



**ZANIECZYSZCZENIE
POWIETRZA NA TERENIE
WROCŁAWIA**

**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_{2,5} w skali kraju¹. 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 Dolnośląskim Alarmem Smogowym przeprowadziło **pasywny 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 47 punktów pomiarowych na terenie Wrocławia**. Taka liczba pozwala precyzyjnie pokazać jakość powietrza na terenie całego miasta.

Do określenia średniomiesięcznego stężenia NO₂ przeprowadzone zostały pomiary przy użyciu próbników pasywnych. Próbniki, a później analiza chemiczna, zostały dostarczone przez laboratorium Passam AG ze Szwajcarii. Wszystkie próbki 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 przemieszczają się podróżujący pieszo lub transportem miejskim. Celem pomiaru było określenie stężenia NO₂ 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/m³. Od roku 2030 zaczną obowiązywać² normy bardziej rygorystyczne - 20 µg/m³ natomiast zalecenia

¹ Źródło: KOBiZE, Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich I TZO za lata 1990 – 2022, Warszawa 2024 (udział poszczególnych sektorów w emisji PM_{2.5} i WWA w 2022 r.)

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

Światowej Organizacji Zdrowia (WHO)³ wynoszą 10 µg/m³.

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

WPŁYW NO₂ NA ZDROWIE

Szereg badań prowadzonych na świecie wskazuje na **znaczący wpływ wysokich stężeń dwutlenku azotu na zdrowie**. Wykazano, że długotrwałe oddychanie powietrzem o stężeniu NO₂ większym o zaledwie 10 µg/m³ powoduje **wzrost ryzyka zachorowania na astmę nawet o 10-17%**. Wysokie stężenia NO₂ zwiększają **również ryzyko wystąpienia ostrych infekcji górnych dróg oddechowych u dzieci** - 9% dla stężenia wyższego o 10 µg/m³. Istnieje także związek między zapadalnością na cukrzycę, a wyższym zanieczyszczeniem powietrza NO₂. Badania epidemiologiczne potwierdzają **również wzrost ryzyka wystąpienia zgonu z powodu zapalenia płuc lub oskrzeli** - dla wzrostu stężenia NO₂ w powietrzu o jedynie 10 µg/m³, ryzyko rośnie to aż o 6%⁴.

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**⁵.

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 Barcelony⁶ 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**

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

⁴ https://healpolska.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>

dzieci, notuje się ich obniżoną zdolność do podtrzymania uwagi w zakresie potrzebnym do zapamiętywania i rozumowania⁷. 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.

WYNIKI

W ramach badań uzyskano wyniki z 47 lokalizacji we Wrocławiu. W 20 lokalizacjach zmierzone wartości przekraczały obowiązujące obecnie w Polsce normy jakości powietrza ustanowione dla stężenia NO₂ w powietrzu - a więc próg 40 µg/m³. W tych lokalizacjach piesi czekają na przystankach lub przemierzają się w najbliższej okolicy co oznacza, że wiele osób narażonych jest na wdychanie powietrza o bardzo wysokim stężeniu NO₂. W 27 lokalizacjach zmierzone stężenia były poniżej obowiązującej obecnie normy dla rocznego stężenia NO₂.

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 µg/m³

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

WROCLAW

stężenie dwutlenku azotu - NO₂

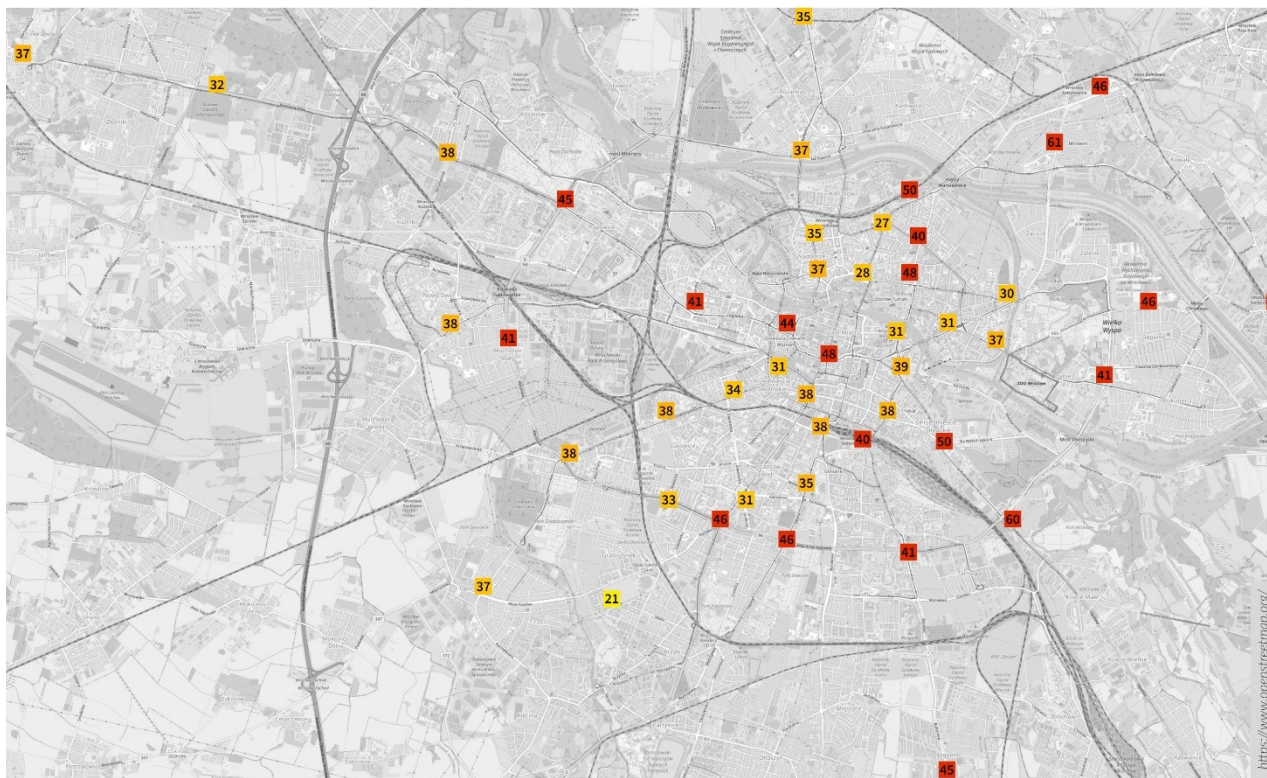
Dolnośląski
alarm
smogowy

RODZICE
DLA KLIMATU



stężenie w µg/m³ 10 20 30 40 50

40 µg/m³ - roczny poziom dopuszczalny



Wrocław	Stężenie µg/m ³
al.. Aleksandra Brucknera - ul. Gęsia	61
Al.. Armii Krajowej - ul. Krakowska	60
ul. Swojczycka - ul. Chałupicza	52
ul. Krakowska	50
ul. Jedności Narodowej - ul. Żeromskiego	50
ul. Kazimierza Wielkiego - ul. Widok	48
ul. Wyszyńskiego - ul. Sienkiewicza	48
ul. Rakowa - ul. Bolesława Krzywoustego	46
al.. Armii Krajowej - ul. Ślężna	46
ul. Adama Mickiewicza - ul. Piotra Wysockiego	46
Stacja GIOŚ Powstańców Śląskich	46
ul. Buforowa - ul. Igora Strawieńskiego	45
ul. Legnicka - ul. Milninja	45
ul. Rуска - ul. Kazimierza Wielkiego	44
Stacja GIOŚ Powstańców Śląskich	44
ul. Legnicka - ul. Poznańska	41
al.. Wielkiej Wąsą - ul. Zygmunta Wróblewskiego	41
ul. Klecińska - ul. Szkocka	41

ul. Bardzka - ul. Laskowa	41
ul. Dyrekcyjna - ul. Gajowa	40
ul. Wyszyńskiego - ul. Nowowiejska	40
ul. Traugutta - ul. Walońska	39
ul. Grabiszyńska - ul. Klecińska	38
ul. Stregomska - ul. Komorowska	38
ul. Lotnicza - ul. Górnicza	38
ul. Swobodna - ul. Ślężna	38
ul. Kościuszki - ul. Pułaskiego	38
ul. Świdnicka - ul. Piłsudskiego	38
ul. Granizyńska - ul. Szpitalna	38
ul. Bałtycka - ul. Osobowicka	37
ul. Średzka - Plac Świętojański	37
ul. Solskiego - Aleja Piastów	37
ul. Curie-Skłodowskiej - Wybrzeże Stanisława Wyspiańskiego	37
ul. Pommorska - ul. Dubois	37
ul. Ślężna - ul. Kamienna	35
ul. Milicka - ul. Żmigrodzka	35
ul. Świętego Wincentego - ul. Pomorska	35
ul. Grabiszyńska - ul. Szpitalna	34
ul. Mielecka - al. Generała Hallera	33
ul. Kosmonautów - ul. Fieldorfa	32
pl. Powstańców Śląskich - ul. Sudecka	31
Plac Powstańców Warszawy - ul. Purkyniego	31
Plac Grunwaldzki	31
ul. Sądowa - ul. Świebodzka	31
Plac Grunwaldzki - ul. Grunwaldzka	30
ul. Drobnera - ul. Bema	28
ul. Jedności Narodowej - Plac Słowiański	27
ul. Wichrowa - ul. Zefirowa	21

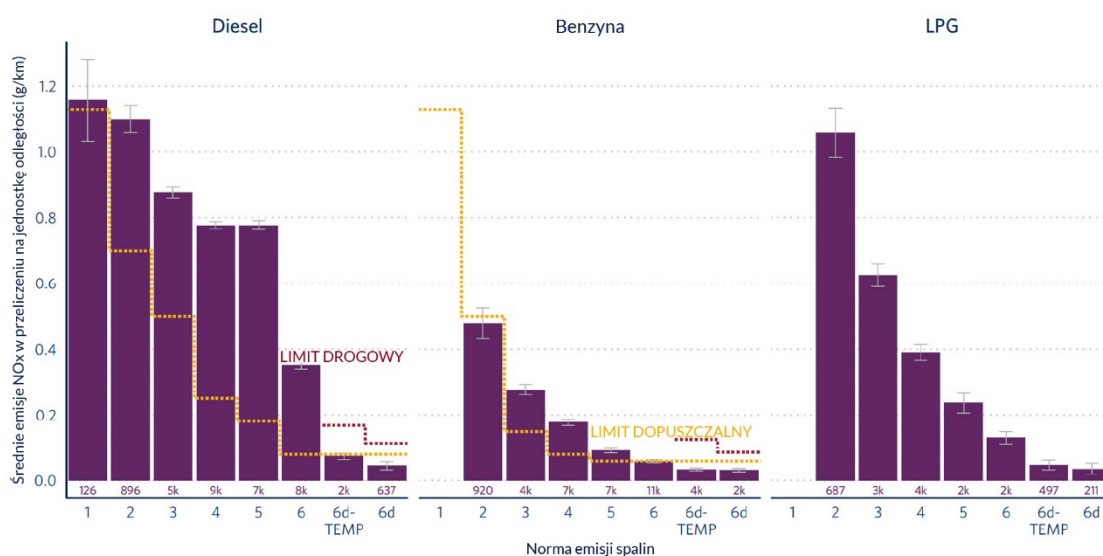
Podsumowując:

- **W 20 badanych lokalizacjach otrzymane odczyty były powyżej obecnej normy dla stężeń NO₂ – 40 µg/m³, a w 27 lokalizacjach poniżej tej normy**
- **We wszystkich 47 lokalizacjach otrzymane odczyty były powyżej normy, która zacznie obowiązywać od roku 2030 – 20 µg/m³**

- 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 ZMNIEJSZENIA 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 NO_2 ma rodzaj napędu (benzyna vs. diesel) oraz norma emisji⁸. **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.



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

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

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 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.

Możliwym do zastosowania rozwiązaniem jest także uspokojenie i ograniczenie ruchu samochodowego poprzez m.in. strefy płatnego postoj, obszarowe ograniczenie prędkości do 30 km/h, czy wprowadzenie takiej organizacji ruchu aby przejazdy tranzytowe przez obszary śródmieścia były wykonywane jak najrzadziej.

Samorządy mogą również wprowadzać na wybranym obszarze miasta Strefy Czystego Transportu - jest to narzędzie pozwalające na ograniczanie ruchu najbardziej emisyjnych samochodów⁹, 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 NO₂ w widoczny sposób¹⁰.

METODOLOGIA

Niniejsze opracowanie przyrównuje zmierzone stężenie średniomiesięczne do poziomu średniorocznego dopuszczalnego przepisami prawa. Wykorzystane w badaniu pasywne czujniki firmy Passam AG są powszechnie stosowane do pomiarów dwutlenku azotu (NO₂) 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 NO₂ 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.

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

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

Rozmieszczono 49 próbników, w tym 2 na stacji GIOŚ przy ul. Powstańców Śląskich. Wszystkie próbniki były rozmieszczone w wybranych punktach w ciągu jednego dnia, a pomiar prowadzony był przez 28 dni na przełomie lutego i marca. Dla każdego próbniaka zanotowano dokładny czas rozpoczęcia i zakończenia ekspozycji. Dodatkowo zarejestrowano dokładne położenie punktu - geolokalizację GPS. Jeden z próbników został utracony w trakcie pomiaru, w związku z czym uzyskano wyniki z 47 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 NO₂ wynosi 12,6% (na podstawie dwunastu 1-miesięcznych pomiarów)¹¹. W celu dalszego monitoringu stężeń podobne badania powinny być prowadzone w sposób regularny, co pozwoli na śledzenie ewentualnych zmian w stężeniach NO₂.

Badania przeprowadził Polski Alarm Smogowy we współpracy z Dolnośląskim Alarmem Smogowym

biuro@polskialarmsmogowy.pl

¹¹ https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/immissionen/ber_trend/Pfeffer_et_al_NO2-diffusive_2010-corr.pdf