

# Najnowsze trendy w pomiarach atmosfery w tunelach



tekst: **KRZYSZTOF FILIPOWSKI**, zdjęcia: **PENTOL-ENVIRO POLSKA Sp. z o.o.**  
**CODEL INTERNATIONAL Ltd.**

Artykuł zawiera przegląd alternatywnych bądź wywołujących dyskusję rozwiązań w zakresie pomiarów atmosfery objętych monitoringiem w tunelach. Rozważania dotyczą obiektów tunelowych, w których zainstalowano aparaturę brytyjskiej firmy Codel International Ltd. (serii TunnelTech - TT), wpisującą się w generalne trendy, a w pewnych przypadkach te trendy tworzącą.



## Czy potrzebny jest pomiar dwutlenku azotu (NO<sub>2</sub>)?

Pomiary gazowe w tunelach drogowych obejmują tlenek węgla (CO) i tlenki azotu. Wcześniej spośród tlenków azotu mierzono tylko NO, który niegdyś stanowił większość sumy tlenków azotu. Obecnie w związku ze stosowaniem w silnikach Diesla technologii niskoemisyjnych usuwających głównie NO, udział NO<sub>2</sub> wzrósł nawet trzykrotnie.

Konieczność pomiaru NO<sub>2</sub> uzasadniona jest szczególnie wysoką toksycznością tego gazu. Stężenie NO<sub>2</sub> powyżej 1 ppm jest szkodliwe dla zdrowych ludzi, natomiast dla astmatyków próg szkodliwości wynosi już 0,1 ppm. Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie, w nowelizacji z 2019 r. wymaga ciągłego pomiaru NO<sub>2</sub>.

## Pomiar stężeń gazowych: optyczny czy elektrochemiczny?

Od lat stosowaną metodą pomiarów stężeń CO i NO jest pomiar optyczny na zasadzie absorpcji w podczerwieni (w przypadku NO<sub>2</sub> również w ultrafiolecie). Przykładowy analizator tego typu (serii TT200) widoczny na rycinie 2 mierzy CO i NO metodą absorpcji w podczerwieni oraz dodatkowo przejrzystość powietrza. Składa się z głowicy nadawczo-odbiorczej i lustra, a odstęp między nimi wynosi 3 m. Był to podstawowy komponent systemu monitoringu atmosfery w tunelach.

W ostatnich latach prawo bytu zdobyły sobie pomiary metodą elektrochemiczną. Najnowsza generacja czujników zapewnia

stabilne wskazania w całym okresie żywotności, wynoszącym od półtora roku do dwóch lat, a kalibracja czujników za pomocą gazów wzorcowych jest łatwa. Linia TT obejmuje serie przyrządów mogących mierzyć do trzech gazów, czyli CO, NO i NO<sub>2</sub>. Dwie serie mierzą dodatkowo przejrzystość powietrza, a więc funkcjonalnie przewyższają optyczną serię 200 umożliwiającą pomiar NO<sub>2</sub>.

W tunelu na trasie S2 w Warszawie oprócz mierników optycznych CO, NO i przejrzystości zostały dodatkowo dostarczone mierniki elektrochemiczne mierzące tylko NO<sub>2</sub>. Obecnie optymalnym rozwiązaniem jest pomiar CO i NO<sub>2</sub> (na żądanie również NO) metodą elektrochemiczną w jednym przyrządzie.

## Pomiar prędkości i kierunku przepływu powietrza: punktowy czy liniowy?

Powszechnie stosowaną techniką pomiaru prędkości przepływu powietrza jest metoda ultradźwiękowa, wykorzystująca zjawisko Dopplera. Najbardziej uniwersalnym rozwiązaniem jest pomiar liniowy na szerokości nawy tunelu. Czujniki po przeciwnych stronach nawy rozmieszczone są pod kątem zazwyczaj 45° do osi tunelu. Taki pomiar zapewnia rzeczywiste uśrednienie wartości mierzonej na całej szerokości tunelu. Reprezentujący tę klasę miernik TT801 pokazano na rycinie 1.



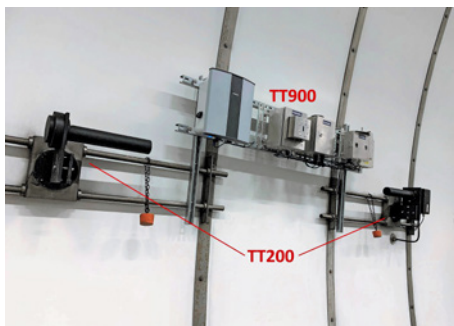
Ryc. 1. Widok liniowego miernika prędkości i kierunku powietrza

Alternatywą jest pomiar punktowy. Jego zaletą jest łatwość montażu i uruchomienia miernika (nie są wymagane żadne czynności regulacyjne) oraz niska cena, natomiast wskazanie punktowe, zwłaszcza w tunelu o ruchu dwukierunkowym, może nie być w pełni miarodajne dla całej szerokości tunelu. Są jednak przypadki, gdy takie rozwiązanie jest jedynym możliwym,

np. w tunelach kolejowych, gdzie może brakować miejsca na zabudowę przyrządu liniowego, bądź przy braku możliwości zabudowy głowicy na przeciwległych ścianach tunelu.

### Pomiar przejrzystości powietrza: transmisyjny czy rozproszeniowy?

Metoda transmisyjna (pomiar osłabienia promieniowania padającego na detektor w prostej linii ze źródła) pojawiła się jako pierwsza. Składa się z wymagających osiowania dwóch oddalonych od siebie o kilka metrów elementów optycznych (przykładem jest miernik serii TT200). Metoda transmisyjna może być nieprecyzyjna, ponieważ widzi mgłę jako zanieczyszczenie podobne do zawieszonego pyłu. Alternatywą będzie pomiar metodą rozproszeniową. Próbkę powietrza z tunelu jest pobierana do ogrzewanej komory pomiarowej, dzięki czemu mgła odparowuje, nie wpływając na wynik pomiaru. Detektor umiejscowiony jest nie w osi wiązki



Ryc. 2. Stanowisko testowe mierników Codela

promieniowania, ale pod kątem, więc w rezultacie mierzy światło rozproszone na obecnych w powietrzu cząstkach stałych (PM). Mierniki rozproszeniowe charakteryzują się zwartą bu-

dową i łatwością uruchomienia. Można je zintegrować z elektrochemicznymi pomiarami gazowymi, czego przykładem jest seria TT900 – zintegrowany pomiar przejrzystości metodą rozproszeniową oraz pomiar stężeń gazowych CO, NO i NO<sub>2</sub>. Ten model może stać się preferowanym rozwiązaniem monitoringu atmosfery w tunelach. Takie mierniki zostaną wkrótce uruchomione w tunelu S3 w Świnoujściu. Rycina 2 przedstawia stanowisko testowe z dwiema generacjami analizatorów – serii TT200 i TT900.

### Normalizacja wymagań w zakresie monitoringu tuneli – kierunki zmian

Pierwszym krokiem do normalizacji wymagań dotyczących monitoringu atmosfery w tunelach jest norma ISO 23431:2021 *Pomiary jakości powietrza w tunelach drogowych*. Jednocześnie w końcowej fazie opracowania jest norma europejska EN 50545-2 *Ogólne wymagania eksploatacyjne i metody badań dla pomiarów zanieczyszczeń gazowych i pochodzących z powietrza w tunelach*, która będzie określać kryteria jakościowe dla przyrządów monitorujących i precyzować metody testów. Projekt normy wskazuje na zbliżającą się zmianę filozofii pomiarów atmosfery w tunelach, manifestującą się w zmniejszeniu znaczenia CO i widoczności oraz w jednoczesnym podkreśleniu znaczenia NO<sub>2</sub> i cząstek PM. Należy mieć nadzieję, że przygotowywana norma ujednoczy wymagania dla monitoringu atmosfery w tunelach, które obecnie są bardzo nieprecyzyjne.

[www.pentol.pl](http://www.pentol.pl)



Czytaj więcej



Jesteśmy **światowym liderem** w zakresie monitoringu atmosfery w tunelach



**NOWOŚĆ**

Zintegrowany pomiar CO, NO, NO<sub>2</sub>, przejrzystości  
seria **TT900**



Liniowy pomiar kierunku i prędkości powietrza  
**TT801**



Punktowy pomiar kierunku i prędkości powietrza  
**TT305**

Oferujemy nowatorskie rozwiązania spełniające obecne i przyszłe wymagania dla tuneli drogowych i kolejowych oraz dworców.

Zrealizowaliśmy ponad **600** systemów monitoringu tuneli, w tym 6 w Polsce

**Od 30 lat** nasz partner w Polsce:

Pentol-Enviro Polska Sp. z o.o. Osiedle Piastów 21B, 31-624 Kraków

☎ 12 686 36 86 ✉ [pentol@pentol.pl](mailto:pentol@pentol.pl)

[www.pentol.pl](http://www.pentol.pl)

