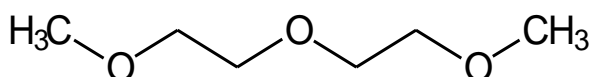


dr WIKTOR WESOŁOWSKI  
mgr inż. MAŁGORZATA KUCHARSKA  
dr JAN GROMIEC  
Instytut Medycyny Pracy  
im. prof. dr med. Jerzego Nofera  
91-348 Łódź  
ul. św. Teresy od Dzieciątka Jezus 8

# Eter bis(2-metoksyetylowy)

- metoda oznaczania



Numer CAS: 111-96-6

---

**Słowa kluczowe:** eter bis(2-metoksyetylowy), analiza powietrza, stanowisko pracy, chromatografia gazowa.

**Keywords:** diethylene glycol dimethyl ether, air analysis, workplace, gas chromatography.

Metodę stosuje się do oznaczania stężeń par eteru bis(2-metoksyetylowego) w powietrzu na stanowiskach pracy.

Metoda polega na adsorpcji par eteru bis(2-metoksyetylowego) na węglu aktywnym, desorpcji dichlorometanem i analizie chromatograficznej otrzymanego roztworu.

Oznaczalność metody wynosi 0,5 mg/m<sup>3</sup> (dla próbki o objętości 10 l).

## UWAGI WSTĘPNE

Eter bis(2-metoksyetylowy), (EBME) jest bezbarwną, przezroczystą cieczą o słabym aromatycznym zapachu.

Najważniejsze właściwości fizykochemiczne:

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| - wzór sumaryczny         | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub> |
| - masa cząsteczkowa       | 134,18  |
| - temperatura wrzenia     | 155 ÷ 165 °C                                  |
| - temperatura topnienia   | - 64 °C                                       |
| - temperatura zapłonu     | 70 °C (metoda tygla zamkniętego)              |
| - temperatura samozapłonu | 205 °C  |
| - gęstość względna        | 0,94 g/cm <sup>3</sup>                        |

– gęstość względna par	5,6 (powietrze = 1)
– prężność par	3,94 kPa (w temp. 25 °C)
– rozpuszczalność	miesza się z wodą, tworząc mieszaninę azeotropową o stężeniu 23% wag. eteru bis(2-metoksyetylowego) i 77% wody; miesza się z alkoholem, eterem, węglowodorami i rozpuszcza się w benzenie.

Substancja ta jest stosowana jako rozpuszczalnik w przemyśle półprzewodników, farb i lakierów samochodowych, barwników do tekstyliów oraz w produkcji tworzyw sztucznych. Eter bis(2-metoksyetylowy) znajduje się w Europejskim Rejestrze Składników Kosmetyków w kategorii rozpuszczalników.

Eter bis(2-metoksyetylowy), zgodnie z tabelą 3.2. załącznika VI do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniającego i uchylającego dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniającego rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 (DzUrz UE z dnia 31.12.2008 r. L 353), zaklasyfikowano jako:

- Repro. Kat. 2 – substancja, którą się rozpatruje jako działającą szkodliwie na funkcje rozrodcze u człowieka
- R10 – produkt łatwopalny
- R19 – może tworzyć wybuchowe nadtlenki
- R60 – może upośledzać płodność
- R61 – może działać szkodliwie na dziecko w łonie matki.

Proponowana w Polsce wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) eteru bis(2-metoksyetylowego) w powietrzu środowiska pracy wynosi 10 mg/m<sup>3</sup>, wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego (NDSCh) nie ustalono.

## PROCEDURA ANALITYCZNA

### 1. Zakres stosowania metody

W niniejszej procedurze podano metodę oznaczania stężeń par eteru bis(2-metoksyetylowego) w powietrzu na stanowiskach pracy z zastosowaniem chromatografii gazowej. Metodę stosuje się podczas badania warunków sanitarnohigienicznych.

Najmniejsze stężenie eteru bis(2-metoksyetylowego), jakie można oznaczyć, w warunkach pobierania próbek powietrza i wykonania oznaczania opisanych w procedurze, wynosi 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

### 2. Powołania normatywne

PN-Z-04008-7 „Ochrona czystości powietrza – Pobieranie próbek – Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników”.

### 3. Zasada metody

Metoda polega na adsorpcji par eteru bis(2-metoksyetylowego) na węglu aktywnym, desorpcji dichlorometanem i analizie chromatograficznej otrzymanego roztworu.

## 4. Wytyczne ogólne

### 4.1. Czystość odczynników

Do analizy należy stosować, o ile nie zaznaczono inaczej, odczynniki i substancje wzorcowe o stopniu czystości co najmniej cz.d.a.

### 4.2. Dokładność ważenia

Substancje stosowane w analizie należy ważyć z dokładnością do 0,0002 g.

### 4.3. Postępowanie z substancjami toksycznymi

Wszystkie czynności związane z odważaniem substancji wzorcowych powinny odbywać się w rękawicach gumowych i w odzieży ochronnej. Czynności, podczas których używa się rozpuszczalników organicznych, należy wykonywać pod sprawnie działającym wyciągiem laboratoryjnym.

Zużyte roztwory i odczynniki należy gromadzić w przeznaczonych do tego celu pojemnikach i przekazywać do zakładów zajmujących się ich unieszkodliwianiem.

## 5. Odczynniki, roztwory i materiały

### 5.1. Eter bis(2-metoksyetylowy)

Stosować według punktu 4.

### 5.2. Dichlorometan

Stosować według punktu 4.

### 5.3. Gazy sprężone do chromatografu

Jako gaz nośny stosować hel.

### 5.4. Roztwór wzorcowy bazowy eteru bis(2-metoksyetylowego)

Kolbę pomiarową o pojemności 10 ml zważyć i dodać około 10 mg eteru bis(2-metoksyetylowego), (11  $\mu$ l wzorca), ponownie zważyć w celu określenia rzeczywistej ilości wzorca i uzupełnić dichlorometanem według punktu 5.2. zawartość kolby do kreski. Obliczyć stężenie eteru bis(2-metoksyetylowego) w roztworze.

Roztwór wzorcowy bazowy (RWB) przechowywany w chłodziarce i w szczelnie zamkniętej kolbie zachowuje trwałość przez 7 dni.

### 5.5. Roztwory wzorcowe robocze eteru bis(2-metoksyetylowego)

W celu przygotowania roztworów wzorcowych roboczych do sześciu naczynek według punktu 6.5. odmierzyć kolejno następujące objętości roztworu wzorcowego bazowego (RWB) według punktu 5.4. w mikrolitrach: 5,0; 10; 20; 50; 100 i 200, następnie uzupełnić dichlorometanem według punktu 5.2. do 1 ml, zakapslować lub zakręcić i wymieszać. Zawartość eteru bis(2-metoksyetylowego) w 1 ml tych roztworów wynosi w mikrogramach odpowiednio: 5,0; 10; 20; 50; 100 i 200, co po pobraniu próbki powietrza o objętości 10 l odpowiada stężeniom  $0,5 \div 20 \text{ mg/m}^3$ .

Roztwory przygotowane według punktu 5.5. są nietrwałe i należy je przygotowywać przed wykonaniem analizy.

### 5.6. Węgiel aktywny

Stosować węgiel aktywny o uziarnieniu  $0,5 \div 1 \text{ mm}$  (np. firmy MERCK). Bezpośrednio przed napełnieniem rurek pochłaniających suszyć węgiel przez 3 h w suszarce o temperaturze  $160 \text{ }^\circ\text{C}$ . Dla każdej partii sorbentu należy każdorazowo wyznaczyć współczynnik desorpcji według punktu 12.

## 6. Przyrządy pomiarowe i sprzęt pomocniczy

### 6.1. Chromatograf gazowy z detektorem MSD

Stosować chromatograf gazowy z detektorem mas, z programem akwizycji danych, sterowaniem parametrami spektrometru i chromatografu, z bibliotekami wzorcowych widm mas oraz komputer.

### 6.2. Kolby

Stosować kolby pomiarowe o pojemności 10 ml.

### 6.3. Kolumna chromatograficzna

Stosować kolumnę chromatograficzną zapewniającą rozdział eteru bis(2-metoksyetylowego) od rozpuszczalników farb i lakierów, szczególnie frakcji alkilowych pochodnych benzenu (frakcja C9) i innych składników benzyny lakowej, dichlorometanu oraz innych substancji występujących jednocześnie w powietrzu, np. niepolarną kolumnę o długości 50 m, średnicy wewnętrznej 0,2 mm i grubości filmu 0,5  $\mu\text{m}$ .

### 6.4. Mikrostrzykawki

Stosować mikrostrzykawki szklane z igłami do cieczy, o pojemności w mikrolitrach: 10; 25; 50; 100; 500 i 1000.

### 6.5. Naczynka

Stosować naczynka kapslowane lub zakręcane, z uszczelkami z gumy silikonowej pokrytej folią teflonową, umożliwiającymi pobieranie zawartości mikrostrzykawką bez otwierania naczynka mieszczącego 100 mg sorbentu według punktu 5.6. i 1 ml dichlorometanu według punktu 5.2.

### 6.6. Pompa ssąca

Stosować pompę ssącą z przepływomierzem umożliwiającą pobieranie powietrza ze stałym strumieniem objętości do 10 l/h lub pompy indywidualne.

### 6.7. Rurki pochłaniające

Stosować rurki pochłaniające szklane o długości około 60 mm i średnicy wewnętrznej 4 mm, z przewężeniem na jednym końcu, zamykane kapturkami z tworzywa sztucznego, np. polietylenu lub polichlorku winylu.

## 7. Przygotowanie rurek pochłaniających

W rurce pochłaniającej według punktu 6.7. umieścić na przewężeniu, w dłuższej części rurki, przegródkę z pianki poliuretanowej lub włókna szklanego o grubości około 2 mm. Wsypać 50 mg sorbentu według punktu 5.6. i umieścić na nim przegródkę, następnie wsypać 100 mg sorbentu i ponownie umieścić przegródkę. Natychmiast po napełnieniu rurkę zamknąć zatyczkami. Dopuszcza się stosowanie dostępnych w handlu gotowych rurek pochłaniających.

## 8. Pobieranie próbek powietrza

Podczas pobierania próbek powietrza należy stosować zasady zawarte w normie PN-Z-04008-07. W miejscu pobierania próbki zdjąć zatyczki z rurki pochłaniającej, rurkę umocować w pozycji pionowej i połączyć z urządzeniem zasysającym od strony krótszej warstwy sorbentu. Następnie przepuścić 10 l badanego powietrza ze strumieniem objętości do 5 l/h i rurkę szczelnie zamknąć zatyczkami. Pobrane próbki przechowywane w chłodziarce zachowują trwałość przez 7 dni. Zaleca się stosowanie pomp do dozymetrii indywidualnej.

## 9. Warunki pracy chromatografu

Optymalne warunki analizy uzyskuje się przy następujących parametrach pracy chromatografu:

a) parametry pracy kolumny HP-PONA:

- temperatura programowana:
  - czas izotermi początkowej 1 min
  - temperatura izotermi początkowej 50 °C
  - szybkość przyrostu temperatury 10 °C/min
  - temperatura izotermi pośredniej 100 °C
  - szybkość przyrostu temperatury 20 °C/min
  - izoterma końcowa 180 °C
  - czas izotermi końcowej 2 min,
- ciśnienie
  - regulowane automatycznie w trybie stałego przepływu 25 cm/s,

b) parametry dozownika typu *split/splitless*:

- objętość dozowanej próby 1 µl
- temperatura 200 °C
- podział próbki (*split*) 20:1
- pojemność dozownika 700 µl,

c) parametry detektora MSD:

- temperatura linii transferowej 200 °C
- temperatura źródła jonów 230 °C
- temperatura filtra kwadrupolowego 150 °C
- rodzaj jonizacji EI
- rejestrowane jony dodatnie
- tryb pracy scan
- zakres rejestrowanych mas 20 ÷ 250 jma
- napięcie powielacza jonów w trybie „*autotune*” (1529 V).

## 10. Sporządzanie krzywej wzorcowej

Za pomocą mikrostrzykawki o pojemności 10 µl lub automatycznego dozownika wprowadzić do chromatografu po 1 µl roztworów wzorcowych roboczych według punktu 5.5.

Wykonać co najmniej dwukrotne oznaczenie danego roztworu wzorcowego, odczytać powierzchnię pików według wskazań integratora i obliczyć średnią arytmetyczną dla każdego roztworu. Różnica między wynikami pomiarów a wartością średnią nie powinna być większa niż 5% tej wartości. Następnie wykreślić krzywą wzorcową, odkładając na osi odciętych zawartości eteru bis(2-metoksyetylowego) wyrażone w miligramach w 1 ml roztworu wzorcowego (co odpowiada zawartości w próbce), a na osi rzędnych – odpowiadające im powierzchnie pików według wskazań integratora.

Dopuszcza się korzystanie z automatycznego wzorcowania i generacji raportów integratorów lub komputerowych stacji akwizycji danych, zgodnie z ich instrukcjami obsługi.

## 11. Wykonanie oznaczania

Po pobraniu próbki powietrza według punktu 8., przesypać oddzielnie każdą warstwę sorbentu z rurki pochłaniającej według punktu 7. do naczynek według punktu 6.5. Naczynka zakapslować lub zakręcić i z każdym postępować w następujący sposób: w uszczelce umieścić igłę od strzykawki w celu wyrównania ciśnienia, a przez drugą igłę wprowadzić strzykawką 1 ml dichlorometanu według punktu 5.2. Igły usunąć, a naczynka pozostawić szczelnie zamknięte przez 30 min, wstrząsając co pewien czas ich zawartość. Następnie pobrać mikrostrzykawką przez uszczelkę naczynka 1  $\mu$ l roztworu z nad dłuższej warstwy sorbentu i wstrzyknąć do chromatografu w takich samych warunkach, jak przy sporządzaniu krzywej wzorcowej według punktu 10. Pomiar wykonać co najmniej dwukrotnie. Odczytać powierzchnię pików według wskazań integratora i obliczyć średnią arytmetyczną. Różnica między wynikami pomiarów a wartością średnią nie powinna być większa niż 5% tej wartości. Zawartość eteru bis(2-metoksyetylowego) w próbce odczytać z wykresu krzywej wzorcowej lub wyliczyć. W taki sam sposób wykonać oznaczanie ich zawartości w roztworze z nad krótszej warstwy sorbentu.

Zawartość substancji oznaczana w krótszej warstwie sorbentu nie powinna przekraczać 10% zawartości oznaczanej w dłuższej warstwie, w przeciwnym razie wynik należy traktować jako orientacyjny.

## 12. Wyznaczanie współczynnika desorpcji

Do pięciu naczynek według punktu 6.5. wsypać po 100 mg sorbentu według punktu 5.6. i następnie dodać mikrostrzykawką po 100  $\mu$ l roztworu wzorcowego bazowego według punktu 5.4. Zawarta w tej objętości ilość eteru bis(2-metoksyetylowego) odpowiada ilości w 10-litrowej próbce powietrza o stężeniu zbliżonym do wartości NDS. Naczynka szczelnie zamknąć i pozostawić do następnego dnia. Po tym czasie wprowadzić do naczynek po 1 ml dichlorometanu według punktu 5.2. i tak postępować, jak z próbkami badanymi według punktu 11. Przygotować także próbkę kontrolną zawierającą 100 mg sorbentu i 1 ml dichlorometanu według punktu 5.2. Jednocześnie wykonać oznaczanie co najmniej trzech roztworów porównawczych przygotowanych przez wprowadzenie 100  $\mu$ l roztworu wzorcowego bazowego według punktu 5.4. do naczynek zawierających po 1 ml dichlorometanu według punktu 5.2. Współczynnik desorpcji ( $d$ ) eteru bis(2-metoksyetylowego) obliczyć na podstawie wzoru:

$$d = \frac{P_a - P_o}{P_p},$$

w którym:

$P_a$  – średnia powierzchnia pików eteru bis(2-metoksyetylowego) z chromatogramów roztworu po desorpcji, według wskazań integratora,

$P_o$  – średnia powierzchnia pików o czasie retencji eteru bis(2-metoksyetylowego) z chromatogramów roztworu kontrolnego, według wskazań integratora,

$P_p$  – średnia powierzchnia pików eteru bis(2-metoksyetylowego) z chromatogramów roztworów porównawczych, według wskazań integratora.

Następnie obliczyć średnią wartość współczynnika desorpcji ( $\bar{d}$ ) eteru bis(2-metoksyetylowego) jako średnią arytmetyczną otrzymanych wartości. Różnice między wynikami a

wartością średnią nie powinny być większe niż  $\pm 5\%$  tej wartości. Współczynnik desorpcji należy zawsze wyznaczać dla nowej partii sorbentu.

### 13. Obliczanie wyniku oznaczania

Stężenie eteru bis(2-metoksyetylowego), ( $X$ ) w badanym powietrzu obliczyć w miligramach na metr sześcienny na podstawie wzoru:

$$X = \frac{m_1 + m_2}{V \cdot \bar{d}},$$

w którym

$m_1$  – masa eteru bis(2-metoksyetylowego) w roztworze znad dłuższej warstwy sorbentu odczytana z krzywej wzorcowej, w miligramach,

$m_2$  – masa eteru bis(2-metoksyetylowego) w roztworze znad krótszej warstwy sorbentu odczytana z krzywej wzorcowej, w miligramach,

$V$  – objętość powietrza przepuszczonego przez rurkę pochłaniającą, w metrach sześciennych,

$\bar{d}$  – średnia wartość współczynnika desorpcji oznaczona według punktu 12.

### INFORMACJE DODATKOWE

Badania wykonano, stosując chromatograf gazowy Agilent Technologies 6890N z detektorem mas 5973 (MSD) wyposażony w kolumnę HP-PONA o długości 50 m, średnicy 0,2 mm i grubości filmu fazy stacjonarnej 0,5  $\mu\text{m}$ .

Na podstawie przeprowadzonych badań uzyskano następujące dane walidacyjne:

– granica wykrywalności, $X_{\text{gw}}$	0,322 $\mu\text{g/ml}$
– granica oznaczania ilościowego, $X_{\text{ozn}}$	1,074 $\mu\text{g/ml}$
– współczynnik korelacji, charakteryzujący liniowość krzywej wzorcowej, $r$	0,999
– całkowita precyzja badania, $V_c$	5,0%
– niepewność całkowita metody	23,79%.

---

WIKTOR WESOŁOWSKI, MAŁGORZATA KUCHARSKA, JAN GROMIEC

### Diethylene glycol dimethyl ether – a determination method

#### Abstract

This method is based on the adsorption of diethylene glycol dimethyl ether on charcoal, desorption with dichloromethane and a gas chromatographic (GC-MSD) analysis of the resulting solution.

The determination limit of the method is 0.5 mg/m<sup>3</sup>.