

# System monitoringu atmosfery w tunelu w Świnoujściu – rozwiązanie na teraz i na przyszłość



tekst: KRZYSZTOF FILIPOWSKI.  
zdjęcia: PENTOL-ENVIRO POLSKA Sp. z o.o.



Tunel pod Świną, najdłuższy tunel podwodny w Polsce (1484 m), jest dobrym przykładem najnowszych trendów w systemie monitoringu atmosfery. Taki system pełni ważną funkcję w sterowaniu systemem wentylacji zarówno w normalnych warunkach eksploatacji, jak i w stanach awaryjnych z pożarem włącznie.

W zależności od zmierzonych wartości stężeń zanieczyszczeń oraz warunków ruchowych w tunelu automatycznie dobierane są parametry wentylacji, a przekroczenie granicznych wartości wymusza zamknięcie tunelu dla ruchu. Wymagania w tym zakresie reguluje rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2000 r., konkretnie jego nowelizacja z 1 sierpnia 2019 r. (tab. 1). Zgodnie z par. 292 pkt 1 rozporządzenia wentylacja tuneli drogowych powinna być ustalona na podstawie wartości progowych stężeń tlenu węgla (CO) i ditlenku azotu (NO<sub>2</sub>) w powietrzu w tunelu oraz widoczności.

W punkcie 2 tego samego paragrafu napisano, że tunel drogowy z wentylacją mechaniczną powinien być wyposażony w urządzenia monitorujące jakość powietrza w tunelu i urządzenia służące do zamykania go dla ruchu w przypadku, gdy:

- 1) stężenie tlenu węgla (CO) przekroczy wartość 200 ppm,
- 2) stężenie ditlenku azotu (NO<sub>2</sub>) przekroczy wartość 4 ppm,
- 3) współczynnik absorpcji  $K$  przekroczy wartość 0,012 m<sup>-1</sup>,
- 4) wartość transmitancji światła  $S$  spadnie poniżej 30%.

I wreszcie ważny pkt 3: wentylacja mechaniczna w tunelach drogowych powinna być uruchamiana i sterowana automatycznie z czujników monitorujących jakość powietrza w tunelu.

Treść rozporządzenia jest zgodna z udowodnioną naukowo wiedzą o szczególnej szkodliwości właśnie NO<sub>2</sub>, a nie NO i wymaga zmiany w specyfikacji pomiarów. Widać je na przykładzie dwóch ostatnio oddanych do eksploatacji tuneli wyposażonych w system monitoringu atmosfery produkcji brytyjskiej firmy Codel International. Jeszcze niedawno w tunelu S2 w Warszawie pomiar NO<sub>2</sub> został dodany na etapie realizacji, natomiast w tunelu w Świnoujściu od początku przewidziano go zgodnie z rozporządzeniem. Powszechne stosowanie pomiaru NO<sub>2</sub> stało się możliwe dopiero w ostatnich latach, gdy mierniki elektrochemiczne uzyskały akceptację projektantów tuneli, wypierając dominujące wcześniej przyrządy optyczne w podczerwieni. Wcześniej pomiar NO<sub>2</sub> możliwy był tylko przez unikatowy i bardzo drogi miernik optyczny w ultrafiolecie, również produkowany przez firmę Codel.

## Mierniki zastosowane w tunelu pod Świną

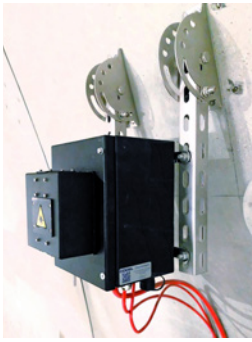
Codel zaoferował dla tego tunelu swoje najnowsze rozwiązanie – kompaktowy miernik serii TunnelTech (TT) 900. Może on mierzyć do czterech gazów metodą elektrochemiczną, tu mierzy CO, NO i NO<sub>2</sub>. Ten sam przyrząd mierzy widoczność (przejrzystość powietrza). Jeszcze w niedalekiej przeszłości pomiar widoczności był realizowany metodą prześwietleniową – wiarygodną, ale mającą wady: złożoną konstrukcją składającą się z dwóch oddalonych od siebie elementów wymagających precyzyjnego osiowania czy podatność na zniekształcenie wskazań przez mgłę. Tych wad pozbawiony jest optyczny pomiar rozproszeniowy. Na rycinie 1 przedstawiono miernik TT serii 900 na ścianie tunelu.

Tab. 1. Wartości progowe parametrów powietrza w tunelu

Rodzaj ruchu pojazdów w tunelu	Stężenie tlenu węgla (CO)	Stężenie ditlenku azotu (NO <sub>2</sub> ) <sup>1)</sup>	Widoczność	
			współczynnik absorpcji $K$	transmitancja światła $S$ <sup>2)</sup>
Płynny z prędkością 50–100 km/h	70 ppm	1 ppm	0,005 m <sup>-1</sup>	60%
Utrudniony codziennie zatorami, zatrzymany na wszystkich pasach ruchu	70 ppm	1 ppm	0,007 m <sup>-1</sup>	50%
Ograniczony wyjątkowo zatorom, zatrzymany na wszystkich pasach ruchu	100 ppm	1,5 ppm	0,009 m <sup>-1</sup>	40%
Długotrwałe prace w tunelu	30 ppm	0,3 ppm	0,003 m <sup>-1</sup>	75%

<sup>1)</sup> Średnie stężenie na całej długości tunelu.

<sup>2)</sup> Dla odcinka 100 m.



Ryc. 1. Miernik serii TT900



Ryc. 2. Głowica miernika TT801

Pomiar prędkości i kierunku przepływu powietrza jest realizowany metodą ultradźwiękową (z wykorzystaniem zjawiska Dopplera) na całej szerokości tunelu, co jest standardem w tunelach drogowych. Zastosowano miernik Codela TT801. Czujniki rozmieszczone są na przeciwległych ścianach tunelu pod kątem zazwyczaj 45° do osi tunelu. Na rycinie 2 pokazano jedną z głowic miernika.

Alternatywą dla pomiaru liniowego jest pomiar punktowy. Stosowany jest zazwyczaj w tunelach kolejowych lub tramwajowych, gdzie często przejeżdżające lub zatrzymujące się pociągi mogą przysłaniać ścieżkę fali ultradźwiękowej. W tabeli 2 przedstawiono zestawienie aparatury używanej w tunelu w Świnoujściu.

Zamiast tradycyjnych wyjść analogowych zastosowano tu szeregową transmisję danych w protokole Modbus, co umożliwia zdalną łączność diagnostyczną, a w konsekwencji ułatwia i przyspiesza ewentualne naprawy. Takie rozwiązanie powinno stać się standardem.

REKLAMA

Tab. 2. Zakres pomiarów w tunelu w Świnoujściu

Lokalizacja [km]	Pomiary gazowe	Pomiar widoczności	Typ miernika	Pomiar prędkości	Typ miernika
0,950	–	tak	TT 912	tak	TT801
1,247	CO, NO, NO <sub>2</sub>	tak	TT905	–	–
1,540	–	tak	TT912	tak	TT801
1,843	CO, NO, NO <sub>2</sub>	tak	TT905	–	–
2,130	–	tak	TT912	tak	TT801

### Co w przyszłości?

Systemy monitoringu atmosfery w tunelach nie doczekały się jeszcze kodyfikacji, jednolitej chociażby na obszarze Unii Europejskiej. W bólach rodzi się projekt normy 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 w filozofii pomiarów atmosfery w tunelach, manifestującą się zmniejszeniem znaczenia CO i widoczności przy jednoczesnym zwiększeniu znaczenia NO<sub>2</sub> i cząstek stałych (PM). Nasz partner Codel będzie przygotowany na nadchodzące zmiany.



Czytaj więcej

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


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

**CODEL**  
A Forbes Marshall Company

**PENTOL**



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 **7 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)

