



ZANIECZYSZCZENIE  
POWIETRZA  
NA TERENIE WARSZAWY  
ANALIZA STĘŻEŃ DWUTLENKU AZOTU

# WSTĘP

Temat zanieczyszczenia powietrza jest, obok kryzysu klimatycznego, głównym tematem związanym z ochroną środowiska poruszonym w debacie publicznej w ostatnich latach. Dyskusja ta skupia się przede wszystkim wokół zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym, którego głównym źródłem jest tzw. niska emisja, czyli spalanie węgla i drewna w kotłach, piecach i kominkach. Odpowiada ona za 85% emisji pyłu PM<sub>2,5</sub> w skali kraju<sup>1</sup>. Wysokie stężenia pyłów występują więc głównie w trakcie sezonu grzewczego, od października do marca.

Znacznie mniej uwagi poświęca się zanieczyszczeniu, które podobnie jak pyły, może mieć znaczący negatywny wpływ na nasze zdrowie. Chodzi tu o **dwutlenek azotu**, którego głównym źródłem na terenach miejskich jest transport samochodowy.

W celu szerszego monitoringu sytuacji związanej z zanieczyszczeniami transportowymi Stowarzyszenie Alarm Smogowy we współpracy z Biurem Ochrony Powietrza i Polityki Klimatycznej Miasta Warszawy przeprowadziło **pasyny pomiar stężeń dwutlenku azotu w mieście**. Badania trwały 28 dni i zostały przeprowadzone na przełomie lutego i marca 2026 roku. **Dają one szerszy obraz jakości powietrza dzięki uzyskaniu wyników z 61 punktów pomiarowych na terenie Warszawy**. Taka liczba pozwala bardziej precyzyjnie pokazać jakość powietrza na terenie całego miasta.

Do określenia średniomiesięcznego stężenia NO<sub>2</sub> przeprowadzone zostały pomiary przy użyciu próbników pasywnych. Próbniki, a później analiza chemiczna, zostały dostarczone przez laboratorium Passam AG ze Szwajcarii. Wszystkie próbniki były rozmieszczone w wybranych punktach w ciągu 1 dnia, a pomiar prowadzony był przez 28 dni w każdej z lokalizacji. Wybrane punkty to m.in. okolice przystanków autobusowych i tramwajowych oraz miejsca, przez które codziennie przemierzają się podróżujący pieszo lub transportem miejskim. Celem pomiaru było określenie stężenia NO<sub>2</sub> w lokalizacjach, gdzie mieszkańcy mogą być narażeni na ich nadmierne stężenia w powietrzu.

Obecnie obowiązujące średnioroczne normy stężenia dwutlenku azotu zostały ustalone na poziomie 40 µg/m<sup>3</sup>. Od roku 2030 zaczną obowiązywać<sup>2</sup> normy bardziej rygorystyczne - 20 µg/m<sup>3</sup> natomiast zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia (WHO)<sup>3</sup> wynoszą 10 µg/m<sup>3</sup>.

Zanieczyszczenie	Okres odniesienia	Aktualna norma	Nowa norma (od 2030)	Rekomendacja WHO
Dwutlenek azotu	Stężenie średnioroczne	40 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>

1. Źródło: KOBiZE, Krajowy bilans emisji SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, NH<sub>3</sub>, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 1990 – 2022, Warszawa 2024 (udział poszczególnych sektorów w emisji PM<sub>2.5</sub> i WWA w 2022 r.)

2. [https://environment.ec.europa.eu/news/new-pollution-rules-come-effect-cleaner-air-2030-2024-12-10\\_en](https://environment.ec.europa.eu/news/new-pollution-rules-come-effect-cleaner-air-2030-2024-12-10_en)

3. <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/what-are-the-who-air-quality-guidelines>

# WPŁYW NO<sub>2</sub> NA ZDROWIE

Szereg badań prowadzonych na świecie wskazuje na **znaczący wpływ wysokich stężeń dwutlenku azotu na zdrowie**. Wykazano, że długotrwałe oddychanie powietrzem o stężeniu NO<sub>2</sub> większym o zaledwie 10 µg/m<sup>3</sup> **powoduje wzrost ryzyka zachorowania na astmę nawet o 10-17%**. Wysokie stężenia NO<sub>2</sub> zwiększają również **ryzyko wystąpienia ostrych infekcji górnych dróg oddechowych u dzieci** - 9% dla stężenia wyższego o 10 µg/m<sup>3</sup>. Istnieje także związek między zapadalnością na cukrzycę, a wyższym zanieczyszczeniem powietrza NO<sub>2</sub>. Badania epidemiologiczne potwierdzają również **wzrost ryzyka wystąpienia zgonu z powodu zapalenia płuc lub oskrzeli** - dla wzrostu stężenia NO<sub>2</sub> w powietrzu o jedynie 10 µg/m<sup>3</sup>, ryzyko rośnie to aż o 6%<sup>4</sup>.

Badania nad wpływem jakości powietrza na zdrowie prowadzone przez Śląski Uniwersytet Medyczny również pokazują wyraźny **związek między zwiększonymi stężeniami dwutlenku azotu w powietrzu a występowaniem nagłych schorzeń serca i naczyń krwionośnych, takich jak zawał serca, udar mózgu czy migotanie przedsionków**<sup>5</sup>.

Nie można również zapomnieć o krótkotrwałym wpływie zanieczyszczeń pochodzących ze spalin na zdrowie i codzienne funkcjonowanie, szczególnie wśród dzieci. Badania przesiewowe prowadzone w szkołach w obrębie Barcelony<sup>6</sup> wskazują, że w zależności od lokalizacji szkoły względem jakości powietrza, uczniowie wypadają odmiennie w testach badających ich zdolności poznawcze, możliwości skupienia się, jakości pamięci krótkotrwałej i długotrwałej. **Dzieci ze szkół znajdujących się w najbardziej zanieczyszczonych lokalizacjach miały wyniki gorsze o 8-23% od dzieci ze szkół z osiedli z lepszym powietrzem** (ze względu na ukształtowanie terenu w Barcelonie możliwe było wybranie szkół o istotnie różnych warunkach) zależnie od badanych funkcji.

Zbliżone wyniki, choć na mniejszej grupie badanych dzieci, uzyskali psychologowie Uniwersytetu Jagiellońskiego, którzy ustalili, że **w okresach wysokich stężeń dwutlenku azotu w miejscach, w których uczą się dzieci, notuje się ich obniżoną zdolność do podtrzymania uwagi w zakresie potrzebnym do zapamiętywania i rozumowania**<sup>7</sup>. W badaniu porównywano wyniki testów dzieci, które prowadzono w różne dni, w tym w dni z wysokimi stężeniami dwutlenku azotu w powietrzu – zanotowano pogorszenie wyników w czasie testów od kilku do nawet 20%. Wyniki te nie są jedynie statystyką dla badanej grupy - także w pojedynczych przypadkach widoczna była korelacja ze stanem powietrza: to samo dziecko w dni wysokiego stężenia dwutlenku azotu miało gorsze wyniki niż w dni z niższymi stężeniami.

Starania o obniżenie emisji spalin, w tym w szczególności emisji tlenków azotu mają więc przełożenie nie tylko w długiej perspektywie na obniżenie liczby zachorowań i przedwczesnych śmierci, ale także bieżący wpływ na tempo rozwoju dzieci.

4. [https://healpolka.pl/wp-content/uploads/2023/06/241202-O2\\_a\\_zdrowie\\_ONLINE\\_PL\\_nieb.pdf](https://healpolka.pl/wp-content/uploads/2023/06/241202-O2_a_zdrowie_ONLINE_PL_nieb.pdf)

5. <https://ppm.sum.edu.pl/info/phd/SUM97d30efeb80d4db8b309d3bd700d711a/>

6. <https://journals.plos.org/plosmedicine/article%3Fid%3D10.1371/journal.pmed.1001792>

7. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896972303382X?>

# WYNIKI

- W ramach badań uzyskano wyniki z 61 lokalizacji w Warszawie. W 22 lokalizacjach zmierzone wartości przekraczały obowiązujące obecnie w Polsce normy jakości powietrza ustanowione dla stężenia  $\text{NO}_2$  w powietrzu - a więc próg  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- We wszystkich lokalizacjach zmierzone wartości były wyższe niż nowe normy dla  $\text{NO}_2$ , czyli  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- W żadnej lokalizacji zmierzone stężenia nie mieściły się w zakresie rekomendacji Światowej Organizacji Zdrowia co do stężenia dwutlenku azotu, które ustalone zostały na poziomie  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Uzyskane wyniki z 28 dniowych pomiarów pokazują, że problem zanieczyszczeń transportowych występuje w wielu miejscach miasta przez które regularnie przemierzają się mieszkańcy i są tym samym narażeni na oddychanie złej jakości powietrzem.
- Również automatyczne stacje pomiaru jakości powietrza GIOŚ zanotowały w tym okresie wysokie stężenia dwutlenku azotu:  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na al. Niepodległości,  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na al. Solidarności oraz  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na ul. Grochowskiej.

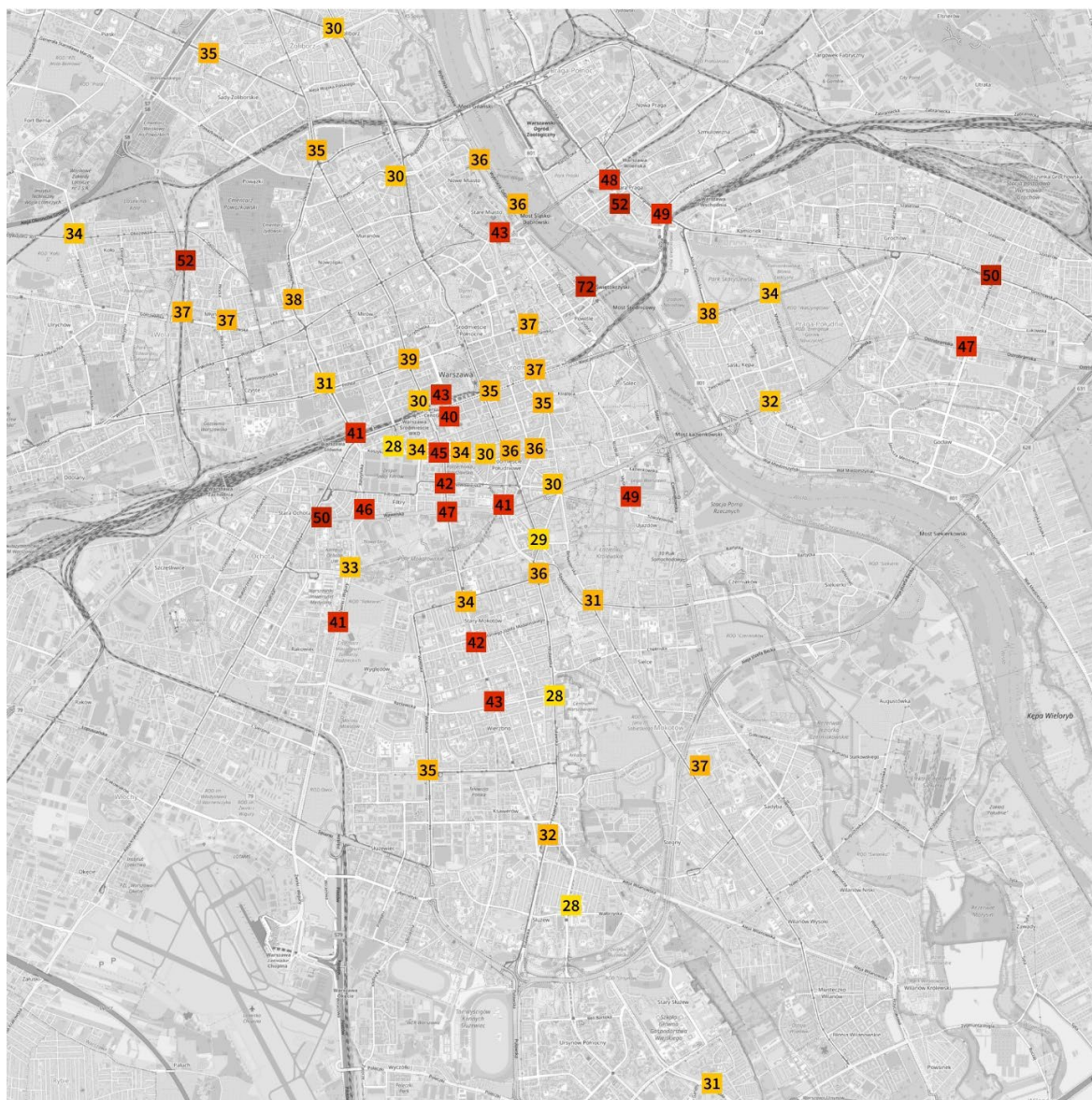
## WARSZAWA

stężenie dwutlenku azotu -  $\text{NO}_2$

stężenie w  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

10 20 30 40 50

$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - roczny poziom dopuszczalny



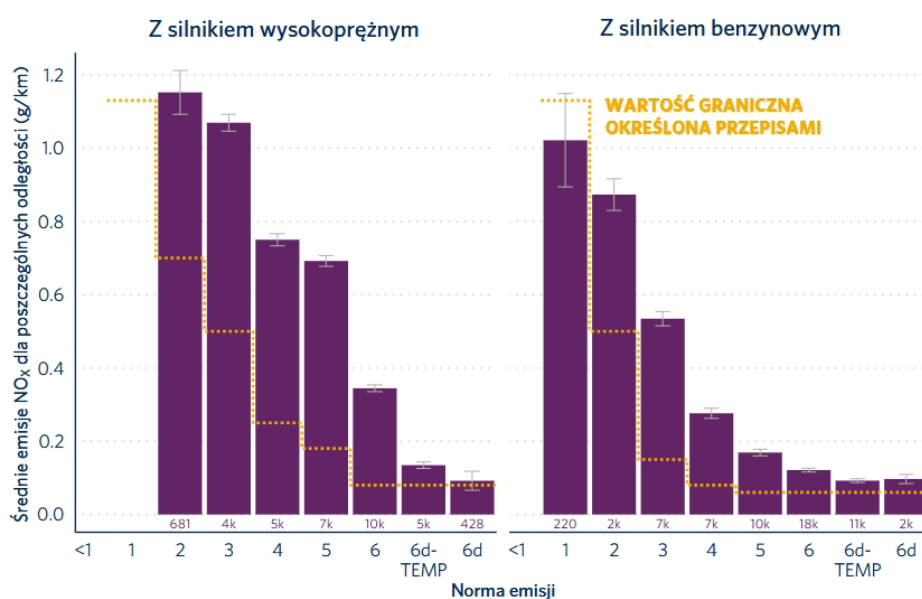
	Warszawa	Stężenie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
1	Tunel przy Centrum Nauki Kopernik (przystanek w stronę Bielani)	73
2	Armi Krajowej, Stanisława Maczka (wiata przystankowa)	54
3	Prymasa Tysiąclecia, przystanek autobusowy na wysokości ul. Zawiszy	52
4	Okrzei przy Targowej	52
5	Narodowy Instytut Onkologii ul. Wawelska	50
6	róg Zamieniecka i Grochowska	50
7	Gagarina/Czerniakowska	49
8	Targowa 18	49
9	al. Solidarności przy Targowej	48
10	róg Ostrobramska i Zamieniecka	47
11	róg Al. Armii Ludowej i Niepodległości	47
12	Krzyckiego/Pomnik Lotnika	46
13	przystanek tramwajowy Niepodległości/Koszykowa	45
14	Niepodległości/Odyńca	43
15	Rondo 40-latka	43
16	(Piękna/Mokotowska) Al. Solidarności, trasa WZ	43
17	przystanek tramwajowy Niepodległości/Nowowiejskich	42
18	Niepodległości/Madalińskiego	42
19	Al. Armii Ludowej/Waryńskiego, przystanek autobusowy Metro Politechnika	41
20	Żwirki Wigury, Trojdena	41
21	Pl. Zawiszy, przystanek tramwajowy	41
22	Dworzec Centralny przystanek tramwajowy kierunek Ochota	40
23	Rondo ONZ	39
24	Skrzyżowanie Żytnia / Obozowa	38
25	róg Poniatowskiego i Francuskiej	38
26	Skrzyżowanie Al. Jerozolimskie - Nowy Świat przy Rondzie de Gaulle'a	37
27	Skrzyżowanie Płockiej i Górczewskiej	37
28	Górczewska/Prymasa Tysiąclecia	37
29	Sobieskiego/Mangalia	37
30	Stacja Metra "Nowy Świat-Uniwersytet"	37
31	Koszykowa 7 (przy Pl. Konstytucji)	36
32	Koszykowa 4	36
33	Koszykowa 8 (przy ul. Pięknej)	36
34	Puławska/Rakowiecka	36
35	Wisłastrada przy Ogrodach Zamku Królewskiego	36
36	Wisłastrada przy Parku Fontann	36
37	Nowy Świat 6/12	35
38	Auchan Elbląska/Broniewskiego	35
39	R. Dmowskiego- Marszałkowska	35
40	rondo Babka	35
41	Woronicza/Wołoska	35
42	Niepodległości/Rakowiecka	34
43	Koszykowa 3	34
44	Obozowa, Park Księcia Janusza	34
45	Koszykowa 5	34
46	róg Waszyngtona i Międzynarodowa	34
47	Pole Mokotowskie/Banacha Przystanek	33
48	Metro Wilanowska	32
49	al. Stanów Zjednoczonych	32
50	rondo Daszyńskiego	31
51	metro Kabaty	31
52	Belwederska/Gagarina	31
53	Koszykowa 6	30
54	Rondo 40-to latka	30
55	Koszykowa 1	30
56	pl. Wilsona, wejście do metra	30
57	róg Anielewicza i Andersa	30
58	pl. Unii Lubelskiej, zachodnia strona Puławskiej	29
59	Puławska/Odyńca, zachodnia strona Puławskiej,	28
60	Wąbrzyska/Rolna, Metro Służew 02	28
61	Koszykowa 2	28

Podsumowując:

- W 22 badanych lokalizacjach otrzymane odczyty były powyżej obecnej normy dla stężeń  $\text{NO}_2$  –  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a w 39 lokalizacjach poniżej tej normy
- We wszystkich 61 lokalizacjach otrzymane odczyty były powyżej normy, która zacznie obowiązywać od roku 2030 –  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- W żadnej lokalizacji otrzymane odczyty nie mieściły się w zaleceniach Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) –  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

# MOŻLIWE DZIAŁANA NA RZECZ ZMNIJSZENIA STĘŻEŃ DWUTLENKU AZOTU

Znaczenie dla wielkości emisji i w efekcie stężeń dwutlenku azotu ma nie tylko liczba pojazdów w ruchu, ale także jakość silników i norma ich emisji (która związana jest z wiekiem auta). Badania metodą teledetekcji (tzw. remote emission sensing) przeprowadzone w Krakowie w 2021 roku pokazały jak duży wpływ na wielkość emisji  $\text{NO}_2$  ma rodzaj napędu (benzyna vs. diesel) oraz norma emisji<sup>8</sup>. Wyniki badania pokazały znaczące różnice między emisjami tlenków azotu przez silniki benzynowe oraz Diesla, między poszczególnymi normami Euro, a także różnice między limitami homologacyjnymi, a emisjami zmierzonymi w ruchu rzeczywistym. Wyraźnie widać, że emisje samochodów z silnikiem diesla, zwłaszcza poniżej normy Euro 6 – czyli wyprodukowanych przed rokiem 2014 – są znacząco wyższe od samochodów benzynowych czy napędzanych LPG.



Rysunek 4. Średnie emisje  $\text{NO}_x$  z samochodów osobowych z silnikami wysokoprężnymi i benzynowymi dla poszczególnych odległości w podziale na normy emisji otrzymane podczas warszawskiej kampanii teledetekcyjnej w 2020 r. Wąsy oznaczają 95% przedział ufności średniej. Przedstawiono

Dzięki niniejszym badaniom mamy dostęp do zdecydowanie pełniejszego obrazu jak kształtują się emisje transportowe na obszarze miasta, co stanowi dobre uzupełnienie oficjalnych danych pomiarowych. Większa skala pomiarów pozwala na zwrócenie uwagi na obszary bardziej problematyczne i może stanowić przyczynek do próby rozwiązań pozwalających mieszkańcom na oddychanie lepszej jakości powietrzem. Jest to szczególnie istotne w przypadku emisji tlenków azotu, których najwyższe stężenia notowane są przy ciągach komunikacyjnych zwłaszcza w gęsto zabudowanych obszarach miasta. Ekspozycja na to zanieczyszczenie jest różna w zależności od miejsca zamieszkania ludzi czy najczęstszych tras przemieszczania się po mieście. Wiedza ta pozwala na lepsze zarządzanie w kontekście działań związanych z jakością powietrza.

Ważne jest również rozwijanie alternatyw dla indywidualnego transportu samochodowego. Miasta ze względu na ograniczoną przestrzeń do budowania kolejnych dróg oraz tworzenia nowych miejsc parkingowych mogą rozwijać zintegrowaną sieć transportu publicznego, składającą się z wielu zsynchronizowanych ze sobą elementów: połączeń autobusowych, tramwajowych, kolei miejskiej czy parkingów Park & Ride, dających możliwość sprawnej przesiadki z samochodu do komunikacji

8. <https://cares-project.eu/wp-content/uploads/2023/06/CARES-814966-D3.4-Summary-report-on-partner-cities-measurement-campaigns.pdf>

zbiorowej. Miasta mogą również promować transport rowerowy, który stanowi dobrą alternatywę dla samochodu na krótkich i średnich dystansach. Bezpieczna i właściwie zaprojektowana infrastruktura rowerowa to podstawowy czynnik zachęcający do zmiany nawyków transportowych. Kolejnym możliwym do zastosowania rozwiązaniem jest także uspokojenie i ograniczenie ruchu samochodowego poprzez m.in. strefy płatnego postoj, obszarowe ograniczenie prędkości do 30 km/h.

W Warszawie od 2024 roku działa Strefa Czystego Transportu - jest to narzędzie pozwalające na ograniczanie ruchu najbardziej emisyjnych samochodów<sup>9</sup>, a więc wspomnianych starszych samochodów z silnikiem diesla. Strefy Czystego Transportu od lat funkcjonują w krajach Unii Europejskiej w ponad 300 miastach i udało się dzięki nim obniżyć stężenia NO<sub>2</sub> w widoczny sposób<sup>10</sup>. Porównując wyniki obecnych pomiarów, z wynikami pomiar przeprowadzonych w 2021 roku<sup>11</sup> w obszarze, w którym od 2024 roku funkcjonuje w Warszawie Strefa Czystego Transportu widać spadek stężeń NO<sub>2</sub>.

## METODOLOGIA

Ze względu na fakt, że niniejsze opracowanie przyrównuje zmierzone stężenie średniomiesięczne do poziomu średniorocznego dopuszczalnego przepisami prawa, należy je traktować poglądowo. Jednocześnie stężenia NO<sub>2</sub> charakteryzują się mniejszą zmiennością w ciągu roku niż np. stężenia pyłów, dzięki czemu już stężenie średniomiesięczne daje dość dobry obraz sytuacji w zakresie tego zanieczyszczenia. Wykorzystane w badaniu pasywne czujniki firmy Passam AG są powszechnie stosowane do pomiarów dwutlenku azotu (NO<sub>2</sub>) ze względu na stosunkowo niski koszt, przy jednocześnie potwierdzonej jakości pomiarów. Pomiar odbywa się poprzez ekspozycję trietanolaminy znajdującej się w próbniku. Dwutlenek azotu na zasadzie dyfuzji transportowany jest do złoza tej substancji. Masa NO<sub>2</sub> zatrzymana w próbniku jest proporcjonalna do stężenia na zewnątrz fiolki oraz czasu ekspozycji. Na czas transportu między punktem ekspozycji i laboratorium próbnik jest zabezpieczony (odpowiednio zamknięty i przechowywany) w celu zatrzymania procesu. Następnie stężenie w próbniku jest mierzone w laboratorium. W 2025 roku metoda ta została zastosowana jako uzupełniająca przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska w Polsce.

Rozmieszczono 68 próbników, w tym 2 na stacji GIOŚ przy al. Niepodległości. Wszystkie próbki były rozmieszczone w wybranych punktach w ciągu jednego dnia, a pomiar prowadzony był przez 28 dni na przełomie lutego i marca. Dla każdego próbki zanotowano dokładny czas rozpoczęcia i zakończenia ekspozycji. Dodatkowo zarejestrowano dokładne położenie punktu - geolokalizację GPS. Pięć z próbników zostało utraconych w trakcie pomiaru, w związku z czym uzyskano wyniki z 61 lokalizacji.

**Wyniki pomiarów próbnikami Passam różnią się od uśrednionych pomiarów stacji GIOŚ o mniej niż 10% co całkowicie mieści się w niepewności pomiarowej próbników i nie zauważono systematycznych różnic.** Zgodnie z walidacją względem metod referencyjnych, rozszerzona niepewność pomiarowa średniorocznego stężenia NO<sub>2</sub> wynosi 12,6% (na podstawie dwunastu 1-miesięcznych pomiarów)<sup>12</sup>. W celu dalszego monitoringu stężeń podobne badania powinny być prowadzone w sposób regularny, co pozwoli na śledzenie ewentualnych zmian w stężeniach NO<sub>2</sub>.

Badania przeprowadziło Stowarzyszenie Alarm Smogowy we współpracy z Biurem Ochrony Powietrza i Polityki Klimatycznej Miasta Warszawy

biuro@polskialarmsmogowy.pl

9. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20180000317/U/D20180317Lj.pdf>

10. <https://healpolka.pl/aktualnosci/badania-nad-strefami-czystego-powietrza-w-belgii-udowadniaja-ich-pozytywny-wplyw-na-nasze-zdrowie/>

11. <https://polskialarmsmogowy.pl/wp-content/uploads/2021/10/Raport-pomiary-NO2-LUTY-MARZEC-2021-FINAL-OK.pdf>

12. [https://web.archive.org/web/20221006010916/https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/immissionen/ber\\_trend/Pfeffer\\_et\\_al\\_NO2-diffusive\\_2010-corr.pdf](https://web.archive.org/web/20221006010916/https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/immissionen/ber_trend/Pfeffer_et_al_NO2-diffusive_2010-corr.pdf)

