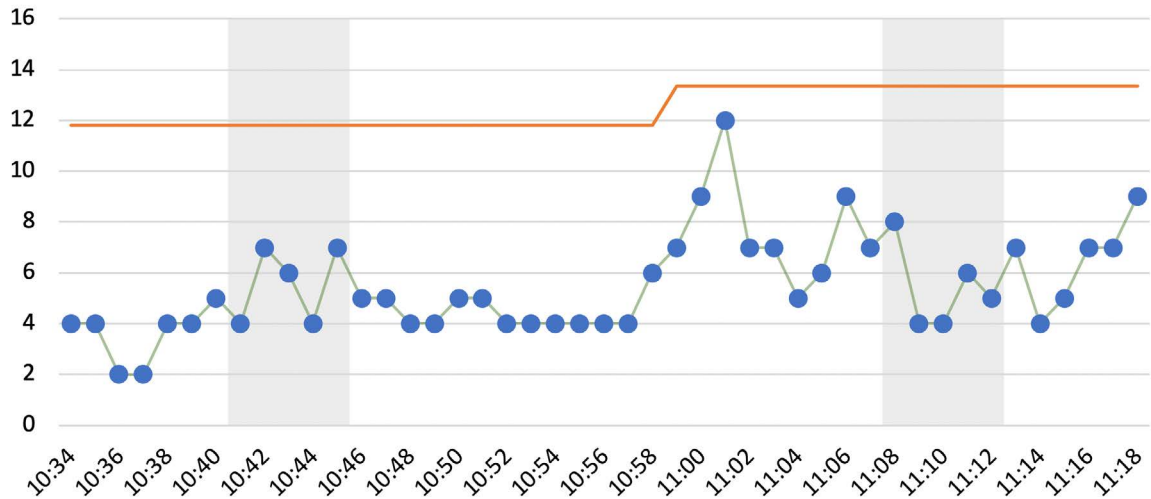
**Wykres 1. Stężenie chwilowe  $PM_{2,5}$  podczas przejazdu autem BMW 318D – Touring (2009) w Warszawie, 27.02.2020 r. (nawiew)**





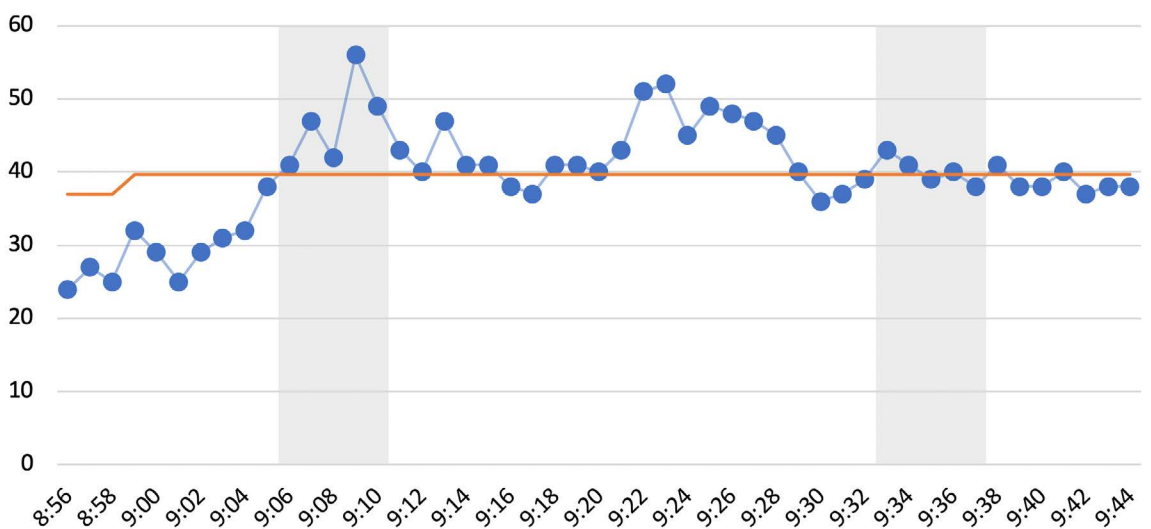
Drugi przejazd odbył się 27 lutego po godz. 10 autem Volkswagen Golf z 2004 roku (diesel, filtr kabinowy zmieniany ok. rok temu) z wyłączoną klimatyzacją, włączonym średnim nawiewem. Padał śnieg. Średnie stężenie pyłu  $PM_{2,5}$  wyniosło  $5,48 \mu g/m^3$  i jest to bardzo niska wartość. Na trasie nie wystąpiły żadne podwyższone chwilowe stężenia pyłu  $PM_{2,5}$  i cały zestaw danych pomiarowych był poniżej średniej, którą odnotowano w tym samym czasie na stacji komunikacyjnej.

**Wykres 2. Stężenie chwilowe  $PM_{2,5}$  podczas przejazdu autem Volkswagen Golf (2004) w Warszawie, 27.02.2020 r. (nawiew)**



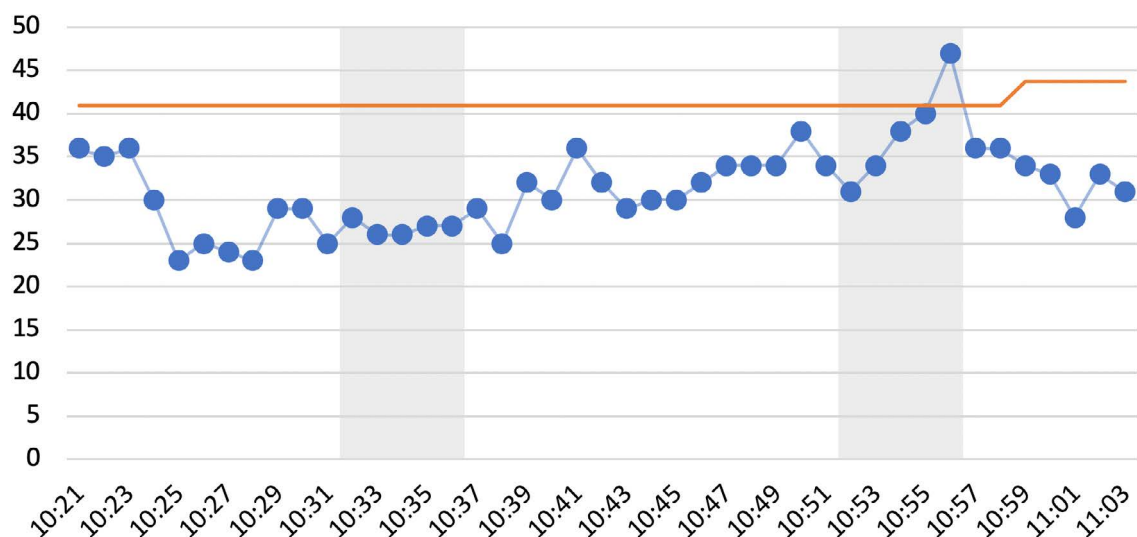
Trzeci przejazd odbył się 28 lutego po godz. 8 autem Volkswagen Passat z 2010 roku (diesel, euro 5, 2.0 TDI, przeglądy raczej bez wymiany filtra) z włączoną klimatyzacją. Było sucho, nie wiał wiatr. Średnie stężenie pyłu  $PM_{2,5}$  wyniosło  $39,22 \mu g/m^3$  i jest to wartość zauważalnie wyższa niż w przypadku pozostałych przejazdów. Ponad połowę czasu mierzone stężenie  $PM_{2,5}$  było wyższe niż średnia, którą odnotowano w tym samym czasie na stacji komunikacyjnej GIOŚ. Od 9:10 do 9:16 auto stało w korku. Potem ruch na ulicach był średni i następowały częste zatrzymania samochodu na światłach. Podczas przejazdu ok. godz. 9:24 wyłączono klimatyzację, jednak nie wpłynęło to na stężenie wewnątrz pojazdu.

**Wykres 3. Stężenie chwilowe  $PM_{2,5}$  podczas przejazdu autem Volkswagen Passat (2010) w Warszawie, 28.02.2020 r. (klimatyzacja)**



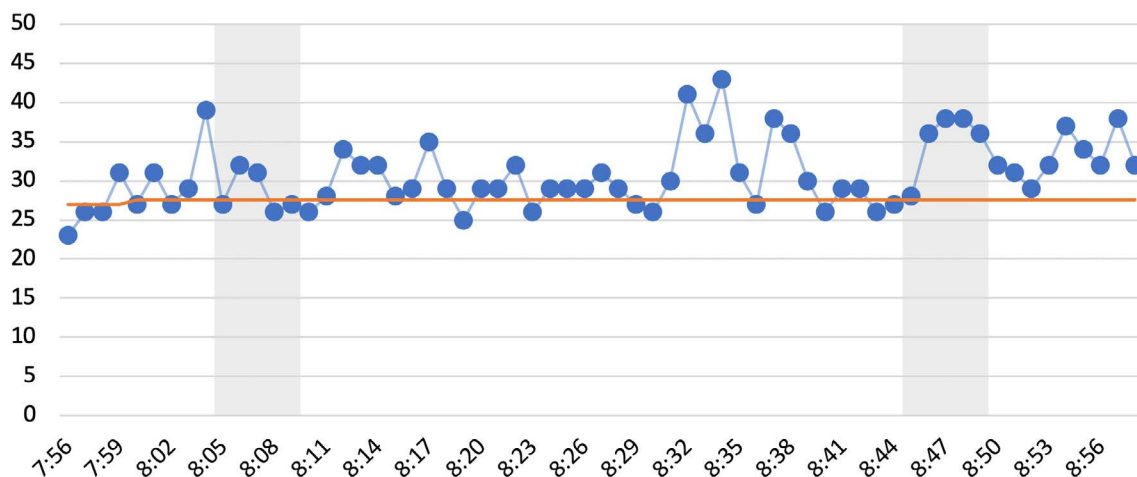
Czwarty przejazd nastąpił 28 lutego po godz. 10 autem Toyota Corolla z 1997 roku (benzyna) bez klimatyzacji, z włączonym nawiewem średnim. Na początku padał śnieg z deszczem. Nie był to opad intensywny i w trakcie przejazdu osłabł, przeszedł w mżawkę, a następnie ustał ok. godz. 10:44. Średnie stężenie pyłu  $PM_{2.5}$  wyniosło  $31,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i jest to jedna z trzech najwyższych wartości w trakcie przejazdów na tzw. stałej trasie. Jedyny moment, kiedy stężenie chwilowe było wyższe niż średnia ze stacji pomiarowej GIOŚ, to przejazd al. Jana Pawła (wiadukt) nad al. Jerozolimskimi (godz. 10:57).

**Wykres 4. Stężenie chwilowe  $PM_{2.5}$  podczas przejazdu autem Toyota Corolla (1997) w Warszawie, 28.02.2020 r. (nawiew)**



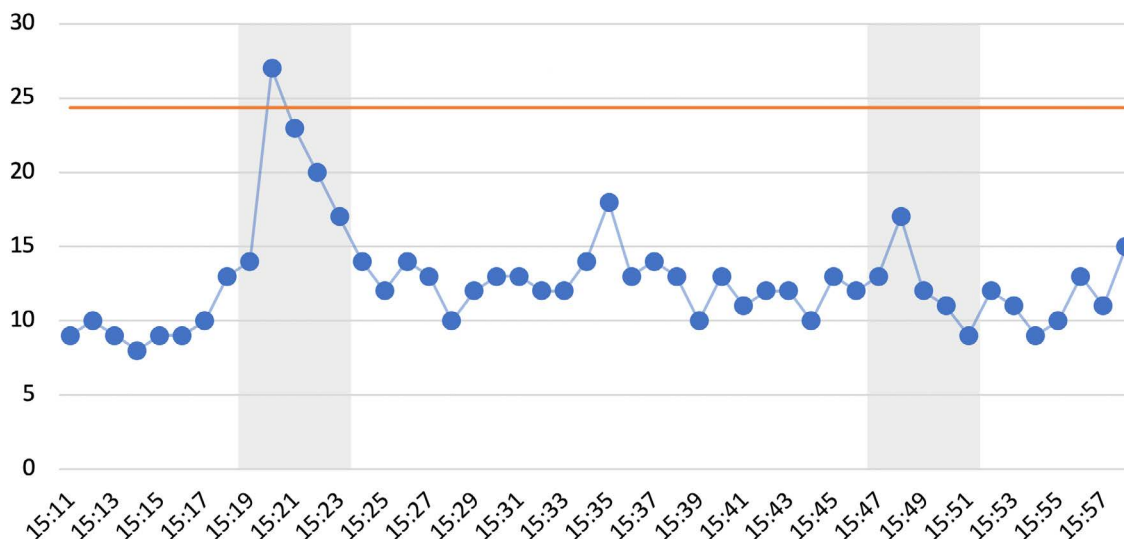
Piąty przejazd odbył się 2 marca po godz. 8 autem Opel Corsa C z 2006 (z wymienionym niedawno filtrem kabinowym) z włączonym średnim nawiewem. Pogoda była pochmurna, bez deszczu, ok. 8 stopni Celsjusza. Średnie stężenie pyłu  $PM_{2.5}$  wyniosło  $30,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i jest to jedna z trzech najwyższych wartości w trakcie przejazdów na tzw. stałej trasie. Przez większą część wartości chwilowe stężenia  $PM_{2.5}$  w pojeździe przekraczały średnie stężenie godzinowe ze stacji pomiarowej GIOŚ. Było to spowodowane dużym natężeniem ruchu samochodowego, w tym korkami oraz częstym zatrzymywaniem się na światłach.

**Wykres 5. Stężenie chwilowe  $PM_{2.5}$  podczas przejazdu autem Opel Corsa C (2006) w Warszawie, 2.03.2020 r. (nawiew)**



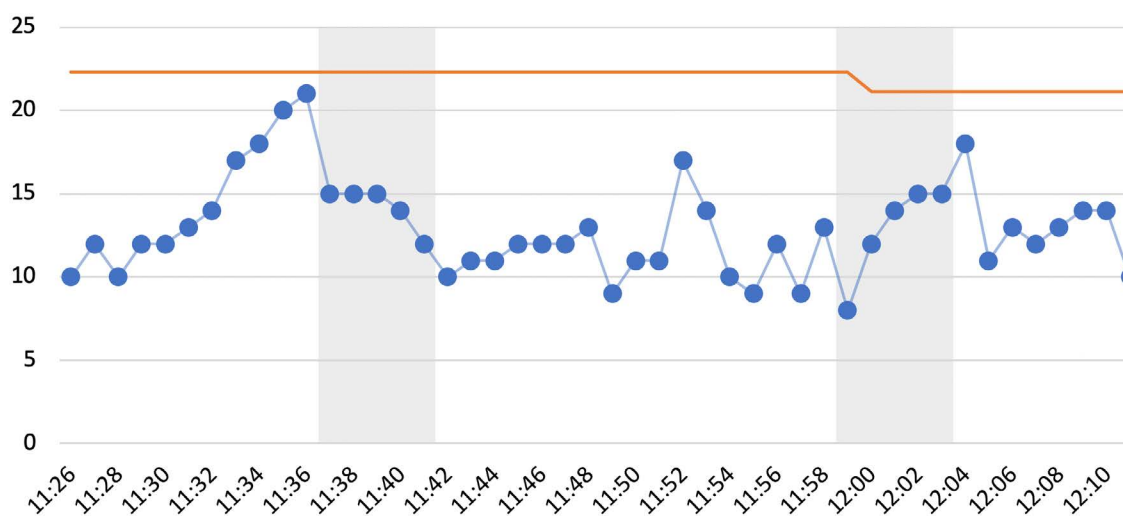
Szósty przejazd miał miejsce 2 marca po godz. 15 autem BMW X3 z 2018 roku (diesel) z wyłączoną klimatyzacją. Padał deszcz. Średnie stężenie pyłu PM<sub>2,5</sub> wyniosło 12,73 µg/m<sup>3</sup> i jest to dość niska wartość. Tylko raz, o godz. 15:20, stężenie chwilowe w aucie było wyższe niż średnia ze stacji pomiarowej GIOŚ, co prawdopodobnie spowodował większy ruch.

**Wykres 6. Stężenie chwilowe PM2.5 podczas przejazdu autem BMW X3 (2018) w Warszawie, 2.03.2020 r. (nawiew)**



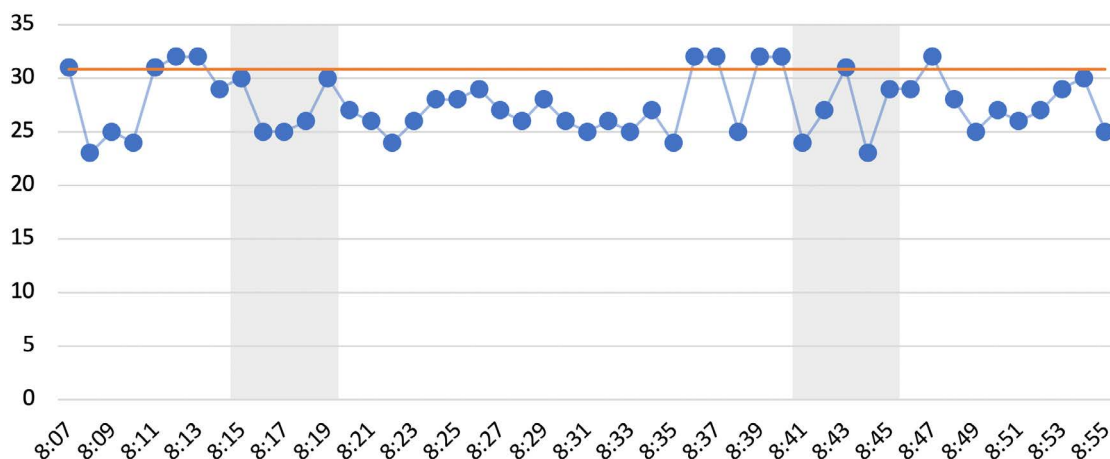
Siądmy przejazd odbył się 4 marca po godz. 11 autem Toyota Yaris z 2019 roku (automat, wynajęty samochód Panek, przejechane 15 000 km). Pogoda była pochmurna, bez deszczu, ok. 7–9 stopni Celsjusza, droga sucha. Średnie stężenie pyłu PM<sub>2,5</sub> wyniosło 12,93 µg/m<sup>3</sup> i jest to dość niska wartość. Ani razu w trakcie przejazdu wartości stężeń chwilowych wewnątrz auta nie były wyższe niż średnie godzinowe stężenie ze stacji pomiarowej GIOŚ. Wedle notatek obserwatora przez większość trasy ruch na drogach był bardzo mały.

**Wykres 7. Stężenie chwilowe PM2.5 podczas przejazdu autem Toyota Yaris (2019) w Warszawie, 4.03.2020 r.**



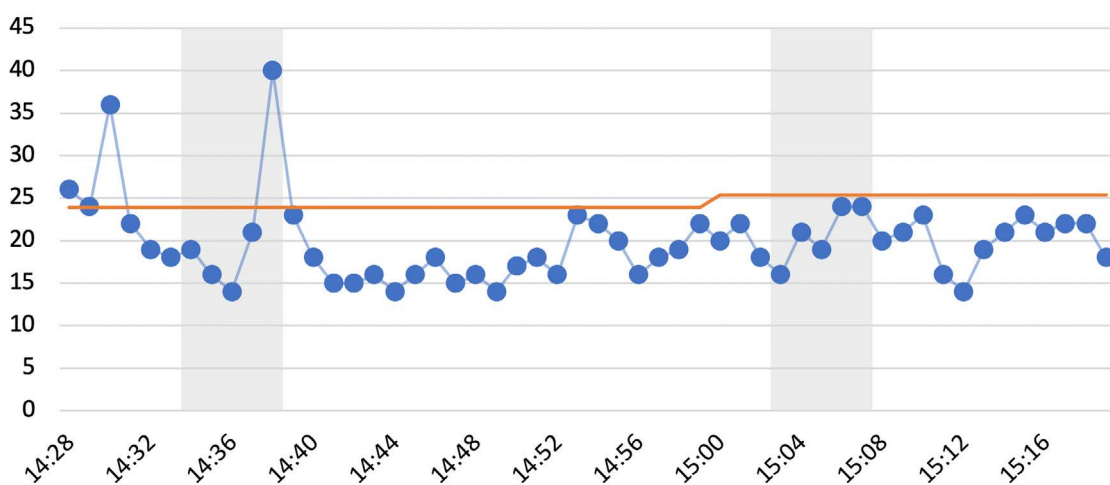
Ósmy przyjazd odbył się 6 marca po godz. 8 autem Renault Megane Grand Tour 2 z 2008 roku (niewymieniany filtr) z włączonym nawiewem średnim. Nie padał deszcz, wiał niewielki wiatr, było chłodno. Średnie stężenie pyłu  $PM_{2,5}$  wyniosło  $27,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i jest to średnia wartość. W kilku momentach chwilowe stężenie  $PM_{2,5}$  w aucie było wyższe niż średnie godzinowe stężenie na stacji pomiarowej GIOŚ. Pomiędzy 8:11 a 8:13 było to spowodowane staniem na światłach, podobnie później o godz. 8:37 i 8:43). Kolejny raz to przejazd al. Jana Pawła (wiadukt) nad al. Jerozolimskimi (godz. 8:47).

**Wykres 8. Stężenie chwilowe  $PM_{2,5}$  podczas przejazdu autem Renault Megane Grand Tour 2 (2008) w Warszawie, 6.03.2020 r. (nawiew)**



Dziewiąty przejazd nastąpił 6 marca po godz. 14 autem Citroen C5 z 2010 roku (diesel) z wyłączoną klimatyzacją. Nie padał deszcz. Średnie stężenie pyłu  $PM_{2,5}$  wyniosło  $19,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i jest to podwyższona wartość. W kilku momentach chwilowe stężenie  $PM_{2,5}$  w aucie było wyższe niż średnie godzinowe stężenie na stacji pomiarowej GIOŚ. Pomiędzy 14:28 a 14:30 było to spowodowane staniem na światłach, podobnie później o 14:38.

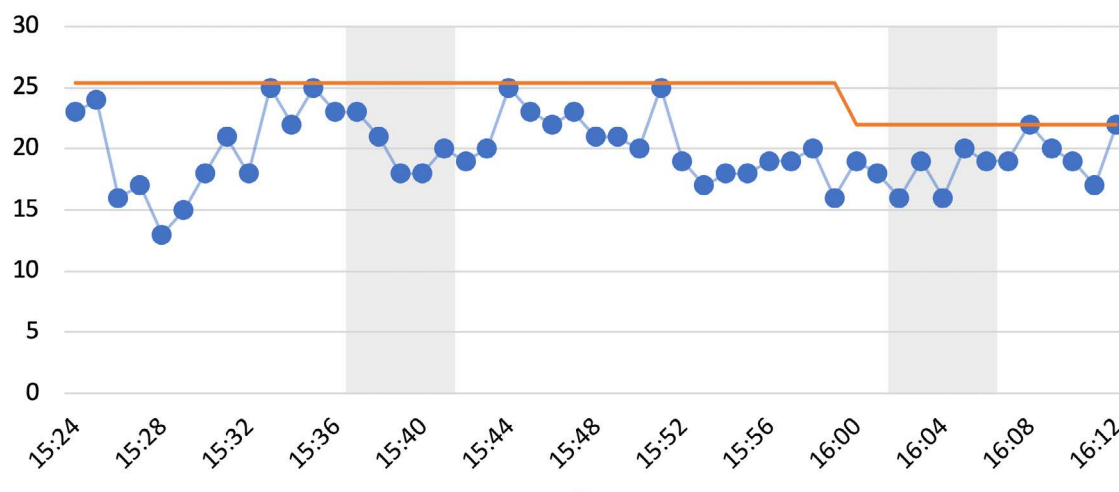
**Wykres 9. Stężenie chwilowe  $PM_{2,5}$  podczas przejazdu autem Citroen C5 (2010) w Warszawie, 6.03.2020 r. (nawiew)**



przejazd w pobliżu stacji pomiarowej
  stężenie  $PM_{2,5}$ 
 GIOŚ – stężenie godzinowe

Dziesiąty przejazd odbył się 6 marca po godz. 15 autem Toyota RAV4 z 2017 roku (hybryda) z włączoną klimatyzacją. Było pochmurnie, bez deszczu, chłodno. Średnie stężenie pyłu  $PM_{2.5}$  wyniosło  $19,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i jest to podwyższona wartość. Ani razu w trakcie przejazdu wartości stężeń chwilowych wewnątrz auta nie były wyższe niż średnie godzinowe stężenie ze stacji pomiarowej GIOŚ. Wedle notatek obserwatora przez większość trasy ruch na drogach był bardzo mały.

**Wykres 10. Stężenie chwilowe  $PM_{2.5}$  podczas przejazdu autem Toyota RAV4 (2017) w Warszawie, 6.03.2020 r. (klimatyzacja)**

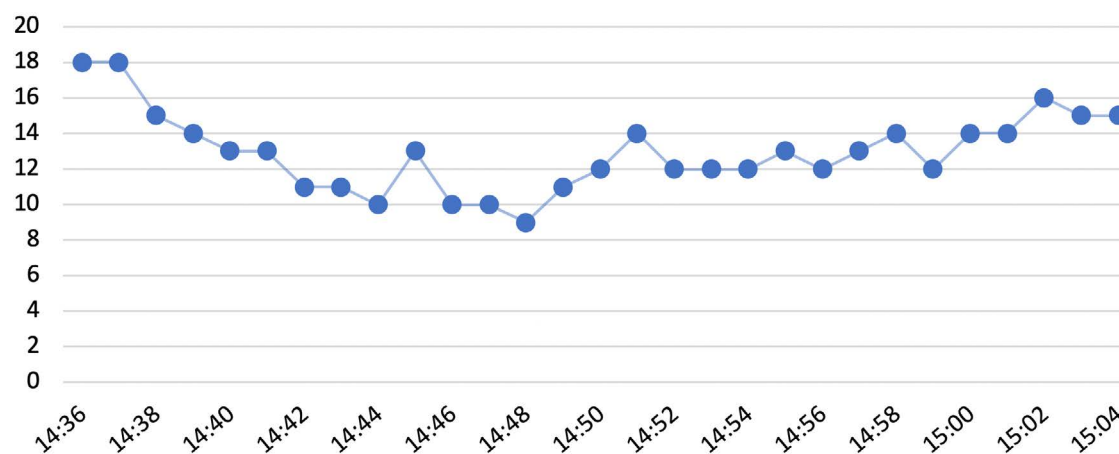


## B. RÓŻNE TRASY

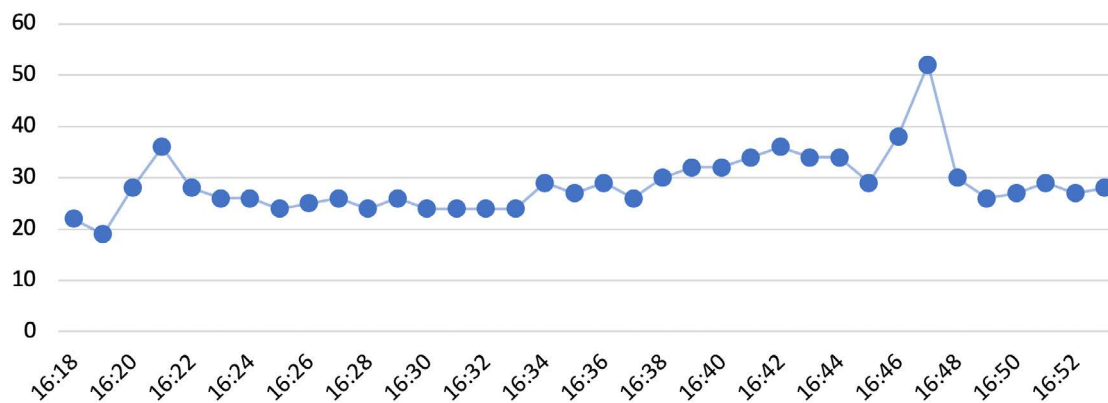
Przejazdy na różnych trasach tym samym pojazdem były wykonane w celu przetestowania wpływu trasy oraz różnych ustawień dopływu powietrza z zewnątrz na jakość powietrza wewnątrz. Odnotowano jeden przejazd ze średnią z pomiarów chwilowych wynoszącą powyżej  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , trzy między  $30$  a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , pięć między  $20$  a  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i sześć między  $10$  a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Dwa pierwsze przejazdy odbyły się 2 marca po godz. 14 i 16 na trasie w Warszawie i Milanówku. Średnia z pierwszego pomiaru to  $12,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a z drugiego –  $28,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Takie pogorszenie się jakości powietrza wewnątrz pojazdu może być spowodowane wzrostem ruchu w godzinach szczytu popołudniowego (Wykresy 11 i 12).

**Wykres 11. Stężenie chwilowe  $PM_{2.5}$  podczas przejazdu autem Citroen C5 po Warszawie, 2.03.2020 r.**

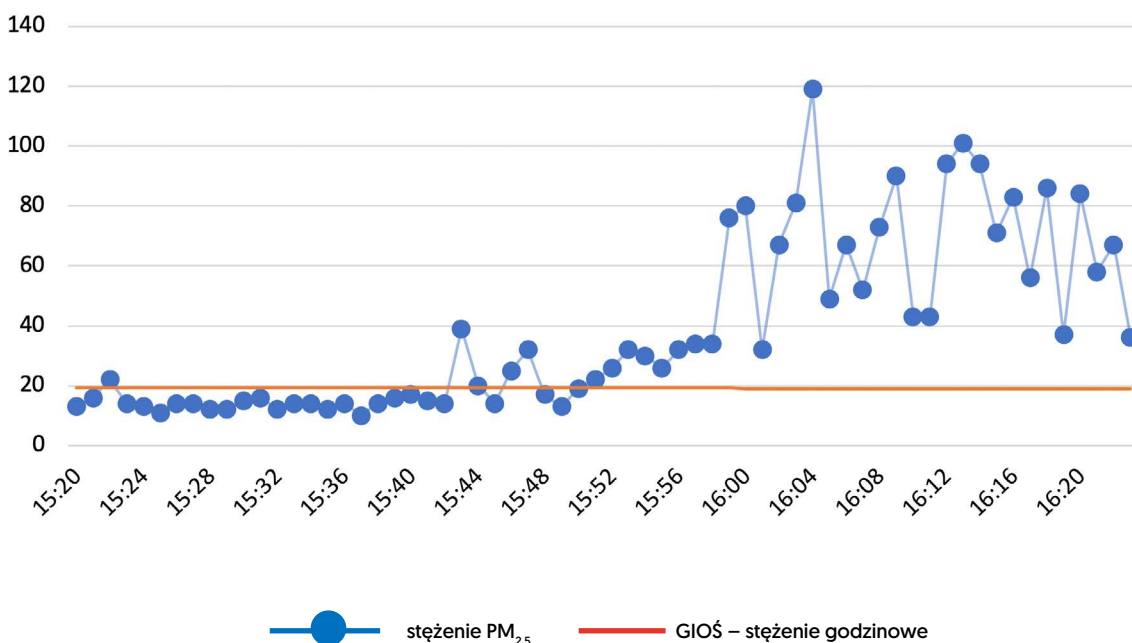


**Wykres 12. Stężenie chwilowe PM<sub>2.5</sub> podczas przejazdu autem Citroen C5 po Warszawie i Milanówku, 2.03.2020 r.**

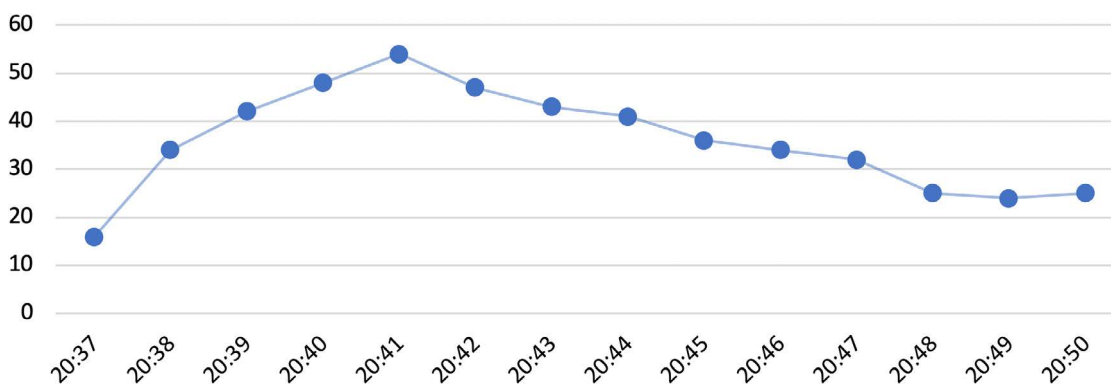


Kolejne trzy przejazdy odbyły się 3 marca po godz. 15, 20 i 21 na trasie w Warszawie i Milanówku. Średnie z pomiarów przedstawiają się następująco: 38,72 µg/m<sup>3</sup>, 35,79 µg/m<sup>3</sup> i 20,93 µg/m<sup>3</sup>. Pierwsza wartość jest najwyższa i prawdopodobnie wiąże się z popołudniowym szczytem. Mimo włączonej klimatyzacji (brak nawiewu) stężenia chwilowe są znacząco wyższe niż średnie godzinowe stężenie ze stacji pomiarowej GIOŚ w momencie, w którym przejazd odbywał się w centrum Warszawy (15.58–16.23, ul. E. Plater, ul. Jasna, ul. Świętokrzyska, ul. Tamka). Przejazd po godz. 20 również zanotował wysokie chwilowe stężenia pyłu PM<sub>2.5</sub>. W tym samym czasie na stacji pomiarowej GIOŚ stężenie godzinowe wyniosło 30,81 µg/m<sup>3</sup>, co świadczy o wzroście stosunku do godzin popołudniowych tego samego dnia. Najniższe wartości zanotowano po godz. 21 (Wykresy 13, 14 i 15).

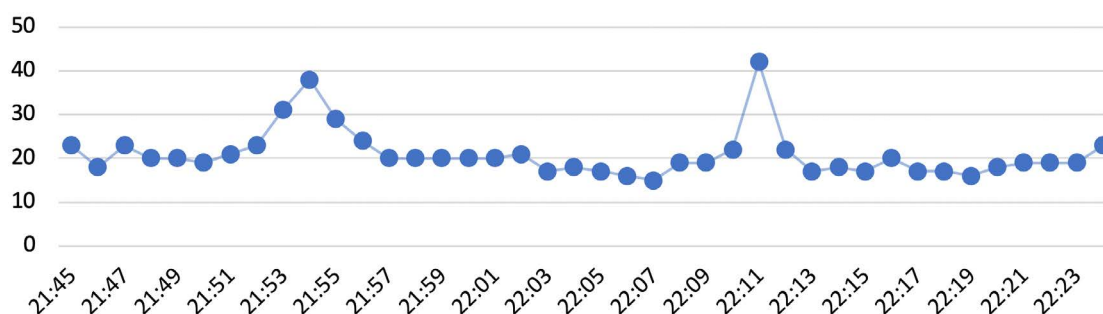
**Wykres 13. Stężenie chwilowe PM<sub>2.5</sub> podczas przejazdu autem Citroen C5 po Warszawie i Milanówku, 3.03.2020 r.**



**Wykres 14. Stężenie chwilowe PM<sub>2.5</sub> podczas przejazdu autem Citroen C5 po Warszawie, 3.03.2020 r.**

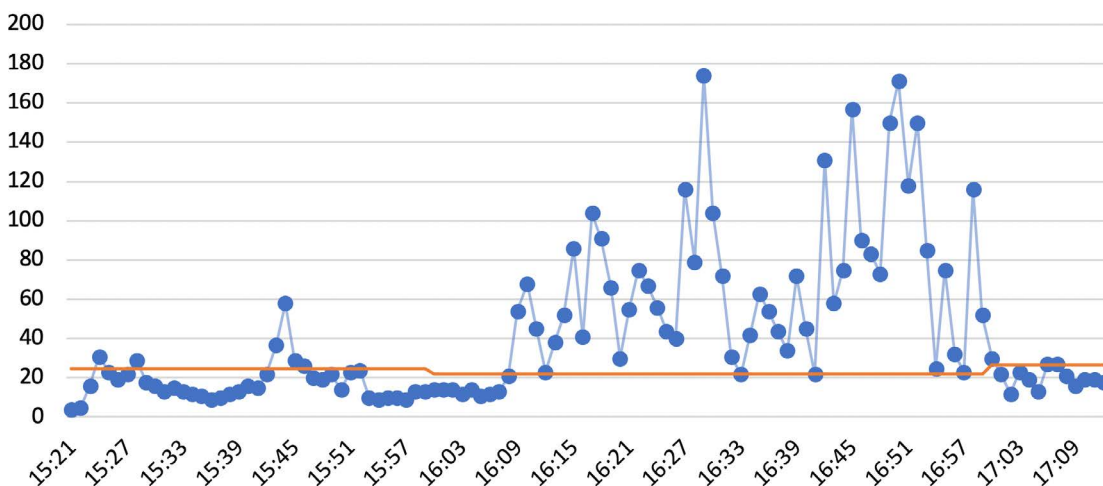


**Wykres 15. Stężenie chwilowe PM<sub>2.5</sub> podczas przejazdu autem Citroen C5 po Warszawie i Milanówku, 3.03.2020 r.**



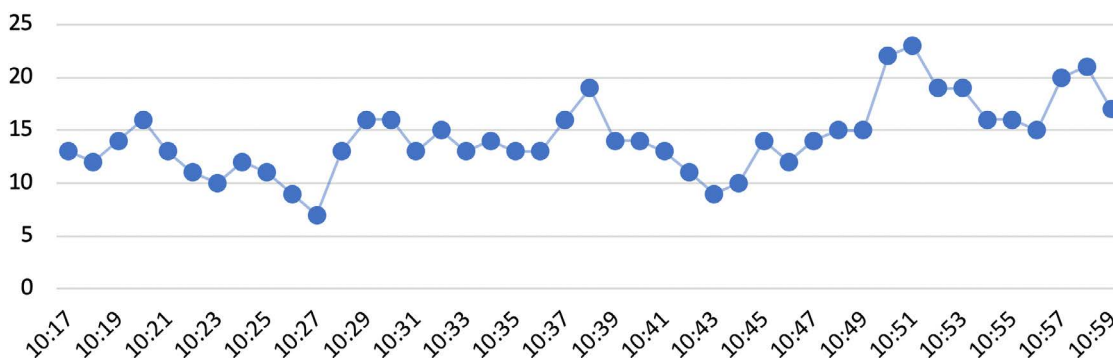
Kolejny przejazd miał miejsce 4 marca po godz. 15 w Milanówku i centrum Warszawy. Średnie stężenie pyłu PM<sub>2.5</sub> wyniosło 42,45 µg/m<sup>3</sup> i było najwyższą wartością w trakcie wszystkich przejazdów. Stężenia chwilowe były znacząco wyższe niż średnie godzinowe stężenie ze stacji pomiarowej GIOŚ w momencie, w którym przejazd odbywał się w centrum Warszawy (16:09–17:00). Sytuacja ta była najprawdopodobniej spowodowana wzmożonym ruchem samochodów związanym z popołudniowymi godzinami szczytu (Wykres 16).

**Wykres 16. Stężenie chwilowe PM<sub>2.5</sub> podczas przejazdu autem Citroen C5 po Warszawie, Pruszkowie i Milanówku, 4.03.2020 r.**

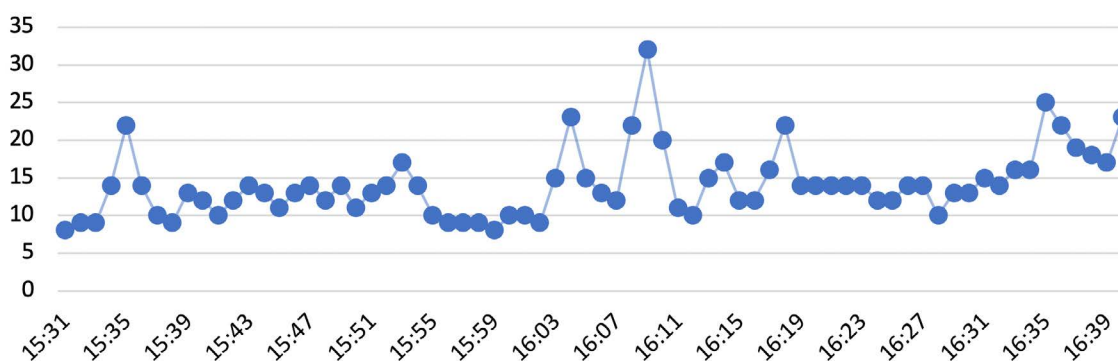


Następne dwa przejazdy odbyły się 5 marca po godz. 10 i 15 w Warszawie i Milanówku. Średnie stężenie pyłu  $PM_{2.5}$  wyniosło  $14,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i  $14,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Mimo faktu, iż drugi przejazd tego dnia nastąpił w trakcie szczytu popołudniowego, nie odnotowano pogorszenia się jakości powietrza wewnątrz pojazdu – brak danych opisowych dotyczących faktycznego natężenia ruchu (Wykresy 17 i 18).

**Wykres 17. Stężenie chwilowe  $PM_{2.5}$  podczas przejazdu autem Citroen C5 po Warszawie i Milanówku, 5.03.2020 r. (klimatyzacja)**

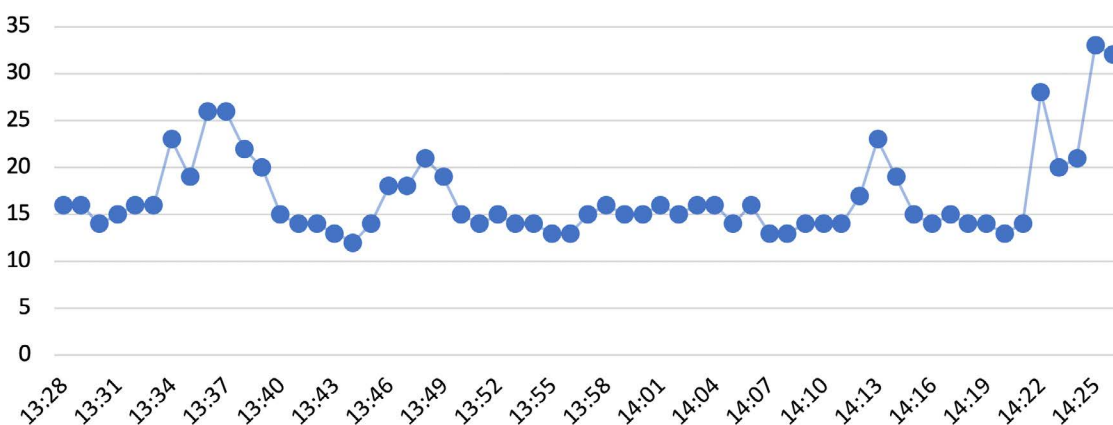


**Wykres 18. Stężenie chwilowe  $PM_{2.5}$  podczas przejazdu autem Citroen C5 po Warszawie i Milanówku, 5.03.2020 r.**



Kolejny przejazd odbył się 6 marca po godz. 13. Średnie stężenie pyłu  $PM_{2.5}$  wyniosło  $13,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i jest jedną z niższych wartości podczas prowadzonych badań. Prawdopodobnie wynika to z czasu przejazdu poza godzinami szczytu (Wykres 19).

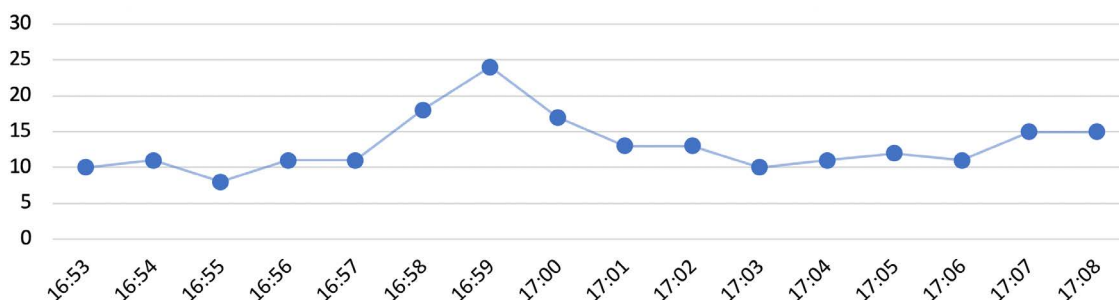
**Wykres 19. Stężenie chwilowe  $PM_{2.5}$  podczas przejazdu autem Citroen C5 po Warszawie i Milanówku, 6.03.2020 r.**



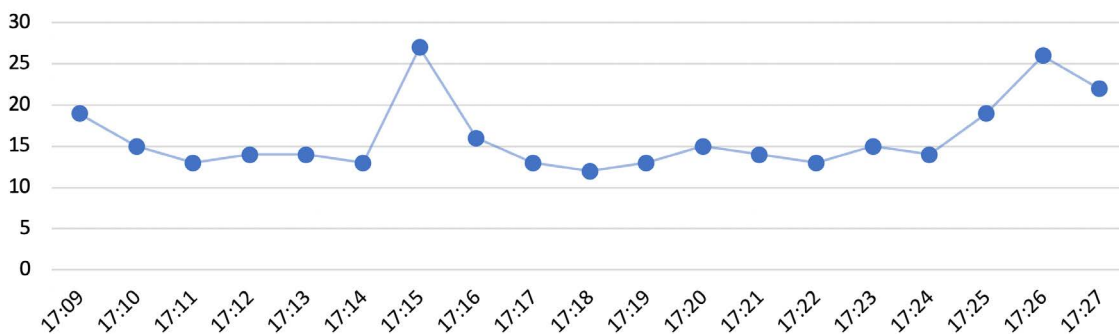


Kolejnych pięć przejazdów miało miejsce 8 marca w Milanówku. Dwa z nich wykonano autem Renault Scenic [2006, benzyna], a trzy Citroen C5 [2010, diesel] [Wykresy: 20, 21, 22, 23 i 24].

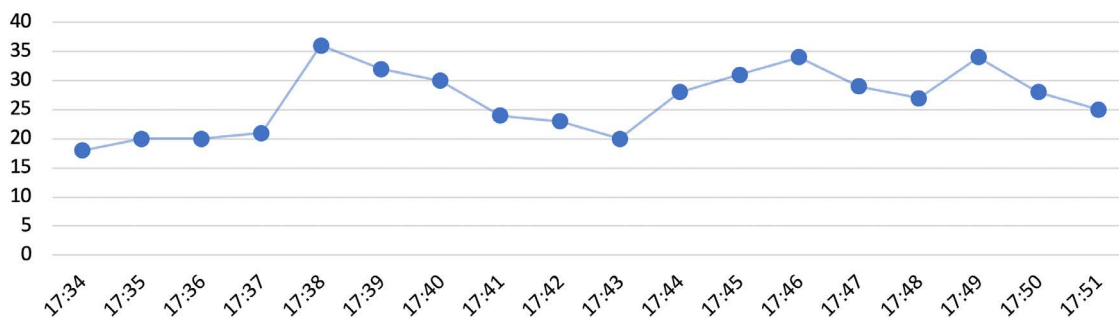
**Wykres 20. Stężenie chwilowe PM2.5 podczas przejazdu autem Renault Scenic po Milanówku, 8.03.2020 r. (klimatyzacja)**



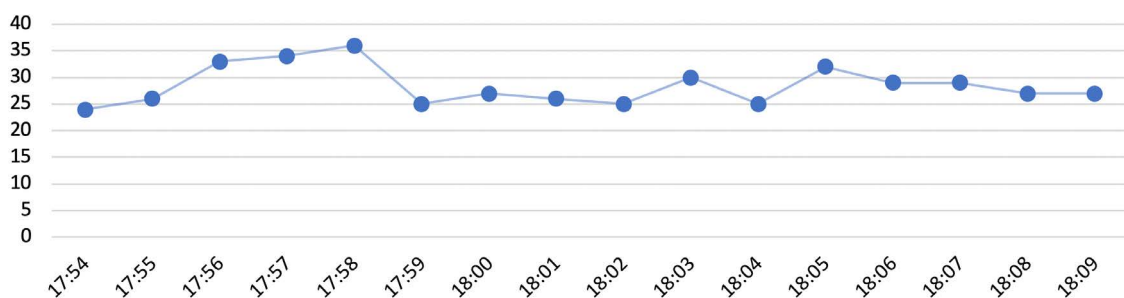
**Wykres 21. Stężenie chwilowe PM2.5 podczas przejazdu autem Renault Scenic po Milanówku, 8.03.2020 r. (brak klimatyzacji)**



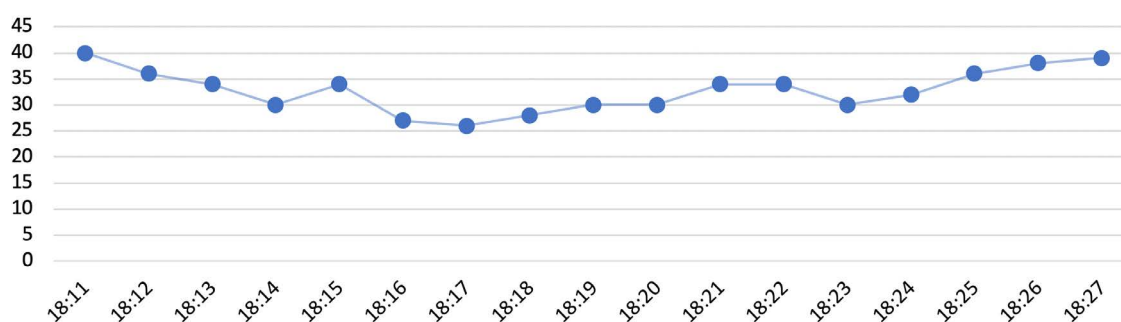
**Wykres 22. Stężenie chwilowe PM2.5 podczas przejazdu autem Citroen C5 po Milanówku, 8.03.2020 r. (klimatyzacja)**



**Wykres 23. Stężenie chwilowe PM2.5 podczas przejazdu autem Citroen C5 po Milanówku, 8.03.2020 r. (nawiew)**



**Wykres 24. Stężenie chwilowe PM2.5 podczas przejazdu autem Citroen C5 po Milanówku, 8.03.2020 r. (otwarte okno)**



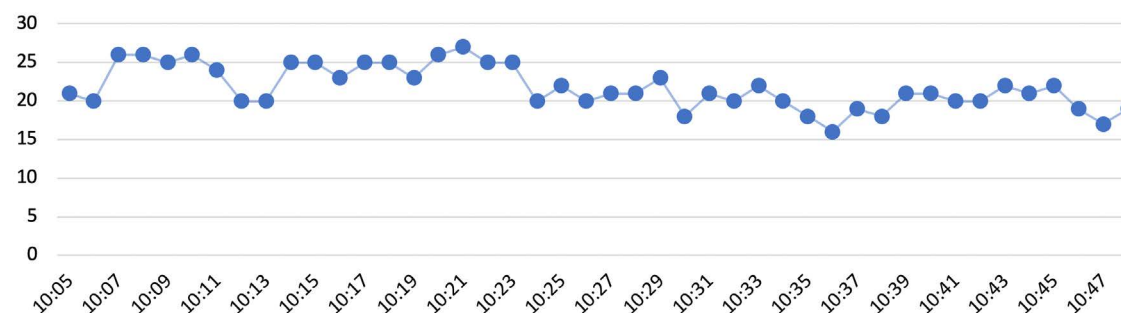
Poniżej znajduje się zestawienie średnich stężeń chwilowych pyłu PM<sub>2,5</sub> wewnątrz pojazdu w zależności od marki i ustawień nawiewu dla przejazdów z 8 marca przedstawionych na wykresach 20-24.

Pojazd	Ustawienie	Średnie stężenie PM2,5 [µg/m³]	Czas pomiaru [min]
Renault	klimatyzacja	13,13	00:15
	nawiew	16,16	00:18
Citroen	klimatyzacja	26,67	00:17
	nawiew	28,44	00:15
	otwarte okno	32,82	00:16

Prosta analiza tabeli mogłaby sugerować, że wzrost stężenia wewnątrz jest spowodowany zmianą ustawień nawiewu i w momencie otwarcia okien penetracja powietrza z zewnątrz jest największa. Należy jednak wziąć pod uwagę fakt, że tego dnia stężenie pyłu PM<sub>2,5</sub> wzrastało wraz z czasem, w związku z czym istnieje prawdopodobieństwo, że jakość powietrza wewnątrz jest bardziej skorelowana z jakością powietrza na zewnątrz, aniżeli wynika ona z ustawień nawiewu. Jest to niewątpliwie kwestia do dalszych badań. Dzień pomiarów, 8 marca, to była niedziela, zatem prawdopodobnie największy udział w emisji zanieczyszczeń do powietrza w godzinach popołudniowych/wieczornych w Milanówku miał sektor komunalno-bytowy (rozpalanie palenisk w domach).

Ostatni pomiar w ramach badań odbył się 9 marca po godz. 10 w Warszawie i Milanówku. Średnie stężenie pyłu PM<sub>2,5</sub> wyniosło 21,77 µg/m³. Mimo przejazdu przez centrum Warszawy stężenia chwilowe odnotowane w pojeździe nie były wysokie.

**Wykres 25. Stężenie chwilowe PM2.5 podczas przejazdu autem Citroen C5 po Warszawie i Milanówku, 9.03.2020 r. (klimatyzacja)**



# PODSUMOWANIE

Podsumowując, należy zauważyć, że przydatność przedmiotowych badań jest wysoka i pozwala zaobserwować możliwe aspekty wpływające na jakość powietrza wewnątrz samochodu. Duże ryzyko dla kierowcy i pasażerów stanowi przejeżdżanie ruchliwymi ulicami, szczególnie w godzinach szczytu. W tych sytuacjach odnotowano wartości stężeń chwilowych wyższe od wskazań średniej godzinowej na stacji pomiarowej GIOŚ.

Należy zwrócić uwagę na to, że w trakcie badań nie było tzw. epizodu smogowego<sup>10</sup> (a tym samym znacząco podwyższonych wartości stężenia pyłów zawieszonych w powietrzu) i głównym czynnikiem emisyjnym podczas przejazdów mógł być właśnie ruch drogowy.

Trzeba również pamiętać, że analizy danych chwilowych są obarczone ryzykiem. Szczególnie przy złożonych analizach wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie należy posiadać dłuższe i powtarzalne ciągi pomiarowe. Zasadniczo średniej ze stężeń chwilowych trwających poniżej godziny nie można porównać z żadnymi normami. Przepisy dotyczące poziomów dopuszczalnych zanieczyszczeń w powietrzu odnoszą się do wartości średnich dobowych dla pyłu  $PM_{10}$  ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i średnich rocznych dla pyłu  $PM_{10}$  ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i pyłu  $PM_{2,5}$  ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Na podstawie wyników niniejszych badań nie można wyciągać szerokich wniosków na temat czynników wpływających na stan jakości powietrza w kabinach. Oczywiście bezapelacyjny wpływ na to, czym oddychamy w pojeździe, ma jakość powietrza na zewnątrz. W zależności od warunków atmosferycznych (np. opad deszczu, śniegu), natężenia ruchu pojazdów na drodze czy ogólnej sytuacji jakości powietrza (np. epizod smogowy, wieczorny wpływ sektora komunalno-bytowego, sezon grzewczy) kierowca będzie potencjalnie mniej lub bardziej narażony na wpływ

zanieczyszczeń z zewnątrz. W celu określenia tego wpływu i jego skali należałoby przeprowadzić dalsze badania o charakterze naukowym, które w różnych warunkach (rodzaj filtra, włączony/wyłączony nawiew itp.) analizowałyby stopień przenikania zanieczyszczeń powietrza z zewnątrz do wewnątrz pojazdu.

W związku z tym, co wskazano we Wstępie, że spędzamy w samochodach dużą część naszego czasu, należy rozważyć to jako czynnik niebezpieczny dla zdrowia. Szczególnie jeśli przebywanie w pojeździe odbywa się w godzinach szczytu, kiedy drogi są zatkane i emisja lokalna jest bardzo wysoka. Wśród niektórych kierowców przyjęło się założenie, że np. w trakcie okresów z podwyższonymi stężeniami zanieczyszczeń powietrza lepiej wybierać samochód do podróży, ponieważ chroni przed ich negatywnym wpływem. Sam fakt, że stężenia wewnątrz będą niższe, m.in. dzięki zastosowaniu filtrów, nie oznacza zerowego wpływu na nasze zdrowie. To przekonanie pokutuje niestety tym, że w sytuacji alertu smogowego, kiedy np. władze samorządowe zalecają rezygnację z indywidualnych środków komunikacji, ten udział wcale znacząco się nie zmniejsza. Dlatego warto pokazywać realne zagrożenie, jakie może nieść za sobą przebywanie w samochodzie, oraz badać to, jakie czynniki mogą znacząco obniżyć przenikanie zanieczyszczeń do wnętrza, aby chronić jego użytkowników. Takimi badaniami mogą zajmować się organizacje pozarządowe – najlepiej we współpracy z jednostkami naukowymi, w tym przypadku np. z Przemysłowym Instytutem Motoryzacji (PIMOT) oraz instytucjami medycznymi. Wspomniane we Wstępie badania Polskiego Alarmu Smogowego z 2019 roku pokazują, że warto też wykorzystywać dodatkowe narzędzia pomiarowe jakości powietrza, które mogą dostarczyć więcej informacji aniżeli średnie ze stacji pomiarowych GIOŚ, których celowość pomiarów jest ustalona prawnie i przy podobnych badaniach takie dane mogą być niewystarczające.

<sup>10</sup> Zjawisko atmosferyczne powstałe w wyniku wymieszania się mgły z dymem i spalinami. Zanieczyszczenie powietrza, jakim jest smog, powstaje wskutek przedostawania się do atmosfery szkodliwych związków chemicznych, takich jak tlenki siarki i tlenek azotu oraz substancje stałe, czyli pyły zawieszane, a także kancerogenne wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA).

**Dominika MUCHA** – magister inżynier, pracownik badawczo-dydaktyczny na Wydziale Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej. W 2012 r. ukończyła specjalność Informacja i zarządzanie w ochronie środowiska i obroniła pracę magisterską pt. Próba analizy zależności między intensywnością aktywności fizycznej mieszkańców Warszawy a ryzykiem wystąpienia schorzeń układu oddechowego. Praktyki zawodowe odbyła w Biurze Ochrony Środowiska m.st. Warszawy (2012 r.), Departamencie Instrumentów Środowiskowych w Ministerstwie Środowiska (2011 r.) i Centrum Informacji o Środowisku UNEP/GRID-Warszawa (2010 r.). Posiada szerokie doświadczenie pracy w projektach o zasięgu krajowym, jak i międzynarodowym. W 2013 r. ukończyła Szkołę Trenerów Ekologicznych prowadzoną przez Ośrodek Działań Ekologicznych „Źródła” w Łodzi. Jest stypendystką Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej i odbyła miesięczny staż w CREAL (Center for Research in Environmental Epidemiology) w Barcelonie. Przez ostatnie pięć lat pracowała na stanowisku Specjalisty ds. Środowiskowych w firmie Astri Polska. Jest również współautorką kilku artykułów opublikowanych w wysoko punktowanych czasopismach oraz wygłosiła kilkanaście prezentacji na krajowych i międzynarodowych konferencjach. Jej zainteresowania naukowe dotyczą zagadnień związanych z pomiarami jakości powietrza oraz wpływem zanieczyszczeń powietrza na zdrowie ludzi.

**Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki (PKEOM)** powstał w 1981 roku jako oddział regionalny ogólnopolskiej organizacji pozarządowej Polski Klub Ekologiczny. PKEOM zajmuje się tematyką zrównoważonego rozwoju, ochrony środowiska i przyrody, w tym kwestiami ochrony powietrza i klimatu, polityki energetycznej, oszczędności energii i efektywności energetycznej, rozwoju odnawialnych źródeł energii, a także zrównoważonym transportem i zagospodarowaniem przestrzennym, ochroną krajobrazu naturalnego, dziedzictwa kulturowego i przyrodniczego oraz edukacją ekologiczną. Organizacja adresuje swoje działania do polityków, pracowników urzędów i samorządów, dziennikarzy, obywateli. Główne pola aktywności PKEOM to: monitoring, działania rzecznicze, informowanie, doradztwo, edukacja.

Więcej na <http://www.pkeom.pl/>