

dr inż. ELŻBIETA JANKOWSKA  
mgr inż. TOMASZ JANKOWSKI  
mgr inż. DOROTA KONDEJ  
Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

## Badanie obszarów wentylowanych i niewentylowanych w pomieszczeniu pracy

Jednym z najistotniejszych problemów związanych z bezpieczeństwem i higieną pracy jest jakość powietrza w pomieszczeniach pracy, zdefiniowana takimi jego parametrami, jak: stężenie zanieczyszczeń (pyłowych i gazowych) w powietrzu pomieszczeń pracy, prędkość i kierunek ruchu powietrza oraz wilgotność i temperatura powietrza.

Uzyskanie właściwego stanu powietrza w pomieszczeniu pracy jest możliwe przez zastosowanie, odpowiednich dla danego typu pomieszczenia pracy i prowadzonego procesu technologicznego, systemów wentylacyjnych i ich właściwą obsługę oraz kontrolowanie parametrów pracy tych systemów w regularnych odstępach czasu.

Działania te powinny być prowadzone w celu wyeliminowania niekorzystnych zjawisk, mogących wpływać na niewłaściwe warunki pracy, takie między innymi, jak:

- kumulowanie się w różnych obszarach pomieszczeń pracy zanieczyszczeń emitowanych na stanowiskach pracy
- dyskomfort pracy, z uwagi na niewłaściwą prędkość i kierunek ruchu powietrza w pomieszczeniach pracy, a także niewłaściwą temperaturę i wilgotność powietrza.

Do oceny stanu powietrza w pomieszczeniach pracy, a więc i efektywności działania wentylacji mogą być wykorzystywane różne metody badawcze, w tym:

- metoda anemometryczna
- metoda znaczników gazowych
- metoda wizualizacji.

**Metoda anemometryczna** polega na pomiarze prędkości liniowej przepływu powietrza w różnych punktach, rozmieszczonych w płaszczyznach pionowych i poziomych w badanym pomieszczeniu oraz umożliwia określenie:

- rozkładu prędkości przepływu powietrza w badanym pomieszczeniu pracy
- kierunków przepływu powietrza nawiewanego lub wywiewanego z pomieszczenia.

**Metoda znaczników gazowych** polega na wprowadzaniu znacznika gazowego ze stałą szybkością w wybranym punkcie lub punktach:

- w przewodzie wentylacyjnym, doprowadzającym powietrze do pomieszczenia pracy (ocena rozprzestrzeniania się strumienia powietrza dostarczanego do pomieszczenia przez system mechanicznej wentylacji ogólnej nawiewnej)

- w pomieszczeniu pracy, w miejscu lub miejscach występowania punktowych źródeł emisji zanieczyszczeń w procesie pracy (ocena rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń emitowanych w pomieszczeniach), a następnie na określaniu wartości stężeń znacznika gazowego zmierzonych w różnych punktach rozmieszczonych w badanym pomieszczeniu pracy.

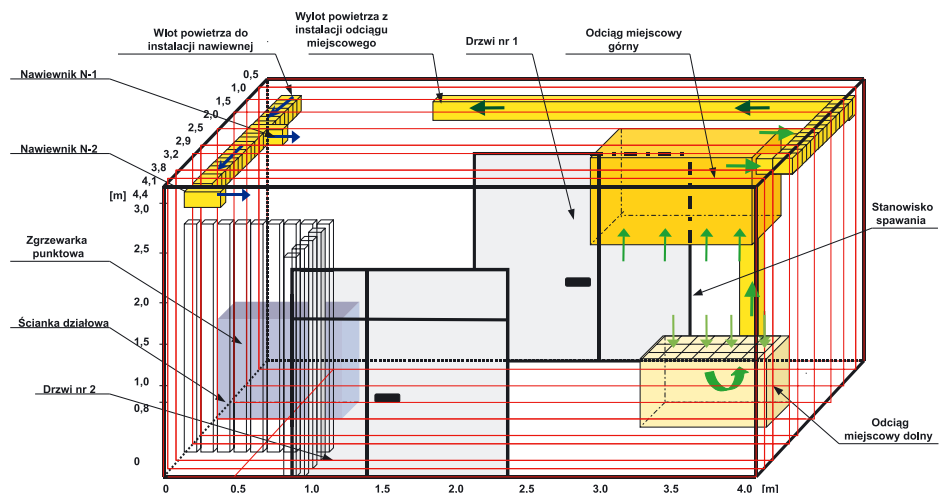
Metoda znaczników gazowych umożliwia lokalizowanie obszarów, w których może dochodzić do kumulowania się zanieczyszczeń pyłowych i gazowych emi-

*Metody omówione w artykule opracowano w ramach realizacji prac wdrożeniowych i upowszechniających wyniki zadań badawczych programu wieloletniego (b. SPR-1) pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowanego w zakresie prac badawczo-rozwojowych przez Komitet Badań Naukowych, a w zakresie prac wdrożeniowych przez MPiPS*

towanych do pomieszczeń pracy podczas procesów produkcyjnych\*.

**Metoda wizualizacji** polega na obserwacji kierunków przepływu dymu dozwianego w różnych punktach badanego pomieszczenia i umożliwia określenie kierunków przepływu powietrza w pomieszczeniach pracy.

\* Znormalizowane metody badawcze bazujące na znacznikach gazowych omówiono w BP nr 9/2001, s. 15-19.



Rys. 1. Układ przestrzenny pomieszczenia spawalni, wyposażonego w wentylację mechaniczną ogólną nawiewną oraz odciągi miejscowe – górny i dolny. Instalacja wentylacji mechanicznej ogólnej pomieszczenia spawalni jest wyposażona w dwa nawiewniki N-1 i N-2  
 → – kierunek przepływu powietrza w instalacji wentylacji mechanicznej ogólnej nawiewnej  
 → – kierunek przepływu powietrza w instalacji odciągu miejscowego górnego i dolnego  
 Liniami czerwonymi zaznaczono krawędzie płaszczyzn, w których wykonano pomiary prędkości liniowej przepływu powietrza i stężenia znacznika gazowego

### Kompleksowe badania obszarów wentylowanych i niewentylowanych w pomieszczeniu spawalni

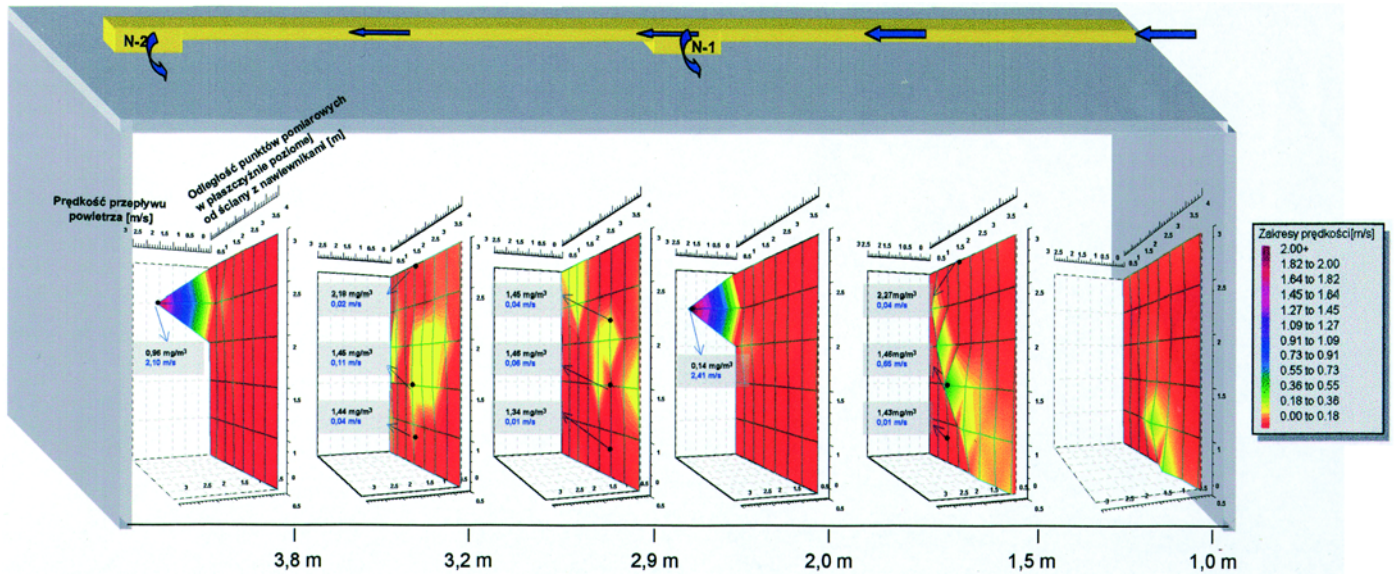
Badania przeprowadzono w spawalni wyposażonej w wentylację ogólną nawiewną oraz dwa odciągi miejscowe (górny i dolny) przeznaczone do odsysania zanieczyszczeń emitowanych podczas spawania.

Powietrze wprowadzane do spawalni przez instalację wentylacyjną wyposażoną w dwa nawiewniki (N-1 i N-2). Badania metodą anemometryczną i metodą znaczników gazowych przeprowadzono przy czynnej wentylacji ogólnej i czynnych odciągach miejscowych. Układ przestrzenny badanego pomieszczenia spawalni przedstawiono na rysunku 1.

Pomiary prędkości przepływu powietrza metodą anemometryczną przeprowa-

dzono w płaszczyznach pomiarowych, których rozmieszczenie przedstawiono na rysunku 1. Wyniki badań, wraz z wartościami prędkości liniowej przepływu powietrza, określonych w wybranych punktach pomiarowych w pomieszczeniu spawalni przedstawiono na rysunku 2.

W celu określenia rozkładu prędkości liniowej przepływu powietrza w pobliżu nawiewników oraz określenia kierunków rozprzestrzeniania się strumieni powietrza

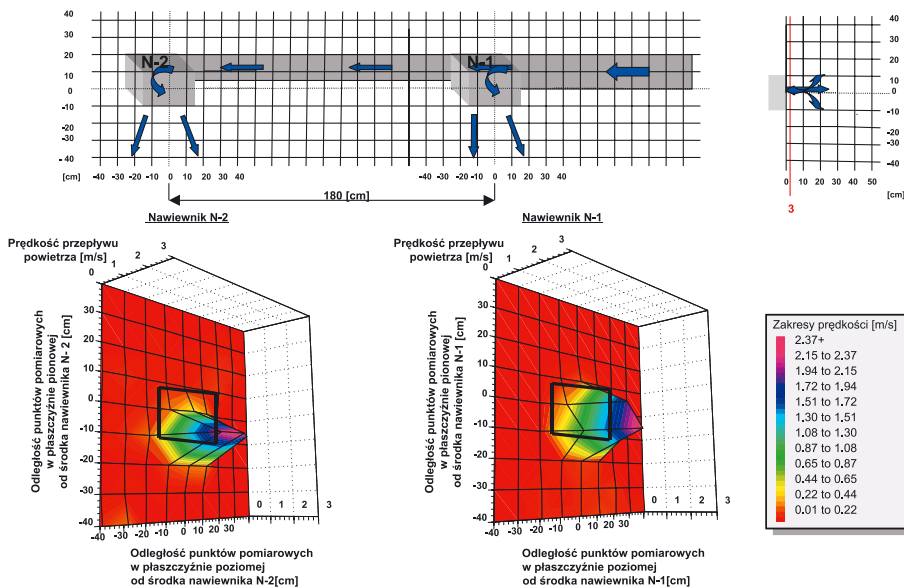


Rys. 2. Rozkład prędkości przepływu powietrza w pomieszczeniu spawalni w płaszczyznach pomiarowych prostopadłych do płaszczyzny ściany z nawiewnikami, zlokalizowanych w różnych odległościach od płaszczyzny ściany z drzwiami nr 1  
**0,14 mg/m³** – wartości stężenia znacznika gazowego  
**2,41 m/s** – wartości prędkości liniowej przepływu powietrza

nawiewanych do pomieszczenia spawalni, przeprowadzono pomiary prędkości przepływu powietrza w płaszczyźnie pionowej w odległości 3 cm od środków kratek nawiewników w odniesieniu do różnych odległości od obydwu nawiewników. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 3.

Jak wynika z danych przedstawionych na rysunkach 2. i 3. strumienie powietrza nawiewane do pomieszczenia spawalni istotnie wpływają na wzrost liniowej prędkości przepływu powietrza w pobliżu nawiewników. Kierunki przepływu strumieni powietrza z obydwu nawiewników są skierowane krzywoliniowo ku podłodze.

Istotny wpływ na rozkład prędkości przepływu powietrza w pomieszczeniu może mieć zarówno jego wyposażenie (meble, ścianki działowe itd.), jak również rodzaj oraz szczelność połączeń poszczególnych elementów drzwi lub okien, co w konsekwencji może prowadzić do wpływu warunków zewnętrznych na rozkład prędkości liniowej powietrza w pomieszczeniu. Zjawisko to zaobserwowano w przypadku drzwi prowadzących na zewnątrz budynku i wyposażonych w okna, gdzie w bezpośrednim sąsiedz-



Rys. 3. Rozkład prędkości przepływu powietrza w pomieszczeniu spawalni w płaszczyznach pionowych i poziomych, w odniesieniu do różnych odległości od środka: nawiewnika N-2, nawiewnika N-1



Fot. 1. Badanie przepływu powietrza metodą wizualizacji w pomieszczeniu spawalni w pobliżu nawiewnika N1 (na wysokości 2,5 m od podłogi): przy czynnej wentylacji mechanicznej ogólnej nawiewnej, przy nieczynnej wentylacji mechanicznej ogólnej nawiewnej



Fot. 2. Badanie przepływu powietrza metodą wizualizacji w strefie oddychania pracownika (na wysokości 1,5 m od podłogi) w środku pomieszczenia spawalni: przy czynnej wentylacji mechanicznej ogólnej nawiewnej, przy nieczynnej wentylacji mechanicznej ogólnej nawiewnej

twie okien stwierdzono wzrost prędkości liniowej.

Obszary wentylowane i niewentylowane badano w pomieszczeniu spawalni metodą znaczników gazowych w punktach pomiarowych zlokalizowanych w obszarach przepływu strumieni powietrza z nawiewników oraz w obszarach nie objętych zasięgiem przepływu tych strumieni, w tym w obszarach odpowiadających strefie oddychania pracowników (na wysokości 1,5 m od podłogi).

Znacznik gazowy wprowadzano w środku przewodu wentylacyjnego przed nawiewnikiem N-1. Kierunek przepływu znacznika gazowego był zgodny z kierunkiem strumienia objętości powietrza przepływającego w instalacji wentylacji mechanicznej ogólnej nawiewnej. Wartości stężeń znacznika gazowego, określone w wybranych punktach pomiarowych w pomieszczeniu spawalni, przedstawiono na rysunku 2.

Jak wynika z danych przedstawionych na rysunku 2. najmniejsze wartości stężeń znacznika gazowego stwierdzono

w pomieszczeniu spawalni w obszarach wypływu strumieni powietrza z nawiewników. W obszarach nie objętych zasięgiem przepływu nawiewanych strumieni powietrza, w tym w strefie oddychania pracowników, stężenie znacznika było znacznie większe. W pobliżu drzwi nr 1 (prowadzących ze spawalni do budynku) oraz drzwi nr 2 (prowadzących z pomieszczenia spawalni na zewnątrz budynku) dochodziło do kumulowania się znacznika gazowego.

Obszary wentylowane i niewentylowane w pomieszczeniu spawalni badano metodą wizualizacji, przez obserwację kierunków przepływu dymu w różnych punktach badanego pomieszczenia.

Na fot. 1. i 2. przedstawiono, jako przykładowe, wyniki badania metodą wizualizacji kierunków przepływu powietrza w pomieszczeniu spawalni w pobliżu nawiewnika N-1 (na wysokości 2,5 m od podłogi) oraz w strefie oddychania pracownika (na wysokości 1,5 m od podłogi) w środku pomieszczenia spawalni.

We wszystkich omawianych przypadkach rozprzestrzenianie się dymu przy czynnej wentylacji mechanicznej ogólnej nawiewnej odbywa się od nawiewników do pomieszczenia spawalni i obrazuje sposób przepływu powietrza w tych obszarach. W przypadku nieczynnej wentylacji mechanicznej ogólnej nawiewnej dym rozprzestrzenia się w całym pomieszczeniu spawalni.

Wyniki badań uzyskane metodą wizualizacji dostarczają szybkiej jakościowej informacji o kierunkach przepływu powietrza w pomieszczeniach i są bardzo użyteczne w praktyce oraz do prowadzenia badań ilościowych metodą znaczników gazowych oraz metodą anemometryczną.

\* \* \*

Opisane metody badawcze mogą być stosowane do kompleksowej oceny stanu powietrza w pomieszczeniach pracy, jak również do oceny współdziałania systemów wentylacji mechanicznej ogólnej z urządzeniami wentylacji mechanicznej miejscowej.