



**PRZEPISY**

**PUBLIKACJA 110/P**

**WENTYLACJA POMIESZCZEŃ ŁADUNKOWYCH RO-RO ORAZ SYSTEM  
KONTROLI I ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ POWIETRZA**

lipiec  
2024

Publikacje P (Przepisowe) wydawane przez Polski Rejestr Statków są uzupełnieniem lub rozszerzeniem Przepisów i stanowią wymagania obowiązujące tam, gdzie mają zastosowanie.

GDAŃSK

*Publikacja 110/P – Wentylacja pomieszczeń ładunkowych ro-ro oraz system kontroli i zarządzania jakością powietrza – lipiec 2024 stanowi rozszerzenie wymagań Części I – Zasady klasyfikacji – Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich.*

Publikacja ta została zatwierdzona przez Zarząd PRS S.A. 12 lipca 2024 r. i wchodzi w życie 15 lipca 2024 r.

Niniejsza Publikacja ma zastosowanie również do innych przepisów PRS, jeżeli jest tam wymieniona.

© Copyright by Polski Rejestr Statków\*, 2024

---

\* Polski Rejestr Statków oznacza Polski Rejestr Statków S.A. z siedzibą w Gdańsku, al. gen. Józefa Hallera 126, 80-416 Gdańsk, wpisany do Rejestru Przedsiębiorców Krajowego Rejestru Sądowego pod nr KRS: 0000019880. Polski Rejestr Statków, jego oddziały, spółki i inne podmioty zależne, kadra kierownicza, pracownicy, agenci są indywidualnie lub zbiorowo nazywani Polskim Rejestrem Statków lub w skrócie PRS.

# SPIS TREŚCI

Str.

|          |  |    |
|----------|--|----|
| <b>1</b> | <b>Wymagania ogólne</b> .....  | 5  |
| 1.1      | Wstęp.....   | 5  |
| 1.2      | Zakres zastosowania.....   | 5  |
| 1.3      | Zakres nadzoru .....   | 5  |
| 1.4      | Odbiory i próby na statku.....   | 5  |
| 1.5      | Dokumentacja klasyfikacyjna statku.....  | 5  |
| <b>2</b> | <b>Systemy wentylacyjne w pomieszczeniach ładunkowych ro-ro</b> .....  | 6  |
| 2.1      | Wymagania ogólne .....   | 6  |
| 2.2      | Wymagania techniczne dla systemów wentylacyjnych.....  | 7  |
| <b>3</b> | <b>System kontroli i zarządzania jakością powietrza</b> .....  | 12 |
| 3.1      | Zasady ogólne .....  | 12 |
| 3.2      | Wymagania techniczne.....  | 13 |
| 3.3      | Systemy kontroli jakości powietrza .....   | 13 |
| 3.4      | Minimalna ilość powietrza na podstawie pomiarów CO, NO <sub>2</sub> i DGW.....   | 14 |
| 3.5      | Wykrywanie CO, NO <sub>2</sub> i DGW .....   | 14 |
| 3.6      | Próby działania na statku .....  | 15 |
| 3.7      | Testowanie czujników stosowanych w systemie kontroli jakości powietrza.....  | 15 |
| <b>4</b> | <b>Procedury badania przepływu powietrza</b> .....   | 15 |
| 4.1      | Zakres zastosowania.....   | 15 |
| 4.2      | Nominalna krotność wymiany powietrza .....   | 15 |
| 4.3      | Rozprowadzenie powietrza.....  | 16 |
| 4.4      | Raport.....  | 18 |
| 4.5      | Załączniki do raportu .....  | 18 |
| <b>5</b> | <b>Zalecenia dotyczące oceny jakości powietrza w pomieszczeniu ładunkowym ro-ro</b> .....                                  | 19 |
| 5.1      | Zasady ogólne .....  | 19 |
| 5.2      | Pomiary jakości powietrza.....   | 19 |
| 5.3      | Obliczanie narażenia zawodowego na zanieczyszczenia powietrza.....   | 20 |
| 5.4      | Raport.....  | 21 |
| <b>6</b> | <b>Zalecenia eksploatacyjne dotyczące minimalizacji zanieczyszczeń powietrza w pomieszczeniach ładunkowych ro-ro</b> ..... | 21 |



## 1 WYMAGANIA OGÓLNE

### 1.1 Wstęp

Niniejsza *Publikacja* została opracowana w oparciu o wymagania techniczne podane w *MSC.1/Circ.1515 - Zmienione wytyczne projektowe i zalecenia eksploatacyjne dla systemów wentylacyjnych w pomieszczeniach ładunkowych ro-ro*.

*Publikacja* przeznaczona jest do projektowania, montażu i prób systemów wentylacyjnych zamkniętych pomieszczeń ładunkowych ro-ro oraz systemów kontroli i zarządzania jakością powietrza, na statkach ro-ro, samochodowcach i pasażerskich promach samochodowych.

### 1.2 Zakres zastosowania

Niniejsza *Publikacja* ma zastosowanie do systemów wentylacyjnych wymaganych w przepisach II-2/19.3.4 oraz II-2/20.3 konwencji SOLAS 2000, z poprawkami.

### 1.3 Zakres nadzoru

**1.3.1** Ogólne zasady dotyczące klasyfikacji, nadzoru nad budową i podczas eksploatacji statków podane są w *Części I, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

**1.3.2** Systemy wentylacyjne pomieszczeń ładunkowych ro-ro oraz systemy kontroli i zarządzania jakością powietrza, podlegają nadzorowi PRS podczas budowy lub przebudowy statku.

**1.3.3** Wentylatory powinny być dostarczane z metryką PRS.

**1.3.4** Klapy przeciwpożarowe, urządzenia do zamykania wlotów i wylotów powietrza powinny być dostarczane ze *Świadectwem uznania typu wyrobu PRS* lub innym certyfikatem uznanej instytucji, dopuszczającym do stosowania na statkach.

**1.3.5** Elementy systemu kontroli i zarządzania jakością powietrza powinny być dostarczane ze *Świadectwem uznania typu wyrobu PRS* lub innym certyfikatem uznanej instytucji, dopuszczającym do stosowania na statkach.

### 1.4 Odbiory i próby na statku

Po zamontowaniu na statku, systemy wentylacyjne pomieszczeń ładunkowych ro-ro podlegają odbiorowi i próbom działania oraz badaniom rozprzodzenia i cyrkulacji powietrza, pod nadzorem inspektora PRS, zgodnie z uzgodnionym programem odbioru i prób.

Systemy kontroli i zarządzania jakością powietrza podlegają odbiorowi i próbom działania pod nadzorem inspektora PRS, zgodnie z uzgodnionym programem odbioru i prób.

### 1.5 Dokumentacja klasyfikacyjna statku

Przed rozpoczęciem budowy/ przebudowy statku należy przedstawić do rozpatrzenia przez PRS dokumentację techniczną, obejmującą:

- .1 Rozplanowanie systemów wentylacyjnych na statku;
- .2 Obliczenia wydajności wentylacji w pomieszczeniach ładunkowych ro-ro;
- .3 Obliczenie i dobór przekroju kanałów wentylacyjnych;
- .4 Wykaz i dane techniczne wentylatorów wyciągowych i nawiewowych;
- .5 Szczegóły konstrukcyjne kanałów wentylacyjnych, zamknięć wlotów i wylotów powietrza oraz przejść kanałów przez pokłady i grodzie;
- .6 Rozmieszczenie wlotów i wylotów powietrza oraz zdalnego sterowania urządzeń zamykających;

- .7 Rozmieszczenie czujników pomiaru jakości powietrza;
- .8 Układ automatyki, sterowania i alarmów systemu kontroli i zarządzania jakością powietrza;
- .9 Panel sterowania systemów wentylacyjnych oraz systemu kontroli i zarządzania jakością powietrza;
- .10 Rozmieszczenie przyrządów do sygnalizacji utraty mocy wentylatorów;
- .11 Instrukcja obsługi systemu wentylacyjnego oraz systemu kontroli i zarządzania jakością powietrza;
- .12 Program odbioru i prób wentylacji pomieszczeń ro-ro na statku oraz pomiaru liczby wymian powietrza;
- .13 Program badania rozprowadzenia i cyrkulacji powietrza w pomieszczeniach ładunkowych ro-ro, z pojazdami i bez pojazdów.
- .14 Program odbioru i prób systemu kontroli i zarządzania jakością powietrza.

## 2 SYSTEMY WENTYLACYJNE W POMIESZCZENIACH ŁADUNKOWYCH RO-RO

### 2.1 Wymagania ogólne

W niniejszym rozdziale podano wytyczne i wymagania dotyczące projektowania, wykonania i prób systemów wentylacyjnych na pokładach samochodowych.

#### 2.1.1 Skład gazów spalinowych

Spaliny z pojazdów silnikowych zawierają substancje niebezpieczne. Tlenek węgla (CO) z silników benzynowych oraz tlenek azotu (NO) i dwutlenek azotu (NO<sub>2</sub>) z silników wysokoprężnych to substancje, których zagrożenie dla zdrowia omówiono w niniejszym dokumencie. Te niebezpieczne substancje mogą wpływać na ludzi na wiele różnych sposobów. Niektóre substancje powodują konkretny, natychmiastowy efekt. Inne wykazują szkodliwe skutki dopiero po pewnym czasie narażenia na nie. Działanie substancji zwykle zależy od tego, jak długo dana osoba była na nią narażona i jak dużo jej się nawdychała.

Tlenek węgla (CO) jest to bezbarwny i bezwonny gaz, który w mniejszym lub większym stopniu ogranicza zdolność krwi do wchłaniania i transportu tlenu. Wdychanie tego gazu może powodować bóle i zawroty głowy, nudności, a w skrajnych przypadkach powoduje osłabienie, przyspieszony oddech, utratę przytomności i śmierć.

Tlenek azotu (NO) i dwutlenek azotu (NO<sub>2</sub>) są to związki azotu i tlenu, zbiorczo określane zwykle jako tlenki azotu lub NO<sub>x</sub>. Bezbarwny gaz NO jest głównym tlenkiem azotu powstającym w procesie spalania. NO sam w sobie nie budzi większych obaw, jeśli chodzi o skutki zdrowotne; jednakże część powstałego NO łączy się z tlenem, tworząc NO<sub>2</sub>, który stanowi zagrożenie z punktu widzenia zdrowia ludzkiego. NO<sub>2</sub> jest to brązowy gaz o piekącym i duszącym zapachu. Wywiera szkodliwy wpływ na układ oddechowy człowieka. Na narażenie szczególnie podatni są astmatycy.

#### 2.1.2 Substancje zanieczyszczające w gazach spalinowych

Gazy spalinowe wytwarzane przez silniki spalinowe zawierają setki substancji chemicznych. Główną ich część stanowi azot (N<sub>2</sub>), dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>), tlen (O<sub>2</sub>), tlenek węgla (CO), tlenek azotu (NO), dwutlenek azotu (NO<sub>2</sub>), aldehydy takie jak formaldehyd, węglowodory poliaromatyczne takie jak benzo(a)piren oraz ołów związany organicznie i w postaci cząstek.

Spośród substancji zanieczyszczających emitowanych w spalinach silników benzynowych i wysokoprężnych, CO stanowi na ogół największe zagrożenie w przypadku silników benzynowych, a NO<sub>x</sub> w przypadku silników wysokoprężnych. Ołów, cząstki stałe (PM) i benzo(a)piren także stanowią poważne zagrożenie.

Podczas eksploatacji statku należy zaplanować monitorowanie higieny pracy załogi i ocenić jego wyniki przez wykwalifikowanego specjalistę, posiadającego specjalne przeszkolenie w tym zakresie. Badania powinny być prowadzone we współpracy z personelem monitorującym, kierownictwem danego statku i właściwą Administracją państwa bandery statku. (MSC.1/Circ.1515, p.1.2)

### 2.1.3 Czynniki do rozważenia na etapie projektowania

Podczas projektowania systemu wentylacyjnego, należy rozważyć następujące czynniki:

- .1 redukcja emisji gazów spalinowych;
- .2 zapewnienie odpowiedniego systemu wentylacyjnego;
- .3 ograniczenie narażenia na oddziaływanie gazów; oraz
- .4 zapobieganie gromadzeniu się niebezpiecznych i łatwopalnych gazów.

### 2.1.4 Definicje dopuszczalnych narażeń i granicy palności

- .1 **Wartość dopuszczalnego narażenia** (An exposure limit value) oznacza najwyższe dopuszczalne średnie stężenie (średnia wartość mierzona w czasie) substancji lub, w niektórych przypadkach, mieszaniny substancji w powietrzu wdychanym przez osoby. Stężenia podaje się zwykle w częściach na milion (ppm) lub mg/m<sup>3</sup>. Wartość dopuszczalnego narażenia odnosi się albo do poziomu narażenia długotrwałego, albo do maksymalnej wartości dopuszczalnej. Stosowany jest również poziom narażenia krótkotrwałego.
- .2 **Poziom narażenia długotrwałego** (Long-term exposure level) oznacza wartość dopuszczalnego narażenia w ciągu całego dnia pracy (zwykle 8 godzin).
- .3 **Poziom narażenia maksymalnego** (Maximum exposure level) oznacza najwyższe osiągnięte stężenie.
- .4 **Poziom narażenia krótkotrwałego** (A short-term exposure level) oznacza średnią mierzoną w czasie wartość narażenia w krótkim okresie 10 lub 15 minut, w zależności od krajowych norm narażenia zawodowego.
- .5 **Dolna granica wybuchowości (DGW)** (Lower Explosion Limit (LEL)) oznacza stężenie łatwopalnego gazu, oparów lub mgły w powietrzu, poniżej którego nie powstanie wybuchowa atmosfera gazowa. Definicja znana jest również jako dolna granica palności. (MSC.1/Circ.1515, p.1.1)
- .6 **Narażenie zawodowe** (Occupational exposure) jest to narażenie pracownika na oddziaływanie czynników niebezpiecznych, szkodliwych lub uciążliwych związanych z wykonywaną pracą.

## 2.2 Wymagania techniczne dla systemów wentylacyjnych

### 2.2.1 Zasady ogólne

Zasadniczo systemy wentylacyjne pomieszczeń ładunkowych ro-ro na statku działają na zasadzie wentylacji rozrzedzającej, w której przepływ powietrza nawiewanego do tego obszaru jest wystarczający, aby gazy spalinowe w pełni wymieszały się z powietrzem i zostały usunięte.

Istnieją dwa główne typy wentylacji rozrzedzającej: wentylacja wyciągowa i wentylacja nawiewowa. W skrócie, w przypadku wentylacji wyciągowej wentylatory usuwają powietrze z pomieszczenia ładunkowego ro-ro, które następnie jest zastępowane powietrzem zewnętrznym napływającym przez otwarte rampy, drzwi i inne otwory. Wentylację wyciągową stosuje się, gdy w pomieszczeniu ładunkowym ro-ro wymagane jest ciśnienie niższe od atmosferycznego. Podciśnienie atmosferyczne zapobiega przedostawaniu się zanieczyszczeń do sąsiednich obszarów.

Wentylacja nawiewowa działa w odwrotny sposób. Wentylatory dostarczają powietrze zewnętrzne do pomieszczenia ładunkowego ro-ro, a następnie wydostaje się ono przez rampy i inne otwory. Wentylacja nawiewowa zwykle powoduje niewielki wzrost ciśnienia w pomieszczeniu ładunkowym ro-ro. Jeśli używana jest wyłącznie wentylacja nawiewowa, zanieczyszczenia mogą zmieszać się z powietrzem nawiewanym, zostać wypchnięte przez wewnętrzne rampy i zanieczyścić inne pokłady. Jeśli jednak nie nastąpi wystarczające wymieszanie się z powietrzem nawiewanym, na danym pokładzie mogą pozostać zanieczyszczenia. Szczególnie niebezpieczne warunki mogą wystąpić na dolnych pokładach.

Systemy wentylacyjne na statkach często łączą te dwie zasady. Wentylatory mogą wówczas pracować w trybie rewersyjnym, dzięki czemu mogą albo dostarczać powietrze do pomieszczenia ładunkowego ro-ro, albo je z niego wyciągać. (MSC.1/Circ.1515, p.2.1)

## 2.2.2 Krotność wymiany powietrza

Prawidła II-2/19.3.4 i 20.3 Konwencji SOLAS 2000, z poprawkami, zawierają wymagania dotyczące krotności wymiany powietrza, które mają na celu ograniczenie maksymalnego stężenia substancji zanieczyszczających podczas załadunku i rozładunku, a także zapobieganie gromadzeniu się niebezpiecznych i palnych gazów w pomieszczeniach ładunkowych ro-ro, gdy statek znajduje się w morzu z ładunkiem pojazdów silnikowych. Przepisy te określają minimalne dopuszczalne standardy wentylacji. (MSC.1/Circ.1515, p.1.3)

Na podstawie powyższych wymagań, liczba wymian powietrza powinna wynosić:

### .1 Statki pasażerskie

- Pomieszczenia kategorii specjalnej – 10 wymian powietrza na godzinę
- Zamknięte pomieszczenia ro-ro i samochodowe inne niż kategorii specjalnej dla statków przewożących powyżej 36 pasażerów – 10 wymian powietrza na godzinę
- Zamknięte pomieszczenia ro-ro i samochodowe inne niż kategorii specjalnej dla statków przewożących do 36 pasażerów – 6 wymian powietrza na godzinę

### .2 Statki towarowe – 6 wymian powietrza na godzinę

### .3 Statki przewożące towary niebezpieczne – 6 wymian powietrza na godzinę

## 2.2.3 Rozproszenie zanieczyszczeń powietrza

Rozproszenie gazów spalinowych będzie zależeć od układu przepływu powietrza na pokładzie samochodowym. Nie będzie ono jednolite, ale będzie zależne od wydajności, projektu i trybu działania systemu wentylacyjnego, objętości i konfiguracji pomieszczenia ładunkowego, układów przepływu wentylacji naturalnej oraz liczby i lokalizacji pojazdów na pokładzie samochodowym.

Pomimo że ogólna krotność wymiany powietrza na pokładach samochodowych może być wysoka, to mogą pozostawać obszary o niskiej krotności wymiany powietrza. W szczególnych przypadkach mogą być instalowane szybko przepływowe wentylatory strumieniowe, mające na celu „mieszanie” powietrza w taki sposób, aby powietrze nawiewane było równomiernie rozprowadzane w pomieszczeniu samochodowym. (MSC.1/Circ.1515, p.2.2)

## 2.2.4 Warunki i wytyczne dotyczące obliczania zapotrzebowania na powietrze

Zadaniem systemu wentylacyjnego w pomieszczeniu ładunkowym ro-ro jest rozrzedzenie i usuwanie gazów spalinowych z pojazdów oraz innych niebezpiecznych gazów, aby chronić osoby pracujące w tym obszarze przed narażeniem na niebezpieczny lub nieprzyjemny poziom zanieczyszczenia



powietrza. Podstawowe dane niezbędne do obliczenia wymaganego zapotrzebowania na powietrze nawiewane są zawarte w normie ISO 9785:2002 lub w krajowych wersjach tej normy. Można je wykorzystać jako punkt odniesienia przy planowaniu nowych instalacji lub przy ocenie wydajności instalacji istniejących.

Wzór podany w ISO 9785:2002 jest podobny do wzoru stosowanego do obliczania ilości powietrza nawiewanego wymaganego dla pomieszczeń ładunkowych ro-ro na statkach. Jednakże wzór ten uwzględnia również fakt, że dostarczane powietrze zewnętrzne zawiera pewną ilość substancji zanieczyszczających i zawiera także współczynnik rozrzedzenia. Współczynnik ten uwzględnia stopień szacowanego lub możliwego rozrzedzenia substancji zanieczyszczających w powietrzu (patrz ISO 9785:2002, pkt 5).

Oprócz powietrza nawiewanego niezbędnego do rozrzedzenia i usunięcia gazów spalinowych oraz gazów palnych, ważne jest również zapewnienie cyrkulacji powietrza w pomieszczeniu ładunkowym ro-ro. (MSC.1/Circ.1515, p.2.3)

### 2.2.5 Rozprowadzenie przepływu powietrza

Systemy wentylacyjne mogą działać przy zmniejszonej wydajności, jeśli są sterowane przez system detekcji monitorujący palne i szkodliwe gazy w pomieszczeniu. Zarządzanie jakością powietrza opiera się na pomiarze i kontroli wartości CO, NO<sub>2</sub> i DGW. Wymagania dotyczące sposobu zarządzania jakością powietrza podano w rozdziale 3.

Nie jest możliwe opracowanie ani zalecenie uniwersalnych rozwiązań rozprowadzenia przepływu powietrza na statkach różnych typów. Przebieg kanałów oraz lokalizacja otworów nawiewowych i wyciągowych powinna być dostosowana do projektu konkretnego statku, szacunkowej liczby pojazdów i emisji spalin w obszarach zajmowanych przez załogę i innych pracowników.

Podczas projektowania systemu wentylacyjnego należy stosować następujące zasady:

1. Strumień powietrza powinien docierać do wszystkich części pomieszczenia ładunkowego ro-ro. Wentylacja powinna jednak koncentrować się w tych obszarach, w których emisja spalin jest szczególnie duża i w których przebywa załoga lub inni pracownicy.
2. Należy wziąć pod uwagę prawdopodobieństwo powstania niewentylowanych stref zasłoniętych obiektem, a także fakt, że gazy spalinowe łatwo gromadzą się w nisko położonych przestrzeniach pod pojazdami i na pokładach poniżej rozładowywanych pokładów. Ponadto, w zależności od układu przepływu powietrza, może się zdarzyć, że zanieczyszczenia przedostaną się na pokłady znajdujące się powyżej tego, który jest aktualnie rozładowywany.
3. Przepływ powietrza na pokładzie samochodowym powinien być dostosowany do wysokości pokładu.
4. Przepływ powietrza będzie następował po linii najmniejszego oporu, a zatem większość powietrza będzie przepływać w przestrzeniach nie osłoniętych, np. nad pojazdami itp.
5. Należy zapobiegać rozprzestrzenianiu się zanieczyszczonego powietrza z pomieszczeń ładunkowych ro-ro do sąsiednich pomieszczeń, na przykład pomieszczeń mieszkalnych i maszynowni.
6. Jeśli jest to możliwe, na planie należy pokazać miejsca osłonięte od przepływu powietrza. Rzeczywista lokalizacja takich miejsc powinna być oznaczona farbą na pokładzie w widoczny sposób, aby wskazać, że personel nie powinien przebywać w tej części pokładu, a na ścianie należy wywiesić uzupełniające znaki ostrzegawcze. (MSC.1/Circ.1515, p.2.4)

## 2.2.6 Określenie wymagań dotyczących przepływu powietrza

Aby określić liczbę pojazdów, które mogą jednocześnie operować w pomieszczeniu ładunkowym bez narażenia osób na niebezpieczny lub dyskomfortowy poziom zanieczyszczenia, należy uwzględnić wytyczne zawarte w ISO 9785:2002 dotyczące szacowania przepływu powietrza zewnętrznego wymaganego do rozrzedzenia i usuwania gazów spalinowych pochodzących z pojazdów.

Należy wziąć pod uwagę fakt, że gazy spalinowe mogą nie zmieszać się całkowicie z dostarczonym powietrzem zewnętrznym, że dopuszczalne narażenia osób nie mogą zostać przekroczone, oraz że samo powietrze zewnętrzne może zawierać pewien poziom zanieczyszczeń.

Niniejsze wymagania mają zastosowanie do pojazdów o normalnej emisji gazów spalinowych, eksploatowanych w normalnych warunkach. Należy pamiętać, że zmierzony lub szacunkowy przepływ powietrza może odbiegać od rzeczywistego przepływu powietrza, a stężenie substancji zanieczyszczających w spalinach może znacznie się różnić.

Wymagania określają jednostkowe zapotrzebowanie powietrza nawiewanego na pojazd, aby zapewnić utrzymanie poziomu zanieczyszczeń poniżej dopuszczalnego narażenia. Niemniej jednak przy przepływie powietrza nawiewanego na poziomie zalecanym lub wyższym mogą być odczuwalne subiektywne (indywidualne) objawy dyskomfortu, szczególnie spowodowane spalinami z silników wysokoprężnych.

Przepływ powietrza może zostać określony za pomocą bezpośredniego pomiaru lub metodologii opartej na obliczeniach (takiej jak obliczeniowa dynamika płynów i/lub zastosowanie ustalonych wzorów empirycznych), która powinna zostać zaakceptowana przez PRS lub Administrację. (MSC.1/Circ.1515, p.2.5)

## 2.2.7 Panele sterowania

**2.2.7.1** Panele sterowania na statku powinny być zainstalowane w dogodnym miejscu.

**2.2.7.2** Przy panelu sterowania powinien znajdować się plan pomieszczeń ładunkowych ro-ro statku, pokazujący rozmieszczenie wentylatorów i otworów. Każdy wentylator powinien otrzymać indywidualne oznaczenie.

**2.2.7.3** Na panelu sterowania powinny być także umieszczone wskaźniki pokazujące, które wentylatory powinny być użyte w danym pomieszczeniu ładunkowym ro-ro przy różnych stanach załadowania.

**2.2.7.4** Ze względów bezpieczeństwa oraz w celu ułatwienia sterowania systemem wentylacyjnym, na panelu sterowania powinny znajdować się wskaźniki pokazujące, które wentylatory pracują.

**2.2.7.5** Poszczególne lampki kontrolne i sygnalizacyjne powinny być oznaczone tym samym oznaczeniem, jak wentylatory, do których się odnoszą.

**2.2.7.6** O ile to możliwe, lampki kontrolne i elementy sterujące wentylatorów, które normalnie działają jednocześnie, powinny być pogrupowane. Dzięki temu funkcje elementów sterujących będą wyraźnie widoczne i w ten sposób ułatwione będzie prawidłowe korzystanie z elementów sterujących.

**2.2.7.7** Na panelu sterowania powinno być wskazywane automatyczne sterowanie systemem kontroli jakości powietrza.

**2.2.7.8** Sygnały alarmowe i wskaźniki na panelu sterowania powinny być zgodne z *Kodeksem alertów i wskaźników, 2009* (A.1021(26)). (MSC.1/Circ.1515, p.4.2)

## 2.2.8 Próby systemu wentylacyjnego

### 2.2.8.1 Wymagania ogólne

Próby systemu wentylacyjnego po zamontowaniu systemu na statku mają przede wszystkim na celu potwierdzenie, że uzyskano projektowy przepływ powietrza nawiewanego. Wyniki prób odnoszą się do pustego pokładu samochodowego i warunków pogodowych panujących podczas prób.

Wartości zarejestrowane podczas prób nie są ani reprezentatywne, ani równoważne wartościom, które należy stosować podczas załadunku i rozładunku różnych typów pojazdów w zmiennych warunkach pogodowych.

Aby system wentylacyjny w pomieszczeniach ładunkowych ro-ro na statku wykorzystywać najbardziej efektywnie, wiedzę o jej wydajności należy zdobywać na podstawie doświadczenia i prostych testów. Ważne jest ustalenie wytycznych, zasad i procedur dotyczących korzystania z systemu wentylacyjnego w typowych warunkach załadunku i rozładunku. Ważne jest również, aby zdobyte doświadczenia były dokumentowane i przekazywane dalej, aby zapewnić wytyczne dla załogi statku.

Parametrami, które należy określić, są ilości powietrza dostarczanego i usuwanego z pomieszczeń ładunkowych ro-ro oraz cyrkulacja powietrza w obrębie pokładu samochodowego. Wytyczne dotyczące odpowiednich badań podano w rozdziale 4.

Systematyczne wykorzystanie widzialnego dymu pozwala ocenić cyrkulację powietrza w pomieszczeniu ładunkowym ro-ro, a za pomocą anemometru można określić natężenie przepływu powietrza nawiewanego. Jeśli wyniki porówna się ze szczegółową dokumentacją rzeczywistych warunków, można je wykorzystać jako solidną podstawę do podjęcia skutecznych działań.

Ważne jest, aby warunki panujące w czasie badań, które mogą mieć wpływ na wyniki, zostały dokładnie udokumentowane, ponieważ układy przepływu powietrza będą się różnić w zależności od warunków załadunku. Wyniki badań mają oczywiście zastosowanie wyłącznie do warunków panujących w momencie przeprowadzania badań. (MSC.1/Circ.1515, p.3.1)

### 2.2.8.2 Określanie krotności wymiany powietrza

Krotność wymiany powietrza zależy od przepływu nawiewanego powietrza doprowadzanego do pomieszczeń ładunkowych ro-ro przez otwory nawiewowe. Przepływ powietrza można określić za pomocą bezpośredniego odczytu anemometru lub innego przyrządu o równoważnej wiarygodności.

Ponieważ profil prędkości powietrza dostarczanego się na pokład samochodowy przez otwory nawiewowe jest na ogół bardzo niestabilny i podlega dużym wahaniom, pomiar przepływu powietrza powinna wykonywać osoba doświadczona w takich pomiarach. Jednakże po pewnym przeszkoleniu upoważnieni członkowie załogi powinni również być w stanie dokonywać takich pomiarów.

Nawet jeśli pomiarów dokonuje kompetentny personel, przy odczytach za pomocą anemometrów należy uwzględnić co najmniej 20% odchylenia od rzeczywistego przepływu powietrza.

Opis procedur pomiaru przepływu powietrza podano w rozdziale 4. Należy pamiętać, że duża krotność wymiany powietrza nie gwarantuje niskiego poziomu zanieczyszczeń. Słabe wymieszanie na pokładzie może prowadzić do wysokiego poziomu zanieczyszczeń i potencjalnie wysokiego narażenia, nawet jeśli wentylatory wydają się dostarczać dużą ilość powietrza. Po określeniu kompletu charakterystyk systemu wentylacyjnego należy przeprowadzić miejscowe sprawdzenia systemu podczas rzeczywistych operacji załadunku lub rozładunku pojazdów, aby upewnić się, że system działa zgodnie z oczekiwaniami. Dalsze wytyczne dotyczące pomiaru przepływu powietrza znajdują się w MSC.1/Circ.1515, Część 2 (Zalecenia operacyjne dotyczące minimalizacji zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach ładunkowych ro-ro). (MSC.1/Circ.1515, p.3.2)

### 2.2.8.3 Dym i gaz do śledzenia rozprowadzenia powietrza

Aby poprawić jakość powietrza w miejscu pracy, należy zdobyć wiedzę na temat rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń z pojazdów w powietrzu w pomieszczeniu ładunkowym ro-ro.

Badania wizualne z wykorzystaniem widzialnego dymu nie zapewniają bezpośrednich odczytów krotności wymiany powietrza ani rozprowadzenia powietrza w pomieszczeniu ładunkowym ro-ro, chociaż zwykle dostarczają wystarczających informacji o zadowalającym obrazie cyrkulacji powietrza, jaki należy uzyskać, o istnieniu jakichkolwiek stref zastoju powietrza lub stref osłoniętych oraz o szybkości usuwania zanieczyszczeń przez system wentylacyjny. Zalecane metody wykorzystania widzialnego dymu lub gazu znakującego podano w rozdziale 4.

Metoda widzialnego dymu jest prosta i może być łatwo przeprowadzona przez oficera odpowiedzialnego za wentylację pomieszczenia ładunkowego ro-ro.

Zastosowanie gazu znakującego pozwoli uzyskać bardziej wiarygodny obraz wymiany powietrza i cyrkulacji powietrza w pomieszczeniu ładunkowym ro-ro. Jednakże procedura stosowania gazu znakującego jest bardziej skomplikowana. Ze względu na wykorzystanie tych samych punktów pomiarowych celowe jest stosowanie gazu znakującego w połączeniu ze stacjonarnym monitorowaniem stężeń substancji zanieczyszczających w pomieszczeniu ładunkowym ro-ro. (MSC.1/Circ.1515, p.3.3)

### 2.2.9 Instrukcja obsługi

Należy opracować instrukcję obsługi, która powinna zawierać plan systemu wentylacyjnego, pokazujący wentylatory, otwory nawiewowe i wyciągowe powietrza oraz drzwi, rampy, włazy itp. Należy również pokazać lokalizację panelu sterowania systemem wentylacyjnego pomieszczenia ładunkowego ro-ro.

Plan powinien pokazywać także różne opcje działania systemu wentylacyjnego. Powinien zawierać szczegóły odnośnie projektowego przepływu powietrza i szacunkową liczbę różnych typów pojazdów w różnych pomieszczeniach ładunkowych ro-ro, w różnorodnych warunkach załadunku i rozładunku pojazdów.

Plan powinien być okresowo weryfikowany i/lub uzupełniany na podstawie doświadczeń zdobytych w warunkach normalnego załadunku i rozładunku pojazdów. Dlatego też należy przechowywać na pokładzie pewną liczbę czystych rysunków.

Na podstawie takich doświadczeń powinna również istnieć możliwość opracowania wytycznych dotyczących maksymalnej liczby pojazdów, które mogą być równocześnie operować.

O ile to możliwe, na planach należy oznaczyć miejsca osłonięte od przepływu powietrza.

Instrukcja obsługi powinna zawierać wytyczne dotyczące serwisowania i konserwacji systemów. (MSC.1/Circ.1515, p.4.1)

## 3 SYSTEM KONTROLI I ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ POWIETRZA

### 3.1 Zasady ogólne

W niniejszym rozdziale podano wymagania dotyczące pomiaru parametrów jakości powietrza i odpowiedniej regulacji przepływu powietrza. System ten nazywany jest systemem kontroli jakości powietrza.

Kontrola jakości powietrza może być stosowana jako instrument do regulacji przepływu powietrza w zamkniętych pomieszczeniach samochodowych, zamkniętych pomieszczeniach ro-ro i pomieszczeniach kategorii specjalnej.

Kontrola jakości powietrza opiera się na pomiarze wartości CO, NO<sub>2</sub> i DGW. Na podstawie zmierzonych wartości można regulować ilość powietrza zmieniając obroty wentylatorów nawiewowych i/lub wyciągowych. (MSC.1/Circ.1515, zał.1, p.1)

### 3.2 Wymagania techniczne

**3.2.1** Częstotliwość monitorowania i wynikająca z niej reakcja systemu wentylacyjnego na jakość powietrza w pomieszczeniach ro-ro powinny być wystarczające, aby utrzymać stężenie gazów palnych i szkodliwych poniżej dopuszczalnych wartości.

**3.2.2** Producent powinien określić warunki utrzymania systemu i podać co najmniej częstotliwość kontroli i regulacji czujników.

**3.2.3** System powinien mieć możliwość działania automatycznego, z możliwością ręcznego obejścia.

**3.2.4** Zasilanie energią, czujniki pomiarowe i oprzyrządowanie sterujące powinny być monitorowane. Alarm powinien zostać aktywowany w przypadku powstania awarii, łącznie z użyciem ręcznego obejścia.

**3.2.5** W przypadku jakiegokolwiek awarii w systemie, w tym awarii zasilania układu sterowania, wentylatory powinny automatycznie przełączyć się na wydajność wymaganą w prawidło SOLAS II-2/20.3.1.1.

**3.2.6** Maksymalna wielkość sekcji systemu z wyposażeniem w czujniki pomiarowe powinna obejmować jedną ładownię.

**3.2.7** Okresowe testowanie i kalibracja czujników na statku powinny odbywać się zgodnie z instrukcjami producenta.

**3.2.8** Alarmy wymienione w pkt 3.2.4 uważa się za wystarczające i powinny one być sygnalizowane w miejscu, w którym na mostku nawigacyjnym znajdują się urządzenia sterujące wentylacją mechaniczną obsługującą pokłady samochodowe\*.

\* Sygnały alarmowe i wskaźniki powinny być zgodne z *Kodeksem alertów i wskaźników, 2009* (rezolucja A.1021(26)).

**3.2.9** Wyposażenie wykrywcze gazu, łącznie z okablowaniem, powinno być odpowiednie do warunków ładowni ro-ro i powinno spełniać odpowiednie standardy dotyczące ochrony przeciwwybuchowej.

**3.2.10** W przypadku, gdy CO, NO<sub>2</sub> lub stężenie gazów palnych (DGW) przekroczy wartości progowe, w miejscu stale obsadzonym załogą powinien zostać uruchomiony alarm dźwiękowy i wizualny.

**3.2.11** Układ sterowania powinien być zasilany w sposób ciągły i powinien posiadać funkcję automatycznego przełączania na zasilanie rezerwowe w przypadku zaniku normalnego zasilania. (MSC.1/Circ.1515, zał.1, p.2)

### 3.3 Systemy kontroli jakości powietrza

**3.3.1** System kontroli jakości powietrza jest to system zapewniający utrzymanie stężeń gazów palnych i niebezpiecznych poniżej określonych poziomów.

**3.3.2** W pomieszczeniach ładunkowych ro-ro należy monitorować i zarządzać następującymi gazami, w celu ograniczenia stężenia szkodliwych gazów spalinowych podczas załadunku i rozładunku pojazdów oraz zapobieżenia gromadzeniu się gazów palnych podczas pobytu statku w morzu:

- .1 w przypadku pojazdów z silnikami benzynowymi – tlenek węgla (CO);
- .2 w przypadku pojazdów z silnikami wysokoprężnymi - tlenek azotu (NO<sub>2</sub>); oraz
- .3 dolna granica wybuchowości (DGW).

**3.3.3** Czynniki, jakie należy uwzględnić podczas rozmieszczania czujników systemu kontroli jakości powietrza:

- .1 Wielkość monitorowanego pomieszczenia: W rejonach obejmujących przegrody, przedziały, narożniki i inne bariery utrudniające swobodny przepływ powietrza, rozmieszczenie czujników powinno zostać rozpatrzone indywidualnie dla każdego nietypowego przypadku, a liczba czujników powinna być tak ustalona, aby co najmniej jeden czujnik przypadał na 900 m<sup>2</sup> powierzchni pokładu. Można zaakceptować mniejszą liczbę czujników na podstawie obliczeń lub pomiarów czasu reakcji czujnika na jakość powietrza w ładowniach.
- .2 Lokalizacja czujników: Podczas instalowania czujników w pomieszczeniu, należy zwrócić uwagę, aby umieścić je z dala od miejsc, które mogą mieć wpływ na odczyty pomiarów. Do takich miejsc należą znajdujące się u góry drzwi (wejścia i wyjścia), a także obszary w pobliżu zewnętrznych czerpni powietrza lub wentylatorów wyciągowych. (MSC.1/Circ.1515, zał.1, p.3)

### **3.4 Minimalna ilość powietrza na podstawie pomiarów CO, NO<sub>2</sub> i DGW**

**3.4.1** Wentylatory powinny być sterowane przez system kontroli jakości powietrza w celu zapewnienia odpowiedniej liczby wymian powietrza, aby przywrócić w ciągu 5 minut normalne wartości CO, NO<sub>2</sub> i DGW, gdy tylko te normalne poziomy zostaną przekroczone. Reżim wentylacji powinien być stale regulowany w zależności od wzrostu stężenia gazów i powinien jak najszybciej przywrócić normalny poziom CO lub NO<sub>2</sub>.

**3.4.2** Sygnał alarmowy powinien zostać aktywowany, gdy poziom CO przekroczy 40 mg/m<sup>3</sup> lub gdy poziom NO<sub>2</sub> przekroczy 4 mg/m<sup>3</sup> przy narażeniu długotrwałym, zgodnie z normą ISO 9785:2002, lub gdy względne stężenie atmosfery w stosunku do DGW jest wyższe niż 10%. Mogą zostać zastosowane inne, bardziej rygorystyczne dopuszczalne narażenia, jeśli zostaną ustalone przez Administrację, biorąc pod uwagę krajowe/lokalne przepisy pracy.

**3.4.3** Minimalna wydajność wentylacji powinna zapewniać wystarczający przepływ, aby urządzenia pomiarowe mogły działać. (MSC.1/Circ.1515, zał.1, p.4)

### **3.5 Wykrywanie CO, NO<sub>2</sub> i DGW**

Instalowanie i lokalizacja czujników uzależniona jest od przepływu powietrza w ładowniach. Aby ustalić właściwą lokalizację i liczbę czujników, należy wziąć pod uwagę przepływ powietrza w ładowni. W każdym przypadku czujniki powinny być zainstalowane tak, aby zapewniały działanie wymagane w pkt 3.3 oraz określone poniżej:

- .1 odpowiednia wysokość nad pokładem, zgodnie z instrukcją producenta;
- .2 tak, aby każdy czujnik obejmował maksymalnie 900 m<sup>2</sup>. Można zaakceptować mniejszą liczbę czujników, ale z odpowiednim czasem reakcji, aby utrzymać stężenie szkodliwych gazów poniżej dopuszczalnych granic narażenia i palności; oraz
- .3 zgodnie z punktem 3 Części 2 niniejszych wytycznych oraz z instrukcjami producenta dotyczącymi umieszczenia czujników. (MSC.1/Circ.1515, zał.1, p.5)

### 3.6 Próby działania na statku

Po zamontowaniu na statku, należy przeprowadzić próby w celu weryfikacji działania systemu kontroli i zarządzania jakością powietrza na zgodność z wymaganiami podanymi w niniejszym rozdziale. Próby w skali rzeczywistej mogą zostać zastąpione badaniami modelowymi, w sposób satysfakcjonujący dla PRS lub Administracji. (MSC.1/Circ.1515, zał.1, p.6)

### 3.7 Testowanie czujników stosowanych w systemie kontroli jakości powietrza

Podczas eksploatacji statku, w regularnych odstępach czasu, np. co miesiąc w przypadku detektorów próbek i co rok w przypadku całego systemu, czujniki powinny być kalibrowane, konserwowane i testowane zgodnie z instrukcjami producenta, mając na uwadze *Zalecenia eksploatacyjne dotyczące minimalizacji zanieczyszczeń powietrza w pomieszczeniach ładunkowych ro-ro* zawarte w MSC.1/Circ.1515, Część 2. (MSC.1/Circ.1515, p.3.4)

## 4 PROCEDURY BADANIA PRZEPŁYWU POWIETRZA

### 4.1 Zakres zastosowania

W niniejszym rozdziale podano wymagania dotyczące pomiarów nominalnej wymiany i rozproszania powietrza podczas prób urządzeń wentylacyjnych w pomieszczeniach ładunkowych statków ro-ro, w których poruszają się pojazdy z silnikami spalinowymi.

Nominalną wymianę powietrza mierzy się poprzez obliczenie przepływu powietrza w urządzeniach końcowych nawiewu i wyciągu powietrza. Rozprowadzenie powietrza zwykle ocenia się wizualnie przy użyciu widzialnego dymu lub poprzez pomiar za pomocą gazu znakującego. (MSC.1/Circ.1515, zał.2, p.1)

### 4.2 Nominalna krotność wymiany powietrza

W celu sprawdzenia, czy do pomieszczeń ładunkowych ro-ro dostarczana jest obliczona ilość powietrza, należy zmierzyć natężenie przepływu powietrza w każdym urządzeniu końcowym powietrza nawiewanego oraz, w stosownych przypadkach, w urządzeniu końcowym powietrza wyciągowego. (MSC.1/Circ.1515, zał.2, p.2)

#### 4.2.1 Przyrządy do pomiaru przepływu powietrza

Chociaż dostępne są techniki alternatywne, takie jak metoda pomiaru rurką Pitot, to do pomiarów przepływu powietrza o małych prędkościach stosowane są zwykle anemometry. Istnieją dwa główne typy anemometrów:

- .1 Anemometr z bezpośrednim odczytem, typu elektronicznego, rejestrujący prędkość powietrza niemal natychmiast. Charakteryzuje się on wyraźnym, nierównomiernym przepływem powietrza, ponieważ każda niestabilność lub przypadkowe zmiany prędkości są natychmiast widoczne i można ocenić rzeczywistą średnią prędkość w danym punkcie. Jest on również bardzo szybki w użyciu.
- .2 Anemometr typu mechanicznego z bezpośrednim odczytem i obrotowym wirnikiem łopatkowym. Ruchowi rotacyjnemu przeciwdziała sprężyna.

Tego typu anemometry są małe i kompaktowe, łatwe do odczytu pomiaru i użycia, dają w miarę stałe odczyty, a wszelkie pojawiające się błędy lub niespójności są zwykle dość widoczne. Jeżeli wraz z anemometrem dostarczana jest karta korekcyjna, to wówczas do zmierzonych prędkości powietrza należy zastosować współczynniki korekcyjne, przed ich porównaniem. W przypadku dobrej jakości przyrządu, prawidłowo naprawianego i używanego przez doświadczonego operatora, prawdopodobny błąd uzyskanej wartości porównawczej będzie wahał się maksymalnie od  $\pm 2\%$  wartości przy porównywaniu podobnych prędkości, do maksymalnie  $\pm 5\%$  wartości, przy porównywaniu znacznie różniących się prędkości. (MSC.1/Circ.1515, zał.2, p.2.1)

## 4.2.2 Procedura pomiaru przepływu powietrza\*

\* Opracowana na podstawie *Chartered Institute of Building Services, Commissioning Codes, Series A, Air Distribution*, CIBS, London, 1971.

W przypadku kratki nawiewowych lub wyciągowych, anemometru używa się w następujący sposób:

1. Całkowita powierzchnia kratki wentylacyjnej zostaje podzielona na kwadraty o wymiarach 150–300 mm, w zależności od wielkości kratki i zmienności rozkładu prędkości.
2. Anemometr umieszcza się pośrodku każdego kwadratu tak, aby tył przyrządu dotykał żaluzji, która ma być całkowicie otwarta. Przyrząd natychmiastowo poda odczyt prędkości powietrza w każdym kwadracie i odczyt ten należy zapisać. Po zapisaniu wskazanych odczytów prędkości w środku wszystkich kwadratów, należy obliczyć średnią wartość tych prędkości; tę średnią wartość należy przyjąć jako „prędkość wskazaną” dla całej kratki.
3. Metoda ta zwykle zapewnia powtarzalne wyniki. W praktyce jedyna niespójność, którą należy wziąć pod uwagę, pojawia się, gdy żaluzja kratki jest opuszczona w dół, co powoduje, że powietrze uderza w łopatki anemometru oddzielnymi strumieniami, a nie jednolitym. W takim przypadku konieczne może być użycie wraz z anemometrem osłony/kaptura. (MSC.1/Circ.1515, zał.2, p.2.2)

## 4.2.3 Obliczenia

Natężenie przepływu powietrza przez każdą kratkę nawiewowo-wyciągową oblicza się w następujący sposób:

Natężenie przepływu powietrza [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] = „prędkość wskazana” [ $\text{m}/\text{s}$ ]  $\times$  powierzchnia kratki nawiewowo-wyciągowej [ $\text{m}^2$ ]

Całkowitą krotność wymiany powietrza na godzinę uzyskaną przez system wentylacji na pokładzie samochodowym oblicza się następująco w następujący sposób:

$$\text{Liczba wymian powietrza na godzinę} = \sum \frac{\text{Natężenia przepływu powietrza przez kratki wyciągowe} [\text{m}^3/\text{s}] \times 60 \times 60}{\text{Objętość pokładu samochodowego} [\text{m}^3]}$$

(MSC.1/Circ.1515, zał.2, p.2.3)

## 4.2.4 Raport

Z pomiaru przepływu powietrza należy sporządzić pisemny raport zgodnie z pkt. 4.4 niniejszego rozdziału. (MSC.1/Circ.1515, zał.2, p.2.4)

## 4.3 Rozprowadzenie powietrza

### 4.3.1 Badanie wizualne z widzialnym dymem

W celu oceny krotności wymiany powietrza, ruchu powietrza oraz istnienia słabo wentylowanych przestrzeni, można użyć widzialnego dymu, który wpuszcza się do pomieszczenia. Przy działającym systemie wentylacyjnym można zbadać ruch powietrza i rozpraszanie dymu oraz oszacować krotność wymiany powietrza. (MSC.1/Circ.1515, zał.2, p.3.1)

### 4.3.2 Pomiary za pomocą gazu znakującego

Dzięki zastosowaniu gazu znakującego możliwe jest oszacowanie krotności wymiany powietrza i jego rozprowadzenia w wybranych punktach pomieszczenia ładunkowego ro-ro.

Pomiar za pomocą gazu znakującego polega na zmieszaniu składnika gazowego z powietrzem. Atmosferę w pomieszczeniu bada się w celu ustalenia, jak rozrzedzanie gazu znakującego śledzone jest w wybranych punktach pomieszczenia ładunkowego ro-ro, gdy działa system wentylacyjny.



Metodę tę należy stosować gdy pojazdy znajdują się na pokładzie i gdy ich nie ma. (MSC.1/Circ.1515, zał.2, p.3.2)

#### 4.3.2.1 Procedury badań

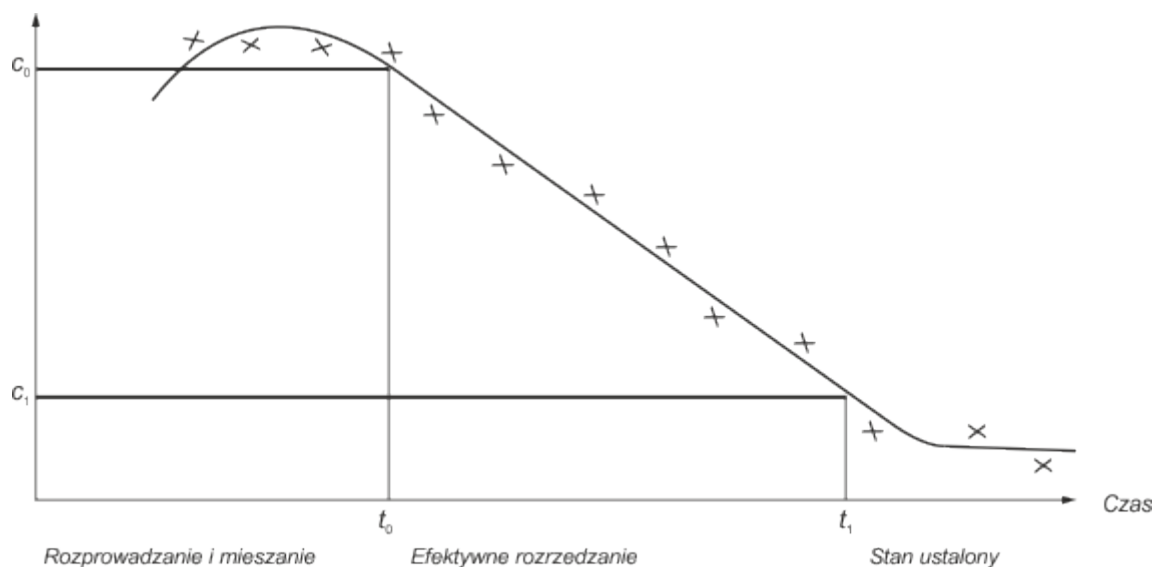
Umieszczenie sond pomiarowych należy ustalić odpowiednio do celu pomiaru. Sond nie należy umieszczać w pobliżu urządzeń końcowych nawiewu ani w miejscach, w których można spodziewać się tzw. cienia wentylacyjnego, np. za pilersami, usztywnieniami itp. Jako zasadę, sondy należy umieszczać na wysokości głowy i w pobliżu miejsc, w których osoby pracują na pokładzie.

Gaz znakujący powinien być rozprowadzony i wymieszany z powietrzem tak dokładnie, jak to możliwe. Mieszanie można wykonać za pomocą zwykłego urządzenia wentylacyjnego lub za pomocą wentylatorów zewnętrznych. Aby osiągnąć odpowiednią dokładność, stężenie gazu znakującego powinno osiągnąć co najmniej 50-krotność granicy wykrywalności aparatury analitycznej.

Gdy stężenie gazu znakującego jest odpowiednie, należy uruchomić urządzenie wentylacyjne i aparaturę pomiarową. Stężenie gazu znakującego należy rejestrować aż do osiągnięcia poziomu wykrywalności. (MSC.1/Circ.1515, zał.2, p.3.2.1)

#### 4.3.2.2 Obliczenia

W przypadku systemu wentylacyjnego rozrzedzającego logarytm stężenia gazu znakującego będzie liniowy w funkcji czasu (patrz rysunek 1 poniżej).



Rysunek 1 - Logarytm stężenia gazu znakującego

Zależność stężenia gazu znakującego od czasu (nachylenie wykresu) jest prostą miarą efektywności wentylacji, wyrażonej liczbą wymian powietrza według wzoru:

$$N = \frac{\ln \frac{c_0}{c_1}}{t_1 - t_0}$$

gdzie:

$N$  = liczba wymian powietrza

$c_0$  = stężenie na początku efektywnego rozrzedzenia

$c_1$  = stężenie na końcu efektywnego rozrzedzenia

$t_0$  = moment rozpoczęcia efektywnego rozrzedzenia

$t_1$  = moment zakończenia efektywnego rozrzedzenia

(MSC.1/Circ.1515, zał.2, p.3.2.2)

#### 4.3.3 Ocena alternatywna

Alternatywnie do badań określonych w punktach 4.3.1 i 4.3.2, rozprowadzenie przepływu powietrza w pomieszczeniu ładunkowym ro-ro można ocenić za pomocą anemometru; lub

Przepływ powietrza można określić za pomocą metodologii obliczeniowej (takiej jak obliczeniowa dynamika płynów i/lub zastosowanie ustalonych wzorów empirycznych), która powinna zostać zaakceptowana przez PRS lub Administrację. (MSC.1/Circ.1515, zał.2, p.3.3)

#### 4.4 Raport

Z badań rozprowadzenia powietrza należy sporządzić pisemny raport zawierający następujące informacje:

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Dane statku                   | w tym nazwa statku, rejestr, numer, długość, szerokość, zanurzenie, pojemność brutto, armator, stocznia, nazwa wykonawcy przeprowadzającego badanie.  |
| Warunki pogodowe              | Ogólna prędkość i kierunek wiatru oraz w odniesieniu do płaszczyzny wzdłużnej statku podczas pomiarów.  |
| Pomiary pokładu samochodowego | Długość, szerokość, wysokość i objętość pokładu.  |
| Wentylacja                    | Plan pokładu ze wskazaniem lokalizacji wentylatorów nawiewowych i wyciągowych, wraz z informacją o powierzchni kratki, wydajności projektowej i rzeczywistej każdego zespołu. Należy również zwrócić uwagę na zastosowanie dodatkowego wyposażenia do mieszania powietrza (np. „dirivent”). Należy również podać informacje o statusie wszystkich pozostałych otworów prowadzących na pokład podczas pobierania próbek. |
| Załadunek/ rozładunek         | Należy uwzględnić szczegółowe informacje dotyczące załadunku i rozładunku pojazdów. Powinny one obejmować czas potrzebny na każdą operację załadunku/ rozładunku, liczbę pracującego personelu, liczbę i rodzaj obecnych pojazdów.  |
| Pomiary                       | Godzina i data pomiarów<br>Przyrządy<br>Kalibracja<br>Procedura pomiarowa<br>Lokalizacje punktów poboru próbek<br>Szczegóły analizy próbki  |
| Wyniki                        | Wyniki pomiarów<br>Obliczanie narażenia zawodowego (MSC.1/Circ.1515, zał.2, p.4)  |

#### 4.5 Załączniki do raportu

Oprócz zestawienia wyników, raport powinien zawierać plan pomieszczenia ładunkowego ro-ro z pokazanymi kanałami powietrza nawiewanego i usuwanego. W stosownych przypadkach należy wskazać punkty pomiarowe, typ i liczbę pojazdów itp. Należy zamieścić uwagi dotyczące okoliczności mających wpływ na działanie systemu wentylacyjnego i/lub układ przepływu powietrza na pokładzie.

W przypadku prowadzenia badania wzrokowego widzialnego dymu należy podać szczegółowy opis doprowadzania i rozpraszania dymu w funkcji czasu. (MSC.1/Circ.1515, zał.2, p.5)

## 5 ZALECENIA DOTYCZĄCE OCENY JAKOŚCI POWIETRZA W POMIESZCZENIU ŁADUNKOWYM RO-RO

### 5.1 Zasady ogólne

Jakość powietrza w pomieszczeniach ładunkowych ro-ro powinna zostać zbadana po zamontowaniu systemu wentylacyjnego na nowobudowanym/przebudowywanym statku, jak też badanie jakości powietrza powinny być przeprowadzane okresowo, podczas eksploatacji statku.

Próby jakości powietrza powinny być planowane, a wyniki oceniane przez kompetentne osoby posiadające specjalistyczne przeszkolenie w zakresie oceny jakości powietrza i narażenia zawodowego. Próby należy przeprowadzić w porozumieniu z przedstawicielem odpowiedzialnym za bezpieczeństwo statku i wszelkimi innymi właściwymi władzami.

Czas trwania badania będzie zależał od cykli operacyjnych (załadunku i rozładunku pojazdów) i praktyk roboczych na pokładzie statku. Monitorowanie należy prowadzić podczas kilku „normalnych” cykli, tj. z udziałem reprezentatywnych pojazdów, działań i praktyk wentylacyjnych.

Należy zbadać zarówno krótkotrwałe jak i długotrwałe (w ciągu dnia roboczego) narażenie na zanieczyszczenia powietrza. Należy zastosować zamontowane na stałe próbniki statyczne lub przenośne próbniki osobiste, a najlepiej kombinację obu technik, aby uzyskać jak najdokładniejszy obraz stężeń zanieczyszczeń i narażenia zawodowego. (MSC.1/Circ.1515, zał.3, p.1)

### 5.2 Pomiary jakości powietrza

Pomiary jakości powietrza powinny być reprezentatywne dla wszystkich osób narażonych na zanieczyszczenia.

#### *Zanieczyszczenia*

Należy określić stężenia następujących substancji zanieczyszczających: tlenek azotu (NO), dwutlenek azotu (NO<sub>2</sub>), tlenek węgla (CO). Ponadto, jeśli jest to możliwe, należy również oznaczyć stężenie benzenu, toluenu, ksylenu i zawieszonych cząstek stałych (SPM).

Istnieją dwa ogólne podejścia, które można zastosować do próbkowania jakości powietrza – statyczne monitorowanie miejsca, które obejmuje zazwyczaj techniki ciągłego monitorowania oraz osobiste pobieranie próbek wykorzystujące zarówno metody pasywne, jak i aktywne. Statyczne monitorowanie miejsca zwykle obejmuje bardziej dokładne i czułe techniki, ale ponieważ miejsce pobierania próbek jest stałe, pomiary nie są w pełni reprezentatywne dla narażenia osób na zanieczyszczenie powietrza. Próbniki osobiste są noszone przez reprezentatywną podgrupę narażonych osób przez cały okres pobierania próbek. Techniki osobistego pobierania próbek nie są zwykle tak czułe i dokładne. Najlepiej byłoby, gdyby metody osobistego pobierania próbek były w regularnych odstępach czasu walidowane przy użyciu bardziej wyrafinowanych technik.

Zalecane są następujące przykładowe metody.

#### *Monitoring statyczny*

##### **Zanieczyszczenie:      Metoda pobierania próbek i analizy:**

|                 |   |
|-----------------|---|
| Dwutlenek azotu | Chemiluminescencja, probówka z odczynnikiem, pobieranie próbek/ analiza laboratoryjna.                    |
| Tlenek azotu    | Probówka z odczynnikiem chemiluminescencyjnym, pobieranie próbek/ analiza laboratoryjna.                  |
| Tlenek węgla    | Niedyspersyjna absorpcja podczerwieni, probówka z odczynnikiem, pobieranie próbek/ analiza laboratoryjna. |

|                     |  |
|---------------------|--|
| Benzen              | Chromatografia gazowa w czasie rzeczywistym.   |
| Toluen              | Chromatografia gazowa w czasie rzeczywistym.   |
| Ksylen              | Chromatografia gazowa w czasie rzeczywistym.   |
| Cząstki zawieszony* | Absorpcja promieniowania dwuwiązkowego, mikrowaga oscylacyjna z elementem stożkowym, analiza wagowa. |

\* Zawieszony cząstki stałe mogą być pobierane jako całkowite cząstki zawieszony lub jako pył wdychany PM10 ( $\leq 5 \mu\text{m}$ ).

### **Monitoring osobisty**

#### **Zanieczyszczenie:      Metoda pobierania próbek i analizy:**

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Dwutlenek azotu       | Próbnik pasywny (zawieszka) – chromatografia jonowa  |
| Tlenek azotu          | Elektrochemiczna*.   |
| Tlenek węgla          | Elektrochemiczna*.   |
| Benzen                | Próbnik pasywny (zawieszka)– chromatografia gazowa/FID (detekcja płomieniowo-jonizacyjna). |
| Toluen                | Próbnik pasywny (zawieszka) – chromatografia gazowa/FID.                                   |
| Ksylen                | Próbnik pasywny (zawieszka) – chromatografia gazowa/FID.                                   |
| Cząstki zawieszony ** | Próbnik osobisty, analiza wagowa.  |

\* Metody elektrochemiczne są podatne na zakłócenia; dlatego zaleca się regularną walidację tych metod poprzez porównanie z innymi technikami w środowisku badań.

\*\* Zawieszony cząstki stałe mogą być pobierane jako całkowite cząstki zawieszony lub jako pył wdychany ( $\leq 5 \mu\text{m}$ ).

Należy również przeprowadzić dodatkowe pomiary lokalnej prędkości powietrza, temperatury i wilgotności względnej. (MSC.1/Circ.1515, zał.3, p.21)

### **5.3 Obliczanie narażenia zawodowego na zanieczyszczenia powietrza**

#### **Długotrwały okres referencyjny**

Narażenie zawodowe w ciągu 24 godzin określa się, traktując skumulowane narażenie w ciągu 24 godzin jako równoważne pojedynczemu, jednolitemu narażeniu. Zwykle jest to przeliczane na 8-godzinną średnią mierzoną w czasie (TWA) i jest reprezentowane matematycznie przez:

$$\frac{C_1 T_1 + C_2 T_2 + \dots + C_n T_n}{8}$$

gdzie  $C_n$  jest to narażenie zawodowe, a  $T_n$  to powiązany czas narażenia w godzinach w dowolnym okresie 24-godzinnym.

#### **Krótkotrwały okres referencyjny**

Krótkotrwały okres referencyjny zasadniczo odnosi się do okresu 10 lub 15 minut, w zależności od krajowych norm narażenia zawodowego. Narażenie rejestruje się zatem jako średnią z 10–15-minutowego okresu odniesienia. Jeżeli czas narażenia jest krótszy niż 10 lub 15 minut, to wynik pomiaru uśrednia się na 10 lub 15 minut. Jeżeli okres narażenia przekracza krótkotrwały okres referencyjny, wówczas wyniki uśrednia się dla okresu 10 lub 15 minut, podczas którego występuje maksymalne narażenie. (MSC.1/Circ.1515, zał.3, p.3)

## 5.4 Raport

Należy opracować pisemny raport z badania jakości powietrza zawierający wymagane informacje, z uwzględnieniem punktu 4.4, rozdziału 4. (MSC.1/Circ.1515, zał.3, p.4)

## 6 ZALECENIA EKSPLOATACYJNE DOTYCZĄCE MINIMALIZACJI ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA W POMISZCZENIACH ŁADUNKOWYCH RO-RO

Zalecenia eksploatacyjne dla załogi statku i personelu zajmującego się obsługą pojazdów w pomieszczeniach ładunkowych na statkach ro-ro zawarte są w okólniku IMO MSC.1/Circ.1515, Część 2.

---

### Norma przywołana w Publikacji

ISO 9785:2002 – Shipbuilding – Ventilation of cargo spaces where internal combustion engine vehicles may be driven – Calculation of theoretical total airflow required.