

# FRAKCJA WDYCHALNA, TORAKALNA I RESPIRABILNA SUBSTANCJI CHEMICZNYCH I PYŁÓW W ŚRODOWISKU PRACY

ZAGROŻENIA DLA ZDROWIA  
PRACOWNIKÓW

Małgorzata Szewczyńska  
Elżbieta Dobrzyńska  
Małgorzata Pośniak

**Małgorzata Szewczyńska, Elżbieta Dobrzyńska, Małgorzata Pośniak**

**Fracja  
wdychalna, torakalna i respirabilna  
substancji chemicznych i pyłów  
w środowisku pracy  
– zagrożenia dla zdrowia pracowników**

**CIOP  PIB**

Warszawa 2018

Wydano w ramach IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” (2017-2019) finansowanego w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej.

Koordinator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Autorzy:

dr hab. Małgorzata Szewczyńska, dr Elżbieta Dobrzyńska, dr Małgorzata Pośniak  
Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Opracowanie redakcyjne  
Zespół Redakcji Wydawnictw Naukowych

Opracowanie graficzne  
Anna Borkowska

Projekt okładki  
Anna Antoniszewska

© Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy  
Warszawa 2018 (II wydanie)

ISBN 978-83-7373-265-0



Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa

tel. (22) 623 36 98, fax (22) 623 36 93, 623 36 95, [www.ciop.pl](http://www.ciop.pl)

# SPIS TREŚCI

---

Wprowadzenie.....	5
Definicje frakcji.....	6
Skuteczność próbników do zatrzymywania cząstek frakcji wdychalnej, torakalnej i respirabilnej .....	8
Frakcja wdychalna .....	12
Frakcja torakalna .....	18
Frakcja respirabilna .....	20
Załącznik 1. Zestawienie nazw pyłów wg <i>Rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3]</i> i <i>Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. [1]</i> wraz z komentarzami .....	25
Piśmiennictwo .....	32



# WPROWADZENIE

---

Zagrożenie dla zdrowia pracowników narażonych na substancje chemiczne występujące w postaci aerozoli cząstek stałych lub ciekłych w powietrzu na stanowiskach pracy, a w zasadzie w strefie oddychania pracownika, zależy głównie od rozmiaru cząstek i od ich stężenia masowego w powietrzu, ponieważ:

- rozmiar aerodynamiczny lub termodynamiczny cząstek ma wpływ na miejsce ich depozycji w układzie oddechowym
- wiele chorób zawodowych jest związanych z ilością materiału zdeponowanego w poszczególnych obszarach czynnościowego układu oddechowego.

Z tego względu od ponad 20 lat w państwach UE oraz w USA podczas ustalania wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) substancji chemicznych, które w normalnych warunkach są ciałami stałymi lub cieciami o bardzo niskiej prężności par, są uwzględniane obydwie parametry – zarówno stężenie masowe jak i rozmiar cząstek aerozolu emitowanego do powietrza na stanowiskach pracy.

W Polsce początkowo wartości NDS były ustalane w odniesieniu do wielkości cząstek dla metali i ich związków, a wielkość cząstek określano przez umieszczenie przy wartości NDS określenia „dymy” (czyli cząstki drobne) lub „pyły” (co oznaczało, że wartość NDS odnosi się do wszystkich emitowanych cząstek).

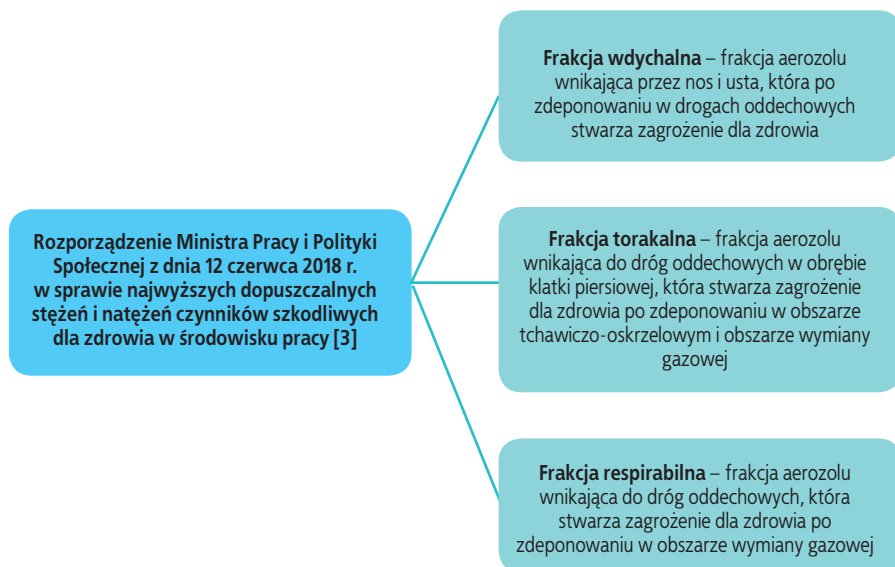
W zasadzie dopiero w 2014 r. zostały uporządkowane zasady ustalania wartości NDS dla substancji chemicznych w odniesieniu do wielkości cząstek po zdefiniowaniu w *Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy* [1] trzech frakcji wyczałnej, torakalnej i respirabilnej oraz zaleceniu stosowania zasad określonych w normie PN-EN 481 [2]

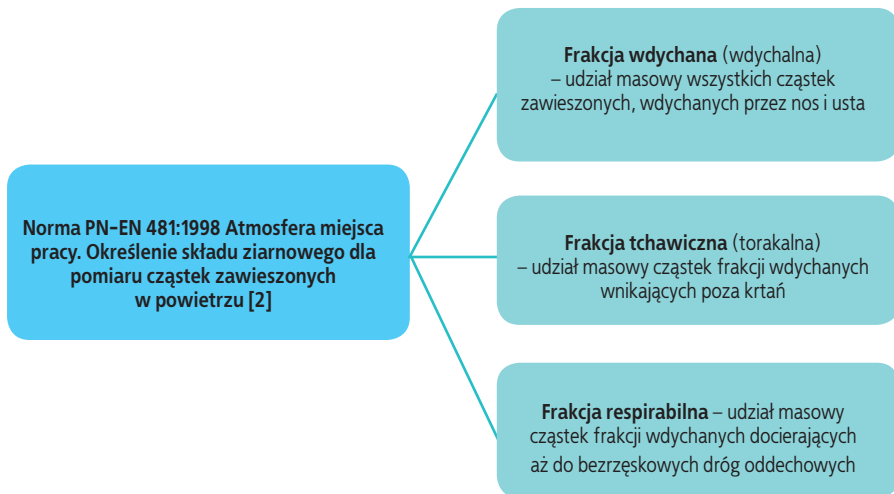
podczas pobierania próbek powietrza aerozoli stałych lub ciekłych substancji chemicznych do oceny narażenia zawodowego. Zasady te obowiązują również w nowym *Rozporządzeniu Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy* [3].

Broszura jest przeznaczona dla pracodawców i pracowników BHP w zakładach, w których występuje narażenie na aerozole stałe lub ciekłe substancji chemicznych, a także dla laboratoriów upoważnionych do przeprowadzania pomiarów stężeń substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy w celu oceny narażenia zawodowego.

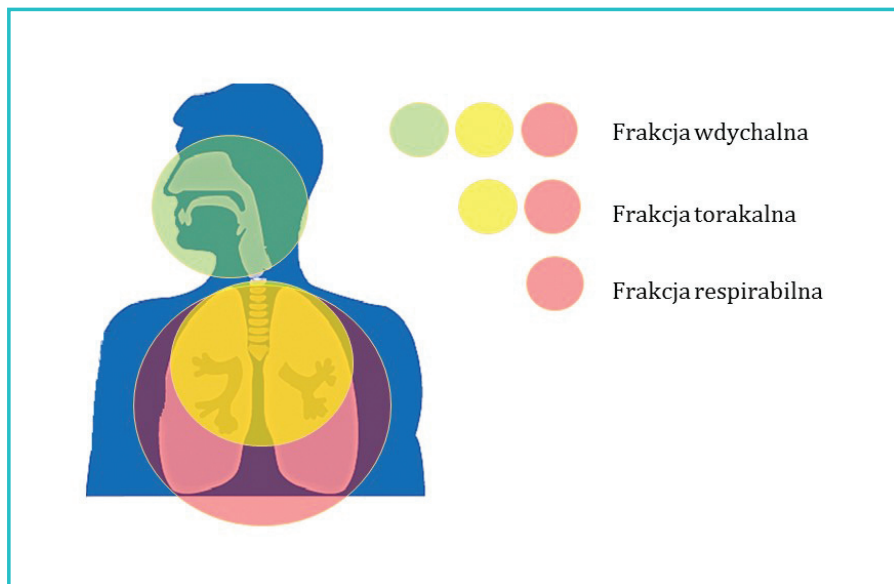
## DEFINICJE FRAKCJI

---





Obszary oddziaływania poszczególnych frakcji aerozolu w układzie oddechowym człowieka przedstawiono na rysunku 1.



**Rys. 1.** Deponowanie frakcji wdychalnej, torakalnej i respirabilnej aerozoli w układzie oddechowym



# SKUTECZNOŚĆ PRÓBNIKÓW DO ZATRZYMYWANIA CZĄSTEK FRAKCJI WDYCHALNEJ, TORAKALNEJ I RESPIRABILNEJ

---

**Frakcja wdychalna (IPM)** składa się z cząstek, które są wychwytywane, niezależnie od orientacji urządzenia pobierającego próbkę w stosunku do kierunku wiatru, z następującą sprawnością zatrzymywania cząstek obliczoną na podstawie wzoru (1), [2,4]:

$$\text{IPM}(d_{ae}) = 0,5 [1 + \exp(0,06 d_{ae})]; \quad \text{dla } 0 < d_{ae} \leq 100 \mu\text{m} \quad (1)$$

gdzie:

$\text{IPM}(d_{ae})$  – sprawność zatrzymywania cząstek

$d_{ae}$  – średnica aerodynamiczna cząstek, w  $\mu\text{m}$ .

**Frakcja torakalna (TPM)** składa się z cząstek, które są wychwytywane ze sprawnością obliczoną wg wzoru (2):

$$\text{TPM}(D) = \text{IPM}(D)[1 - F(x)] \quad (2)$$

gdzie:

$\text{IPM}(D)$  – sprawność zatrzymywania cząstek frakcji wdychalnej

$F(x)$  – skumulowana funkcja prawdopodobieństwa standaryzowanej zmiennej normalnej,  $x$

$$x = \ln(D/M) / \ln(SG)$$

gdzie:

$D$  – średnica aerodynamiczna cząstek, w  $\mu\text{m}$

$M$  – mediana

$SG$  – geometryczne odchylenie standardowe

**$M = 11,64 \mu\text{m}$ ;  $SG = 1,5$ .**

**Frakcja respirabilna (RPM)** składa się z cząstek, które są wychwytywane z następującą sprawnością zatrzymywania:

$$\text{RPM} (d_{ae}) = \text{IPM} (d_{ae})[1 - F(x)] \quad (3)$$

gdzie:

$F(x)$  – j.w.

**M = 4,25  $\mu\text{m}$ ; SG = 1,5.**

Sprawność zatrzymywania reprezentatywną dla poszczególnych wielkości cząstek w każdej z trzech frakcji przedstawiono na rysunku 2 i podano w tabelach 1–3.

Średnica aerodynamiczna cząstki, $\mu\text{m}$	Masa frakcji wdychalnej, %
0	100
1	97
2	94
5	87
10	77
20	65
30	58
40	54,5
50	52,5
100	50

**Tabela 1.** Wartości liczbowe rozkładu wymiarów cząstek w procentach ogółu unoszonych cząstek – frakcja wdychalna

Średnica aerodynamiczna cząstki, $\mu\text{m}$	Masa frakcji torakalnej, %
0	100
2	94
4	89
6	80,5
8	67
10	50
12	35
14	23
16	15
18	9,5
20	6
25	2

**Tabela 2.** Wartości liczbowe rozkładu wymiarów cząstek w procentach ogółu unoszonych cząstek – frakcja torakalna

Średnica aerodynamiczna cząstki, $\mu\text{m}$	Masa frakcji respirabilnej, %
0	100
1	97
2	91
3	74
4	50
5	30
6	17
7	9
8	5
10	1

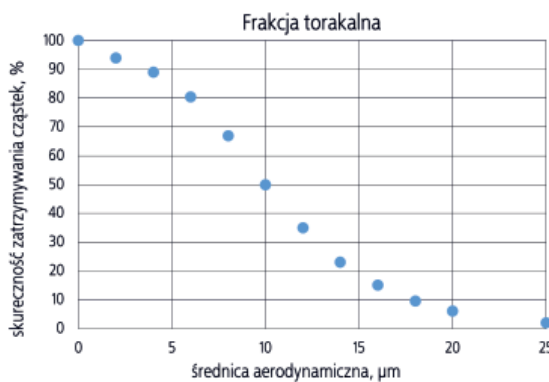
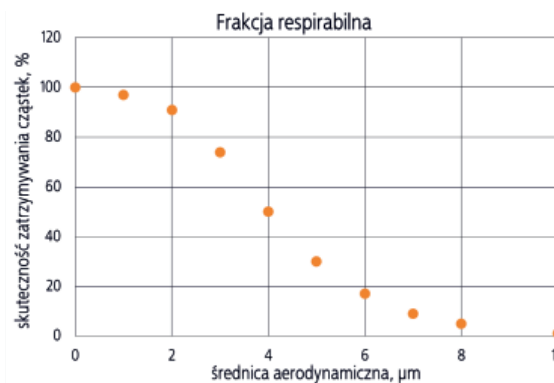
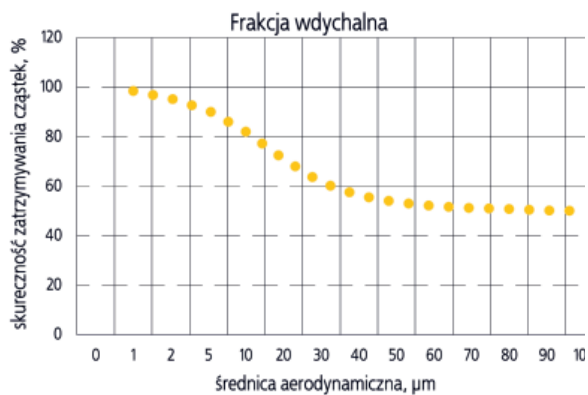
**Tabela 3.** Wartości liczbowe rozkładu wymiarów cząstek w procentach ogółu unoszonych cząstek –frakcja respirabilna

**Próbники do wyodrębnienia z powietrza frakcji wdychalnej, torakalnej i respirabilnej aerozolu muszą zapewnić sprawność zatrzymywania opisaną równaniami (1)-(3).**

Oznacza to, że skuteczności zatrzymywania cząstek przez idealne selektory (próbki) są zgodne z wykresami na rysunku 2 i danymi w tabelach 1–3, a 50% cząstek stałych lub ciekłych zatrzymanych na filtrach podczas pobierania próbek powietrza to cząstki o średnicy aerodynamicznej:

- 100  $\mu\text{m}$  dla frakcji wdychalnej
- 10  $\mu\text{m}$  dla frakcji torakalnej
- 4  $\mu\text{m}$  dla frakcji respirabilnej.

**! UWAGA: Definicja frakcji wdychalnej nie odpowiada definicji pyłu całkowitego.**



**Rys. 2.** Frakcja wdychalna, torakalna i respirabilna w procentach ogółu cząstek zawieszonych w powietrzu

# FRAKCJA WDYCHALNA

---

Fracja wdychalna obejmuje cząstki stałe lub ciekłe, które przedostają się przez jamę nosową i ustną podczas normalnego procesu oddychania. Cząstki te mogą być deponowane we wszystkich obszarach czynnościowych układu oddechowego:

- w obrębie głowy (jama ustna, jama nosowa, gardło i krtań)
- w obszarze tchawiczno-oskrzelowym (tchawica, oskrzela, oskrzeliki i oskrzeliki końcowe)
- w obszarze wymiany gazowej (oskrzeliki oddechowe, przewody pęcherzykowe i pęcherzyki płucne).

Fracja wdychalna to cząstki substancji chemicznej, które są niebezpieczne bez względu na miejsce deponowania w układzie oddechowym. W zależności od rodzaju substancji mogą powodować różnego rodzaju zmiany chorobowe w całym układzie oddechowym, jak również inne zmiany układowe. Mogą też działać drażniąco i żrąco na błony śluzowe i skórę, a także uczulająco.

W polskim wykazie wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń dla czynników chemicznych i pyłów, ustanowionym *Rozporządzeniem Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r.* [3], wartości NDS dla 57 substancji chemicznych i pyłów są ustalone w odniesieniu tylko do frakcji wdychalnej (tab. 4).

**Tabela 4.** Wykaz substancji chemicznych i pyłów z ustalonymi wartościami NDS/NDSch dla frakcji wdychalnej [3]

Lp.	Nazwa i numer CAS substancji chemicznej (w nawiasach podano poprzednio stosowaną nazwę substancji)	Najwyższe dopuszczalne stężenie w mg/m <sup>3</sup> w zależności od czasu narażenia w ciągu zmiany roboczej		
		NDS	NDSch	NDSP
1.	<b>Acetanilid</b> – frakcja wdychalna [103-84-4]	6	–	–
2.	<b>Amidosiarczan(VI) amonu</b> – frakcja wdychalna [7773-06-0]	10	–	–
3.	<b>4-Aminofenol</b> – frakcja wdychalna [123-30-8]	5	–	–
4.	<b>Asfalt naftowy</b> – frakcja wdychalna [8052-42-4]	5	10	–
5.	<b>Bezwodnik ftalowy</b> – pary i frakcja wdychalna [85-44-9]	1	2	–
6.	<b>2,2-Bis(4-hydroksyfenylo)propan</b> (bisfenol-A) – frakcja wdychalna [80-05-7]	2	–	–
7.	<b>Chlorek amonu</b> (pp) pary i frakcja wdychalna [12125-02-9]	10	20	–
8.	<b>4-Chloro-3-metylofenol</b> – frakcja wdychalna [59-50-7]	5	–	–
9.	<b>Cyjanowodór i cyjanki – w przeliczeniu na CN-</b> Cyjanowodór [74-90-8] Cyjanek sodu [143-33-9] – frakcja wdychalna Cyjanek potasu [151-50-8] – frakcja wdychalna Cyjanek wapnia [592-01-8] – frakcja wdychalna	1	–	5
10.	<b>Cyna</b> [7440-31-5] i jej związki nieorganiczne, z wyjątkiem stannanu (cyny wodorku) w przeliczeniu na Sn – frakcja wdychalna	2	–	–
11.	<b>Dichlorek cynku</b> – frakcja wdychalna [7646-85-7]	1	2	–
12.	<b>Difenyloamina</b> – frakcja wdychalna [122-39-4]	8	–	–
13.	<b>Dikwatu dibromek</b> – dibromek 1,1'-etyleno-2,2'-dipirydylowy – frakcja wdychalna [85-00-7]	0,1	0,3	–
14.	<b>Ditlenek tytanu</b> [13463-67-7] – frakcja wdychalna	10	–	–

Lp.	Nazwa i numer CAS substancji chemicznej (w nawiasach podano poprzednio stosowaną nazwę substancji)	Najwyższe dopuszczalne stężenie w mg/m <sup>3</sup> w zależności od czasu narażenia w ciągu zmiany roboczej		
		NDS	NDSch	NDSP
15.	<b>Eter oktabromodifenyłowy</b> , mieszanina izomerów: 2,2', 3,3', 4,4', 5', 6-; 2,2', 3,3', 4,4', 6,6'-; 2,2', 3,4,4', 5,5', 6- – frakcja wdychalna [446255-38-5; 117964-21-3; 337513-72-1; 32536-52-0]	0,1	–	–
16.	<b>4'-Etoksyacetanilid</b> (fenacetyna) – frakcja wdychalna [62-44-2]	5	–	–
17.	<b>Ftalan dibutyłu</b> – frakcja wdychalna [84-74-2]	5	–	–
18.	<b>Ftalan dimetyłu</b> – frakcja wdychalna [84-66-2]	3	–	–
19.	<b>Ftalan dimetyłu</b> – frakcja wdychalna [84-66-2]	5	–	–
20.	<b>Glicerol</b> – frakcja wdychalna [56-81-5]	10	–	–
21.	<b>Glin metaliczny, glin proszek</b> (niestabilizowany) [7429-90-5] – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	2,5 1,2	– –	– –
22.	<b>Grafit</b> b) grafit syntetyczny [7440-44-0] – frakcja wdychalna	6	–	–
23.	<b>Heksachlorobenzen</b> – frakcja wdychalna [118-74-1]	0,003	–	–
24.	<b>Heksano-6-laktam</b> – pary i frakcja wdychalna (kaprolaktam, cykloheksanoizooksym) [105-60-2]	5	15	–
25.	<b>10 · Hydrat heptaokso-tetraboranu sodu</b> (tetraboran dekawodnysodu – boraks) – frakcja wdychalna [1303-96-4]	0,5	2	–
26.	<b>Kaolin</b> [1332-58-7] – frakcja wdychalna	10	–	–
27.	<b>Kwas adypinowy</b> – frakcja wdychalna [124-04-9]	5	10	–
28.	<b>Metoksychlor</b> [1,1-trichloro-2,2-bis(4-metoksyfenylo)etan] – frakcja wdychalna [72-43-5]	10	–	–
29.	<b>Metotreksat</b> – kwas (S)-2-(4-[[[2,4-diamino-ptyrydyn-6-ylo)metylo] metyloamino]benzamido)-pentanodiowy – frakcja wdychalna [59-05-2]	0,001	–	–

Lp.	Nazwa i numer CAS substancji chemicznej (w nawiasach podano poprzednio stosowaną nazwę substancji)	Najwyższe dopuszczalne stężenie w mg/m <sup>3</sup> w zależności od czasu narażenia w ciągu zmiany roboczej		
		NDS	NDSch	NDSP
30.	<b>2-Metylopentano-2,4-diol</b> – pary i frakcja wdychalna (glikol heksylenu) [107-41-5]	50	100	–
31.	<b>2,2'-Oksydietanol</b> (glikol dietylenowy) – frakcja wdychalna [111-46-6]	10	–	–
32.	<b>Oleje mineralne wysokorafinowane z wyłączeniem cieczy obróbkowych</b> – frakcja wdychalna [-]  <b>Oleje mineralne użyte wcześniej w silnikach spalinowych wewnętrznego spalania w celu smarowania lub schładzania części ruchomych silnika</b> [-]	5  –	–  –	–  –
33.	<b>Ołów</b> [7439-92-1] i jego związki nieorganiczne, z wyjątkiem arsenianu(V) ołowiu(II) i chromianu(VI) ołowiu(II) – w przeliczeniu na Pb, frakcja wdychalna	0,05	–	–
34.	<b>Parafina stała</b> [8002-74-2] – frakcja wdychalna	2	–	–
35.	<b>Pentatlenek wanadu</b> – frakcja wdychalna [1314-62-1]	0,05	–	–
36.	<b>Peroksoboran(III) sodu i jego hydraty</b> – frakcja wdychalna [11138-47-9; 15120-21-5; 10332-33-9; 10486-00-7; 13517-20-9; 7632-04-4]	4	8	–
37.	<b>Perokso disiarczan(VI) potasu</b> – frakcja wdychalna [7727-21-1]	0,1	–	–
38.	<b>Propano-1,2-diol</b> – pary i frakcja wdychalna [57-55-6]	100	–	–
39.	<b>Pyły drewna</b> – frakcja wdychalna [-]	3	–	–
40.	<b>Pyły mąki</b> – frakcja wdychalna [-]	2	–	–
41.	<b>Pyły niesklasyfikowane ze względu na toksyczność</b> – frakcja wdychalna [-]	10	–	–
42.	<b>Sadza techniczna</b> – frakcja wdychalna [1333-86-4]	4	–	–



Lp.	Nazwa i numer CAS substancji chemicznej (w nawiasach podano poprzednio stosowaną nazwę substancji)	Najwyższe dopuszczalne stężenie w mg/m <sup>3</sup> w zależności od czasu narażenia w ciągu zmiany roboczej		
		NDS	NDSch	NDSP
43.	<b>Siarczan(VI) wapnia</b> (gips) – frakcja wdychalna [7778-18-9]	10	–	–
44.	<b>Srebro</b> – frakcja wdychalna [7440-22-4]	0,05	–	–
45.	<b>4,4'-Tiobis(6-tert-butylo-3-metylofenol)</b> – frakcja wdychalna [96-69-5]	10	–	–
46.	<b>Tiuram (disulfid tetrametylotiuramu)</b> – frakcja wdychalna [137-26-8]	0,5	–	–
47.	<b>Tlenek cynku – w przeliczeniu na Zn</b> – frakcja wdychalna [1314-13-2]	5	10	–
48.	<b>Tlenek magnezu</b> – frakcja wdychalna [1309-48-4]	10	–	–
49.	<b>1,3,5-Triazinano-2,4,6-trion; 1,3,5-triazyno-2,4,6-triol</b> – frakcja wdychalna [108-80-5]	10	–	–
50.	<b>2,4,6-Trichloro-1,3,5-triazyna</b> (chlorek cyjanuru) – pary i frakcja wdychalna [108-77-0]	0,05	0,1	–
51.	<b>Tritlenek diboru</b> (tlenek boru) – frakcja wdychalna [1303-86-2]	10	–	–
52.	<b>Węglan magnezu wapnia</b> (dolomit) – frakcja wdychalna [16389-88-1]	10	–	–
53.	<b>Węglan wapnia</b> – frakcja wdychalna [471-34-1]	10	–	–
54.	<b>Węglik krzemu, niewłóknisty</b> – frakcja wdychalna [409-21-2]	10	–	–
55.	<b>Wodorek litu</b> – frakcja wdychalna [7580-67-8]	0,01	0,02	–
56.	<b>Wolfram</b> – frakcja wdychalna [7440-33-7]	5	–	–
57.	<b>Żelazowanad</b> – frakcja wdychalna [12604-58-9]	1	3	–

Liczba substancji chemicznych z ustalonymi wartościami najwyższych dopuszczalnych stężeń w odniesieniu do frakcji wdychalnej aerozolu w innych państwach UE jest 2 – 2,5 razy większa niż w Polsce [5].

W wyniku systematycznej weryfikacji wartości NDS i ustalania ich dla nowych substancji wprowadzane są kolejne wartości odnoszące się do frakcji wdychalnej. Międzyresortowa Komisja ds. NDS i NDN skierowała wniosek do ministra rodziny, pracy i polityki społecznej w sprawie wprowadzenia NDS dla frakcji wdychalnej aerozolu substancji chemicznych wymienionych w tabeli 5.

**Tabela 5.** Substancje chemiczne z wnioskowanymi wartościami NDS/NDSch dla frakcji wdychalnej

Lp.	Nazwa i numer CAS substancji chemicznej	Najwyższe dopuszczalne stężenia w mg/m <sup>3</sup> w zależności od czasu narażenia w ciągu zmiany roboczej		
		NDS	NDSch	NDSP
1.	<b>N-Hydroksymocznik</b> – frakcja wdychalna [127-07-1]	0,01	–	–
2.	<b>Bromian(V) potasu</b> – frakcja wdychalna [7758-01-2]	0,44	–	–
3.	<b>3,3'-Dimetylobenzydyna</b> [119-903-7] i jej sole – frakcja wdychalna <b>Dichlorowodorek 3,3'- dimetylobenzydyny</b> [612-82-2]	0,03	–	–

# FRAKCJA TORAKALNA

Cząstki frakcji torakalnej aerozoli substancji chemicznych stanowią zagrożenie dla zdrowia pracowników po zdeponowaniu w tchawicy, oskrzelach i płucach.

Tylko dla jednej substancji chemicznej – **kwasu siarkowego(VI)** została ustalona w polskich przepisach wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia w odniesieniu do frakcji torakalnej aerozolu [3] (tab. 6).

**Tabela 6.** Substancja, dla której ustalono wartość normatywu dla frakcji torakalnej [3]

Lp.	Nazwa i numer CAS substancji chemicznej (w nawiasach podano poprzednio stosowaną nazwę substancji)	Najwyższe dopuszczalne stężenie, w mg/m <sup>3</sup> , w zależności od czasu narażenia w ciągu zmiany roboczej		
		NDS	NDSch	NDSP
1.	<b>Kwas siarkowy(VI)</b> [7664-93-9] – frakcja torakalna	0,05	–	–

Aerozol kwasu siarkowego(VI) w warunkach narażenia zawodowego działa szkodliwie na cały układ oddechowy: jamę nosową i ustną, krtań, tchawicę, oskrzela i płuca. Skutek narażenia inhalacyjnego zależy od miejsca osadzania się jego kropli w drogach oddechowych, ich średnicy, występowania innych zanieczyszczeń w powietrzu, wilgotności powietrza oraz głębokości oddechów. Największe zagrożenie stwarzają cząstki frakcji torakalnej tego kwasu, które oddziałują na część układu oddechowego w obrębie klatki piersiowej. Układ oddechowy reaguje na to zagrożenie bardzo dobrze funkcjonującym mechanizmem ochronnym i oczyszczającym nazywanym transportem śluzowo-rzęskowym, tzw. klirensem śluzowo-rzęskowym, inicjowanym przede wszystkim przez błonę śluzową. Liczne wyniki badań wskazują, że najbardziej szkodliwym skutkiem działania kwasu siarkowego(VI) u ludzi są zmiany w klirense śluzowo-rzęskowym.

Przebywanie na stanowiskach pracy zagrożonych oddziaływaniem mgieł mocnych kwasów nieorganicznych zawierających kwas siarkowy(VI) w dużym stężeniu powoduje powtarzające się uszkodzenie i odbudowę nabłonka dróg oddechowych i w konsekwencji może być przyczyną zmian nowotworowych – nowotworów złośliwych krtani, a także, chociaż rzadziej, nowotworów złośliwych płuca.

W celu zminimalizowania zagrożenia dla zdrowia pracowników narażonych na aerozol kwasu siarkowego(VI), o średnicy cząstek na ogół mniejszej niż 10  $\mu\text{m}$ , wartość NDS została ustalona dla frakcji torakalnej na poziomie 0,05  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Wartość ta minimalizuje zmiany w klirensie śluzowo-rzęskowym zachodzące pod wpływem narażenia na mgły kwasu siarkowego(VI) i powinna zabezpieczyć pracowników przed zmianami czynnościowymi płuc oraz nowotworami krtani.

Populacja pracowników narażonych na aerosol kwasu siarkowego(VI) to ok. 16 tys. osób. Są to pracownicy zatrudnieni przy produkcji kwasu siarkowego, sztucznych włókien, materiałów wybuchowych, izopropanolu, etanolu, a także innych kwasów, fosfatów, barwników, papieru, akumulatorów, środków konserwujących, leków, środków czyszczących, piorących i zapachowych oraz środków ochrony roślin, środków do osuszania gazów, oczyszczania olejów, nafty i parafiny. Kwas siarkowy(VI) stanowi również zagrożenie dla zdrowia pracowników zakładów metalurgicznych (obróbka rud), galwanizerni oraz zatrudnionych przy pracach laboratoryjnych, a także na stanowiskach pracy, na których jest stosowany tritlenek siarki tworzący kwas siarkowy(VI) z parą wodną zawartą w powietrzu.

# FRAKCJA RESPIRABILNA

Frakcja respirabilna jest zbiorem cząstek substancji chemicznych, które przedostają się w obszar wymiany gazowej układu oddechowego (do oskrzelików oddechowych, przewodów pęcherzykowych i pęcherzyków płucnych) w warunkach narażenia zawodowego i stanowią zagrożenie dla zdrowia pracowników, jeśli są deponowane w tym obszarze.

Wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń odnoszące się do najbardziej szkodliwej dla zdrowia pracowników frakcji respirabilnej zostały ustalone dla 17 substancji chemicznych umieszczonych w załączniku 1 do *Rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r.* [3] (tab. 7).

**Tabela 7.** Wykaz substancji chemicznych i pyłów z ustalonymi wartościami NDS/NDSch dla frakcji wdychalnej i respirabilnej lub tylko respirabilnej [3]

Lp.	Nazwa i numer CAS substancji chemicznej (w nawiasach podano poprzednio stosowaną nazwę substancji)	Najwyższe dopuszczalne stężenie, w mg/m <sup>3</sup> , w zależności od czasu narażenia w ciągu zmiany roboczej		
		NDS	NDSch	NDSP
1.	<b>Apatyty i fosforyty</b> – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	6	–	–
		2	–	–
2.	<b>Cement portlandzki</b> [65997-15-1] – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	6	–	–
		2	–	–
3.	<b>Glin metaliczny, glin proszek</b> (niestabilizowany) [7429-90-5] – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	2,5	–	–
		1,2	–	–

Lp.	Nazwa i numer CAS substancji chemicznej (w nawiasach podano poprzednio stosowaną nazwę substancji)	Najwyższe dopuszczalne stężenie, w mg/m <sup>3</sup> , w zależności od czasu narażenia w ciągu zmiany roboczej				
		NDS	NDSch	NDSP		
4.	<b>Grafit</b> a) grafit naturalny [7782-42-5] – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	4	–	–		
		1	–	–		
5.	<b>Kadm [7440-43-9] i jego związki nieorganiczne – w przeliczeniu na Cd</b> – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	0,01	–	–		
		0,002	–	–		
6.	<b>Krzemionka bezpostaciowa i syntetyczna</b> a) ziemia okrzemkowa (diatmit) niekalcynowana [61790 53-2] – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna b) ziemia okrzemkowa (diatmit) kalcynowana [68855 54-9] – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna c) krzemionka bezpostaciowa syntetyczna (strącona i żel) [112926-00-8] – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna d) krzemionka stopiona (szkło kwarcowe) [60676-86-0] – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	10	–	–		
		2	–	–		
		2	–	–		
		1	–	–		
		10	–	–		
		2	–	–		
		2	–	–		
		1	–	–		
		7.	<b>Krzemionka krystaliczna – kwarc [14808-60-7]; krystobalit [14464-46-1] – frakcja respirabilna</b>	0,1	–	–
8.	<b>Mangan [7439-96-5] i jego związki nieorganiczne – w przeliczeniu na Mn</b> – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	0,2	–	–		
		0,05	–	–		
9.	<b>Pyły organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego z wyjątkiem pyłów drewna oraz mąki</b> – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna [-]	4	–	–		
		2	–	–		

Lp.	Nazwa i numer CAS substancji chemicznej (w nawiasach podano poprzednio stosowaną nazwę substancji)	Najwyższe dopuszczalne stężenie, w mg/m <sup>3</sup> , w zależności od czasu narażenia w ciągu zmiany roboczej		
		NDS	NDSCh	NDSP
10.	<b>Spaliny silnika Diesla</b> – frakcja respirabilna [-]	0,5	–	–
11.	<b>Talk</b> [14807-96-6] – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	4 1	–	–
12.	<b>Tlenek wapnia</b> [1305-78-8] – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	2 1	6 4	– –
13.	<b>Tlenki żelaza – w przeliczeniu na Fe</b> Tlenek żelaza(III)[1309-37-1] Tlenek żelaza(II)[1345-25-1] Tetratlenek tróźelaza [1309-38-2; 1317-61-9] – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	5 2,5	10 5	– –
14.	<b>Tritlenek glinu</b> [1344-28-1] – w przeliczeniu na Al: a) frakcja wdychalna b) frakcja respirabilna	2,5 1,2	– –	– –
15.	<b>Węgiel (kamienny, brunatny):</b> – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	10 2	– –	– –
16.	<b>Wodorotlenek glinu</b> [21645-51-2] – w przeliczeniu na Al: a) frakcja wdychalna b) frakcja respirabilna	2,5 1,2	– –	– –
17.	<b>Wodorotlenek wapnia</b> – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna [1305-62-0]	2 1	6 4	– –

Wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń dla frakcji respirabilnej są przeważnie ustalone dla metali i ich związków oraz pyłów. Liczba związków z ustalonymi wartościami NDS/NDSCh dla frakcji respirabilnej będzie systematycznie rosła.

W celu ułatwienia pracodawcom i laboratoriom środowiskowym korzystania z nowego *Rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r.* [3] w załączniku 1 zestawiono nazwy pyłów według tego rozporządzenia i *Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r.* [1] wraz z komentarzami.

Fracja respirabilna, ze względu na możliwość docierania cząstek bezpośrednio do najdalszych części układu oddechowego, do obszaru wymiany gazowej, ma największe znaczenie w patogenezie pylic płuc [6].

**Pylica to nagromadzenie cząstek stałych w płucach i reakcja tkanki płucnej na ich obecność.**

Nagromadzenie cząstek w płucach człowieka nie zawsze powoduje trudności z oddychaniem. Dopiero kilku- lub kilkunastoletnie ciągłe narażenie na aerozole/pyły substancji chemicznych powoduje trwałe lub okresowe zmiany anatomopatologiczne w tkance płucnej. W zależności od rodzaju zmian zachodzących w płucach wyróżnia się **pylice kolagenowe i niekolagenowe**.

Pylice kolagenowe charakteryzuje patologiczny rozwój tkanki łącznej (włókien kolagenowych), powodujący trwałe uszkodzenie struktury pęcherzyków płucnych i zmiany bliznowate. Najsilniejsze działanie zwłókniające mają wolna krystaliczna krzemionka (ditlenek krzemu) i azbesty.

W przypadku pylic niekolagenowych reakcja tkanki płucnej nie prowadzi do uszkodzenia struktury pęcherzyków. Reakcja na pyły o słabym działaniu zwłókniającym lub niezłókniającym może być odwracalna [6].

W załączniku do *Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2009 r. w sprawie chorób zawodowych* [7] jest podany wykaz pylic uznanych za choroby zawodowe.



**Pylice uznane za choroby zawodowe to: pylica krzemowa, pylica górników kopalni węgla, pylico-gruźlica, pylica spawaczy, pylica azbestowa i inne pylice. Do tej ostatniej grupy pylic można zaliczyć: pylicę talkową, pylicę grafitową, pylice wywoływane pyłami metali.**

W przemyśle występuje narażenie na wiele innych cząstek, np. cyny, tlenków żelaza czy siarczaniu baru, które nie powodują zwłóknienia typu kolagenowego tkanki płucnej, ale mogą powodować rozrost włókien srebrochłonnych będących przyczyną chorób łagodnych, często bezobjawowych.

Cząstki stałe metali ciężkich: kadmu, manganu, wolframu, osmu, selenu, mogą być przyczyną zmian chorobowych w płucach o charakterze ostrych lub przewlekłych podrażnień dróg oddechowych, a także stanów zapalnych i obrzęków płuc oraz rozedmy płuc.

Beryl wchłaniany przez płuca powoduje ostre lub przewlekłe stany zapalne zwykle o ciężkim przebiegu, tzw. berylozę, może także powodować obrzęk płuc. Postać przewlekłą zatrucia berylem, będącą następstwem długotrwałego narażenia na niewielkie stężenia berylu, charakteryzują takie objawy, jak duszność i kaszel.

U osób zatrudnionych w kopalniach rud żelaza, niklu, chromu, uranu, a także w zakładach wzbogacania tych rud, obserwuje się zwiększoną częstotliwość występowania nowotworów. Najczęściej są to: nowotwór płuc, rak nosa i zatok przynosowych.

**Załącznik 1.** Zestawienie nazw pyłów wg Rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3] i Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. [1] wraz z komentarzami

<b>Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. [1]</b>		<b>Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3]</b>		<b>Komentarze (interpretacja zapisów Rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3])</b>
<b>Nazwa dotychczasowa</b>	<b>Lp.</b>	<b>Nazwa dotychczasowa</b>	<b>Lp.</b>	
Inne nietrujące pyły przemysłowe – w tym zawierające wolną (krystaliczną) krzemionkę poniżej 2%	5	Pyły niesklasyfikowane ze względu na toksyczność – frakcja wdychalna (obowiązuje jednocześnie oznaczenie frakcji respirabilnej krzemionki krystalicznej)	456	Przypisana tej pozycji notacja nr 7 jednoznacznie wskazuje, że oznaczenie krzemionki krystalicznej należy wykonywać równoległe z oznaczeniem tych pyłów. Oceny narażenia w tym przypadku należy dokonać w odniesieniu do NDS dla pyłów niesklasyfikowanych ze względu na toksyczność (10 mg/m <sup>3</sup> ) i jednocześnie w odniesieniu do NDS dla krzemionki krystalicznej, kwarc, krystobalitu, frakcja respirabilna – 0,1 mg/m <sup>3</sup> (poz. 315)
Pyły apatytów i fosforatów – zawierające wolną krystaliczną krzemionkę poniżej 2% – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	10	Apatyty i fosforyty – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna (obowiązuje jednocześnie oznaczenie frakcji respirabilnej krzemionki krystalicznej)	27	Przypisana tej pozycji notacja nr 7 jednoznacznie wskazuje, że oznaczenie krzemionki krystalicznej należy wykonywać równoległe z oznaczeniem frakcji respirabilnej pyłów. Oceny narażenia w tym przypadku należy dokonać w odniesieniu do NDS dla pyłów apatytów i fosforatów (poz. 27) i jednocześnie w odniesieniu do NDS dla krzemionki krystalicznej, kwarc, krystobalitu, frakcja respirabilna (poz. 315).

<i>Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. [1]</i>		<i>Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3]</i>		<i>Komentarze (interpretacja zapisów Rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3])</i>
Nazwa dotychczasowa	Lp.	Nazwa dotychczasowa	Lp.	
Pyły cementów portlandzkiego i hutniczego – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	9	Cement portlandzki – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna (obowiązuje jednocześnie oznaczenie frakcji respirabilnej krzemionki krystalicznej)	79	Przypisana tej pozycji notacja nr 7 jednoznacznie wskazuje, że oznaczenie krzemionki krystalicznej należy wykonywać równoległe z oznaczeniem frakcji respirabilnej pyłów. Oceny narażenia w tym przypadku należy dokonać w odniesieniu do NDS dla pyłów cementu (poz. 79) i jednocześnie w odniesieniu do NDS dla krzemionki krystalicznej, kwarc, krystobalitu, frakcja respirabilna (poz. 315)
Pyły ditlenku tytanu zawierające wolną krystaliczną krzemionkę poniżej 2% i niezawierające azbestu	19	Ditlenek tytanu – frakcja wdychalna (obowiązuje jednocześnie oznaczenie frakcji respirabilnej krzemionki krystalicznej)	198	Przypisana tej pozycji notacja nr 7 jednoznacznie wskazuje, że oznaczenie krzemionki krystalicznej należy wykonywać równoległe z oznaczeniem pyłów. Oceny narażenia w tym przypadku należy dokonać w odniesieniu do NDS dla pyłów ditlenku tytanu (poz. 198) i jednocześnie w odniesieniu do NDS dla krzemionki krystalicznej, kwarc, krystobalitu, frakcja respirabilna (poz. 315)
Pyły dolomitu zawierające wolną krystaliczną krzemionkę poniżej 2% i niezawierające azbestu	17	Węgiel magnezu wapnia (dolomit) – frakcja wdychalna (obowiązuje jednocześnie oznaczenie frakcji respirabilnej krzemionki krystalicznej)	539	Przypisana tej pozycji notacja nr 7 jednoznacznie wskazuje, że oznaczenie krzemionki krystalicznej należy wykonywać równoległe z oznaczeniem pyłów. Oceny narażenia w tym przypadku należy dokonać w odniesieniu do NDS dla pyłów dolomitu (poz. 539) i jednocześnie w odniesieniu do NDS dla krzemionki krystalicznej, kwarc, krystobalitu, frakcja respirabilna (poz. 315)

<i>Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. [1]</i>		<i>Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3]</i>		<i>Komentarze (interpretacja zapisów Rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3])</i>
<i>Nazwa dotychczasowa</i>	<i>Lp.</i>	<i>Nazwa dotychczasowa</i>	<i>Lp.</i>	
Pyły drewna – z wyjątkiem pyłów drewna buku i dębu – frakcja wdychalna Pyły drewna – buku i dębu – frakcja wdychalna	13	Pyły drewna – frakcja wdychalna	454	Wartość NDS dotyczy pyłów drewna pochodzących ze wszystkich gatunków drewna należących do: drewna twardego, miękkiego i mieszanego
Pyły gipsu zawierające wolną krystaliczną krzemionkę poniżej 2% i niezawierające azbestu	16	Siarczan(VI) wapnia (gips) – frakcja wdychalna (obowiązuje jednocześnie oznaczenie frakcji respirabilnej krzemionki krystalicznej)	466	Przypisana tej pozycji notacja nr 7 jednoznacznie wskazuje, że oznaczenie krzemionki krystalicznej należy wykonywać równoległe z oznaczeniem pyłów. Oceny narazenia w tym przypadku należy dokonać w odniesieniu do NDS dla pyłów gipsu (poz. 466) i jednocześnie w odniesieniu do NDS dla krzemionki krystalicznej, kwarc, krystobalitu, frakcja respirabilna (poz. 315)
Pyły grafitu naturalnego – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna Pyły grafitu syntetycznego – frakcja wdychalna	4	Grafit naturalny – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna Grafit syntetyczny – frakcja wdychalna	265	
Pyły kaolinu zawierające wolną krystaliczną krzemionkę poniżej 2% i niezawierające azbestu – frakcja wdychalna	18	Kaolin – frakcja wdychalna (obowiązuje jednocześnie oznaczenie frakcji respirabilnej krzemionki krystalicznej)	305	Przypisana tej pozycji notacja nr 7 jednoznacznie wskazuje, że oznaczenie krzemionki krystalicznej należy wykonywać równoległe z oznaczeniem pyłów. Oceny narazenia w tym przypadku należy dokonać w odniesieniu do NDS dla pyłów kaolinu (poz. 305) i jednocześnie w odniesieniu do NDS dla krzemionki krystalicznej, kwarc, krystobalitu, frakcja respirabilna (poz. 315)

<i>Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. [1]</i>		<i>Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3]</i>		Komentarze (interpretacja zapisów Rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3])
Nazwa dotychczasowa	Lp.	Nazwa dotychczasowa	Lp.	
Pyły krzemionek bezpostaciowych i syntetycznych	14	Krzemionka bezpostaciowa i syntetyczna	314	
a) ziemia okrzemkowa (diatomit) niekalcynowana – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna		b) ziemia okrzemkowa (diatomit) kalcynowana [68855 54-9] – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna		
c) krzemionka bezpostaciowa syntetyczna (strącona i żel) – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna d) krzemionka stopiona (szkło kwarcowe) – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna		c) krzemionka bezpostaciowa syntetyczna (strącona i żel) [112926-00-8] – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna d) krzemionka stopiona (szkło kwarcowe) [60676-86-0] – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna		
Pyły organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego a) zawierające 10% lub więcej wolnej krzemionki – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	6	Pyły organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego z wyjątkiem pyłów drewna oraz mąki – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	457	

<b>Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. [1]</b>		<b>Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3]</b>		<b>Komentarze (interpretacja zapisów Rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3])</b>
<b>Nazwa dotychczasowa</b>	<b>Lp.</b>	<b>Nazwa dotychczasowa</b>	<b>Lp.</b>	
b) zawierające poniżej 10% wolnej krzemionki – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	–			
–	–	Pyły mąki – frakcja wdychalna ( <b>nowe</b> )	455	
Pyły sadzy technicznej – frakcja wdychalna	11	Sadza techniczna – frakcja wdychalna	461	
Pyły sztucznych włókien mineralnych – a) pyły sztucznych włókien mineralnych, z wyjątkiem ceramicznych – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	8	Sztuczne włókna mineralne z wyjątkiem ogniotrwiałych włókien ceramicznych – włókna respirabilne	476	Przypisana notacja nr 8 wskazuje, że w ocenie narażenia pracowników należy uwzględnić włókna respirabilne – włókna o długości powyżej 5 µm, o maksymalnej średnicy poniżej 3 µm i o stosunku długości do średnicy > 3
Pyły sztucznych włókien mineralnych – b) pyły włókien ceramicznych – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna		Ogniotrwale włókna ceramiczne		Przypisana notacja nr 14 wskazuje, że w ocenie narażenia pracowników należy uwzględnić włókna, których średnia geometryczna średnica włókien ważona długością pomniejszona o dwa standardowe błędy geometryczne jest mniejsza niż 6 µm
Pyły sztucznych włókien mineralnych – c) pyły włókien ceramicznych w mieszaninie z innymi sztucznymi włóknami mineralnymi – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	8	Ogniotrwale włókna ceramiczne  Ogniotrwale włókna ceramiczne w mieszaninie z innymi sztucznymi włóknami mineralnymi	419	

<i>Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. [1]</i>		<i>Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3]</i>		<i>Komentarze (interpretacja zapisów Rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3])</i>
<i>Nazwa dotychczasowa</i>	<i>Lp.</i>	<i>Nazwa dotychczasowa</i>	<i>Lp.</i>	
Pyły talku i talku zawierającego włókna mineralne (w tym azbest) a) talk zawierający włókien mineralnych (w tym azbestu) – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna b) talk zawierający włókna mineralne (w tym azbest) – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna	7	Talk – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna (obowiązuje jednocześnie oznaczenie włókien respirabilnych azbestu)	478	Przypisana tej pozycji notacja nr 18 wskazuje, że oznaczenie włókien respirabilnych azbestu należy wykonywać równoległe z oznaczaniem pyłów talku. Oceny narażenia w tym przypadku należy dokonać w odniesieniu do NDS dla pyłów talku (poz. 478) i jednocześnie w odniesieniu do NDS dla azbestu (poz. 32)
Pyły węgla kamiennego i brunatnego – zawierające wolną krystaliczną krzemionkę powyżej 50%	12	Węgiel kamienny i brunatny – frakcja wdychalna – frakcja respirabilna (obowiązuje jednocześnie oznaczenie frakcji respirabilnej krzemionki krystalicznej)	538	Przypisana tej pozycji notacja nr 7 jednoznacznie wskazuje, że oznaczenie frakcji respirabilnej krzemionki krystalicznej należy wykonywać równoległe z oznaczaniem pyłów. Oceny narażenia w tym przypadku należy dokonać w odniesieniu do NDS dla frakcji respirabilnej pyłów węgla (poz. 538) i jednocześnie w odniesieniu do NDS dla krzemionki krystalicznej, kwarc, krystobalit, frakcja respirabilna (poz. 315)
Pyły węgla kamiennego i brunatnego – zawierające wolną krystaliczną krzemionkę od 2% do 10%				
Pyły węgla kamiennego i brunatnego – zawierające wolną krystaliczną krzemionkę poniżej 2%				

Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. [1]		Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3]		Komentarze (interpretacja zapisów Rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. [3])
Nazwa dotychczasowa	Lp.	Nazwa dotychczasowa	Lp.	
Pyły węglika krzemu niewłóknistego o zawartości wolnej krystalicznej krzemionki poniżej 2%	15	Węgiel krzemu niewłóknisty frakcja wdychalna (obowiązuje jednocześnie oznaczenie frakcji respirabilnej krzemionki krystalicznej)	541	Przypisana tej pozycji notacja nr 7 jednoznacznie wskazuje, że oznaczenie frakcji respirabilnej krzemionki krystalicznej należy wykonywać równoległe z oznaczeniem pyłów. Oceny narażenia w tym przypadku należy dokonać w odniesieniu do NDS dla frakcji respirabilnej pyłów węglika krzemu (poz. 541) i jednocześnie w odniesieniu do NDS dla krzemionki krystalicznej, kwarc, krystobalitu, frakcja respirabilna (poz. 315)
Pyły zawierające azbest (jeden lub więcej rodzajów azbestu wymienionych poniżej): – aktynolit [77536-66-4] – antofilit [77536-67-5] – chryzotyl [12001-29-5; 132207-32-0] – armozyt [12172-73-5] – krokidolit [12001-28-4] – tremolit [77536-68-6] – włókna respirabilne	3	Azbest (jeden lub więcej rodzajów azbestu wymienionych poniżej): – aktynolit [77536-66-4] – antofilit [77536-67-5] – chryzotyl [12001-29-5; 132207-32-0] – armozyt [12172-73-5] – krokidolit [12001-28-4] – tremolit [77536-68-6] – włókna respirabilne	32	
Pyły zawierające wolną (krystaliczną) krzemionkę od 2% do 50% [14808-60-7], [14464-46-1], [15468-32-3]	2	Oceny narażenia w tym przypadku należy dokonać w odniesieniu do NDS dla pyłów niesklasyfikowanych ze względu na toksyczność 10 mg/m <sup>3</sup> (poz. 456)	–	
Pyły zawierające wolną (krystaliczną) krzemionkę powyżej 50% [14808-60-7], [14464-46-1], [15468-32-3]	1	i jednocześnie w odniesieniu do NDS dla krzemionki krystalicznej, kwarc, krystobalitu, frakcja respirabilna – 0,1 mgm <sup>3</sup> (poz. 315)	–	



# PIŚMIENNICTWO

1. *Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.* Tekst jednolity Dz.U. 2017, poz. 1348.
2. PN EN 481:1998 *Atmosfera miejsca pracy – Określenie składu ziarnowego dla pomiaru cząstek zawieszonych w powietrzu.*
3. *Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.* Dz.U. 2018, poz. 1286.
4. Więcek E.: *Kryteria zdrowotne pobierania próbek aerozoli w środowisku pracy.* Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy 2012, 2(68), s. 5-21.
5. ACGIH. *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices.* Cincinnati 2015.
6. Czekaj A.: *Przeciwdziałanie pylicy w środowisku pracy.* (Praca naukowo-badawcza zrealizowana na podstawie umowy z ZUS nr TZ/370/53/11 z dnia 22.08.2011 r.). Będzin, INDEMA 2011.
7. *Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2009 r. w sprawie chorób zawodowych.* Tekst jednolity Dz.U. 2013, poz. 1367.