

Skąd wiadomo, ile dwutlenku azotu jest w krakowskim powietrzu

2026-09-24

Zdanie „stężenie dwutlenku azotu przy alei Krasińskiego wyniosło 40 mikrogramów na metr sześcienny” brzmi jak fakt prosty do sprawdzenia. Za tą liczbą stoi jednak cały aparat pomiarowy, reguła prawna i metody, które uzupełniają obraz tam, gdzie stacji nie ma. Ten tekst wyjaśnia, skąd te liczby pochodzą.

Reguła prawna określa, co wolno uznać za pomiar. Rzecz jest istotna nie tylko dla porządku. Ocena roczna jakości powietrza jest dokumentem, który uruchamia obowiązki prawne: to ona przesądziła o tym, że Kraków musiał ustanowić Strefę Czystego Transportu, i to ona zdecyduje kiedyś o tym, czy strefa będzie mogła zostać zniesiona.

Kto mierzy i na jakiej podstawie

Roczne oceny jakości powietrza sporządza Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Robi to na podstawie ustawy — Prawo ochrony środowiska, dla każdej substancji osobno i dla każdej strefy osobno. Kraków tworzy odrębną strefę oceny: aglomerację krakowską.

Ocena kończy się przypisaniem klasy. Klasa A oznacza, że poziom dopuszczalny został dotrzymany. Klasa C oznacza przekroczenie i uruchamia obowiązek przygotowania programu ochrony powietrza po stronie samorządu województwa.

To, że aglomeracja krakowska ma dla dwutlenku azotu klasę A, nie zmienia klasy C dla pyłu zawieszonego PM10 i benzo(a)pirenu — i odwrotnie. Każda substancja ma własny poziom dopuszczalny, własne źródła i własny instrument naprawczy. Klasa C dla pyłu zawieszonego nie jest więc oceną wysiłku Krakowian — źródła, które ją dziś podtrzymują, leżą w znacznej części poza granicami miasta.

Cztery stanowiska i dlaczego akurat tyle

Podstawą oceny dwutlenku azotu w województwie małopolskim były w 2025 roku wyniki z jedenastu stanowisk pomiarów automatycznych. Cztery z nich leżą w aglomeracji krakowskiej: przy Alei Krasińskiego, ulicy Kamieńskiego, ulicy Bujaka i ulicy Bulwarowej. Pozostałych siedem znajduje się poza aglomeracją — w Tarnowie i w strefie małopolskiej.

Liczba jedenastu odnosi się więc do całego województwa, a klasyfikacja aglomeracji krakowskiej opiera się na czterech stanowiskach. Nie stoją one przypadkowo. Dwa są komunikacyjne — mierzą powietrze w rejonie oddziaływania ruchu drogowego: Aleja Krasińskiego i ulica Kamieńskiego. Jedno mierzy tło miejskie, czyli powietrze z dala od pojedynczego źródła — ulica Bujaka. Czwarte, przy ulicy Bulwarowej, jest stanowiskiem przemysłowym — mierzy powietrze w zasięgu oddziaływania zakładu przemysłowego.

Ile stanowisk musi działać, określa rozporządzenie w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu. Wymaganą liczbę wiąże ono z liczbą mieszkańców strefy i z poziomem stężeń.

Dla strefy liczącej od 750 tysięcy do miliona mieszkańców — a taka jest aglomeracja krakowska — wymaga się trzech stałych stanowisk pomiaru dwutlenku azotu, jeżeli stężenia przekraczają tak zwany górny próg oszacowania, i jednego, jeżeli mieszczą się między progiem górnym a dolnym.

W tej samej sytuacji rozporządzenie nie poprzestaje na liczbie. Wymaga, by wśród stanowisk pomiaru dwutlenku azotu znalazło się co najmniej jedno mierzące tło miejskie i co najmniej jedno w rejonie oddziaływania ruchu drogowego. Osobny przepis dokłada warunek dla stref z dużą instalacją przemysłową: jeden punkt musi leżeć po stronie zawietrznej takiej instalacji, dla dominującego kierunku wiatru, na najbliższym terenie zabudowy mieszkaniowej. Trzy krakowskie stanowiska — Bujaka, Krasińskiego i Bulwarowa — wypełniają dokładnie te trzy wymagania.

Czwarte, przy ulicy Kamieńskiego, jest ponad wymóg. To drugie w mieście stanowisko komunikacyjne, uruchomione w 2024 roku. Pozostałe krakowskie stacje mierzą pyły zawieszone, benzo(a)piren albo ozon — dwutlenku azotu nie mierzą.

Pomiar automatyczny na stałym stanowisku jest podstawą oceny rocznej. Ma jednak cechę, której nie da się obejść: mierzy tylko tam, gdzie stoi. Kompletność serii pomiarowych w 2025 roku wyniosła od 97 do 99 procent, co oznacza, że stacje pracowały niemal bez przerw. Wciąż jednak są to tylko cztery punkty na obszarze całej aglomeracji.

Wyniki, które zamykają rok 2025

Stanowisko	Stężenie średnioroczne NO ₂
aleja Krasińskiego	40 µg/m ³
ulica Kamieńskiego	26 µg/m ³
ulica Bujaka	24 µg/m ³
ulica Bulwarowa	22 µg/m ³

Poziom dopuszczalny dla stężenia średniorocznego wynosi 40 mikrogramów. Poziomu jednogodzinnego — 200 mikrogramów, przekraczalnego najwyżej osiemnaście razy w roku — nie przekroczone w 2025 roku na żadnym stanowisku ani razu.

Rok wcześniej obraz był inny. W ocenie za 2024 rok najwyższe stężenie średnioroczne w aglomeracji wyniosło 44,9 mikrograma i aglomeracja otrzymała klasę C. To właśnie ta ocena uruchomiła ustawowy obowiązek ustanowienia strefy.

Przy Alei Krasińskiego przekroczenie notowano corocznie od początku pomiarów na tym stanowisku. Dotrzymanie poziomu w 2025 roku było pierwsze w historii tego punktu — i nastąpiło przed rozpoczęciem obowiązywania strefy. Nie jest więc jej zasługą i nie należy go tak przedstawiać.

Czego cztery stacje nie pokażą

Sieć referencyjna monitoringu jakości powietrza odpowiada na pytanie, czy poziom dopuszczalny został dotrzymany. Nie odpowiada na pytanie, jak stężenia zanieczyszczeń w powietrzu rozkładają się



między stacjami, a to właśnie ta informacja może być przydatna przy wyznaczaniu kształtu strefy.

Dlatego Zarząd Dróg Miasta Krakowa zlecił badania uzupełniające. Realizują je naukowcy z Katedry Kształtowania i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie (AGH) oraz specjaliści z Zakładu Ochrony Atmosfery Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego (IMGW-PIB).

Badanie opiera się na dwóch niezależnych filarach. Pierwszym są pasywne pomiary stężeń NO_2 w powietrzu prowadzone przez zespół AGH, drugim — modelowanie oddziaływania transportu drogowego wykonywane przez IMGW-PIB. Zestawienie wyników uzyskanych dwiema niezależnymi metodami pozwala na bardziej wiarygodną ocenę przestrzennego zróżnicowania stężeń zanieczyszczeń na obszarze miasta. Wyniki cząstkowe pomiarów posłużą ponadto do kalibracji i oceny dokładności modelowania.

Pomiar pasywny — gęstsza siatka za rozsądne pieniądze

Próbnik pasywny nie ma pompy ani zasilania. To niewielki pojemnik z substancją, która pochłania dwutlenek azotu z powietrza przepływającego swobodnie. Po kilku tygodniach próbnik trafia do laboratorium, gdzie oznacza się, ile substancji się w nim zebrało. Z tego wylicza się średnie stężenie w okresie ekspozycji.

Metoda jest mniej dokładna od pomiaru automatycznego i nie daje wartości godzinowych. Ma za to cechę, której pomiar referencyjny nie ma: jest tania i można ją rozstawić w wielu punktach naraz. Siatka obejmuje zarówno miejsca przy drogach, jak i obszary tła miejskiego — tereny zielone i przestrzenie publiczne.

Cel jest jeden: ocenić jakość powietrza tam, gdzie nie ma monitoringu referencyjnego, i sprawdzić, jak zmieniają się stężenia wraz z oddalaniem się od drogi.

Modelowanie — uogólnienie pomiaru

Modelowanie odpowiada na pytanie, na które sam pomiar odpowiedzieć nie może: ile z tego, co zmierzono, pochodzi z transportu drogowego, a ile z innych źródeł i z napływu spoza miasta.

Model liczy rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń na podstawie danych o emisji, o warunkach orograficznych i o rzeczywistych warunkach meteorologicznych. Wynik porównuje się następnie z pomiarem — jeżeli model odtwarza zmierzone wartości, można mu zaufać także tam, gdzie pomiaru nie było.

Główny Inspektorat Ochrony Środowiska także posługuje się modelowaniem — wykonuje je Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy — ale wyłącznie jako narzędziem wspomagającym ocenę opartą na pomiarach. Model nie zastępuje stacji i nie może być podstawą klasyfikacji strefy.



**Magiczny
Kraków**

Co już wiadomo z modelowania wykonanego wcześniej

Program ochrony powietrza dla województwa małopolskiego, przyjęty przez sejmik w listopadzie 2023 roku, zawiera wyniki takiego modelowania dla obszaru przekroczeń w aglomeracji krakowskiej.

Wynika z nich, że transport drogowy powoduje przyrost tła miejskiego dwutlenku azotu o 16,41 mikrograma na metr sześcienny, a przyrost tła lokalnego mieści się w przedziale od 0,31 do 24,26 mikrograma — przy poziomie dopuszczalnym 40 mikrogramów. Wartości najwyższe notowane są przy Alei Krasińskiego.

W skali całego województwa transport drogowy odpowiada za 44 procent emisji tlenków azotu. Dla porównania: za 4 procent emisji pyłu zawieszonego PM10 i 3 procent pyłu zawieszonego PM2,5.

Emisja rzeczywista, czyli co naprawdę wydobywa się z rury wydechowej

Osobnym źródłem wiedzy są pomiary emisji rzeczywistej, wykonane w Krakowie w 2019 i 2021 roku. Za każdym razem objęły próbę około stu tysięcy pojazdów w normalnym ruchu — a więc nie w warunkach laboratoryjnych, lecz na ulicy.

Wynik jest ostrzejszy, niż sugerowałyby same normy homologacyjne. Samochody z silnikiem Diesla poniżej normy Euro 6 stanowiły 26 procent floty w ruchu i odpowiadały za 59 procent emisji tlenków azotu. Samochody benzynowe poniżej normy Euro 4 — 8 procent floty i 6 procent emisji.

Jedna czwarta pojazdów wytwarzała blisko trzy piąte emisji. To ustalenie tłumaczy, dlaczego progi emisyjne w strefie są różne dla obu rodzajów napędu.

Kiedy będą wyniki

Prace są w toku. Pomiary pasywne i modelowanie mają dać obraz przestrzenny, którego dziś nie ma, a ocena skuteczności strefy — odpowiedź na pytanie, czy i o ile obniża stężenia. O metodzie tej oceny piszemy w ostatnim odcinku serii.

Wcześniejsze podawanie liczb niewiele by dało: sam spadek stężeń jeszcze o niczym nie przesądza, bo na stężenia wpływa równocześnie pogoda, naturalna wymiana pojazdów i napływ zanieczyszczeń spoza miasta. Rozdzielenie tych czynników jest właśnie zadaniem badania — i dlatego warto na nie poczekać.

Bieżące dane pomiarowe ze stacji Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska są dostępne publicznie i każdy może je sprawdzić samodzielnie.

Informacji o Strefie Czystego Transportu udziela Krakowskie Centrum Kontakt pod numerem 12 616 55 55. Zasady i wnioski znajdziesz na stronie sct.zdmk.krakow.pl.