Praca naukowo-badawcza
z zakresu prewencji wypadkowej nt.:

„Identyfikacja czynników występujących w środowisku pracy będących przyczyną powstawania pylic wraz z określeniem ich wpływu na wystąpienie choroby zawodowej oraz przedstawienie działań prewencyjnych w tym zakresie.”

zrealizowana na podstawie umowy nr TZ/370/53/11 z dnia 22.08.2011 r.

ZAMAWIAJĄCY:

Zakładu Ubezpieczeń Społecznych
ul. Szamocka 3, 5; 01-748 Warszawa

WYYKONAWCA:

INDEMA Anna Czekaj
ul. Podleśna 8a; 42-504 Będzin

Będzin, listopad 2011 r.

Spis treści

1 Wprowadzenie 3

2 Analiza danych dotyczących zapadalności na choroby zawodowe w Polsce w latach 2007-2009 4

3 Rodzaje pyłów emitowanych na stanowiskach pracy i ich szkodliwe działanie na człowieka oraz wpływ na powstawanie pylic. 22

4 Rodzaje pylic i ich następstwa. 29

5 Ocena narażenia zawodowego na pyły. 40

6 Ocena ryzyka związanego z narażeniem na pyły. 57

7 Zapobieganie skutkom narażenia na pyły. Środki ochrony zbiorowej i indywidualnej 64

8 Wybrane zawody odznaczające się narażeniem na pyły 78

9 Bibliografia 89

10 Załącznik w postaci broszury informacyjnej 89

1 Wprowadzenie

Przedstawione poniżej opracowanie przygotowano na zlecenie Departamentu Prewencji i Rehabilitacji Zakładu Ubezpieczeń Społecznych, w trybie zamówienia publicznego. Jego celem jest identyfikacja czynników występujących w środowisku pracy będących przyczyną powstawania pylic wraz z określeniem ich wpływu na wystąpienie choroby zawodowej oraz przedstawienie działań prewencyjnych w tym zakresie.

Na potrzeby pracy naukowo-badawczej wykorzystano analizę wtórnych źródeł danych, np. publikacji, raportów, baz danych, biuletynów, informacji dostępnych na stronach internetowych, itp., które nie powstały w sposób bezpośredni na potrzeby realizowanego badania, ale wykorzystanie ich zawartości merytorycznej w toku prac badawczych jest jak najbardziej uzasadnione.

1.1 Struktura

Na początku niniejszej pracy przedstawiono i przeanalizowano dane dotyczące zapadalności pracowników na poszczególne choroby zawodowe, które orzeczono w Polsce w latach 2007-2009. Analizę przeprowadzono pod kątem wielu czynników, tj. płeć, wiek, staż pracy, sekcje gospodarki narodowej, czy zróżnicowanie terytorialne. Podsumowaniem tej części jest szczegółowa analiza orzeczeń pylicy w Polsce w latach 2007-2009, jako jednej z najczęściej występujących chorób zawodowych w Polsce.

W kolejnych rozdziałach scharakteryzowano pyły oraz pylice. Pyły opisano w kontekście szkodliwego działania na człowieka oraz czynnika będącego bezpośrednią przyczyną występowania pylic na stanowiskach pracy. W rozdziale poświęconym pylicy, w sposób szczegółowy omówiono rodzaje pylicy, przyczyny i następstwa jej występowania.

W dalszej części pracy omówione zostały sposoby przeciwdziałania pylicy poprzez:

- identyfikację i ocenę oddziaływania pyłów na pracownika w miejscu pracy,
- szacowanie prawdopodobieństwa wystąpienia pylicy w wyniku zagrożeń zawodowych,
- zastosowanie środków ochrony zbiorowej i indywidualnej.

Część podsumowującą całość stanowi broszura informacyjna pt. „Przeciwdziałanie pylicy w środowisku pracy”, przedstawiająca w przystępny sposób najważniejsze elementy niniejszej pracy.

2 Analiza danych dotyczących zapadalności na choroby zawodowe w Polsce w latach 2007-2009

Opracowania na temat chorób zawodowych w Polsce ukazują się corocznie w formie biuletynów sporządzanych przez Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi od 1971r. Stworzona tym samym baza danych stanowi podstawę funkcjonowania Centralnego Rejestru Chorób Zawodowych (CRChZ). Formalne zobowiązanie Instytutu do tworzenia i prowadzenia CRChZ stanowi Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2009 r. w sprawie chorób zawodowych (Dz.U. 2009, nr 105, poz. 869) oraz Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 1 sierpnia 2002 r. w sprawie sposobu dokumentowania chorób zawodowych i skutków tych chorób (Dz.U. 2002, nr 132, poz. 1121).

Do określania zapadalności na choroby zawodowe stosuje się współczynnik zapadalności obliczany na 100 tys. osób zatrudnionych lub pracujących [1]. W skład osób zatrudnionych wchodzą pracujący zatrudnieni na podstawie stosunku pracy, natomiast w skład osób pracujących dodatkowo doliczani są właściciele, współwłaściciele, agenci, osoby wykonujące prace nakładczą, duchowni, osoby pracujące w fundacjach, stowarzyszeniach, pracujący w obsłudze rolnictwa, pracujący w indywidualnych gospodarstwach rolnych, właściciele zwierząt gospodarskich, członkowie spółdzielni produkcji rolniczej (łącznie z pomagającymi członkami ich rodzin). Generalnie liczba osób zatrudnionych jest mniejsza od liczby osób pracujących (patrz Tabela 1). Czasem te różnice są znaczące, jak w przypadku rolnictwa, w innych gałęziach gospodarki obie wartości są do siebie zbliżone, np. w górnictwie.

Od 2003 r. polskie dane o chorobach zawodowych zostały włączone do statystyki europejskiej i przesyłane są do *European statistic* (EUROSTAT) zgodnie z obowiązującą w tym systemie metodyką opracowania danych [2].

Tabela 1. Liczba osób zatrudnionych i pracujących przyjęta przez autorów biuletynów dot. chorób zawodowych w Polsce do obliczania współczynnika. zapadalności w latach 2007-2009

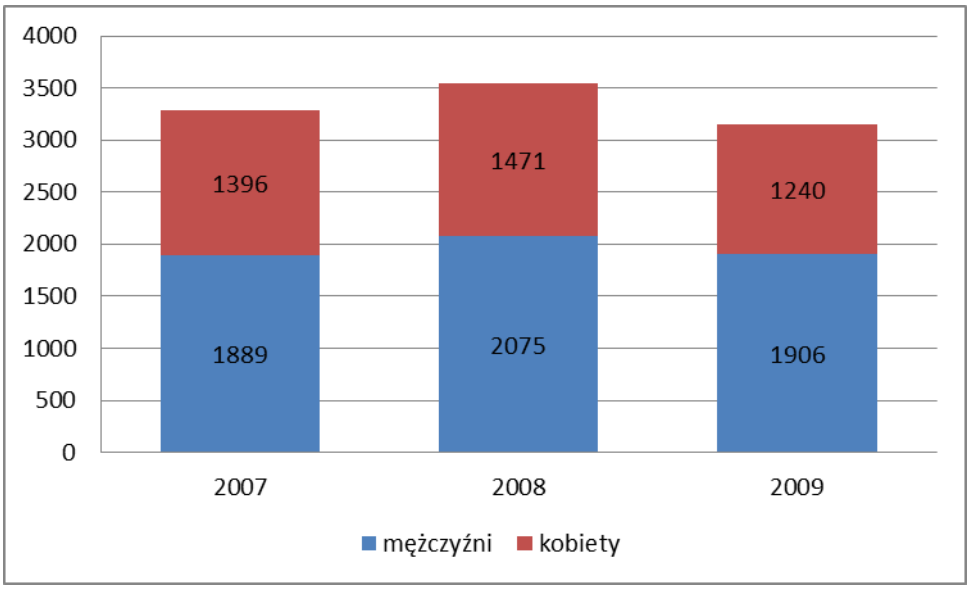
Rocznik biuletynu dot. chorób zawodowych w Polsce	Przyjęta w biuletynie liczba osób zatrudnionych	Przyjęta w biuletynie liczba osób pracujących
2007[3]	9 813 100	13 220 000
2008[4]	10 212 800	13 771 100
2009[1]	10 527 700	14 037 200

2.1.1 Choroby zawodowe – ogólna charakterystyka

W latach 2007-2009 zanotowano w Polsce łącznie 9977 przypadków chorób zawodowych. Spośród omawianych lat najmniej przypadków zanotowano w roku 2009 (3146 przypadków chorób zawodowych). Liczba ta w porównaniu z rokiem 2007 i 2008 była mniejsza o odpowiednio 139 i 400 przypadków. W każdym z omawianych lat w ogólnej liczbie chorych

przeważali mężczyźni, a ich procentowy udział był z każdym rokiem większy (patrz Wykres 1 i Tabela 2).

Wykres 1. Ogólna liczebność chorób zawodowych w Polsce w latach 2007-2009 z podziałem na płeć [2, 5, 6]



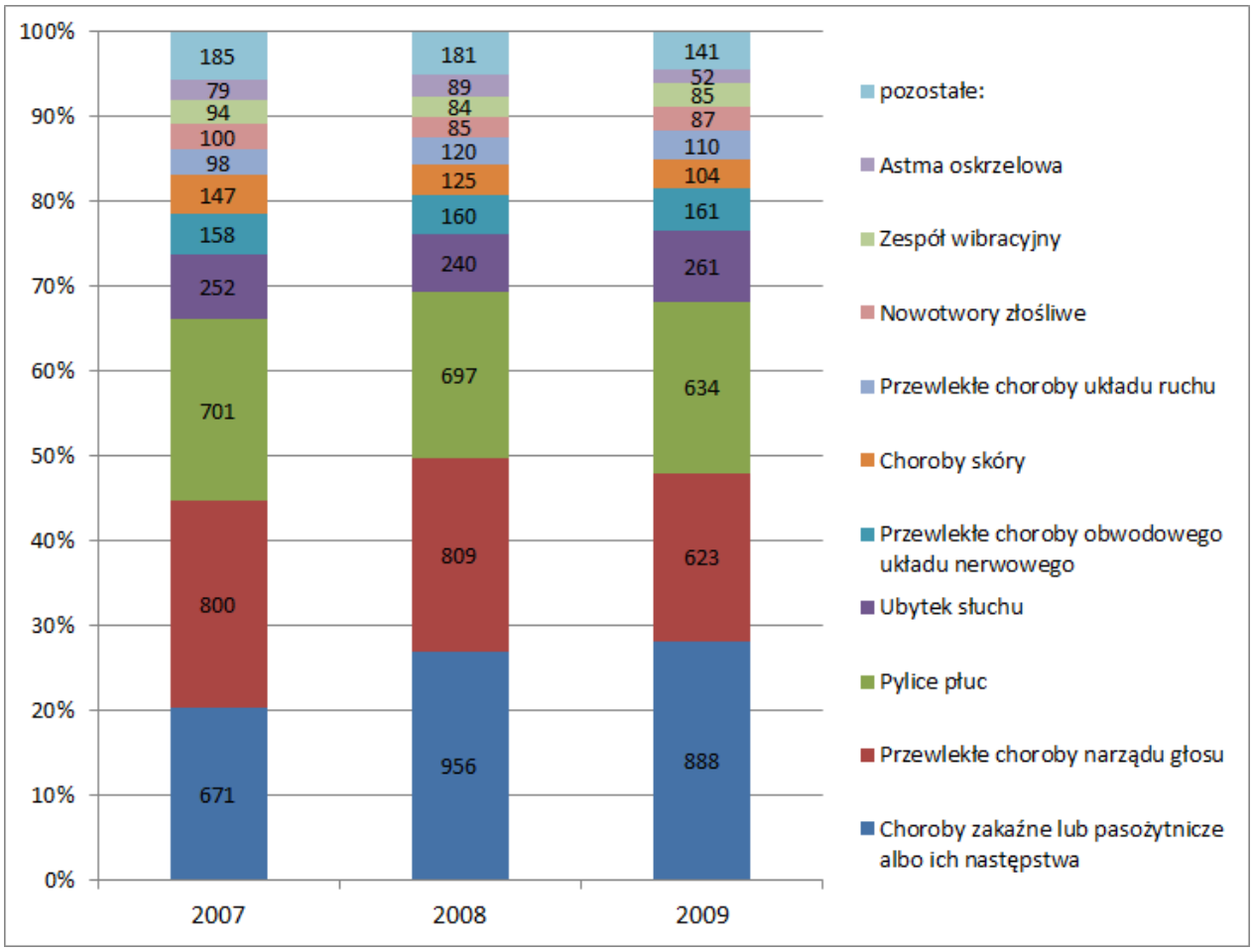
Porównując współczynniki zapadalności na choroby zawodowe na 100 tys. zatrudnionych, ich proporcje były podobne do liczby przypadków chorób zawodowych. Najniższą zapadalność zanotowano w 2009 roku, a najwyższą w roku 2008 (patrz Tabela 2). Procentowo udział mężczyzn w stosunku do udziału kobiet zwiększał się od 54,5% w 2007, poprzez 55,6% w 2008 do 57,6% w 2009.

Tabela 2. Zapadalność na choroby zawodowe w Polsce w latach 2007-2009 [2, 5, 6]

Rok	Przypadki (n)			Współczynnik zapadalności na 100tys. zatrudnionych		
	ogółem	mężczyźni	kobiety	Ogółem	mężczyźni	kobiety
2007	3285	1889 (57,5%)	1396 (42,5%)	33,5	36,3 (54,5%)	30,3 (45,5%)
2008	3546	2075 (58,5%)	1471 (41,5%)	34,7	38,4 (55,7%)	30,6 (44,3%)
2009	3146	1906 (60,5%)	1240 (39,4%)	29,9	34,1 (57,6%)	25,1 (42,4%)

W okresie 2007-2009 najliczniejszą chorobą zawodową były choroby zakaźne lub pasożytnicze albo ich następstwa (zanotowano łącznie 2515 przypadków czyli 25,2% ogółu), następne jednostki to przewlekłe choroby narządu głosu (2232; 22,4%), **pylice płuc** (2032; 20,4%), ubytek słuchu (753; 7,5%), przewlekłe choroby obwodowego układu nerwowego (479; 4,8%), choroby skóry (376; 3,8%), przewlekłe choroby układu ruchu (328; 3,3%), nowotwory złośliwe (272; 2,7%), zespół wibracyjny (263; 2,6%), astma oskrzelowa (220; 2,2%). Pozostałe jednostki stanowią 5,1% ogółu (Wykres 2, Tabela 3).

Wykres 2. Porównanie liczebności dominujących chorób zawodowych w latach 2007-2009



Obserwując zmiany liczebności chorób zawodowych w poszczególnych latach okresu 2007–2009 wg jednostek chorobowych można zauważyć pewne zmiany (Wykres 2 i Tabela 3). Przede wszystkim od 2007 roku znacząco wzrosła liczba chorób zakaźnych lub pasożytniczych albo ich następstw. To one w 2008 i 2009 roku stanowiły główny odsetek chorób zawodowych (odpowiednio 27,0% i 28,2%). Kolejne dwie jednostki, tzn. przewlekłe choroby narządu głosu oraz **pylice płuc** notują od 2007 roku systematyczny spadek. Udział tych pierwszych zmalał z 24,4% w 2007 roku do 19,8% w 2009 roku. Udział pylic zmniejszył się z 21,3% w 2007 roku do 20,2% w roku 2009. Wśród mniej licznych jednostek chorobowych, istotne spadki zachorowalności zanotowano w przypadku astmy oskrzelowej oraz chorób skóry.

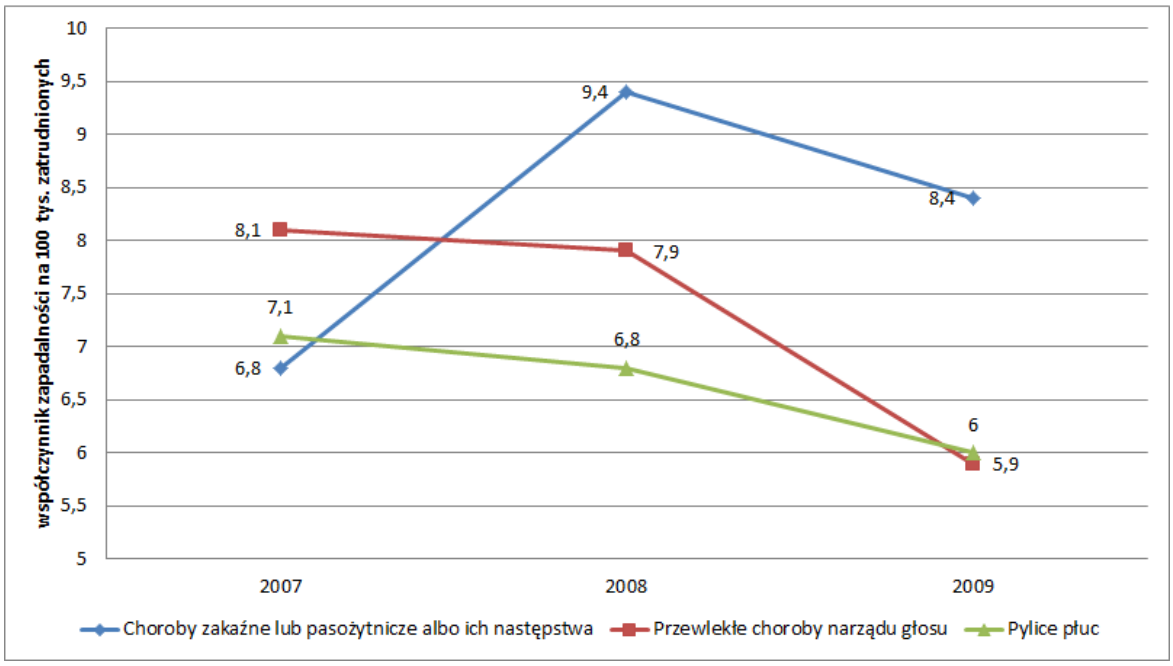
Tabela 3. Zapadalność na choroby zawodowe w Polsce w latach 2007-2009 [2,5,6] wg jednostek chorobowych

Lp.	Jednostka chorobowa	Przypadki (n)			Współczynnik zapadalności na 100tys. Zatrudnionych		
		2007	2008	2009	2007	2008	2009
OGÓŁEM		3285	3546	3146	33,5	34,7	29,9
1	Zatrucia ostre albo przewlekłe lub ich następstwa	34	26	14	0,3	0,2	0,1
2	Gorączka metaliczna	2	-	1	0,0	0	0,0
3	Pylice płuc	701	697	634	7,1	6,8	6,0
4	Choroby opłucnej lub osierdzia wywołanej pyłem azbestu	32	40	30	0,3	0,4	0,3
5	Przewlekłe obturacyjne zapalenie oskrzeli	23	11	13	0,2	0,1	0,1
6	Astma oskrzelowa	79	89	52	0,8	0,9	0,5
7	Zewnątrzpochodne alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych	5	15	11	0,0	0,1	0,1
8	Ostre uogólnione reakcje alergiczne	1	-	1	0,0	0	0,0
9	Byssinoza	-	-	-	0	0	0
10	Beryloza	-	-	1	0	0	0,0
11	Choroby płuc wywołane pyłem metali twardych	-	3	-	0	0,0	0
12	Alergiczny nieżyt nosa	59	48	37	0,6	0,5	0,4
13	Zapalenie obrzękowe krtani o podłożu alergicznym	-	-	-	0	0	0
14	Przedziurawienie przegrody nosa	4	4	2	0,0	0,0	0,0
15	Przewlekłe choroby narządu głosu	800	809	623	8,1	7,9	5,9
16	Choroby wywołane działaniem promieniowania jonizującego	13	16	9	0,1	0,2	0,1
17	Nowotwory złośliwe	100	85	87	1,0	0,2	0,1
18	Choroby skóry	147	125	104	1,5	1,2	1,0
19	Przewlekłe choroby układu ruchu	98	120	110	1,0	1,2	1,0
20	Przewlekłe choroby obwodowego układu nerwowego	158	160	161	1,6	1,6	1,5
21	Ubytek słuchu	252	240	261	2,6	2,3	2,5
22	Zespół wibracyjny	94	84	85	1,0	0,8	0,8
23	Choroby wywołane pracą w warunkach podwyższonego ciśnienia atmosferycznego	2	-	-	0,0	0	0
24	Choroby wywołane działaniem wysokich labo niskich temperatur otoczenia	-	1	-	0	0,0	0
25	Choroby układu wzrokowego	10	16	22	0,1	0,2	0,2
26	Choroby zakaźne lub pasożytnicze albo ich następstwa	671	956	888	6,8	9,4	8,4
27*	Przewlekłe zanikowe, przerostowe i alergiczne nieżyty błon śluzowych nosa, gardła, krtani i tchawicy, wywołane działaniem substancji o silnym działaniu drażniącym lub uczulającym	-	1	-	0	0,0	0

* Grupa chorób ze „starej listy". Wykazano tu przypadek zgłoszony w 2008r., gdyż zgodnie z Rozporządzeniem z 19 sierpnia 2002r. (DzU z 2002, nr 132, poz 11115, § 10) w karcie stwierdzenia choroby zawodowej wpisywana jest nazwa jednostki chorobowej wg listy obowiązującej w chwili rozpoczęcia procesu orzeczniczego (za źródłem)

Analiza danych dotyczących współczynników zapadalności 100 tys. zatrudnionych nasuwa spostrzeżenia podobne do poprzednich. Przede wszystkim w 2008 r. nastąpił znaczący wzrost zapadalności na choroby zakaźne i pasożytnicze oraz ich następstwa. Jednocześnie w latach 2007 – 2009 obserwuje się spadek zapadalności na przewlekłe choroby narządu głosu oraz **pylice płuc**. Współczynniki zapadalności tych dwóch chorób w 2009 roku były porównywalne (Wykres 3) .

Wykres 3. Zapadalność na trzy najczęściej występujące choroby zawodowe w Polsce w latach 2007 - 2009



2.1.2 Choroby zawodowe, a płeć

Porównanie zespołów chorobowych w podziale na mężczyzn i kobiety, pozwala spojrzeć w inny sposób na te jednostki. Najczęściej orzekanymi chorobami zawodowymi wśród mężczyzn w latach 2007 – 2009 były przede wszystkim pylice płuc (32,4%), choroby zakaźne i pasożytnicze oraz ich następstwa (27,1%) oraz ubytek słuchu (12,5%). Wymienione jednostki chorobowe stanowiły 72,1% ogółu przypadków chorób zawodowych w latach 2007 – 2009 (Tabela 5).

W tym samym okresie najczęściej orzekanymi chorobami wśród kobiet były przewlekłe choroby narządu głosu (47,2%), choroby zakaźne lub pasożytnicze albo ich następstwa (22,5%) i przewlekłe choroby obwodowego układu nerwowego (9,5%). Te trzy jednostki stanowiły 79,2% ogółu przypadków chorób zawodowych zanotowanych wśród kobiet (Tabela 4).

Analizując dominujące choroby zawodowe, można wyznaczyć jednostki których większość stanowią mężczyźni, tzn.: pylice płuc, choroby zakaźne i pasożytnicze oraz ich następstwa,

ubytek słuchu, nowotwory złośliwe, zespół wibracyjny, astma oskrzelowa, oraz jednostki z większym odsetkiem kobiet, tzn.: przewlekłe choroby narządu głosu, przewlekłe choroby obwodowego układu nerwowego, choroby skóry, przewlekłe choroby układu ruchu (Wykres 4). Różnice te wynikają ze specyfiki zatrudnienia kobiet i mężczyzn w różnych zawodach.

Wykres 4. Liczebność dominujących chorób zawodowych w Polsce w latach 2007-2009 z podziałem na płeć

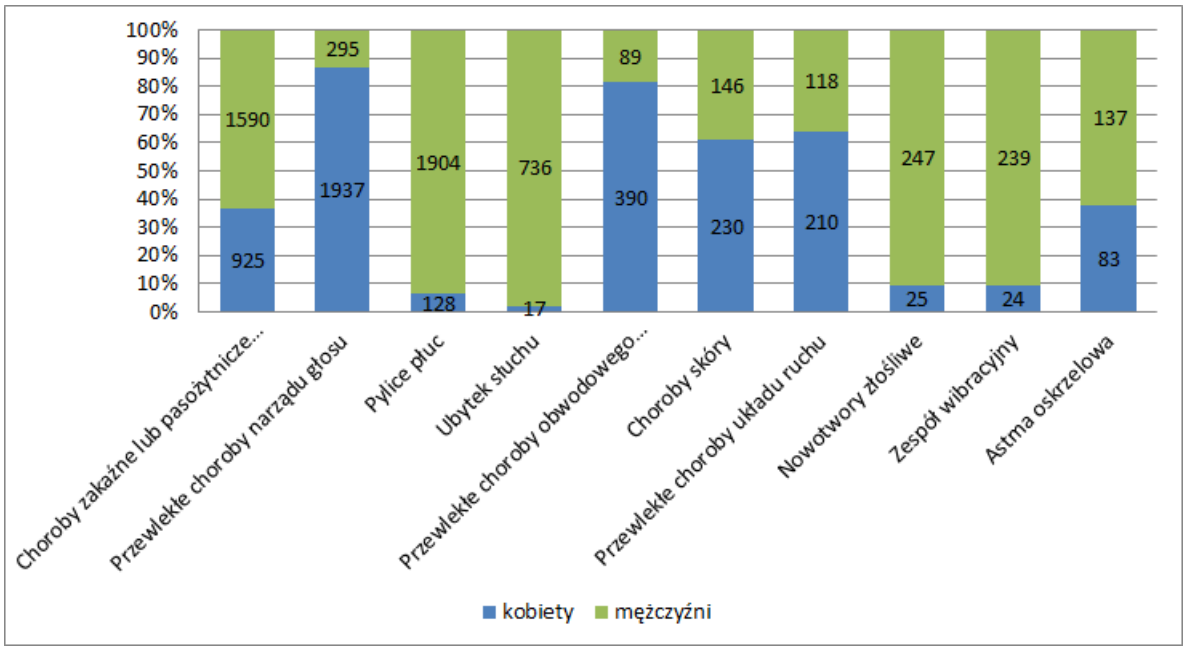


Tabela 4. Zapadalność na choroby zawodowe wśród kobiet w Polsce w latach 2007-2009 [2,5,6] wg jednostek chorobowych

Lp.	Jednostka chorobowa	Przypadki (n)			Współczynnik zapadalności na 100 tys. zatrudnionych		
		2007	2008	2009	2007	2008	2009
OGÓŁEM		1396 100%	1471 100%	1240 100%	30,3	30,6	25,1
1	Zatrucia ostre albo przewlekłe lub ich następstwa	16 1,1%	10 0,7%	2 0,2%	0,3	0,2	0,0
2	Gorączka metaliczna	-	-	-	0	0	0
3	Pylice płuc	38 2,7%	45 3,1%	45 3,6%	0,8	0,9	0,9
4	Choroby opłucnej lub osierdzia wywołanej pyłem azbestu	4 0,3%	8 0,5%	4 0,3%	0,1	0,2	0,1
5	Przewlekłe obturacyjne zapalenie oskrzeli	1 0,1%	-	-	0,0	0	0
6	Astma oskrzelowa	28 2,0%	36 2,5%	19 1,5%	0,6	0,7	0,4
7	Zewnątrzpochodne alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych	1 0,1%	5 0,3%	5 0,4%	0,0	0,1	0,1

Lp.	Jednostka chorobowa	Przypadki (n)			Współczynnik zapadalności na 100 tys. zatrudnionych		
		2007	2008	2009	2007	2008	2009
8	Ostre uogólnione reakcje alergiczne	1 0,1%	-	1 0,1%	0,0	0	0,0
9	Byssinoza	-	-	-	0	0	0
10	Beryloza	-	-	-	0	0	0
11	Choroby płuc wywołane pyłem metali twardych	-	1 0,1%	-	0	0,0	0
12	Alergiczny nieżyt nosa	26 1,9%	18 1,2%	14 1,1%	0,6	0,4	0,3
13	Zapalenie obrzękowe krtani o podłożu alergicznym	-	-	-	0	0	0
14	Przedziurawienie przegrody nosa	1 0,1%	2 0,1%	1 0,1%	0,0	0,0	0,0
15	Przewlekłe choroby narządu głosu	689 49,3%	711 48,3%	537 43,3%	14,9	14,8	10,9
16	Choroby wywołane działaniem promieniowania jonizującego	1 0,1%	1 0,1%	1 0,1%	0,0	0,0	0,0
17	Nowotwory złośliwe	8 0,6%	10 0,7%	7 0,6%	0,2	0,2	0,1
18	Choroby skóry	87 6,2%	75 5,1%	68 5,5%	1,9	1,6	1,4
19	Przewlekłe choroby układu ruchu	56 4,0%	80 5,4%	74 6,0%	1,2	1,7	1,5
20	Przewlekłe choroby obwodowego układu nerwowego	129 9,2%	125 8,5%	136 11,0%	2,8	2,6	2,8
21	Ubytek słuchu	8 0,6%	5 0,3%	4 0,3%	0,2	0,1	0,1
22	Zespół wibracyjny	8 0,6%	8 0,5%	8 0,6%	0,2	0,2	0,2
23	Choroby wywołane pracą w warunkach podwyższonego ciśnienia atmosferycznego	-	-	-	0	0	0
24	Choroby wywołane działaniem wysokich labo niskich temperatur otoczenia	-	1 0,1%	-	0	0,0	0
25	Choroby układu wzrokowego	3 0,2%	3 0,2%	6 0,5%	0,1	0,1	0,1
26	Choroby zakaźne lub pasożytnicze albo ich następstwa	291 20,8%	326 22,2%	308 24,8%	6,3	6,8	6,2
27*	Przewlekłe zanikowe, przerostowe i alergiczne nieżyty błon śluzowych nosa, gardła, krtani i tchawicy, wywołane działaniem substancji o silnym działaniu drażniącym lub uczulającym	-	1 0,1%	-	-	0,0	-

* Grupa chorób ze „starej listy". Wykazano tu przypadek zgłoszony w 2008r., gdyż zgodnie z Rozporządzeniem z 19 sierpnia 2002r. (DzU z 2002, nr 132, poz 11115, § 10) w karcie stwierdzenia choroby zawodowej wpisywana jest nazwa jednostki chorobowej wg listy obowiązującej w chwili rozpoczęcia procesu orzeczniczego (za źródłem).

Tabela 5. Zapadalność na choroby zawodowe wśród mężczyzn w Polsce w latach 2007-2009 [2,5,6] wg jednostek chorobowych

Lp.	Jednostka chorobowa	Przypadki (n)			Współczynnik zapadalności na 100 tys. zatrudnionych		
		2007	2008	2009	2007	2008	2009
OGÓŁEM		1889 100	2075 100	1906 100%	36,3	38,4	34,1
1	Zatrucia ostre albo przewlekłe lub ich następstwa	18 0,9%	16 0,8%	12 0,6%	0,3	0,3	0,2
2	Gorączka metaliczna	2 0,1%	-	1 0,1%	0,0	0	0,0
3	Pylice płuc	663 35,1%	652 31,4%	589 30,9%	12,7	12,1	10,5
4	Choroby opłucnej lub osierdzia wywołanej pyłem azbestu	28 1,5%	32 1,5%	26 1,4%	0,5	0,6	0,5
5	Przewlekłe obturacyjne zapalenie oskrzeli	22 1,2%	11 0,5%	13 0,7%	0,4	0,2	0,2
6	Astma oskrzelowa	51 2,7%	53 2,6%	33 1,7%	1,0	1,0	0,6
7	Zewnątrzpochodne alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych	4 0,2%	10 0,5%	6 0,3%	0,1	0,2	0,1
8	Ostre uogólnione reakcje alergiczne	-	-	-	0	0	0
9	Byssinoza	-	-	-	0	0	0
10	Beryloza	-	-	1 0,1%	0	0	0,0
11	Choroby płuc wywołane pyłem metali twardych	-	2 0,1%	-	0	0,0	0
12	Alergiczny nieżyt nosa	33 1,7%	30 1,5%	23 1,2%	0,6	0,5	0,4
13	Zapalenie obrzękowe krtani o podłożu alergicznym	-	-	-	0	0	0
14	Przedziurawienie przegrody nosa	3 0,2%	2 0,1%	1 0,1%	0,1	0,0	0,0
15	Przewlekłe choroby narządu głosu	111 5,9%	98 4,7%	86 4,5%	2,1	1,8	1,5
16	Choroby wywołane działaniem promieniowania jonizującego	12 0,6%	15 0,7%	8 0,4%	0,2	0,3	0,1
17	Nowotwory złośliwe	92 4,9%	75 3,6%	80 4,2%	1,8	1,4	1,4
18	Choroby skóry	60 3,2%	50 2,4%	36 1,9%	1,1	0,9	0,6
19	Przewlekłe choroby układu ruchu	42 2,2%	40 1,9%	36 1,9%	0,8	0,7	0,6
20	Przewlekłe choroby obwodowego układu nerwowego	29 1,5%	35 1,7%	25 1,3%	0,6	0,6	0,4
21	Ubytek słuchu	244 12,9%	235 11,3%	257 13,5%	4,7	4,3	4,6
22	Zespół wibracyjny	86 4,6%	76 3,7%	77 4,0%	1,6	1,4	1,4
23	Choroby wywołane pracą w warunkach podwyższonego ciśnienia atmosferycznego	2 0,1%	-	-	0,0	0	0

Lp.	Jednostka chorobowa	Przypadki (n)			Współczynnik zapadalności na 100 tys. zatrudnionych		
		2007	2008	2009	2007	2008	2009
24	Choroby wywołane działaniem wysokich labo niskich temperatur otoczenia	-	-	-	0	0	0
25	Choroby układu wzrokowego	7 0,4%	13 0,6	16 0,8%	0,1	0,2	0,3
26	Choroby zakaźne lub pasożytnicze albo ich następstwa	380 20,1%	630 30,4%	580 30,4%	7,3	11,6	10,4

2.1.3 Choroby zawodowe, a wiek i staż pracy w narażeniu

Podsumowując dane za lata 2007-2009 dotyczące wieku i stażu pracy w chwili rozpoznania można zauważyć, że zdecydowana większość osób u których orzeczono choroby zawodowe miało od 50 do 59 lat (47,3% ogółu). W dalszej kolejności wymienić można osoby najstarsze (22,5%), osoby w przedziale wiekowym 40-49 lat (21,5%), 30-39 lat (7%), oraz osoby najmłodsze (1,7%). W poszczególnych latach tego okresu procentowe zależności wystąpienia chorób zawodowych w poszczególnych grupach wiekowych utrzymywały się na podobnym poziomie (Wykres 5).

Wykres 5. Liczba przypadków chorób zawodowych w Polsce w latach 2007-2009 z podziałem na wiek

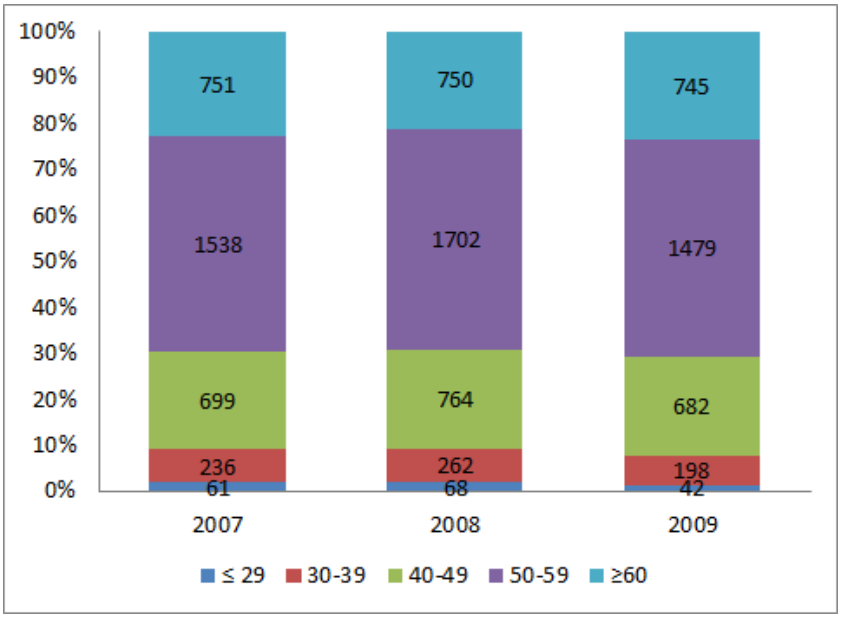


Tabela 6. Liczba przypadków chorób zawodowych w Polsce w latach 2007-2009 z podziałem na wiek

Lp.	Rok	Ogółem	Grupy wieku w latach (n)				
			≤ 29	30-39	40-49	50-59	≥60
Ogółem		9977 100%	171 1,7%	696 7,0%	2145 21,5%	4719 47,3%	2246 22,5%
1	2007	3285	61	236	699	1538	751
2	2008	3546	68	262	764	1702	750
3	2009	3146	42	198	682	1479	745

Długi okres ekspozycji zawodowej na niekorzystne czynniki ma największy wpływ na wystąpienie choroby zawodowej. Ogółem w latach 2007-2009 osoby z ponad 20 letnim narażeniem stanowiły prawie 55% ogółu orzeczeń choroby zawodowej w Polsce. Liczba tego typu orzeczeń zmniejszyła się z 58% w 2007 roku do 53,3% w 2009 roku (Wykres 6). Niemniej jednak można zaobserwować wzrost liczby orzeczeń, w którym okres narażenia nie ma znaczenia (z 25% w 2007 roku do 31,6% w 2009 roku). W całym rozpatrywanym okresie tego typu przypadki stanowiły 29,3% ogółu.

Wykres 6. Liczba orzeczeń chorób zawodowych w Polsce w latach 2007-2009 z podziałem na czas narażenia

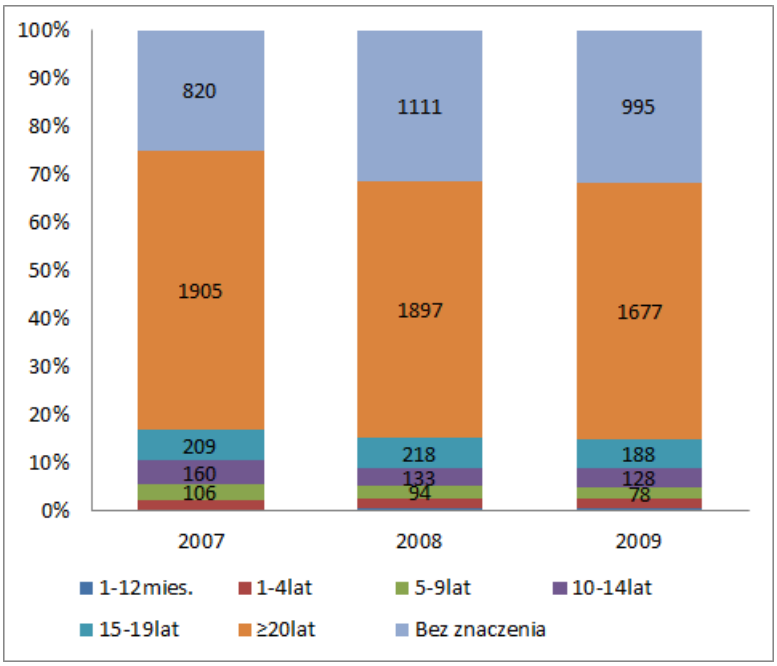


Tabela 7. Liczba orzeczeń chorób zawodowych w Polsce w latach 2007-2009 z podziałem na czas narażenia

Lp.	Rok	Ogółem	Okres narażenia								
			Zm. rob.	2dni-1mies.	1-12 mies.	1-4lat	5-9lat	10-14 lat	15-19 lat	≥20 lat	Bez znaczenia
Ogółem		9977 (100%)	19 0,2%	2 0.0%	40 0,4%	197 2,0%	278 2,8%	421 4,2%	615 6,2%	5479 54,2%	2926 (29,3%)
1	2007	3285	9	1	8	67	106	160	209	1905	820
2	2008	3546	6	1	21	65	94	133	218	1897	1111
3	2009	3146	4	0	11	65	78	128	188	1677	995

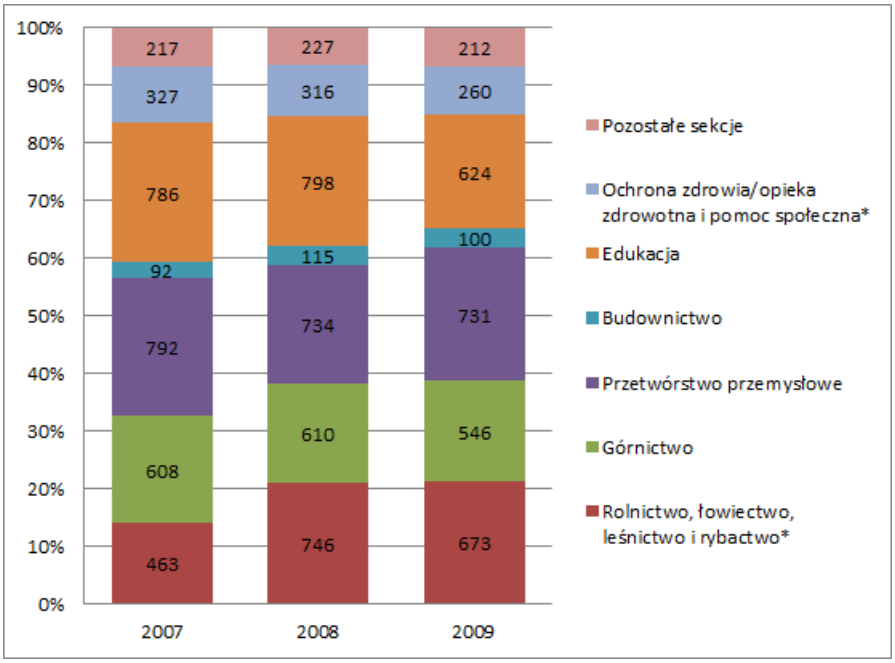
2.1.4 Choroby zawodowe, a sekcje gospodarki narodowej wg PKD

Specyfika poszczególnych sekcji działalności społeczno – gospodarczej według PKD powoduje duże zróżnicowanie w ilości orzeczeń chorób zawodowych w Polsce. Dlatego też poniżej opisano najważniejsze pod względem odnotowanych przypadków oraz współczynnika zapadalności sekcje gospodarki narodowej. W zestawieniu tym, obejmującym lata 2007-2009 (patrz Wykres 7) najwięcej przypadków orzeczono w przetwórstwie przemysłowym (ogółem 22,6%), następnie w edukacji (22,1%), rolnictwie, leśnictwie, łowiectwie i rybactwie[a] [7] (18,9%), górnictwie (17,7%), ochronie zdrowia i pomocy społecznej (w 2009 r. „opieka zdrowotna i pomoc społeczna") (9,1%) i budownictwie (3,1%). W pozostałych sekcjach PKD w latach 2007-2009 orzeczono 656 przypadków choroby zawodowej co stanowiło 6,6% ogółu.

Istotne zmiany dot. liczby orzeczeń zanotowano w przypadku edukacji (spadek z 23,9% w 2007 r. do 19,8% w 2009 r.), rolnictwie, łowiectwie, leśnictwie i rybactwie (wzrost z 14,1% w 2007 r. do 21,4% w 2009 r.) oraz ochronie zdrowia/opiece zdrowotnej i pomocy społecznej (spadek z 10,0% w 2007 do 8,3% w 2009 r.).

[a] dane z 2007 i 2008 roku dotyczące liczby orzeczeń w rybactwie połączono wraz z rolnictwem, łowiectwem i leśnictwem, bowiem w 2009 roku wszystkie te rodzaje działalności sklasyfikowano łącznie. (w danych oryginalnych w rybactwie orzeczono jeden przypadek choroby zawodowej u mężczyzny, co skutkowało współczynnikiem zapadalności na 100 tys. zatrudnionych wynoszącym 29,7)

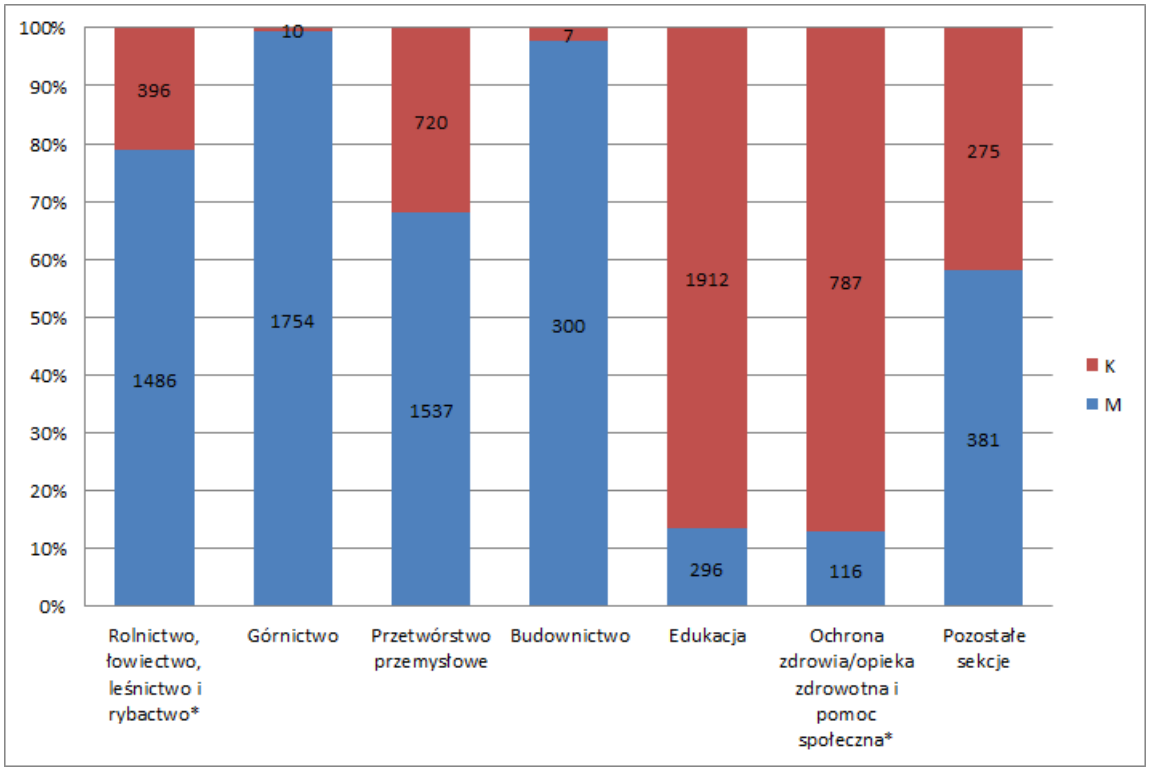
Wykres 7. Liczba orzeczeń chorób zawodowych w Polsce w latach 2007-2009 z podziałem na sekcje PKD (znak * oznacza uwagi wytłumaczone w przypisie dolnym [a])



Należy tutaj dodać, że w latach 2007-2009 odnotowano pewne zmiany nazw i klasyfikacji sekcji PKD. Przede wszystkim w roku 2007 i 2008 istniały osobno sekcje „Rybactwo" oraz „Rolnictwo, łowiectwo i leśnictwo", które to w 2009 roku sklasyfikowano łącznie. W pracy przyjęto podział z 2009 roku. W danych oryginalnych za lata 2007-2008 w sekcji „Rybactwo" orzeczono jeden przypadek choroby zawodowej u mężczyzny w 2008 roku, co skutkowało współczynnikiem zapadalności na 100 tys. zatrudnionych w rybactwie wynoszącym 29,7. Z kolei od 2009 roku sekcji „Ochrona zdrowia i pomoc społeczna" nadano nazwę „Opieka zdrowotna i pomoc społeczna".

Analizując orzecznictwo w dominujących sekcjach PKD z uwzględnieniem płci, można rozdzielić je na sekcje w których większość stanowią mężczyźni, tzn.: górnictwo, rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo, przetwórstwo przemysłowe oraz sekcje z większym odsetkiem kobiet, tzn.: edukacja, ochrona zdrowia/opieka zdrowotna i pomoc społeczna (Wykres 8). Różnice te wynikają bezpośrednio ze specyfiki zatrudnienia kobiet i mężczyzn w różnych zawodach.

Wykres 8. Liczba orzeczeń chorób zawodowych u kobiet i mężczyzn w Polsce w latach 2007-2009 z podziałem na sekcje PKD (znak * wskazuje na uwagi wytłumaczone w przypisie dolnym [a])



Analiza zapadalności na choroby zawodowe w poszczególnych sekcjach PKD (Tabela 8) pokazuje, że szczególnie wysoki współczynnik zapadalności na 100 tys. zatrudnionych przypada w rolnictwie, łowiectwie, leśnictwie i rybactwie oraz w górnictwie. O ile w górnictwie wartość współczynnika zmniejszyła się w 2009 r., o tyle w przypadku rolnictwa, łowiectwa, leśnictwa i rybactwa współczynnik ten w 2008 r. znacząco wzrósł, utrzymując się na podobnym poziomie w 2009r.

W celu pogłębienia informacji o chorobach zawodowych w dominujących pod względem liczby orzeczeń i współczynnika zapadalności sekcjach PKD dokonano analizy schorzeń w tych sekcjach:

- w rolnictwie, łowiectwie, leśnictwie i rybactwie dominującym schorzeniem były choroby zakaźne lub pasożytnicze (92,9% w 2009 r.), podobnie w samym leśnictwie (94,1% w 2007 r, 96,6% w 2008 r.),
- w górnictwie dominowały przede wszystkim **pylice płuc** (81,8% w 2007 r., 76,6% w 2008 r, 74,9% w 2009 r.),
- w opiece zdrowotnej i pomocy społecznej dominowały choroby zakaźne lub pasożytnicze (71,9% w 2009r.),
- w edukacji dominowały przede wszystkim przewlekłe choroby narządu głosu (97,7% w 2007 r, 97,4% w 2009 r.) ,

- w przetwórstwie przemysłowym dominowały pylice płuc (23,9% w 2009 r), następnie ubytek słuchu (19,0% w 2009 r.) i przewlekłe choroby układu nerwowego (13,9% w 2009 r.)

Tabela 8. Współczynniki zapadalności na choroby zawodowe w Polsce w latach 2007-2009 w dominujących sekcjach PKD

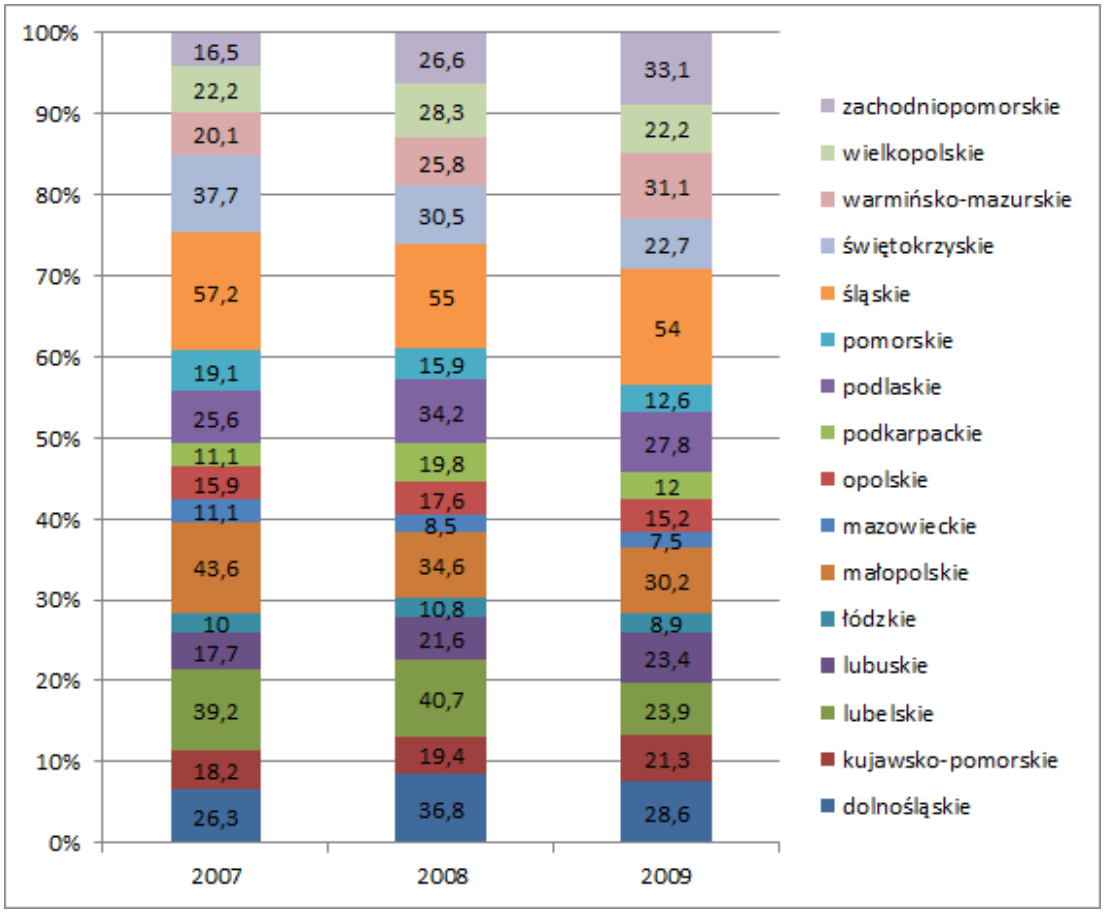
Sekcja	Współczynnik zapadalności na 100 tys. zatrudnionych - ogółem		
	2007	2008	2009
Rolnictwo, łowiectwo, leśnictwo i rybactwo*	311,0	487,4	451,4
Górnictwo	337,0	340,6	297,5
Przetwórstwo przemysłowe	32,5	28,7	26,9
Budownictwo	16,6	18,8	17,2
Edukacja	78,0	79,0	49,8
Ochrona zdrowia/opieka zdrowotna i pomoc społeczna*	50,4	48,2	34,5

2.1.5 Choroby zawodowe, a zróżnicowanie terytorialne

Zdecydowanie największe wartości współczynnika zapadalności na 100 tys. pracujących zanotowano w województwie śląskim. Wartości te w latach 2007-2009 nie zmieniały się znacznie, jednakże z roku na rok zanotowano spadek współczynnika zapadalności. Najczęstszymi chorobami zawodowymi w tym województwie były przede wszystkim pylice płuc. Mniejsze znaczenie odgrywały ubytek słuchu oraz przewlekłe choroby narządu głosu.

W kolejnych pod względem wartości współczynnika regionach są województwa małopolskie i lubelskie. W analizowanym okresie notowane tam wartości zmniejszyły się na tyle znacząco, że w 2009 r. na plan pierwszy (po województwie śląskim) wysunęło się województwo zachodniopomorskie i warmińsko-mazurskie. W obu wymienionych regionach, a także w województwie lubelskim najczęstsze choroby zawodowe związane były z chorobami zakaźnymi lub pasożytniczymi. W województwie małopolskim największe znaczenie odgrywają natomiast przewlekłe choroby narządu głosu, pylice i ubytek słuchu.

Wykres 9. Zapadalność na choroby zawodowe wg województw w latach 2007-2009 w ujęciu procentowym

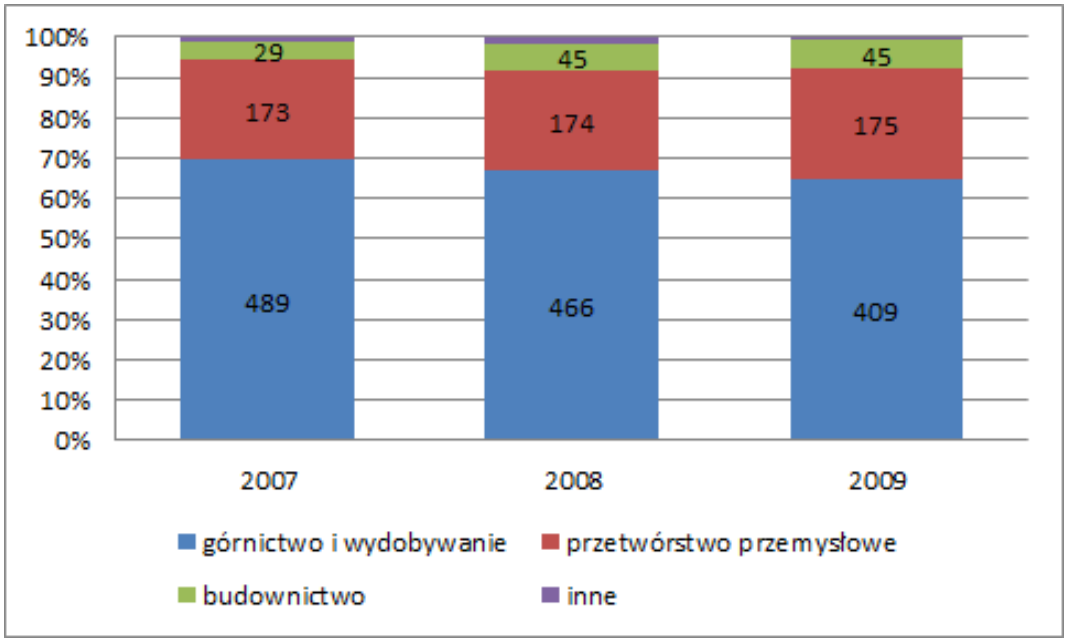


2.1.6 Znaczenie pylicy jako choroby zawodowej

W latach 2007-2009 pylice stanowiły jedną z najczęściej występujących chorób zawodowych w Polsce. W przeciągu trzech lat orzeczono łącznie 2032 przypadki pylic, co daje łącznie 20,4% wszystkich przypadków chorób zawodowych orzeczonych w tym czasie. Najwięcej przypadków odnotowano w 2007 r. – 701, cztery przypadki mniej w 2008 r., natomiast w 2009 r. – 634 przypadki tej choroby. Zanotowany spadek liczby orzeczeń pylicy obserwuje się również w przypadku zapadalności na pylicę, która zmniejszyła się w przeciągu trzech lat, przy czym najbardziej w 2009 r. Współczynnik zapadalności na 100 tys. zatrudnionych wynosił w latach 2007-2009 kolejno 7,1; 6,8 i 6,0.

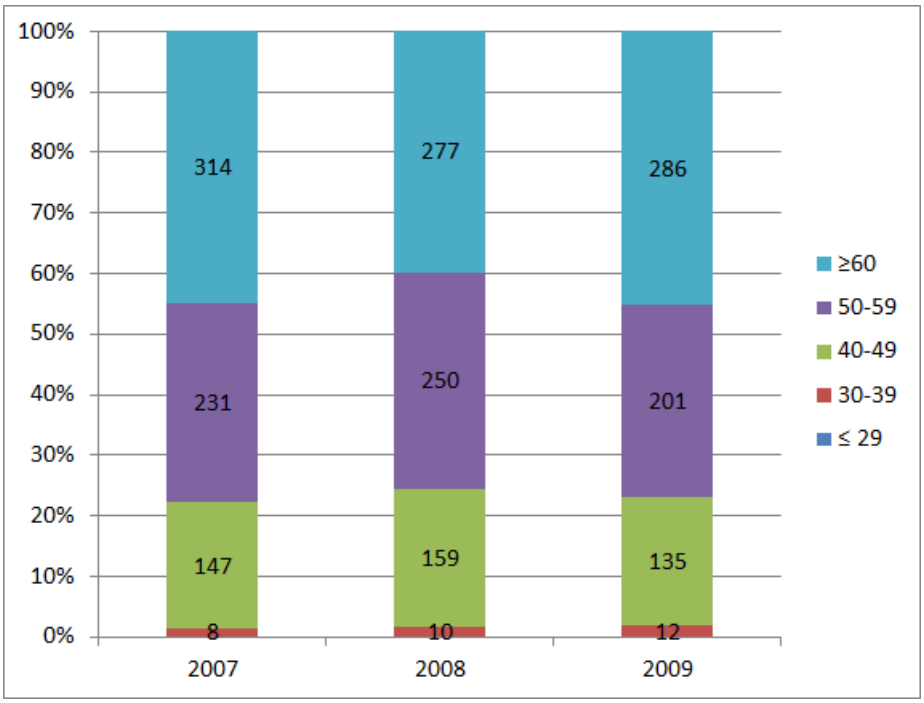
Dane za okres 2007-2009 wskazują jednoznacznie, że pylice płuc dotykają w szczególności mężczyzn – łącznie 1904 przypadki co stanowi 93,7% ogółu. Może się to wiązać ze specyfiką zatrudnienia w branżach, w których odnotowuje się pylice płuc, tzn. górnictwie, przetwórstwie przemysłowym i budownictwie (Wykres 10).

Wykres 10. Zapadalność na pylice płuc w Polsce w latach 2007-2009 [2,5,6] z uwzględnieniem sekcji PKD



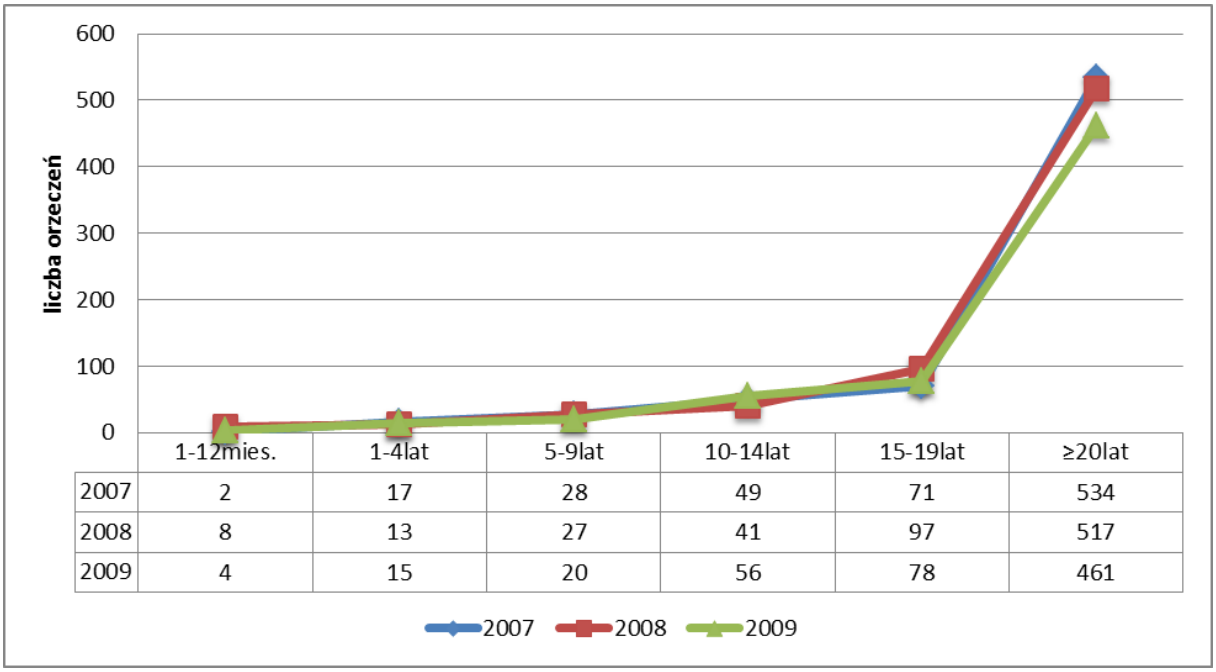
Pylice płuc stwierdzono najczęściej u osób starszych. Analizując przypadki pylicy płuc w grupach wiekowych, można zauważyć, że wraz ze wiekiem pracownika zwiększa się liczba przypadków orzeczeń pylicy (Wykres 11).

Wykres 11. Zapadalność na pylice płuc w Polsce w latach 2007-2009 [2,5,6] z uwzględnieniem wieku



Wystąpienie pylicy poprzedza w większości wypadków długi okres narażenia. Analizując dane można zauważyć zależności, w której wraz z okresem narażenia rośnie liczba orzeczeń pylicy (Wykres 12).

Wykres 12. Liczba orzeczeń pylicy płuc w Polsce w latach 2007-2009 [2,5,6] w funkcji okresu narażenia

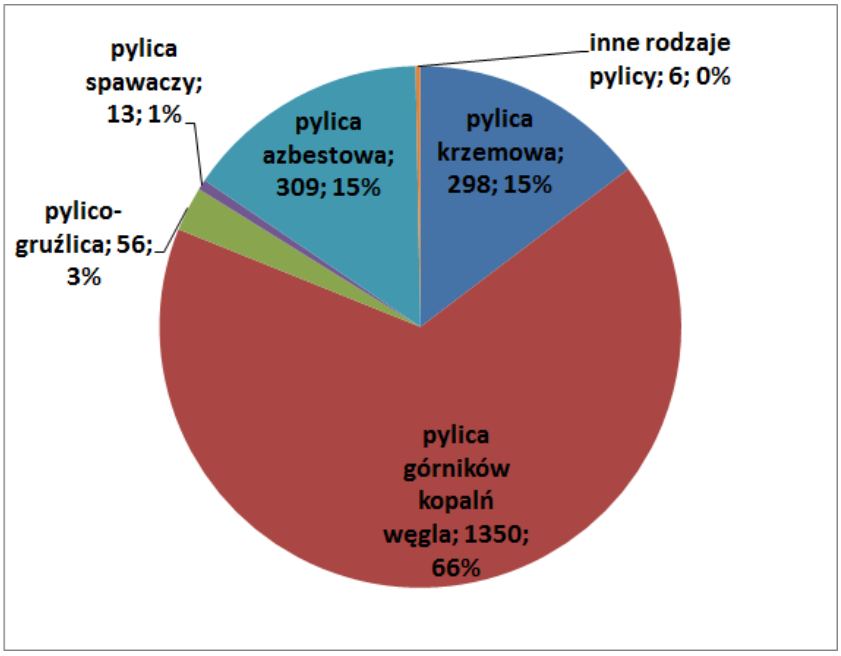


	1-12mies.	1-4lat	5-9lat	10-14lat	15-19lat	≥20lat
2007	2	17	28	49	71	534
2008	8	13	27	41	97	517
2009	4	15	20	56	78	461

Najczęstszymi postaciami pylicy w latach 2007-2009 była pylica górników kopalń węgla (Wykres 13). Ten rodzaj pylic był również najczęstszy u mężczyzn – został zanotowany w 1346 przypadkach (co stanowi 70,7% ogółu pylic orzeczonych wśród mężczyzn). Kolejne orzeczenia dotyczyły pylicy krzemowej (280 orzeczeń) i pylicy azbestowej (203 orzeczenia). Na 128 orzeczeń pylicy płuc u kobiet, aż 106 orzeczeń dotyczyło pylicy azbestowej, 18 pylicy krzemowej i 4 orzeczenia pylicy górników kopalń węgla. Pylico-gruźlica, pylica spawaczy oraz wszelkie inne rodzaje pylic orzeczono jedynie u mężczyzn.

Analizując poszczególne lata można zauważyć spadek liczby orzeczeń pylicy górników kopalń węgla. W 2007 roku zanotowano 481 przypadków tego rodzaju pylicy, w 2008 roku było ich o 20 mniej, a w 2009 roku orzeczono 408 przypadków.

Wykres 13. Pylice płuc w Polsce w latach 2007-2009



3 Rodzaje pyłów emitowanych na stanowiskach pracy i ich szkodliwe działanie na człowieka oraz wpływ na powstawanie pylic.

3.1 Definicja i ogólna charakterystyka pyłu

Pyłem nazywamy cząstki ciała stałego o różnej wielkości i różnego pochodzenia, przez pewien czas pozostające w zawieszeniu w gazie [8]. Pył jest więc układem dwufazowym, zwanym powszechnie aerozolem [9], który wg normy PN-ISO 4225:1999 stanowi zawiesinę cząstek stałych, ciekłych lub stałych i ciekłych w fazie gazowej o pomijalnej prędkości opadania [8]. Najczęściej czynnikiem rozpraszającym jest powietrze. Pyły występują w wielu środowiskach pracy, a ich pochodzenie ma różne podłoże [10,11]. Pył może zawierać zarówno substancje organiczne jak i nieorganiczne i nawet przy niskich stężeniach może wykazywać szkodliwe działanie na zdrowie ludzi (np. poprzez swoje właściwości toksyczne) [12].

Technicznie rzecz ujmując **pyły** to zawiesiny cząstek stałych w powietrzu powstałe w wyniku mechanicznej fragmentacji – rozdrobnienia. Cechą charakterystyczną pyłów jest fakt, iż po pewnym czasie braku oddziaływania bodźców zewnętrznych dochodzi do rozdzielenia fazy stałej od gazowej pod działaniem siły grawitacji. Proces ten nazywany jest sedymentacją. Inna nazwa pyłów to aerozole dezintegracyjne w układzie ciało stałe - gaz.

Cząstki stałe wchodzące w skład aerozoli w układzie ciało stałe-gaz to ziarna o średnicy zazwyczaj poniżej 100 µm. Cząstki te cechują się tym większą inwazyjnością biologiczną, im mniejsza jest ich średnica [13]. Cząstki poniżej 10 µm średnicy wykazują najlepsze właściwości wchłaniania poprzez tkanki i błony organizmu człowieka. Jednakże oprócz czynnika czysto fizycznego, jakim jest wielkość ziaren cząstek stałych wchodzących w skład aerozoli w układzie ciało stałe-gaz, na ich aktywność biologiczną mają także wpływ ich właściwości chemiczne. Mowa tu, np. o napięciu powierzchniowym, jakie wytwarza się pomiędzy cząstkami aerozolu w układzie ciało stałe-gaz a śluzem w drogach oddechowych czy krwią (rozpuszczalność danej substancji w wodzie), a także o właściwościach zwłókniających. Inne czynniki mające wpływ na wchłanianie substancji to wentylacja płuc, czy stężenie substancji we wdychanym powietrzu.

Do aerozoli oprócz pyłów zaliczyć możemy również dymy oraz mgły. **Dymy** to także zawiesiny cząstek stałych w powietrzu jednakże o odmiennej genezie od pyłów. Faza stała dymów powstaje w wyniku zjawiska zagęszczenia stężenia związków chemicznych na drodze różnego rodzaju przemian chemicznych. Przykładami procesów kondensacji mogą być: prażenie, spalanie, czy sublimacja. Inna nazwa dymów to aerozole kondensacyjne w układzie ciało stałe - gaz. Należy, podkreślić, iż w niniejszej pracy omawiając narażenie na pyły i przeciwdziałanie temu zjawisku porusza się tę problematykę zarówno w zakresie pyłów jak i dymów. Dla pełnego obrazu zagadnienia aerozoli należy także wspomnieć, iż aerozolem nazywa się także układ typu ciecz – gaz. W takim przypadku z reguły mamy do czynienia z **mgłą**, gdzie ciecz jest

rozproszona w powietrzu. Z uwagi jednak na brak powiązania tego typu aerozoli z tematem niniejszej pracy, mgły nie będą w niej omawiane.

3.2 Klasyfikacja pyłów

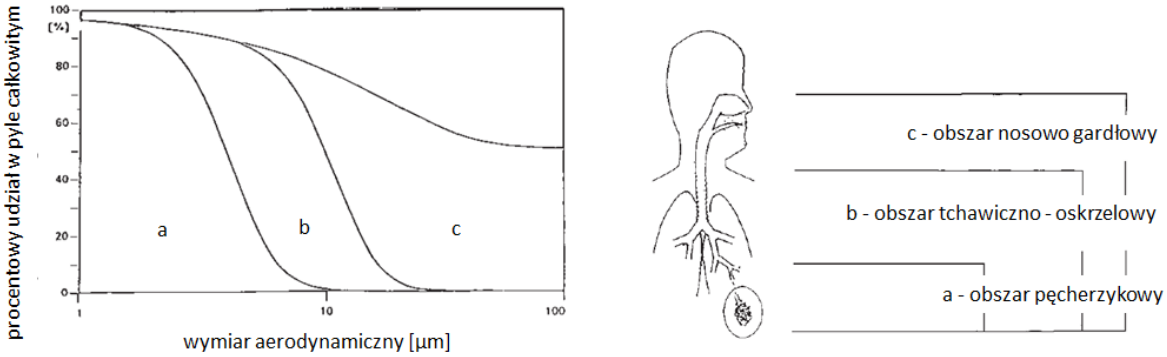
W Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [14] przedstawiono następującą klasyfikację pyłów i włókien zależną od wymiarów pyłu i związanego z nimi oddziaływania na zdrowie ludzi:

- **Pył całkowity** - zbiór wszystkich cząstek otoczonych powietrzem w określonej objętości powietrza [15]
- **Pył respirabilny** - zbiór cząstek przechodzących przez selektor wstępny o charakterystyce przepuszczalności według wymiarów cząstek opisanej logarytmiczno-normalną funkcją prawdopodobieństwa ze średnią wartością średnicy aerodynamicznej 3,5 ± 0,3 µm i z geometrycznym odchyleniem standardowym 1,5 ± 0,1
- **Włókna respirabilne** - włókna o długości powyżej 5 µm o maksymalnej średnicy poniżej 3 µm i o stosunku długości do średnicy > 3

Wyróżnia się również tzw. **pył inhalabilny**, do którego należą pyły o średnicy aerodynamicznej ziaren mniejszej niż 10 µm, które mogą docierać do górnych dróg oddechowych i płuc. **Pył respirabilny** ma największe znaczenie w patogenezie pylic i stanowi najbardziej szkodliwą frakcję pyłu. Jest on na tyle miałki, że dociera bezpośrednio do pęcherzyków płucnych. Wg normy PN-EN 481:1998 poza frakcją respirabilną (zdefiniowaną jako udział masowy cząstek frakcji wdychanych docierających aż do bezrzęskowych dróg oddechowych) wyróżnia się też inne frakcje pyłowe ze względu na stopień wnikania do układu oddechowego:

- **frakcja wdychana** – udział masowy wszystkich cząstek zawieszonych, wdychanych (wziewanych) przez nos i usta. UWAGA: Frakcja wdychana jest zależna od prędkości i kierunku ruchu powietrza, od prędkości wdychania i od innych czynników,
- **frakcja pozatchawiczna** – udział masowy cząstek frakcji wdychanej nie wnikających poza krtań
- **frakcja tchawiczna** – udział masowy cząstek frakcji wdychanych wnikających poza krtań
- **frakcja tchawiczno-oskrzelowa** – udział masowy cząstek frakcji wnikających głębiej poprzez krtań, lecz nie dostających się do bezrzęskowych dróg oddechowych

Rysunek 1. Konwencje odpowiednich frakcji wyrażone jako procent udziału pyłu całkowitego (po lewej) [16] oraz wnikanie aerozoli do różnych obszarów dróg oddechowych (po prawej) [17], gdzie: a – frakcja respirabilna, b – frakcja zatrzymywana w obrębie klatki piersiowej, c - frakcja wdychalna



Podział na frakcje wynika z dużego znaczenia rozmiarów cząstek w procesie ich wnikania i osadzania się w układzie oddechowym (patrz Rysunek 1) i decyduje o ocenie zagrożeń zdrowia wywołanych narażeniem zawodowym [18,19].

Innym kryterium klasyfikacji pyłów jest związany z ze zmianami anatomopatologicznymi, jakie mogą powodować w płucach. W związku z czynnikiem je powodującym wyróżnić możemy:

- **pyły zwłókniające (włókniste)** – będące bezpośrednią przyczyną pylic kolagenowych. Pyły te charakteryzują się rozwojem włókien kolagenowych w tkance płucnej, trwałym uszkodzeniem struktury pęcherzyków płucnych i bliznowatymi zmianami (pył krzemowy, azbest i aluminium);
- **pyły niezwłókniające (niewłókniste)** lub o słabym działaniu zwłókniającym – powodujące pylice niekolagenowe. Pyły te nie uszkadzają struktury pęcherzyków, a reakcja na nie jest potencjalnie odwracalna.

3.3 Pyły emitowane na stanowiskach pracy

Podstawę do oceny zarówno ryzyka zawodowego, jak i prawidłowego doboru środków ochrony indywidualnej i zbiorowej przed pyłem stanowią następujące parametry: stężenie, wymiary i kształt cząstek pyłów, ich skład chemiczny oraz struktura krystaliczna.

Powstawanie pyłów towarzyszy różnym procesom technologicznym, jak produkcja czy wydobycie. Stąd w zależności od fazy rozproszonej i zastosowanego procesu technologicznego pyły charakteryzują się różnymi własnościami [20]. Własności te są ściśle powiązane z substancjami stosowanymi w procesach technologicznych, stąd możliwe jest wyodrębnienie substancji, które mają największy wpływ na emisję do środowiska pyłów zwłókniających (np. azbest, sztuczne włókna mineralne, krzemionka) jak i niezwłókniających (np. tlenków żelaza, siarczanu baru, cyny).

Wymiary cząstek tworzących pył decydują o ich podziale na: aerozole monodyspersyjne (zawierające cząstki o jednakowych wymiarach) oraz aerozole polidyspersyjne (z cząstkami o różnych wymiarach). W trakcie procesu technologicznego najczęściej powstającymi cząstkami są te o różnych wymiarach. To co decyduje o ich utrzymaniu się w stanie zawieszonym to kształt i ciężar właściwy. W zależności od własności fazy rozproszonej, graniczne wymiary cząstek pyłu zawierają się w przedziale od 0,002 µm do kilkuset mikrometrów (przy czym najczęstsza granica górna to 20 µm).

Do najbardziej pyłotwórczych procesów zaliczyć można procesy, takie jak ostrzenie, szlifowanie oraz polerowanie, w wyniku których powstają cząstki wysokodyspersyjne [20]. W dalszej kolejności wymienić należy mielenie, kruszenie, przesiewanie, transport i mieszanie ciał sypkich.

Głównymi źródłami pyłów występujących w środowisku pracy najczęściej są pylenia powstające podczas [21]:

- wytwarzania produktów i przemieszczania materiałów wykorzystywanych w procesie technologicznym, gdzie pył jest produktem, materiałem lub składnikiem produktu lub materiału, np. rozdrabnianie, mieszanie, dozowanie, transport za pomocą przenośników,
- stosowania materiałów pylistych w procesach technologicznych, gdzie pył jest czynnikiem roboczym, np. malowanie natryskowe, metalizacja, ochrona roślin, talkowanie, grafitowanie,
- procesów technologicznych jako skutek uboczny, np. skrawanie materiałów kruchych, szlifowanie, polerowanie, czyszczenie powierzchni pod powłoki ochronne, spawanie i cięcie, spalanie, obróbka materiałów pylących, jak np. tkaniny,
- procesów technologicznych – nie bezpośrednio z nimi związane, np. zanieczyszczenie atmosfery, utlenianie
- pylenia wtórnego, np. pyły zalegające powierzchnie maszyn i urządzeń, konstrukcji nośnych, itp.

Wśród innych źródeł pyłów, ale o mniejszym znaczeniu wymienia się źródła zewnętrzne zapylenia w tzw. pomieszczeniach czystych (np. zatrudniony personel) a także zjawisko infiltracji, zdefiniowane jako niekontrolowany lub nieplanowany dopływ powietrza do pomieszczenia przez nieszczelności w obudowie tego pomieszczenia [22].

3.4 Szkodliwe działanie pyłów na człowieka i ich wpływ na powstawanie pylic

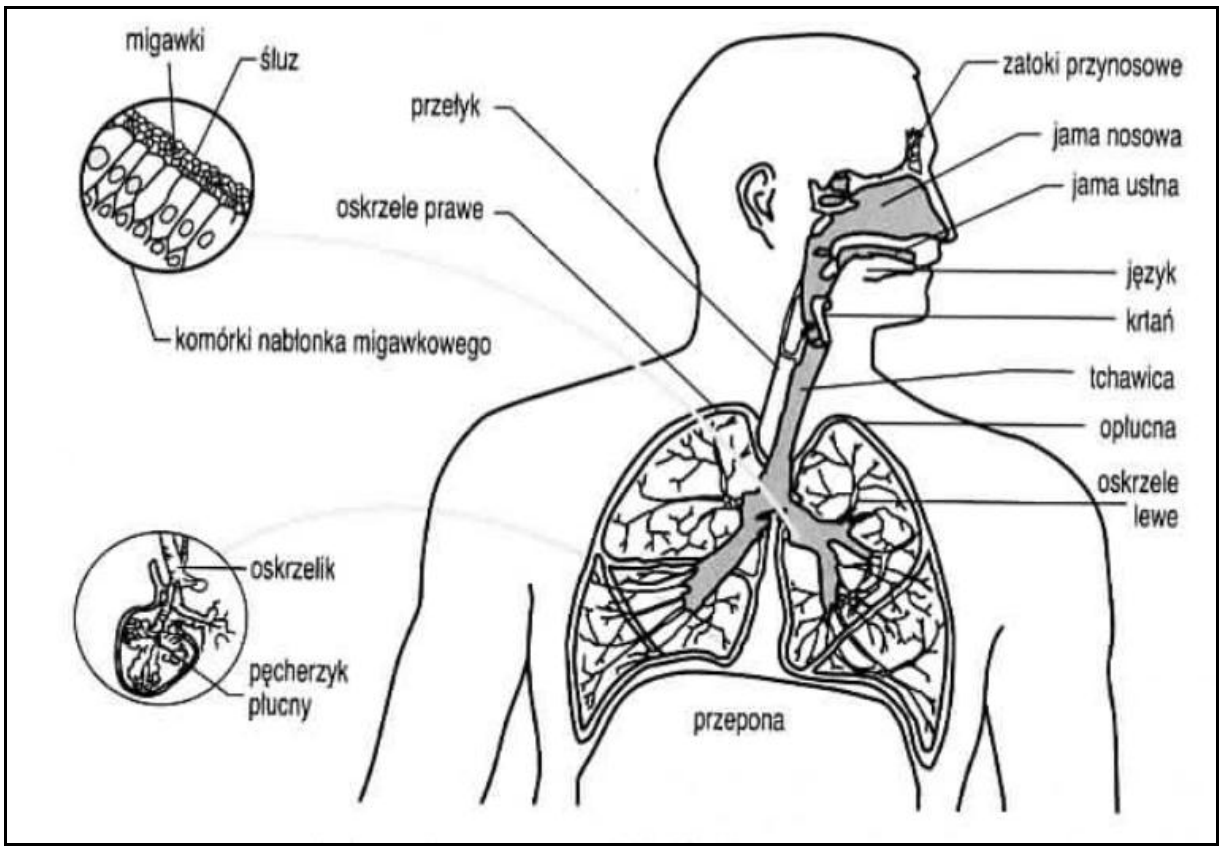
Układ oddechowy można podzielić na kilka obszarów czynnościowych, które istotnie różnią się między sobą pod względem czasu zatrzymania pyłu w miejscach osadzania, szybkością i

drogami jego eliminacji, a także reakcją patologiczną na pył [20]. Najważniejsze z nich to (patrz Rysunek 1):

- obszar górnych dróg oddechowych (nos, jama ustna, gardło, krtań),
- obszar tchawiczno-oskrzelowy (tchawica, oskrzela, oskrzeliki),
- obszar wymiany gazowej (pęcherzyki płucne).

Zaleganie pyłu w każdym z tych obszarów jest uzależnione od wymiaru jego cząstek, budowy dróg oddechowych (Rysunek 2) i samego procesu oddychania (objętość wdechu, częstotliwość oddechów, prędkość przepływu powietrza w drogach oddechowych) [20].

Rysunek 2. Schemat układu oddechowego człowieka [20]



Ze względu na skutki zdrowotne, najbardziej niebezpieczne są cząstki o średnicy poniżej 7µm, umożliwiającej ich przeniknięcie do obszaru wymiany gazowej i w konsekwencji do możliwości rozwoju pylicy płuc, większości nowotworów oraz zapalenia pęcherzyków płucnych. Rodzaj choroby wywołanej oddziaływaniem pyłu na układ oddechowy zależy od rodzaju wdychanego pyłu [20]. Narażenie na cząstki pyłów zawierających wolną krystaliczną krzemionkę może być przyczyną krzemicy. Wdychanie pyłów włóknistych może prowadzić do pylicy płuc i nowotworów. Narażenie na cząstki pyłów drewna twardego (buk, dąb) może być powodem nowotworów nosa i zatok przynosowych.

Na podstawie obserwacji epidemiologicznych, badań klinicznych pracowników narażonych na pyły oraz doświadczeń na zwierzętach [23], scharakteryzowano pyły ze względu na rodzaj działania biologicznego szkodliwego dla człowieka [16,20] (Tabela 9).

Tabela 9. Podział pyłów ze względu na rodzaj działania biologicznego szkodliwego dla człowieka [23]

Rodzaj działania pyłu	Schemat działania	Przykłady i występowanie
Pylicotwórcze (zwłókniającym)	Cząstki krzemionki krystalicznej, po wniknięciu do układu oddechowego, mogą powodować silny rozrost tkanki łącznej w płucach, prowadzący do pylicy krzemowej. Rozwój jej następuje w ciągu kilku lub nawet kilkunastu lat	Pyły pochodzenia mineralnego, zawierające krystaliczny dwutlenek krzemu (wolną krzemionkę: cząstki kwarcu, krystobalitu, trydymitu) oraz. Do pyłów pylicotwórczych zalicza się również pyły niektórych krzemianów: azbestu, kaolinu, talku, bentonitu, a także krzemionki bezpostaciowej, pyły rud żelaznych i z kopalni węgla
alergizujące	Pyły te po wniknięciu do układu oddechowego, mogą powodować różnego typu choroby o podłożu uczuleniowym: dychawicę oskrzelową, odczyny skórne bądź nieżyty dróg oddechowych	Głównie pyły pochodzenia organicznego, a więc pyły pochodzenia roślinnego (bawełny, lnu, konopii, tytoniu, zboża, jedwabiu), zwierzęcego (sierści, itp.) oraz chemicznego (leki, tworzywa sztuczne, pyły arsenu, miedzi, cynku, chromu, itp.)
drażniące	Nierozpuszczalne ciała stałe zawarte w pyle po wniknięciu do płuc zostają zatrzymane na błonach śluzowych wyścielających drogi oddechowe, wywołując nieżyty i nieswoiste choroby układu oddechowego	Pyły pochodzące z nierozpuszczalnych ciał stałych. Do tej grupy zalicza się pyły nie zawierające wolnej krzemionki, np. pyły korundu, szkła, żelaza, węgla, aluminium, związku baru
toksyczne	Zatrucie organizmu następuje przede wszystkim na skutek wdychania aerozoli pyłów powstających podczas produkcji	Głównie pyły związków chemicznych, które mogą być rozpuszczalne w płynach ustrojowych. Do tej grupy pyłów należą pyły związków berylu, ołowiu, rtęci, manganu, arsenu i wielu innych, które po wniknięciu do ustroju dają objawy zatrucia
rakotwórcze	Pyły o udowodnionym działaniu kancerogennym, w którym dużą rolę odgrywają wymiary włókien respirabilnych, oraz względnie wysoka trwałość w środowisku biologicznym	Zgodnie z rozporządzeniem ministra zdrowia i opieki społecznej z dnia 11 września 1996 r. (Dz.U. 1996, nr 121, poz. 571) [24], obecnie w Polsce za rakotwórcze dla ludzi uważa się wszystkie gatunki pyłów azbestu (aktynolit, amosyt, antofyllit, chryzotyl, krokidolit, tremolit), talku zawierającego włókna azbestu, pyły drewna twardego (dąb, buk). Za prawdopodobnie rakowórcze dla ludzi są uważane pyły antygorytu włóknistego i krzemionki krystalicznej (ditlenk krzemu krystaliczny). Wśród pyłów rakotwórczych wymieniane są również pyły skór (powstające przy produkcji i naprawie obuwia) [25]
radioaktywne	Działanie tych pyłów zależy głównie od stopnia emitowanego przez nie promieniowania	Pyły zawierające pierwiastki promieniotwórcze

Przy określaniu szkodliwości pyłu na organizm człowieka oprócz wymienionych wcześniej parametrów pyłu takich jak jego stężenie, wymiary i kształt cząstek, skład chemiczny i struktura krystaliczna cząstek, a także rozpuszczalność pyłu w płynach ustrojowych należy wziąć pod uwagę właściwości osobnicze człowieka, zarówno genetyczne, jak i nabyte. Cechy mogą czasem w znacznym stopniu wpływać na wrażliwość człowieka na działanie pyłu. Ostateczny skutek szkodliwego działania pyłów przemysłowych zależy także od ciężkości wykonywanej pracy fizycznej [20].

4 Rodzaje pylic i ich następstwa.

Pylica to choroba układu oddechowego polegająca na utrudnionej lub ograniczonej wymianie gazowej w płucach pacjenta wynikającej z nagromadzenia pyłu i/lub powikłaniami tym spowodowanymi [26]. Pylicy mogą towarzyszyć różne zmiany gruźlicze, taka jednostka chorobowa nazywana jest pylico-gruźlicą. Zaawansowana pylica wpływa na skrócenie życia osoby chorej. Pierwsze wzmianki o chorobach płuc w kontekście choroby zawodowej w Polsce pojawiają się w wykazie chorób zawodowych z 1928 roku.

4.1 Definicja pylicy

Definicja pylicy, jaka obecnie obowiązuje w Polsce została ustanowiona przez Międzynarodową Organizację Pracy na IV Międzynarodowej Konferencji w Sprawie Pylic w Bukareszcie w 1971 roku. **Pylica to nagromadzenie pyłu w płucach i reakcja tkanki płucnej na jego obecność** [27]**.**

Pył, o którym tu mowa to aerozol w układzie ciało stałe-gaz, ą za na który składają się cząsteczki materii nieożywionej występujące w postaci stałej[28,29]. Definicja pyłu została szeroko omówiona w poprzednim rozdziale, wraz z przedstawieniem możliwych interakcji zmagazynowanego pyłu w płucach człowieka z tkanką (Tabela 9).

O ile samo nagromadzenie pyłu w płucach człowieka może, a nie musi powodować dyskomfortu w postaci trudności z oddychaniem, to z reguły dopiero kilku- lub kilkunastoletnia i ciągła ekspozycja na pyły powoduje trwałe lub okresowe zmiany patomorfologiczne w tkance płucnej.

Wdychanie pyłu może także powodować choroby niebędące pylicami, np.: byssinoza, beryloza, płuco rolnika. Stan taki ma miejsce, jeżeli choroba wywołana jest jedynie przez wdychanie pyłu, a nie przez cząstki nagromadzone w płucach. W przypadku tych chorób nie stwierdza się takiego nagromadzenia ciał obcych jak w przypadku pylic.

4.2 Rodzaje i podział pylic

W zależności od charakteru zmian zachodzących w płucach, wyróżnić można dwie kategorie pylic: kolagenowe i niekolagenowe.

Pylica niekolagenowa [30] wywołana jest przez pyły niewykazujące działania zwłókniającego lub wykazujące je w niewielkim stopniu jak siarczan baru, tlenek cyny czy tlenki żelaza. Zmiany patologiczne zachodzące w tkance płucnej są stosunkowo niewielkie i potencjalnie odwracalne. Nie dochodzi do uszkodzenia pęcherzyków płucnych. Choroba ma bardzo łagodny przebieg, praktycznie bezobjawowy. Do pylic niekolagenowych zalicza się:

- żelazica (z łac. *siderosis*, spowodowana wdychaniem tlenków żelaza);
- pylica cynowa (z łac. *stannosis*, spowodowana wdychaniem pyłów cyny);
- barytoza (z łac. *barytosis*, spowodowana wdychaniem pyłów siarczanu baru);

Pylica kolagenowa wywołana jest przez pyły o działaniu zwłókniającym. Do takich pyłów zalicza się cząstki krzemionki, azbestu, krystobalitu, trydymitu, talku, kaolinu, pyły kopalniane węgla i rud metali. Ten rodzaj pylicy odznacza się zmianami zwłóknieniowymi w tkance płucnej, których następstwem jest uszkodzenie struktury pęcherzyków płucnych w obszarze wymiany gazowej układu oddechowego. Z uwagi na różnorodność pyłów wdychanych przez człowieka wyróżnia się następujące rodzaje pylic kolagenowych:

- pylica krzemowa;
- pylice wywołane pyłem mieszanym:
    - pylica górników kopalń węgla;
    - Zespół Caplana;
    - pylica grafitowa;
    - pylica spawaczy elektrycznych;
- pylice krzemianowe:
    - pylica azbestowa;
    - pylica talkowa;
    - inne pylice krzemianowe;
- pylica aluminiowa.

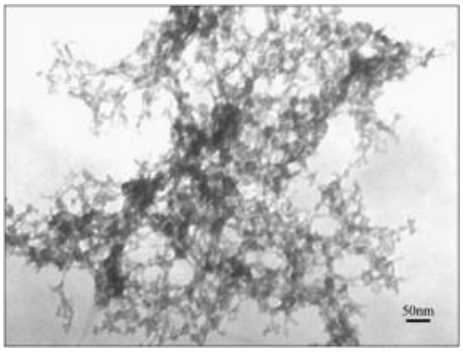
W aspekcie prawnym, aktualny wykaz pylic uznanych za choroby zawodowe reguluje załącznik do rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 30 lipca 2002 [31]. Pylice uznane za choroby zawodowe to: pylica krzemowa, górników kopalń węgla, pylico-gruźlica, pylica spawaczy, azbestowa oraz pozostałe pylice krzemianowe, pylica talkowa, pylica grafitowa, pylice wywoływane pyłami metali. Poniżej opisano wymienione w rozporządzeniu rodzaje pylic.

4.2.1 Pylica krzemowa (krzemica)

Definicja i geneza

Pylica krzemowa (z łac. *silicosis*) to ogniskowe lub rozległe włóknienie tkanki płucnej o charakterze kolagenowym. Ten rodzaj pylicy spowodowany jest ekspozycją tkanki na pył krzemionki krystalicznej (SiO_2, Rysunek 3). Krzemionka krystaliczna występuje w wielu

minerałach (np. kwarcyt, granit, piaskowiec, krzemień, łupek, skaleń) w różnych formach (kwarc, trydymit, krystobalit). Istnieje także bezpostaciowa forma krzemionki w ziemi okrzemkowej wydobywanej metodą odkrywkową. Bezpostaciowa forma krzemionki jest praktycznie nieszkodliwa. Jednakże służy ona do wyrobu formy krystalicznej w procesie prażenia.



Rysunek 3. Zdjęcia pyłu krzemionki krystalicznej wykonane mikroskopem elektronowym [32]

Objawy i następstwa

Zwykle do zmian patologicznych w tkance płucnej dochodzi po kilkunastoletniej ekspozycji na pył zawierający krzemionkę krystaliczną. Jednakże w skrajnych przypadkach, przy dużych stężeniach krzemionki we wdychanym powietrzu, włóknienie tkanki płucnej może nastąpić już po kilku- lub kilkunastu miesiącach. Zmiany pylicze mają postać drobnych, rozsianych po płucach guzków o kilkumilimetrowej średnicy, zwykle w górnej i środkowej części płuc. Na zdjęciu rentgenowskim widoczne są drobne rozproszone punkty i lokalne zamglenia. W miarę postępu choroby pojawiają się większe guzy o owalnym (Rysunek 4) i nerkowatym kształcie mające tendencję do retrakcji („wędrowania").

Rysunek 4. Zdjęcie rentgenowskie płuc osoby chorej na pylicę krzemową [33]

W początkowym stadium rozwoju choroba przebiega bezobjawowo. Objawy kliniczne są skutkiem występowania powikłań jak przewlekłe zapalenie oskrzeli czy rozedma płuc, co zwykle oznacza zaawansowanie choroby. Pojawiają się: duszność wysiłkowa oraz kaszel. Kaszel, będący zwykle objawem przewlekłego zapalenia oskrzeli, zmienia się z suchego na mokry. W miarę postępowania choroby, dolegliwości nasilają się. Zaawansowana pylica jest zagrożeniem dla życia gdyż może powodować niewydolność krążenia krwi przez upośledzenie sprawności prawej komory serca (tzw. serce płucne). Do powikłań pylicy krzemowej zalicza się także gruźlicę i odmę samoistną. U osoby chorej na pylicę mogą pojawić się różnorakie zmiany gruźlicze. Powikłania mogą mieć czynny, naciekowy charakter, czemu może towarzyszyć obecność prątków gruźlicy w wydzielinie z nosa oraz plwocinach odkaszlanych z gardła i płuc.

4.2.2 Pylica górników kopalń węgla

Definicja i geneza

Pylica górników kopalń węgla (z ang. *coal workers' pneumoconiosis*) to ogniskowe włóknienie tkanki płucnej spowodowane inhalacją pyłu kopalnianego. Pył kopalniany jest pyłem typu mieszanego, zawiera głównie pył węglowy, a zawartość krzemionki z reguły nie przekracza 10%. Do innych składników pyłu kopalnianego należą: glinokrzemiany, beryl, miedź, kobalt, selen i siarka. Największe zagrożenie z uwagi na mały rozmiar cząstek stanowi antracyt.

Objawy i następstwa

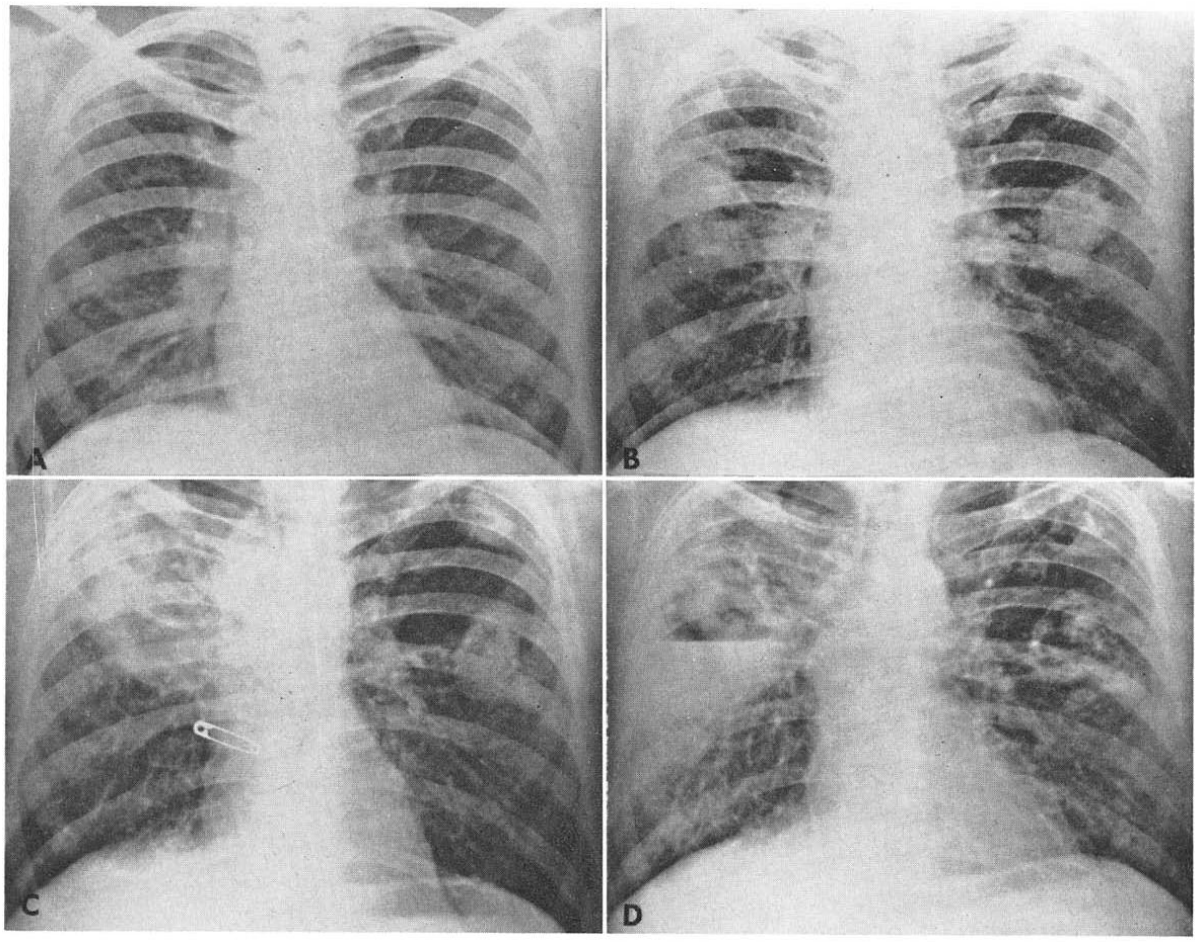
Zmiany patologiczne to włóknienie tkanki płucnej o drobnoogniskowym charakterze (typ retikulinowy) oraz w postaci skupisk – guzów (typ kolagenowy). W miarę postępowania choroby typ włóknienia tkanki zmienia się z mającego początkowo przewagę typu retikulinowego na typ kolagenowy (Rysunek 5). Objawy kliniczne w postaci duszności i kaszlu występują zazwyczaj dopiero wraz z rozprzestrzenieniem się typu kolagenowego pylicy. Ma to miejsce najwcześniej po 5 – 10 latach ciągłej ekspozycji na pył kopalniany i jest ściśle zależne od jego właściwości (skład i stężenie). Pylica górników kopalń rozwija się wolniej niż pylica krzemowa.

Rysunek 5. Zdjęcie rentgenowskie klatki piersiowej górnika chorego na pylicę [33]

Gromadzący się w płucach pył powoduje miejscowe rozszerzanie się pęcherzyków i oskrzelików płucnych, czyli tzw. rozedmę ogniskową. W przypadku długotrwałej ekspozycji na pył o dużym stężeniu węgla może dojść do **postępującego rozległego włóknienia** (**PMF**, z ang. *progressive massive fibrosis*). Natomiast w przypadku dużej zawartości krzemionki w pyle kopalnianym powikłania mogą być analogiczne do pylicy krzemowej.

4.2.3 Zespół Caplana

W 1953 roku Caplan opisał reumatoidalną postać pylicy u górnika. Zespół Caplana [34] uważany jest za odmianę PMF, a w obrazie radiologicznym uwidacznia się w postaci owalnych zacienień o średnicy od 0,5 cm do 5,0 cm. Zmiany patologiczne to włóknienie tkanki płucnej typu retikulinowego o nieznacznym stopniu zaawansowania (Rysunek 6). Dodatkowo zespół Caplana charakteryzuje się dodatnimi odczynami serologicznymi na obecność czynnika reumatoidalnego (odczyn lateksowy i Waalera-Rosego) oraz reumatoidalnym zapaleniem stawów.



Rysunek 6. Postępujące zmiany pylicze zdiagnozowane jako zespół Caplana [35]: A – maj 1945, B – czerwiec 1956, C – listopad 1957 oraz D – październik 1961

4.2.4 Pylica grafitowa

Definicja i geneza

Ten rodzaj pylicy powodowany jest przez pył grafitowy pochodzenia zarówno naturalnego, jak i sztucznego. Grafit występujący tu w dwóch formach: krystalicznej i amorficznej, w procesie wydobycia i przeróbki zamienia się w pył zawierający do 11% krzemionki.

Objawy i następstwa

Zwykle do wystąpienia objawów klinicznych dochodzi po kilkunastoletniej ekspozycji na pył. Początkowo pylica objawia się w postaci drobnych, rozsianych po całych płucach ognisk, które z czasem wykazują tendencje do przekształcania się w większe guzy. Ogólnie objawy kliniczne są podobne do tych występujących u osób chorych na pylice górników kopalń węgla i mogą przypominać PMF.

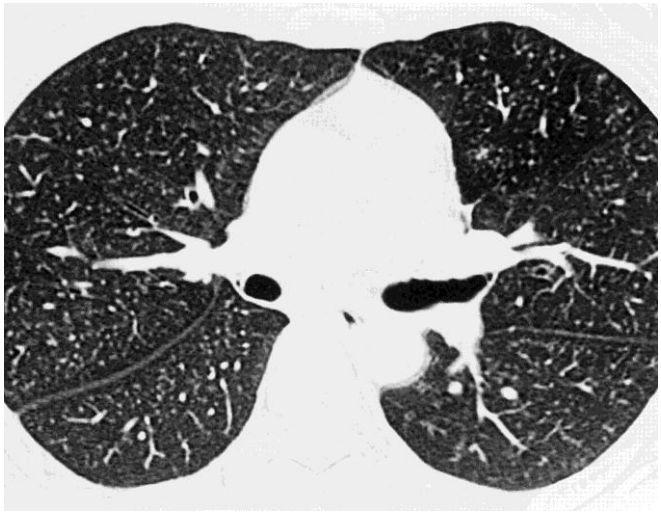
4.2.5 Pylica spawaczy elektrycznych

Definicja i geneza

Wykonując swą pracę spawacze pozostają w bliskim sąsiedztwie z różnymi gazami oraz pyłami tworzącymi się w łuku elektrycznym. Skład chemiczny powietrza w którym znajduje się spawacz zależny jest ściśle od rodzaju spawanego materiału i zastosowanych elektrod. Dlatego też zmiany patologiczne mogą mieć charakter kolagenowy lub niekolagenowy. Wysoka temperatura łuku elektrycznego powoduje natychmiastowe utlenianie metali wchodzących w skład spawanych części, mogą to być tlenki żelaza, tytanu, mangany, chromu czy niklu. Powstają także toksyczne dla człowieka gazy jak tlenek węgla, azotu czy siarkowodór. We wdychanym powietrzu może znajdować się także do kilku procent krzemionki jeśli do spawania wykorzystywane są elektrody otulinowe.

Objawy i następstwa

Przebywanie w bezpośrednim kontakcie ze źródłem niebezpiecznych związków chemicznych prowadzi do odkładania się w płucach tlenków metali ciężkich. W takiej sytuacji może dojść do zatrucia organizmu metalami ciężkimi. W przypadku gromadzenia się krzemionki w płucach spawacza objawy kliniczne są analogiczne do pylicy krzemowej. Ogólny obraz kliniczny jest jednak łagodniejszy od pylicy krzemowej, występują jedynie zmiany o drobnoogniksowym charakterze (typ retikulinowy), małe guzki (Rysunek 7). Zmiany widoczne w obrazie radiologicznym płuc mają tendencję do zmniejszania się, a nawet ustępowania po dłuższym okresie czasu braku ekspozycji jeżeli czynnikiem szkodliwym były tlenki żelaza. Choroba może przebiegać bezobjawowo, do powikłań należą kaszel i duszność wysiłkowa wywołane zapaleniem oskrzeli. Pogorszenie obserwuje się u około 25% chorych.



Rysunek 7. Obraz z tomografu komputerowego, badanie wykonano na 46-letnim, niepalącym spawaczu, z 15-letnią historią pracy [36]

4.2.6 Pylica azbestowa (azbestoza)

Definicja i geneza

Pylica azbestowa (z łac. *asbestosis*) wywołana jest przez gromadzące się w płucach włókna azbestu. Definicja mówi, iż jest to rozlane i kolagenowe włóknienie tkanki płucnej. Często śródmiąższowemu włóknieniu towarzyszą zmiany opłucnowe poprzedzone rozległym stanem zapalnym pęcherzyków płucnych. Bardzo charakterystyczne dla pylicy azbestowej są blaszki opłucnej będące hialinowymi zgrubieniami opłucnej ściennej. Płuca w górnej części wykazują zmiany charakterystyczne dla rozedmy, a w dolnej ogniska włóknienia. W obrazach radiologicznych widoczne są także ciałka azbestowe otoczone osłonką z mukopolisacharydów włóknami azbestu o długości kilkunastu mikrometrów. Potwierdzenia przypadku pylicy azbestowej można dokonać przez oznaczenie ciałek azbestowych w plwocinach. W płucach nie obserwuje się zmian guzowatych.

Objawy i następstwa

Objawy kliniczne pojawiają się zwykle w okresie nie krótszym niż 10 – 12 lat. W początkowej fazie rozwoju choroby chory cierpi na duszność wysiłkową. Problemy z wentylacją pogłębiają się wraz z zaawansowaniem choroby. Pylica azbestowa objawia się suchym kaszlem oraz uczuciem ucisku na klatkę piersiową. Po odkaszlnięciu może pojawić się trzeszczenie u podstaw płatów płucnych.

Rysunek 8. Zdjęcie rentgenowskie osoby ze zdiagnozowaną pylicą azbestową [37]

Azbest jest powszechnie znaną substancją o działaniu kancerogennym, co zostało potwierdzone przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem (IACR). Do zmian nowotworowych będących powikłaniami pylicy azbestowej należą: międzybłoniak opłucnej, otrzewnej i/lub osierdzia, czy rak oskrzela. U osób chorych na pylicę azbestową notuje się także inne nowotwory jak rak górnych dróg oddechowych i przełyku, jelit czy trzustki. Jednakże z powodu niewystarczających danych uczeni nie są zgodni co do faktu czy nowotwory te zaliczyć w poczet powikłań tej odmiany pylicy.

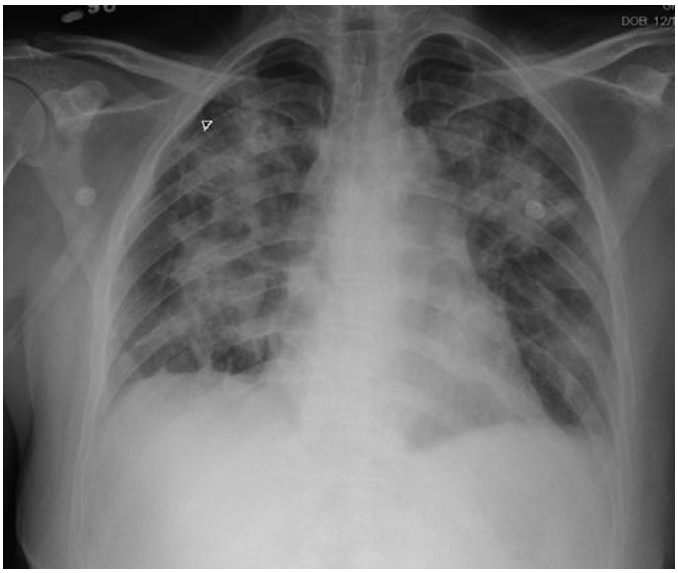
4.2.7 Pylica talkowa

Definicja i geneza

Pylica talkowa (z łac. *talcosis*) spowodowana jest przez uwodniony krzemian magnezu (talk). Wdychany pył talkowy może być czystym krzemianem magnezu lub być domieszkowany krzemionką i/lub azbestem. Zmiany włókniste wywołane przez talk są podobne zarówno do tych charakteryzujących pylice azbestową oraz krzemową. Gromadzenie się czystego krzemianu magnezu w płucach zwykle powoduje rozwój ziarniaków w tkance płucnej. W obrazie radiologicznym widoczne są nieregularne zaciemnienia o różnej powierzchni.

Objawy i następstwa

Obraz kliniczny to powolny i łagodny przebieg choroby. Dolegliwości występują po długotrwałej ekspozycji na skondensowany pył. Mogą występować duszności wysiłkowe oraz niewysiłkowe, czy zespół restrykcyjny.



Rysunek 9. Zdjęcie rentgenowskie klatki piersiowej osoby chorej na pylicę takową [38]

4.2.8 Inne pylice krzemianowe

Do mniej rozpowszechnionych, chociaż wartych odnotowania należą:

- pylica kaolinowa (glinka chińska);
- pylica wywołana ziemią Fullera (ziemia folusznicza);
- zmiany tkanki płucnej o cechach pylicy wywołane przez wollastonit (minerał o strukturze włóknistej podobnej do azbestu).

Wszystkie powyższe terminy odnoszą się do zmian włóknistych w tkance płucnej osób narażonych na wieloletnie wdychanie dymów zawierających cząsteczki różnych minerałów.

4.2.9 Pylica aluminiowa

Definicja i geneza

Pylica aluminiowa (z łac. *aluminiosis*) to patologiczne włóknienie tkanki płucnej spowodowane przez gromadzący się w płucach pył aluminiowy lub cząstki stałe wchodzące w skład dymu powstałego w procesie prażenia boksytów (choroba Shavera). Gromadzące się w płucach cząstki stałe prowadzą do powstawania ziarniaków i rozległego, kolagenowe włóknienia tkanki płucnej.

Objawy i następstwa

Do objawów klinicznych pylicy aluminiowej należą kaszel oraz duszność wysiłkowa. Objawy nasilają się wraz z zaawansowaniem choroby. Pojawiające się drobne plamki w obrazie radiologicznym z czasem mogą formować większe guzy o nieregularnych kształtach. Do możliwych powikłań należą także odma samoistna oraz astma oskrzelowa.

4.3 Skutki narażenia zawodowego na pyły

Pyły do organizmu człowieka dostają się poprzez układ oddechowy (Rysunek 2): górnymi drogami oddechowymi przez oskrzela wędrują do pęcherzyków płucnych – organu właściwej wymiany gazowej. Wchłanianie pyłów innymi drogami, jak np. poprzez skórę jest marginalne w stosunku do absorpcji, jaka zachodzi w układzie oddechowym.

Cząsteczki pyłu po przedostaniu się do płuc mogą zostać bądź to przyswojone przez organizm, bądź wydalone. Absorpcja cząstek stałych może odbywać się na drodze rozpuszczenia w śluzie pokrywającym tkankę płucną. Drugą drogą absorpcji jest fagocytoza, czyli wchłanianie cząstek

pyłów przez pewien rodzaj komórek zwanych fagocytami. Ponieważ w przyrodzie istnieje równowaga i żaden proces nie zachodzi do końca, niewchłonięte cząstki stałe mogą albo zalegać w płucach, albo mogą zostać wydalone wraz z plwocinami w trakcie odksztuszania. Zalegające w płucach ciała stałe mogą także zostać otorbione.

Najogólniej, skutki narażenia na pyły mogą mieć charakter miejscowy i ogólny (układowy) [20]. Do miejscowych skutków zalicza się uczuleniowe i podrażnieniowe odczyny na skórze i błonach śluzowych jamy ustnej, nosa oraz oczu. Zmiany naskórne mogą mieć postać wyprysku o różnej powierzchni i fakturze. Z kolei zmiany uczuleniowe obejmują kontaktowy alergiczny wyprysk uczuleniowy na skórze oraz objawy astmatyczne jak kaszel.

Skutki o charakterze ogólnym będą widoczne w układzie oddechowym. Tego rodzaju skutki będą powodować pyły o charakterze zwłókniającym i rakotwórczym. Do skutków takich zalicza się pylice, a także powikłania pochorobowe jak np. niewydolność oddechowa i różnego rodzaju nowotwory, głównie układu oddechowego.

5 Ocena narażenia zawodowego na pyły.

5.1 Narażenie zawodowe na pyły

Narażenie zawodowe na pyły dotyczy szerokiej grupy zawodów uprawianych w Polsce. Każdy rodzaj pylicy jest powodowany właściwym dla siebie rodzajem pyłu. Jednakże identyfikacja danej jednostki chorobowej (rodzaju pylicy) nie jest zadaniem łatwym [39,40]. Dzieje się tak ponieważ wraz z postępowaniem i zaawansowaniem choroby może dochodzić do zacierania różnic pomiędzy danymi rodzajami pylic, przez podobne objawy i ogólny spadek wydajności krążeniowo-oddechowej organizmu. Poniżej zestawiono zawody oraz gałęzie przemysłu i działalności człowieka odznaczające się zwiększonym prawdopodobieństwem zachorowania na dany rodzaj pylicy.

5.1.1 Pylica krzemowa

Zapadalność na pylicę krzemową dotyczy głównie następujących zawodów:

- pracownicy kamieniołomów, zatrudnieni zarówno przy wydobyciu jak i obróbce surowca;

- kamieniarze, szlifierze oraz inne osoby zatrudnione przy obróbce kamienia;

- pracownicy zakładów ceramicznych;

- pracownicy zakładów produkujących wyroby ogniotrwałe oraz cierne;

- pracownicy zakładów wydobycia i przetwórstwa ziemi okrzemkowej;

- murarze i czyściciele pieców hutniczych.

Bezpośrednią przyczyną narażenia jest obróbka materiałów skalnych zawierających krzemionkę, przeprowadzana często w pomieszczeniach zamkniętych, co powoduje wzrost ekspozycji na pył krzemionkowy. Przy termicznej obróbce ziemi okrzemkowej powstają wysoce agresywne formy krystaliczne krzemionki: krystobalit oraz trydymit (Rysunek 10).

a) b)

Rysunek 10. a) kryształ krystobalitu (0,92 mm), b) kryształ trydymitu (2,10 mm) [41]

5.1.2 Pylica górników kopalń węgla i zespół Caplana

Na wdychanie pyłu kopalnianego są przede wszystkim narażeni górnicy kopalń węgla kamiennego. W kopalniach węgla kamiennego inhalacja pyłem jest niejednokrotnie potęgowana przez złą lub słabą wentylację zamkniętych przestrzeni jakimi są podziemne chodniki oraz wyrobiska. Największej ekspozycji są poddani górnicy pracujący na „ścianach", przy odstrzałach urobku materiałami wybuchowymi, a także przy drążeniu chodników i szybów. W mniejszym stopniu od pracowników kopalń podziemnych są narażeni na działanie pyłu pracownicy kopalń odkrywkowych.

5.1.3 Pylica grafitowa

Na pył grafitowy narażone są osoby pracujące zarówno przy mechanicznej jak i termicznej przeróbce węgla. Transport, fragmentacja i mielenie węgla prowadzi do powstania naturalnego pyłu grafitowego. Procesy termicznej obróbki węgla jak koksowanie, a także procesy prażenia paku i ropy naftowej w wysokich temperaturach powodują powstanie sztucznego grafitu mającego postać bardzo drobnego pyłu.

Grafit stosowany jest także do wyrobu ołówków, elektrod spawalniczych, gumy, czy atramentu. Osoby pracujące przy produkcji tych materiałów są także narażone na szkodliwy wpływ pyłu grafitowego.

5.1.4 Pylica spawaczy elektrycznych

Czynnikiem powodującym zapadanie spawaczy na pylicę jest wdychanie dymów będących produktem reakcji chemicznych w łuku elektrycznym zachodzących w trakcie spawania. Wykonując swą pracę spawacze pozostają w bardzo bliskim sąsiedztwie źródła niebezpiecznych i szkodliwych dla zdrowia tlenków żelaza, manganu, tytanu oraz węgla. Dym spawalniczy zawiera także gazy drażniące układ oddechowy człowieka jak siarkowodór i fluorowodór. Podrażnione błony śluzowe są jeszcze bardziej podatne na wchłanianie ciał obcych. Dodatkowo, jeśli proces spawania zachodzi w małych zamkniętych przestrzeniach, takich jak statki oraz rurociągi zagrożenie jest potęgowane przez kumulowanie się zanieczyszczeń.

Przebywanie w bezpośrednim kontakcie ze źródłem niebezpiecznych związków chemicznych prowadzi do odkładania się w płucach tlenków metali ciężkich. W takiej sytuacji może dojść do zatrucia organizmu metalami ciężkimi. W przypadku gromadzenia się krzemionki w płucach spawacza objawy kliniczne są analogiczne do pylicy krzemowej.

5.1.5 Pylica azbestowa

Azbestoza jest spowodowana wdychaniem pyłu zawierającego włókna azbestu (Rysunek 11). Na pylicę azbestową zapada do kilkunastu procent narażonych zawodowo na azbest. Ponieważ azbest jest naturalnie występującym minerałem, najbardziej narażone na pylicę azbestową są osoby pracujące przy jego wydobyciu. W Polsce nie prowadzi się wydobycia azbestu, dlatego też w naszym kraju na azbest głównie narażone są osoby pracujące w fabrykach przemysłowych, gdzie azbest stosowany jest jako materiał ognioodporny albo izolacyjny. Właśnie z uwagi na bardzo dobre właściwości izolujące oraz niską cenę, azbest zwykł być stosowany jako materiał izolacyjny ścian i pokryć dachowych w budynkach mieszkalnych. Dlatego też kolejną grupę zawodową narażoną na kontakt z pyłem azbestowym są osoby pracujące przy jego usuwaniu i utylizacji. Co prawda, odpowiednio zabezpieczona i zakonserwowana izolacja azbestowa nie stanowi zagrożenia, jednakże obecnie izolacja azbestowa jest powszechnie usuwana w celach prewencyjnych.

Rysunek 11. Przykład włókna azbestu [42]

5.1.6 Pylica aluminiowa

Na pylicę aluminiową narażone są osoby pracujące przy wydobyciu i przeróbce boksytu. Jest to minerał zawierający około ½ masy tlenku glinu (Al_2O_3), a także krzemionkę, fluorki i żelazo. W procesie obróbki boksyt jest kruszony i mielony, a następnie poddaje się go elektrolizie. W przemyśle pirotechnicznym bardzo drobnoziarnisty proszek aluminiowy jest stosowany w materiałach palnych i wybuchowych. Sproszkowany glin jest wykorzystywany do wyrobu farb. Ponadto aluminium jest stosowane w spawalnictwie, przemyśle elektrycznym i budownictwie.

5.2 Ocena narażenia zawodowego (ONZ) na pyły

Ocena narażenia zawodowego na pyły jest wieloaspektowym przedsięwzięciem. Ma ono na celu estymację oddziaływania na zdrowie pracownika znanych i mierzalnych w sposób ilościowy szkodliwych czynników występujących w miejscu pracy. Ponadto ma na celu ochronę zdrowia pracownika przez minimalizację zagrożeń i odpowiednie działania profilaktyczne. Wszystkie działania w tym zakresie opierają się na obowiązującym obecnie stanie prawnym oraz wiedzy z zakresu BHP, czy toksykologii.

Celem prawidłowej oceny narażenia zawodowego na pyły należy wykonać pomiary stężeń czynnika zagrożenia jakim jest pył. Pomiary wykonuje się w miejscu gdzie to zagrożenie bezpośrednio występuje, czyli na stanowisku pracy. Należy również określić wskaźniki ekspozycji na pył w perspektywie czasu całego dnia pracy. Uzyskane wartości czynników porównuje się z wartościami najwyższych dopuszczalnych stężeń pyłów (NDS). Otrzymane wyniki służą do ustalenia oceny ryzyka zawodowego narażenia na pyły, a wyciągnięte wnioski pozwalają na odpowiedni dobór środków ochrony przeciwpyłowej.

5.2.1 Pomiar stężenia pyłów

Pierwszym krokiem do oceny narażenia zawodowego na pyły jest prawidłowy pomiar stężeń pyłów zawartych w powietrzu występującym na danym stanowisku pracy. Mówi się wtedy o analizie ilościowej. Pomiaru stężenia dokonuje się w oparciu o uprzednio pobrane próbki. Do pobierania próbek pyłów mogą służyć zarówno przyrządy stacjonarne jak i przyrządy mobilne noszone przez pracownika. Zasady pobierania próbek powietrza celem określenia stężenia pyłów w miejscu pracy są regulowane przez odpowiednie normy PN-Z-04008-7:Az1:2004 i PN-EN 481:1998 [15, 43].

Do prawidłowego przeprowadzenia pomiaru stężenia pyłu niezbędne jest zebranie informacji wstępnych o zakładzie, którego pomiar dotyczy. Informacje te obejmują wiedzę o procesach technologicznych i używanych substancjach oraz o organizacji i sposobie wykonywania pracy [44]. W ramach wstępnych informacji powinny znaleźć się odpowiedzi na pytania czy, kiedy i gdzie potencjalnie występuje zagrożenie. Następnie należy zidentyfikować owo zagrożenie (patrz Tabela 10, Tabela 11) i poddać analizie, tzn.:

1) Należy poddać identyfikacji oraz oznaczeniu ilościowemu możliwie jak najwięcej pojedynczych czynników zagrożenia. W takim przypadku do wykonania oznaczenia zaleca się użycie chromatografu gazowego wyposażonego w odpowiednią kolumnę i detektor mas (GCMS).

2) W przypadku, gdy wszystkie zidentyfikowane składniki pyłu odznaczają się jedną wartością NDS, można posłużyć się oznaczeniem ilościowym sumy składników mieszaniny.

3) Istnieje także możliwość oznaczenia jednej wybranej substancji wskaźnikowej celem oceny narażenia zawodowego. Jako substancje wskaźnikową wybiera się tą o największej wartości NDS, będącą w największym stężeniu, odznaczającą się największą lotnością i toksycznością (np. rakotwórczość). Wariant ten należy stosować wtedy i tylko wtedy gdy zachodzi brak dostępnych metod oznaczania wszystkich składników, lub brak możliwości identyfikacji wszystkich składników mieszaniny oraz brak wartości NDS dla kilku składników.

Pomiar jakościowy

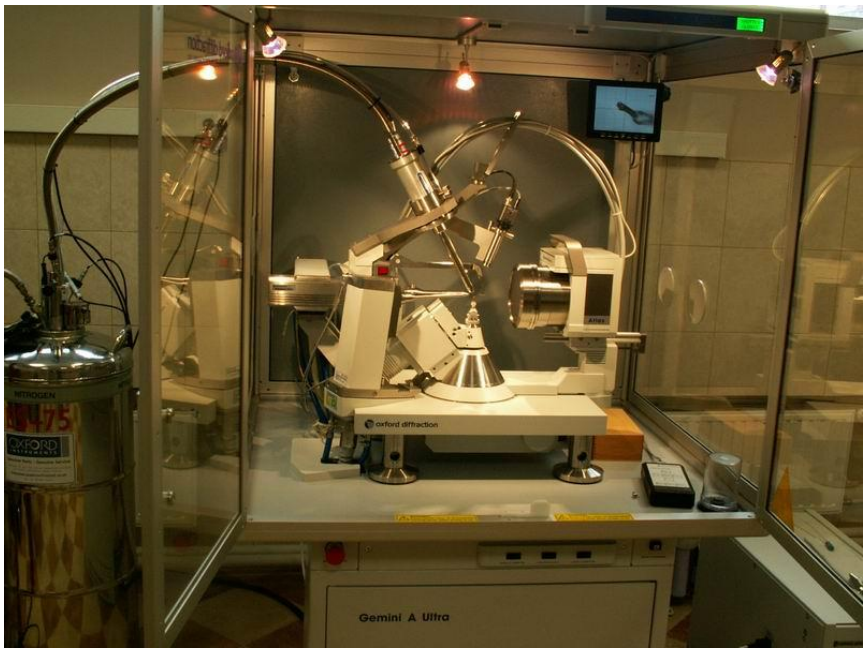
Analiza jakościowa pobranego pyłu pozwala odpowiedzieć na pytanie o jego skład chemiczny. To jakie substancje (związki chemiczne, minerały) wchodzą w skład pyłu na danym stanowisku pracy jest kluczowe do oceny szkodliwości pyłu na organizm ludzki. Istnieją bowiem substancje o charakterze rakotwórczym, które są szczególnie niebezpieczne dla zdrowia, a nawet życia człowieka. Analiza jakościowa ma szczególne znaczenie w badaniu pyłów mieszanych, co do których składu chemicznego nigdy nie ma pewności. Nie posiadając informacji na jakie czynniki będzie narażony pracownik nie można określić zgodności warunków pracy z odpowiednimi przepisami i normami charakterystycznymi dla danego stanowiska pracy czy danego zawodu.

Wykorzystanie metody dyfrakcji [45] rentgenowskiej do jakościowej analizy składników pyłu opiera się na fakcie, iż większość substancji wchodzących w skład pyłu ma budowę krystaliczną. W metodzie tej wykorzystuje się zjawisko ugięcia promieni rentgenowskich polegające na sferycznym rozproszeniu promieni X przez atomy w sieci krystalicznej oraz zachodzącej po tym interferencji fal. Zjawisko interferencji zachodzi zarówno dla fal pierwotnie padających na kryształ jak i odbitych, w wyniku czego pojawiają się tzw. promienie ugięte. Kąt padania pomiędzy wiązką promieni pierwotnych a ugiętych jest charakterystyczny dla kształtu i wielkości danej komórki elementarnej. Z kolei natężenie promieniowania ugiętego zależy od liczby i rodzaju atomów występujących w komórce elementarnej. Zjawisko to jest podstawą jakościowego oznaczenia kryształu, a w matematyczny sposób opisuje je geometryczny warunek dyfrakcji promieni X na płaszczyznach krystalicznych o odległościach miedzypłaszczyznowych d (patrz równanie 1).

$$n\lambda=2d\sin\theta \qquad (1)$$

gdzie: n to rząd odbicia lub ugięcia promieniowania, λ to długość fali promieniowania X, d to odległość międzypłaszczyznowa, θ to kąt miedzy promieniowanie odbitym a płaszczyzną odbijającą.

Wzorce rentgenowskie gromadzone są w różnych bazach danych. Do największych baz danych w tym zakresie należy kartoteka ICDD publikowana przez Joint Committe on Powder Diffraction Standards. Obecnie komputery umożliwiają efektywne porównanie wzorców pobranych z baz z analizowanym materiałem.



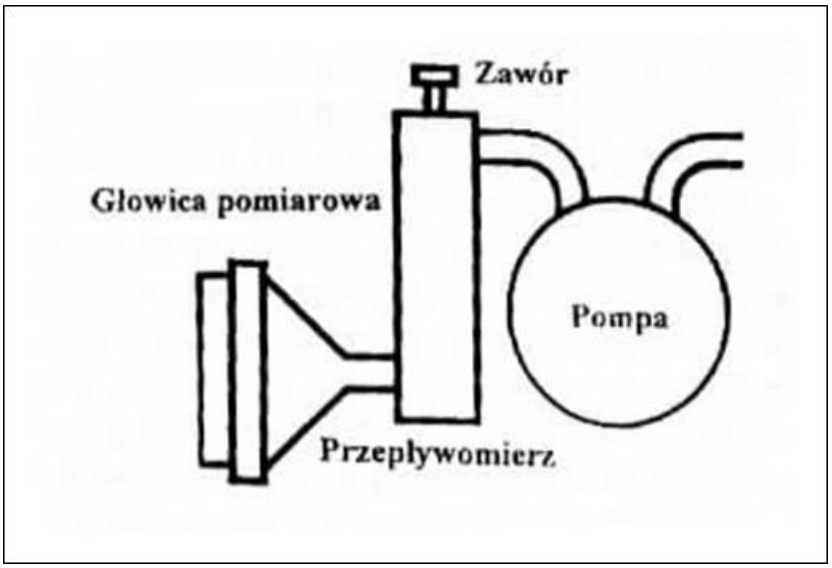
Rysunek 12. Przykład dyfraktometru rentgenowskiego

Inną metodą stosowaną w celu jakościowej analizy składników pyłu jest spektrofotometria absorpcyjna w podczerwieni [46]. Metoda ta wykorzystuje zjawisko absorpcji promieniowania elektromagnetycznego w zakresie 0,8 do 500 µm przez drgające molekuły. W wyniku absorpcji promieniowania cząsteczka zyskuje energię, która jest przekształcana na energię ruchów oscylacyjnych i rotacyjnych. W wyniku pomiaru otrzymuje się tzw. widma IR badanej substancji, które są wykresem zależności natężenia absorbancji lub transmitancji promieniowania od długości fali. Powstałe widmo jest charakterystyczne dla danej substancji i umożliwia jej identyfikację w oparciu o odpowiedni wzorzec. Można przeprowadzić pomiar próbki wzorca wraz z pomiarem próbki właściwej, lub skorzystać z biblioteki. Przykładem bazy może być atlas widm i minerałów ilastych opracowany przez Van der Marela i Beutelspachera [47].

Rysunek 13. Przykład spektrofotometru absorpcyjnego w podczerwieni

Pomiar ilościowy

Można wyróżnić dwa podejścia do pomiaru stężenia pyłu na stanowisku pracy [16]. Pierwszy, bezpośredni sposób zakłada pobór odpowiedniej objętości próbki powietrza na stanowisku pracy w warunkach pracy (Rysunek 14). Następnie z takiej próbki uzyskuje się pył, który jest poddawany analizie ilościowej.



Rysunek 14. Schemat zestawu pomiarowego do poboru próbek powietrza [16]

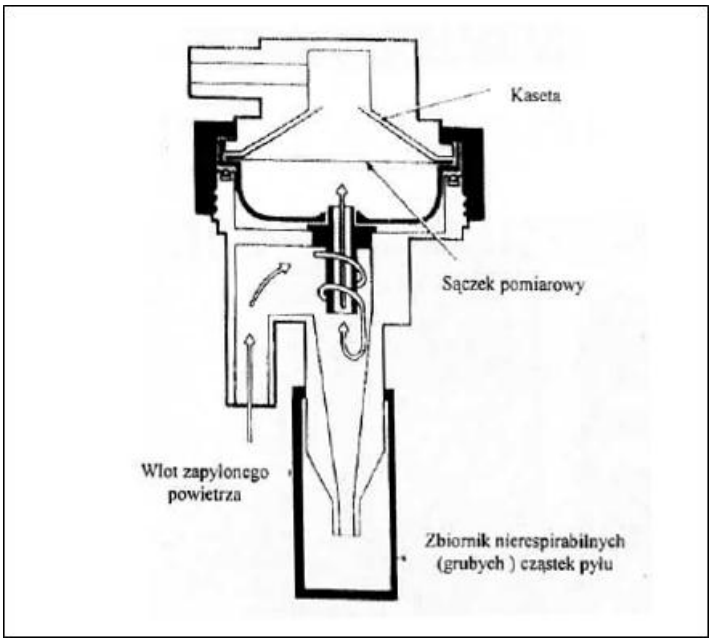
Drugi, pośredni sposób zakłada pobór próbki z wyodrębnieniem fazy rozproszonej już na stanowisku pomiarowym. Do wyodrębnienia fazy rozproszonej można doprowadzić na drodze filtracji przez odpowiednie sączki, sedymentacji, zjawiska termodyfuzji w pyłomierzach termodyfuzyjnych lub zjawiska elektrostatycznego w pyłomierzach elektrostatycznych. Spreparowane próbki przenosi się do laboratorium, gdzie są poddawane analizie. W dzisiejszych czasach z uwagi na miniaturyzację urządzeń pomiarowych istnieje możliwość przeprowadzenia pośredniego oznaczenia stężenia pyłu całkowitego i pyłu respirabilnego za pomocą urządzeń przenośnych (przykład, patrz Rysunek 15). Takie urządzenia są w pełni mobilne i dają możliwość przeprowadzania analiz typu on-line (w czasie rzeczywistym) dzięki wyposażeniu porty komunikacji przewodowej i bezprzewodowej z komputerem.

Rysunek 15. Przykład przenośnego urządzenia do pomiaru stężenia pyłu TSI DUSTTRAK Aerosol Monitor Environmental Enclosure Model 8535

Pomiaru stężenia pyłu obecnego w miejscu pracy w próbce dokonuje się z podziałem na pomiar zawartości pyłu całkowitego [48] oraz pyłu respirabilnego [49]. Za pył całkowity uważa się wszystkie cząstki stałe obecne w powietrzu. Aby oznaczyć ilościowo zawartość pyłu w powietrzu jest ono przez określony czas dynamicznie zasysane przez sączek mierniczy. Następnie z różnicy masy sączka przed (m_1) i po filtracji (m_2) określa się masę pyłu. Stężenie pyłu (c) obliczane jest jako iloraz masy osadzonego na sączku pyłu ($m_2 - m_1$) do objętości przefiltrowanego powietrza (V) w danym okresie czasu [16]:

$$c = \frac{m_2 - m_1}{V} \cdot 1000 \qquad (2)$$

Pył respirabilny to frakcja pyłu całkowitego odznaczająca się wartością średniej aerodynamicznej cząsteczki pyłu na poziomie 3,5 ± 0,3 µm i geometrycznym odchyleniem standardowym 1,5 ± 0,1. Pomiar zawartości pyłu respirabilnego na stanowisku pracy wykonuje się metodą filtracyjno-wagową [16,49]. Powietrze jest zasysane do specjalnego urządzenia z określoną szybkością przepływu w określonym czasie. Urządzenie takie to specjalnie skonstruowany mikrocyklon (Rysunek 16). Najpierw w dolnej części mikrocyklonu zatrzymywana jest frakcja gruboziarnista, a pozostała frakcja respirabilna osadza się na umieszczonym w górnej części urządzenia sączku pomiarowym. Dalej postępuje się analogicznie jak w przypadku pyłu całkowitego.



Rysunek 16. Schemat mikrocyklonu do oznaczania stężenia pyłu respirabilnego [16]

Z uwagi na wysoką szkodliwość (rakotwórczość) wykonuje się także oznaczanie w pyłach liczbowego stężenia respirabilnych włókien mineralnych [50]. Takie respirabilne włókna mineralne mogą być pochodzenia syntetycznego lub naturalnego (np. azbest). W tym celu wykorzystuje się głównie metody mikroskopowe, jak na przykład metodę mikroskopii optycznej z kontrastem fazowym. Oznaczenie polega na zliczeniu cząstek spełniających kryteria nałożone na włókna respirabilne występujące w losowo wybranych polach widzenia mikroskopu świetlnego. Mikroskop taki winien być wyposażony w urządzenie kontrastowo-fazowe. Obszar zliczania cząstek respirabilnych ma promień 50 µm ± 1µm przy powiększeniu mikroskopu równym 600x i jest nakładany na obraz przy pomocy siatki Walton-Becketta. W przypadku konieczności identyfikacji cząsteczek pyłu można posłużyć się mikroskopem elektronowym.

Wykorzystuje się ponadto monitory włókien (przykład, Rysunek 17), które służą do pomiaru stężenia włókien respirabilnych bezpośrednio na stanowisku pracy. Urządzenia te wykorzystują zjawisko oddziaływania włókien z polem elektrycznym, które powoduje orientację przestrzenną włókien. Padająca wiązka promieniowania laserowego na taką próbkę ulega rozproszeniu a następnie pada na fotopowielacz. Sygnał jest przekazywany do komputera, który oblicza wyniki.

Rysunek 17. Laserowy monitor włókien Fibrous Aerosol Monitor MIE FM-7400 FAM

Inne normy [51,52,53] dokładnie określają jak dokonać oznaczenia wolnej krzemionki w pyle, która cechuje się wysoką szkodliwością, oraz innych mineralnych składników pyłów. Do stosowanych w tym celu analitycznych technik instrumentalnych należą: dyfrakcja rentgenowska, czy spektroskopia absorpcyjna w podczerwieni.

5.2.2 Obliczanie wskaźników ekspozycji na pyły

Po obliczeniu stężeń pyłów na jakie narażony jest pracownik na miejscu pracy należy przystąpić do obliczenia wskaźnika ekspozycji na pył. W zależności od zastosowanej metody pomiarowej stosowane są różne algorytmy do obliczania wskaźnika ekspozycji na pyły, które przedstawiono w normie PN-Z-04008-7:Az1:2004 [43].

Dla próbek powietrza, pobranych indywidualnie przez pracowników (dozymetria indywidualna), wskaźnikiem narażenia zawodowego (W) będzie średnie ważone stężenie dla danej zmiany roboczej (C_w), obliczone z uwzględnieniem czasu pobierania poszczególnych próbek według równania 3.

Stężenie średnie ważone dla określonego czasu pracy:

$$C_w = \frac{C_1 \times t_1 + C_2 \times t_2 + ... + C_n \times t_n}{t_1 + t_2 + ... + t_n} \qquad (3)$$

gdzie: C_1, C_2, ... C_n to średnie stężenia substancji, oznaczone w poszczególnych okresach pomiarowych, t_1, t_2, ... t_n to czas pobierania poszczególnych próbek (podany w godzinach).

Prowadząc pomiary stacjonarne do oceny narażenia zawodowego, należy zapewnić reprezentatywność pobranych próbek dla rzeczywistego przebiegu narażenia. Reprezentatywność powinna być zapewniona przez losowość pobierania próbek w trakcie co najmniej ¾ czasu trwania okresu pomiarowego [54]. Po dokonaniu oznaczeń ilościowych należy wyliczyć następujące parametry:

1) wartości logarytmów stężeń substancji (X_i) w pobranych próbkach:

$$\lg X_i \qquad (4)$$

2) średnią arytmetyczną logarytmów ($\lg \overline{X}_g$), odpowiadającą logarytmowi średniej geometrycznej:

$$\lg \overline{X}_g = \frac{\sum_{i=1}^{n} \lg X_i}{n} \qquad (5)$$

gdzie: n to liczba pobranych próbek w konkretnym okresie pomiarowym;

3) logarytm geometrycznego standardowego odchylenia ($\lg S_g$):

$$\lg S_g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\lg \overline{X}_g - \lg X_i)^2}{n-1}} \qquad (6)$$

4) logarytmy dla dolnej (DG) oraz górnej (GG) granicy przedziału ufności dla średniej wyników pomiarów:

$$\lg DG = \lg \overline{X}_g - t \times \frac{\lg S_g}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

$$\lg GG = \lg \overline{X}_g + t \times \frac{\lg S_g}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

gdzie: *t* to wartość parametru z testu studenta dla prawdopodobieństwa 0,95 i liczby stopni swobody n-1 [54].

Następnie dokonuje się operacji odlogarytmowania równań 7 i 8, a otrzymane wartości stanowią odpowiednio dolną oraz górną granicę przedziału ufności, w którym z prawdopodobieństwem 95% mieści się średnie stężenie substancji w danym okresie pomiarowym. W przypadku gdy wartości *DG* i *GG* obliczano dla 8-godzinnego dnia pracy mogą one zostać bezpośrednio wykorzystane do oceny narażenia zawodowego.

Natomiast, jeżeli wartości parametrów *DG* i *GG* nie pokrywają się z 8-godzinnym dniem pracy należy podstawić je do wzoru na stężenie średnie ważone dla 8-godzinnego dnia pracy (równanie 11) otrzymując dolną (C_W^D) oraz górną (C_W^G) granicę 95% przedziału ufności dla średnich geometrycznych ważonych (równanie 9 i 10) [16, 55].

$$C_W^D = \frac{DG_1 \times t_1 + DG_2 \times t_2 + \ldots + DG_n \times t_n}{8} \quad (9)$$

$$C_W^G = \frac{GG_1 \times t_1 + GG_2 \times t_2 + \ldots + GG_n \times t_n}{8} \quad (10)$$

Wielkością charakteryzującą narażenie jest wskaźnik narażenia umożliwiający ocenę stężenia średniego ważonego dla całej zmiany roboczej (W). Wskaźnikiem tym może być w przypadku pomiarów z zastosowaniem dozymetrii indywidualnej stężenie średnie ważone dla zmiany roboczej (C_w), a w przypadku pomiarów stacjonarnych górna i dolna granica przedziału ufności dla średniej wyników pomiarów (GG i DG) lub górna granica przedziału ufności dla średnich geometrycznych ważonych (C_W^G i C_W^D) jeśli parametry GG i DG nie były liczone dla 8-godzinnej zmiany.

Kolejnym krokiem jest zestawienie obliczonych wartości wskaźników ekspozycji na pyły (W) z odpowiadającymi im wartościami najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) dla identyfikowanych czynników zagrożenia, co opisano poniżej.

5.2.3 Najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) pyłu

NDS, czyli najwyższe dopuszczalne stężenie (w tym przypadku pyłu) to wartość obrazująca średnie ważone stężenie pyłu na który jest wystawiony pracownik w trakcie ośmiogodzinnego dnia pracy (równanie 11), a które nie powinno spowodować negatywnych zmian w stanie zdrowia pracownika, ani jego potomstwa. Wartości NDS-ów dla pyłów (patrz Tabela 10 i Tabela 11) są podane w rozporządzeniu Ministra Pracy i polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 roku w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [14].

Stężenie średnie ważone dla 8-godzinnego dnia pracy określane jest wzorem

$$C_w = \frac{c_1 \times t_1 + c_2 \times t_2 + \ldots + t_n \times c_n}{8} \qquad (11)$$

gdzie: c_1, c_2, ... c_n to średnie stężenia substancji, oznaczone w poszczególnych okresach pomiarowych, t_1, t_2, ... t_n to czas trwania poszczególnych okresów pomiarowych (podany w godzinach).

Tabela 10. Wykaz wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń związków chemicznych występujących w pyłach szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, gdzie CAS to oznaczenie numeryczne substancji pozwalające na jej jednoznaczną identyfikację [14]

Nazwa substancji	Forma występowania	Numer CAS	NDS [mg/m³]
acetanilid	pyły	103-84-4	6
amidosiarczan(VI) amonu	pył całkowity	7773-06-0	10
4-aminofenol	pyły	123-30-8	5
asfalt naftowy	dymy	8052-42-4	5
chlorek amonu	pary i dymy	12125-61-8	0,15
cyna i jej związki nieorganiczne bez stannanu	dymy i pyły	7440-31-5	2
dichlorek cynku	dymy	7646-85-7	1
dikwatu dibromek	pyły	85-00-7	0,1
4'etoksyacetanilid	pyły	62-44-2	5
10-hydrat heptaoksotetraboranu sodu	pyły	1303-96-4	0,5
kadm i jego związki nieorganiczne	pyły i dymy	7440-43-9	0,01
kobalt metaliczny	pyły i dymy	7440-48-4	0,05
kwas adypinowy	pyły	124-04-9	5
metoksychlor	pyły	72-43-5	10

Nazwa substancji	Forma występowania	Numer CAS	NDS [mg/m³]
miedź i jej związki	pyły tlenków i sole nierozpuszczalne	7440-50-8	1
miedź i jej związki	dymy tlenków i sole rozpuszczalne	7440-50-8	0,1
pentatlenek wanadu	pyły i dymy	1314-62-1	0,05
peroksodiosiarczan(VI) potasu	pyły	7727-21-1	0,1
rtęć i jej związki	pary rtęci	7439-97-6	0,025
srebro	pyły i dymy	7440-22-4	0,05
tlenek cynku	dymy	1314-13-2	5
tlenek magnezu	pyły	1309-48-4	10
tlenek magnezu	dymy	1309-48-4	5
tlenek wapnia	pyły	1305-78-8	2
tlenki żelaza	dymy	1309-37-1	5
1,3,5-triazinano-2,4,6-trion 1,3,5-triazyno-2,4,6-triol	pyły	108-80-5	10
2,4,6-trichloro-1,3,5-triazyna	pary i aerozole	108-77-0	0,05
tritlenek dibromu	pyły	1303-86-2	10
węglan wapnia	pyły	471-34-1	10
wolfram	pyły i dymy	7440-33-7	5
żelazowanad	pyły	12604-58-9	1

Można wyróżnić trzy wartości NDS dla pyłów:

- NDS dla pyłu całkowitego (dotyczy wszystkich rodzajów pyłów);
- NDS dla pyłu respirabilnego (dotyczy tylko pyłów zawierających poniżej 2% krzemionki krystalicznej, naturalnego grafitu, talku bez włókien azbestowych, pyłów cementu portlandzkiego i hutniczego, pyłów apatytów i fosforytów oraz krzemionek bezpostaciowych);
- NDS dla włókien respirabilnych (dotyczy tylko pyłów o budowie włóknistej, jak np. azbest sztuczne włókna mineralne, włókna ceramiczne).

Z takiego sposobu definiowania parametru NDS wynika konieczność pobierania dwóch próbek na miejscu oznaczania stężenia pyłu. Jedna próbka służy do oznaczenia zawartości pyłu całkowitego, a druga do oznaczenia zawartości pyłu respirabilnego lub włókien respirabilnych (patrz Tabela 11).

Tabela 11. Wykaz wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń pyłów szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy[14]

Nazwa czynnika szkodliwego	NDS [mg/m³]	
	w pyle całkowitym	w pyle respirabilnym
pyły zawierające krzemionkę krystaliczną > 50%	2	0,3
pyły zawierające krzemionkę krystaliczną > 2% i < 50%	4	1

Nazwa czynnika szkodliwego	NDS [mg/m³]	
	w pyle całkowitym	w pyle respirabilnym
pyły zawierające azbest chryzotylowy	1	-
pyły zawierające krokidolit	0,5	-
pyły grafitu naturalnego	4	1
pyły grafitu syntetycznego	6	-
inne pyły przemysłowe zawierające krzemionkę krystaliczną > 2%	10	-
pyły organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego zawierające wolną krzemionkę > 10%	2	1
pyły organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego zawierające wolną krzemionkę < 10%	4	2
pyły talku	4	1
pyły talku zawierające włókna mineralne w tym azbest	1	-
pyły sztucznych włókien mineralnych bez włókien ceramicznych	2	-
pyły włókien ceramicznych	1	-
pył mieszany sztucznych włókien mineralnych i ceramicznych	1	-
pyły cementów portlandzkiego i hutniczego	6	2
pyły apatytów i fosforytów zawierających wolną krzemionkę > 2%	4	1
pyły apatytów i fosforytów zawierających wolną krzemionkę < 2%	6	2
pyły sadzy technicznej	4	-
pyły węgla kamiennego i brunatnego zawierające krzemionkę krystaliczną > 50%	1	0,3
pyły węgla kamiennego i brunatnego zawierające krzemionkę krystaliczną > 10% i < 50%	2	1
pyły węgla kamiennego i brunatnego zawierające krzemionkę krystaliczną > 2% i < 10%	4	2
pyły węgla kamiennego i brunatnego zawierające krzemionkę krystaliczną < 2%	10	-
pyły drewna z wyjątkiem pyłów drewna twardego jak dąb i buk	4	-
pyły drewna twardego jak dąb i buk	2	-
pyły drewna mieszane	2	-
ziemia okrzemkowa niekalcynowana	10	2
ziemia okrzemkowa kalcynowana	2	1
krzemionka bezpostaciowa syntetyczna	10	2
krzemionka stopiona (szkło kwarcowe)	2	1
pyły węglika krzemu niewłóknistego o zawartości krzemionki krystalicznej < 2%	10	-
pyły gipsu zawierające krzemionkę krystaliczną < 2% i bez azbestu	10	-
pyły dolomitu zawierające krzemionkę krystaliczną < 2% i bez azbestu	10	-
pyły kaolinu zawierające krzemionkę krystaliczną < 2% i bez azbestu	10	-
pyły ditlenku tytanu zawierające krzemionkę krystaliczną < 2% i bez azbestu	10	-

5.2.4 Interpretacja wyników i ocena zgodności warunków pracy z wartościami NDS

Otrzymane wartości wskaźników ekspozycji na pyły w zestawieniu z odpowiednimi wartościami NDS pozwalają na wyznaczenie częstości pomiaru stężenia pyłów szkodliwych dla zdrowia pracowników w miejscu pracy (Tabela 12). Pomiar stężenia pyłu szkodliwego leży w gestii i obowiązku pracodawcy i należy go przeprowadzać:

- **dla pyłów o działaniu rakotwórczym**
  - nie rzadziej niż raz na trzy miesiące gdy wskaźnik ekspozycji > 0,5 NDS;
  - nie rzadziej niż raz na sześć miesięcy gdy wskaźnik ekspozycji > 0,1 NDS i < 0,5 NDS;
  - oraz zawsze gdy zajdzie zmiana w warunkach występowania pyłu;

- **dla pyłów innych, tj. nie o działaniu rakotwórczym**
  - nie rzadziej niż raz w roku gdy wskaźnik ekspozycji > 0,5 NDS;
  - nie rzadziej niż raz na dwa lata gdy wskaźnik ekspozycji > 0,1 NDS i < 0,5 NDS;
  - oraz zawsze gdy zajdzie zmiana w warunkach występowania pyłu.

Można zaprzestać pomiaru pyłu na stanowisku pracy, w sytuacji gdy wartości wskaźnika ekspozycji na pyły podczas dwóch ostatnich pomiarów nie przekroczyły 0,1 NDS. Dodatkowo nie mogły ulec zmianie warunki technologiczne występowania pyłu.

Tabela 12. Częstotliwość przeprowadzania pomiaru stężenia pyłu (gdzie W to wartość wskaźnika ekspozycji na pyły)

Rodzaj pyłu	Wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia pyłów (NDS)	Częstotliwość pomiaru stężenia pyłu szkodliwego
pyły o działaniu rakotwórczym	bez znaczenia	zawsze gdy zajdzie zmiana w warunkach występowania pyłu
	W > 0,5 NDS	nie rzadziej niż raz na trzy miesiące
	0,5 NDS > W > 0,1 NDS	nie rzadziej niż raz na sześć miesięcy
	W ≤ 0,1 NDS (podczas dwóch ostatnich pomiarów)	możliwość zaprzestania pomiaru pyłu na stanowisku pracy (pod warunkiem, że nie uległy zmianie warunki technologiczne występowania pyłu)

Rodzaj pyłu	Wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia pyłów (NDS)	Częstotliwość pomiaru stężenia pyłu szkodliwego
pyły pozostałe, tj. nie o działaniu rakotwórczym	bez znaczenia	zawsze gdy zajdzie zmiana w warunkach występowania pyłu
	W > 0,5 NDS	nie rzadziej niż raz w roku
	0,5 NDS > W > 0,1 NDS	nie rzadziej niż raz na dwa lata
	W ≤ 0,1 NDS (podczas dwóch ostatnich pomiarów)	możliwość zaprzestania pomiaru pyłu na stanowisku pracy (pod warunkiem, że nie uległy zmianie warunki technologiczne występowania pyłu)

5.2.5 Ocena zgodności warunków pracy z NDS [55]

Warunki pracy należy uznać za bezpieczne jeżeli wartość obliczonego wskaźnika narażenia (W) (C_W, *GG*, C_W^G) nie przekracza wartości największego dopuszczalnego stężenia dla danego pyłu lub jego składnika NDS.

Warunki pracy należy uznać za niebezpieczne dla zdrowia pracownika, jeżeli wartość obliczonego wskaźnika narażenia W (C_W, *DG*, C_W^D) przekracza wartości największego dopuszczalnego stężenia dla danego pyłu lub jego składnika NDS.

Warunki pracy należy uznać za dopuszczalne, jeżeli wartość największego dopuszczalnego stężenia dla danego pyłu lub jego składnika NDS znajduje się w przedziale ufności dla średniej określonego granicami {*DG* (C_W^D) : *GG* (C_W^G)}.

5.3 Podsumowanie

Narażenie na pyły, a w konsekwencji powikłania związane z długotrwałą ekspozycją są zróżnicowane w zależności od wykonywanego zawodu [56]. Zapadalność na różnego typu pylice związana jest z wieloma parametrami, których kontrolowanie jest bardzo trudne i skomplikowane w praktyce. Niejednokrotnie na zachorowanie mają wpływ czynniki, co do których występowania sam zainteresowany nie jest świadomy.

Identyfikacja czynników zagrażających zdrowiu pracownika oraz ich jakościowy opis są niezbędne do określenia zdatności warunków do pracy i dopuszczenia pracowników do wykonywania czynności na danym stanowisku pracy. Obliczone wartości wskaźników narażenia na pyły pozwalają także na ocenę ryzyka narażenia zawodowego na pyły.

6 Ocena ryzyka związanego z narażeniem na pyły.

6.1 Definicja ryzyka zawodowego

Według normy PN-N-18001: 1999 [57] ryzykiem zawodowym nazywamy prawdopodobieństwo wystąpienia niepożądanych zdarzeń związanych z wykonywaną pracą powodujących straty, w szczególności wystąpienia u pracowników niekorzystnych skutków zdrowotnych w wyniku zagrożeń zawodowych występujących w środowisku pracy lub sposobu wykonywania pracy. **Najprościej mówiąc jest to prawdopodobieństwo wystąpienia szkody u kogoś – szczególnie u pracownika, w związku z istniejącym w pracy zagrożeniem.** W przypadku zagrożenia pyłem, potencjalnym niekorzystnym skutkiem zdrowotnym mogącym wystąpić u pracownika będą choroby układu oddechowego, w szczególności pylice i choroby nowotworowe.

6.2 Definicja i etapy oceny ryzyka zawodowego

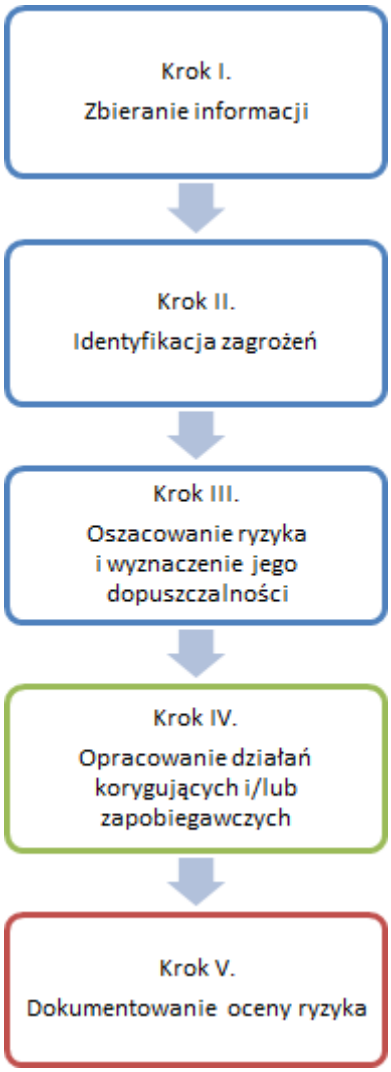
Ocena ryzyka to proces analizowania ryzyka i wyznaczania dopuszczalności ryzyka [57]. Proces ten jest wieloetapowy i w przypadku narażenia na pyły objawia się poprzez [58]:

- zebranie informacji potrzebnych do oceny ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na pyły,
- identyfikację zagrożeń (na tym etapie należy zidentyfikować rodzaje pyłu na stanowisku pracy, następnie oznaczyć stężenie tego pyłu oraz tam gdzie jest to wymagane – oznaczyć zawartości wolnej krystalicznej krzemionki w pyle, obliczyć wskaźnik narażenia na pyły i ostatecznie przeprowadzić ocenę narażenia na pyły),
- oszacowanie ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na pyły oraz ciężkości ich następstw,
- wyznaczenie dopuszczalności ryzyka.

Kolejny etap oceny ryzyka dotyczy ograniczenia lub eliminacji ryzyka zawodowego. W związku z tym należy wprowadzić działania korygujące i/lub zapobiegawcze (poprzedzone opracowaniem planu) lub gdy nie są one konieczne ograniczyć się do okresowego przeprowadzania oceny ryzyka zawodowego. Końcowym etapem procesu oceny ryzyka jest jego udokumentowanie oraz realizacja proponowanych zmian.

Prosty sposób oceny ryzyka zawodowego promowany przez Centralny Instytut Ochrony Pracy (CIOP), Państwową Inspekcję Pracy (PIP), Europejską Agencję Zdrowia i Bezpieczeństwa Pracy (OSHA), itp. [59,60] polega na wprowadzeniu pięciu kroków oceny ryzyka (patrz Rysunek 18), tzn.: zbieranie informacji, identyfikacja zagrożeń, oszacowanie ryzyka zawodowego

i wyznaczenie dopuszczalności tego ryzyka, planowanie działań eliminujących lub ograniczających ryzyko oraz ostatni krok – dokumentowanie oceny ryzyka zawodowego.



Rysunek 18. Pięć kroków oceny ryzyka zawodowego

6.2.1 Zbieranie informacji

Zebranie informacji potrzebnej do przeprowadzenia oceny ryzyka zawodowego związanego m.in. z narażeniem na pyły jest kluczowym elementem całego procesu oceny ryzyka. W trakcie tego wstępnego etapu zaleca się skorzystać z informacji dotyczących [58]:

- lokalizacji stanowiska pracy i/lub realizowanych na nim zadań,
- osób pracujących na stanowisku,
- stosowanych środków pracy, materiałów i wykonywanych operacji technologicznych,

- wykonywanych czynności oraz sposobu i czasu ich wykonywania przez pracujące na stanowisku osoby,
- wymagań przepisów prawnych i norm, odnoszących się do analizowanego stanowiska,
- zagrożeń, które już zostały zidentyfikowane, i ich źródeł,
- możliwych skutków występujących zagrożeń,
- stosowanych środków ochronnych, związanych z warunkami pracy, a także awarii.

Źródłami wymienionych wcześniej informacji mogą być [58]:

- dane techniczne urządzeń, maszyn i narzędzi stosowanych na stanowisku,
- dokumentacja techniczno-ruchowa i instrukcje stanowiskowe,
- wyniki pomiarów czynników szkodliwych i/lub niebezpiecznych występujących w środowisku pracy,
- dokumentacja dotycząca wypadków przy pracy i chorób zawodowych,
- przepisy prawa, normy techniczne i literatura naukowo-techniczna, w tym karty charakterystyk substancji chemicznych, itp.

Należy pamiętać o tym, że informacji o analizowanym stanowisku mogą dostarczyć [58]:

- obserwacje środowiska pracy, w tym również czynników zewnętrznych, np. czynników atmosferycznych wpływających na stanowisko pracy,
- obserwacje zadań wykonywanych przez pracownika na stanowisku pracy,
- obserwacje zadań wykonywanych przez pracownika poza stanowiskiem pracy,
- wywiady z pracownikami,
- analiza organizacji działań, mających na celu zapewnienie właściwych warunków pracy.

Z uwagi na znajomość specyfiki pracy, pracowników i ewentualnych zagrożeń występujących na stanowiskach pracy, istotny jest dobór odpowiednich osób do przeprowadzenia oceny ryzyka.

6.2.2 Identyfikacja zagrożeń

Do identyfikacji zagrożeń najlepsze są metody proste i mało sformalizowane. Zagrożenia można zidentyfikować analizując materiały zebrane wcześniej – podczas etapu zbierania informacji. Szczególnie przydatne mogą być informacje zawarte w :

- karcie zawodów (Miedzynarodowa Karta Charakterystyki Zagrożeń Zawodowych) - dotyczące czynników środowiska pracy, na które narażeni są pracownicy podczas wykonywania rutynowej pracy (patrz rozdział 8),
- wynikach pomiarów czynników szkodliwych i/lub niebezpiecznych, a także uciążliwych występujących na danych stanowiskach,
- dokumentacji technicznej i instrukcji dotyczących danego stanowiska,
- dokumentacji wypadkowej w miejscu pracy, zdarzeń potencjalnie wypadkowych, awarii,
- dokumentacji dotyczącej chorób zawodowych,
- przepisach prawnych i dokumentach normatywnych, literaturze naukowo- technicznej,
- kartach charakterystyk substancji chemicznych, itp.

W każdym z analizowanych stanowisk pracy należy zidentyfikować **rodzaj pyłu** na stanowisku pracy, a następnie wyznaczyć **stężenie tego pyłu**. Obliczone stężenie posłuży do obliczenia **wskaźnika narażenia na pyły** oraz do przeprowadzenia **oceny narażenia na pyły**. Wszystkie wymienione elementy potrzebne do przeprowadzenia oceny narażenia na pyły zostały omówione w rozdziale „Ocena narażenia zawodowego na pyły".

6.2.3 Oszacowanie ryzyka związanego z narażeniem na pyły i wyznaczenie dopuszczalności tego ryzyka

Oszacowanie ryzyka zawodowego można przeprowadzać w różny sposób, w zależności od potrzeb, korzystając przy tym z różnych skal, metod, opinii ekspertów oraz wszystkich informacji zebranych na wcześniejszych etapach realizacji procesu oceny ryzyka.

Zalecanym w normie PN-N-18002:2000 [58] sposobem oszacowania ryzyka zawodowego jest zastosowanie skali trójstopniowej (Tabela 13), w której ryzyko szacuje się jako małe, średnie lub duże. Podczas szacowania ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na pyły powinno się korzystać z wielkości charakteryzującej narażenie w postaci wartości wskaźnika narażenia (W), a jako kryterium odniesienia stosuje się wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) pyłów (Tabela 11).

W przypadku jednoczesnego oddziaływania kilku substancji chemicznych oblicza się wartość wskaźnika narażenia (W) zgodnie z zasadą sumowania działania toksycznego substancji, określoną w normie PN-89/Z-04008/07.

Ryzyko duże jest niedopuszczalne, więc jeśli wystąpi, planowana praca nie może być rozpoczęta do czasu zmniejszenia ryzyka zawodowego do poziomu dopuszczalnego. Zarówno ryzyko małe jak i średnie są dopuszczalne (patrz Tabela 13).

Tabela 13. Szacowanie ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na pyły w skali trójstopniowej

Wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia pyłów (NDS)	Oszacowanie ryzyka zawodowego	Niezbędne działania
W > NDS	RYZYKO DUŻE	**Ryzyko niedopuszczalne.** Jeżeli ryzyko zawodowe jest związane z pracą już wykonywaną, działania w celu jego zmniejszenia należy podjąć natychmiast (np. przez zastosowanie środków ochronnych). Planowana praca nie może być rozpoczęta do czasu zmniejszenia ryzyka zawodowego do poziomu dopuszczalnego [58]
NDS ≥ W > 0,5 NDS	RYZYKO ŚREDNIE	**Ryzyko dopuszczalne.** Zaleca się zaplanowanie i podjęcie działań, których celem jest zmniejszenie ryzyka zawodowego [58]
W ≤ 0,5 NDS	RYZYKO MAŁE	**Ryzyko dopuszczalne.** Konieczne jest zapewnienie, że ryzyko zawodowe pozostaje co najwyżej na tym samym poziomie [58]

W - wartość wskaźnika narażenia,
NDS - wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia pyłu

Podane w tabeli zasady nie uwzględniają zmniejszenia narażenia przez zastosowanie środków ochrony indywidualnej. W przypadku zastosowania i prawidłowego doboru tych środków oszacowanie ryzyka zawodowego może ulec zmianie [58].

6.2.4 Planowanie i realizacja działań eliminujących zagrożenie

Przy planowaniu i podejmowaniu działań korygujących lub zapobiegawczych w celu eliminacji lub ograniczenia zagrożeń i związanego z nimi ryzyka zawodowego, zaleca się stosować środki ochronne w następującej kolejności:

a) środki techniczne eliminujące lub ograniczające zagrożenia u źródła;

b) środki ochrony zbiorowej;

c) środki organizacyjne i proceduralne (procedury lub instrukcje bezpiecznej pracy);

d) środki ochrony indywidualnej.

Przed realizacją wynikającego z oceny ryzyka zawodowego planu działań korygujących i/lub zapobiegawczych zaleca się dokonać przeglądu tego planu w celu stwierdzenia:

- czy proponowane działania doprowadzą do wymaganego ograniczenia ryzyka zawodowego,

- czy w wyniku realizacji planu nie powstaną nowe zagrożenia,

- czy można wybrać inne, bardziej skuteczne działania,

- co sądzą pracownicy o potrzebie realizacji i skuteczności planowanych działań?

6.2.5 Dokumentowanie oceny ryzyka

W celu udokumentowania oceny ryzyka zawodowego dla każdego stanowiska pracy należy zarejestrować zidentyfikowane zagrożenia, a także zapisać najważniejsze wnioski. W tym celu posłużyć się można standardowym formularzem oceny ryzyka (Tabela 14).

Tabela 14. Przykładowy formularz oceny ryzyka zawodowego

KARTA OCENY RYZYKA ZAWODOWEGO NA STANOWISKU PRACY				
			Data:_____ Nr karty: _____	
Nazwa i adres przedsiębiorstwa			Sporządził: (nazwisko)	
Stanowisko pracy			Imię i nazwisko pracownika/ pracowników	
Lp.	**Zagrożenie**	**Środki ograniczające ryzyko zawodowe**	**Oszacowanie ryzyka zawodowego**	**Zalecenia dot. wprowadzenia dodatkowych środków ochronnych**
	Wpisać tu należy wszystkie zidentyfikowane zagrożenia, które mogą powodować występowanie pylic, np. pyły drewna, pyły zawierające wolną, krystaliczną krzemionkę)	Wymienić tu należy środki, jakie są stosowane w celu ograniczenia ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na zidentyfikowane zagrożenie pyłem - środki ochrony zbiorowej (np. wentylacja), środki ochrony indywidualnej (np. maski)	Wpisuje się tu – dla każdego zidentyfikowanego zagrożenia pyłem – wynik oszacowania ryzyka zawodowego i jego oceny po zastosowaniu wymienionych środków ochrony (np. „ryzyko średnie/ dopuszczalne” lub „ryzyko duże/ niedopuszczalne”)	Wpisać tu należy działania, planowane w celu ograniczenia ryzyka zawodowego.
Potwierdzenie przeprowadzenia oceny ryzyka zawodowego		Podpis(y)		Data
Potwierdzenie przyjęcia do wiadomości przez pracownika/pracowników		Podpis(y)		Data

Po zrealizowaniu zaplanowanych działań należy przeprowadzić kolejną ocenę ryzyka zawodowego, umożliwiającą sprawdzenie ich skuteczności.

6.3 Podsumowanie

Zgodnie z przepisami prawa każdy pracodawca zobowiązany jest do przeprowadzenia oceny ryzyka zawodowego oraz do poinformowania o nim pracowników. W małych przedsiębiorstwach pracodawca może sam dokonać oceny ryzyka (przy założeniu, że dobrze zna wykonywaną tam pracę). W większym przedsiębiorstwie ocenę ryzyka zawodowego mogą przeprowadzić kompetentni pracownicy (wśród nich specjalista ds. BHP) lub zewnętrzni eksperci. Należy za każdym razem pamiętać, że to pracodawca odpowiada za poprawną ocenę ryzyka zawodowego.

Aktywny udział pracowników w ocenie ryzyka zawodowego jest istotnym elementem całego procesu. Po pierwsze w samej ocenie należy uwzględnić uwagi pracowników, których dotyczy ta ocena, a w szczególności zagrożeń z jakimi mają styczność na stanowisku pracy, ich wiek, płeć oraz stan zdrowia. Po drugie, taka aktywność pracowników z reguły zwiększa ich zaangażowanie w poprawę sytuacji dotyczącej bezpieczeństwa i higieny pracy w przedsiębiorstwie, a jednocześnie poprawia świadomość możliwych zagrożeń na stanowiskach pracy.

Cenne informacje dotyczące oceny ryzyka zawodowego znajdują się na stronach Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, gdzie promowane są programy pomocnicze przy wprowadzaniu oceny ryzyka na stanowiskach pracy, np. bezpłatny program IRYS, MIKRO-BHP, STER. Pomocne informacje dotyczące oceny ryzyka zawodowego można również znaleźć na stronach Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa i Zdrowia Pracy [61] oraz Państwowej Inspekcji Pracy.

7 Zapobieganie skutkom narażenia na pyły. Środki ochrony zbiorowej i indywidualnej

7.1 Sposoby zapobiegania skutkom narażenia na pyły

Zapobieganie skutkom narażenia na pyły polega na sprawnym skoordynowaniu wielu działań (Rysunek 19).

Rysunek 19. Działania zmierzające do przeciwdziałania narażeniu na pyły

Odpowiednia **edukacja** o skutkach i zagrożeniach jakie niesie ze sobą ekspozycja na pyły stanowi podstawę do wszelkich dalszych działań w tej materii. Edukacja ta jednak nie może ograniczać się tylko i wyłącznie do szkoleń w zakresie BHP.

Należy pamiętać, że **zasady BHP** [62] zostały stworzone w celu ochrony zdrowia i życia osób w środowisku pracy, a ich przestrzeganie powinno być bezwzględnie egzekwowane. Ponadto zasady BHP wraz z odpowiednimi regulacjami prawnymi zapewniają jasność i klarowność prawną ewentualnych sytuacji zagrożenia zdrowia i życia.

Żaden z systemów ochrony przeciwpyłowej, zarówno indywidualnej jak i zbiorowej, nie jest doskonały. Dlatego też należy kłaść równy nacisk na stosowanie osobistej ochrony pracowniczej, jak i na sprawność urządzeń i instalacji odpylających i wentylujących.

Różne stanowiska pracy cechują się różnym stopniem ekspozycji na pyły. Z tego względu, w miarę możliwości zaleca się wprowadzenie **rotacyjnego systemu stanowisk** dla pracowników.

W początkowym stadium choroby, pylica przebiega bezobjawowo. Okres rozwoju choroby do pojawienia się pierwszych widocznych i odczuwalnych przez pracownika objawów może trwać nawet kilkanaście lat. Wczesne wykrycie zmian chorobowych w tkance płucnej zwiększa szanse na wyzdrowienie chorego, dlatego należy przeprowadzać **okresowo badania kontrolne**. Częstość przeprowadzania takich badań winna być skorelowana ze stopniem ekspozycji na pyły jakim charakteryzuje się dane stanowisko pracy [63].

Nie bez znaczenia w zapobieganiu skutkom narażenia na pyły są także **urlopy profilaktyczne** udzielane pracownikom. Zmiana klimatu i otoczenia ma istotny wpływ na zdrowie i samopoczucie pracownika.

Pylica może rozwinąć się u osób, które od pewnego okresu czasu nie są poddane ekspozycji na pyły. Szczególną grupę osób stanowią **pracownicy emerytowani**, którzy przez wiele lat byli poddani ciągłej ekspozycji na pyły w swoich zakładach pracy. Takie osoby powinny zostać otoczone specjalną opieką medyczną, uwzględniającą ich historię pracy.

Bezpośredni wpływ na zmniejszenie narażenia pracowników na ekspozycję na pyły mają środki ochrony przeciwpyłowej. Środki te zostaną omówione poniżej.

7.2 Środki ochrony przeciwpyłowej

Można wyróżnić dwa typy środków ochrony przeciwpyłowej:

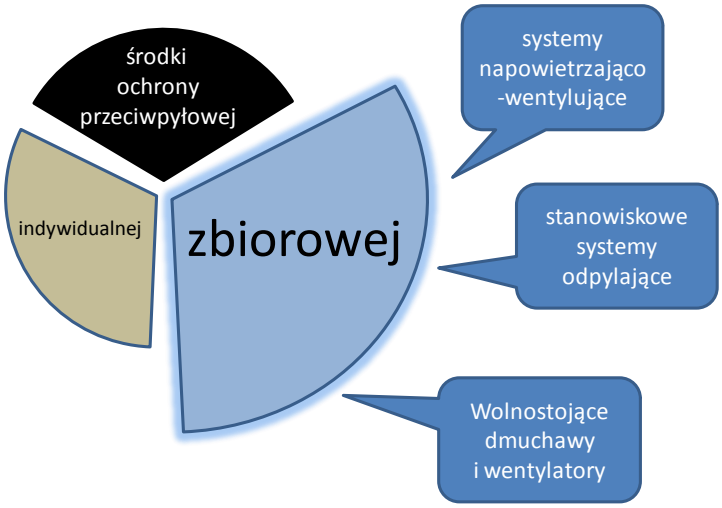
- środki ochrony zbiorowej;
- środki ochrony indywidualnej (osobistej).

Stosowane środki ochrony przeciwpyłowej indywidualnej oraz zbiorowej wzajemnie się uzupełniają. To, jaki rodzaj ochrony przeciwpyłowej należy zastosować w danej sytuacji zależy od zagrożenia i możliwości jakie istnieją w danej sytuacji. Trudno na przykład stosować środki zbiorowej ochrony przeciwpyłowej w postaci systemów wentylacyjnych w kamieniołomach, chociaż np. podczas budowy statków w stoczniach istnieją możliwości stosowania wolnostojących wentylatorów. Z drugiej jednak strony zarówno pracownik kamieniołomu jak

i spawacz powinni być wyposażeni odpowiednio w półmaskę i maskę w ramach indywidualnej ochrony przeciwpyłowej. **Stosowanie środków zbiorowej ochrony przeciwpyłowej nie zwalnia od stosowania środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej.** Przykładem może być górnictwo, gdzie systemy napowietrzania chodników i wyrobisk zalicza się do środków zbiorowej ochrony przeciwpyłowej, a w razie zagrożenia górnicy są zobowiązani do użycia osobistych półmasek filtrujących w ramach środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej.

7.2.1 Środki zbiorowej ochrony przeciwpyłowej

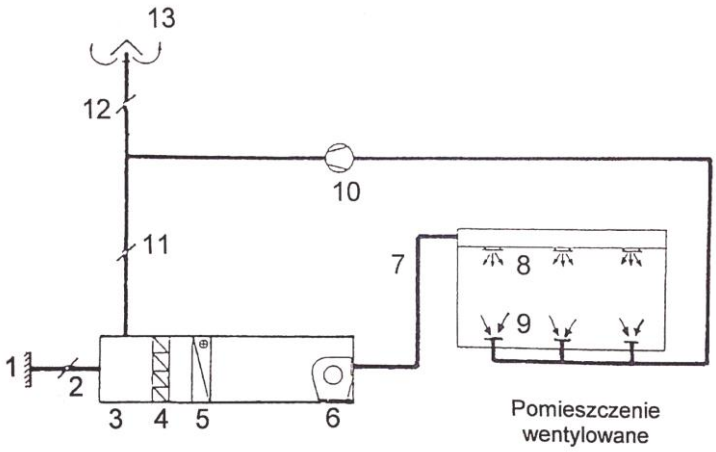
Ogólnie środki zbiorowej ochrony przeciwpyłowej stosuje się w celu ochrony zdrowia, wyrobu i środowiska [64]. Z uwagi na temat niniejszej pracy zostaną omówione jedynie środki zbiorowej ochrony przeciwpyłowej mające na celu ochronę zdrowia pracowników (Rysunek 20).



Rysunek 20. Uproszczony schemat podziału środków zbiorowej ochrony przeciwpyłowej

Środki zbiorowej ochrony przeciwpyłowej obejmują różnego typu mechaniczne **systemy napowietrzająco-wentylujące** (Rysunek 21**,** Rysunek 22). Systemy takie w razie konieczności wyposażone są w filtry i pochłaniacze o klasie absorpcji adekwatnej do stawianego im zadania.

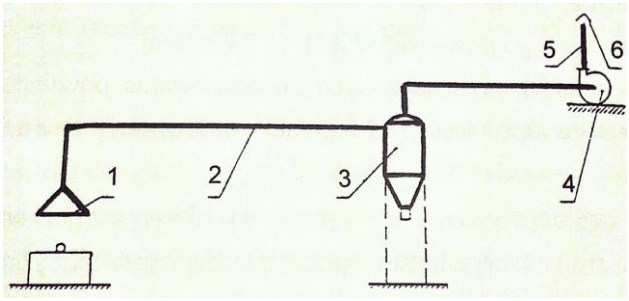
Rysunek 21. Generatory podciśnienia i kanały odpływu powietrza [42]



Rysunek 22. Przykładowy schemat instalacji napowietrzająco-wentylującej (nawiewno-wywiewnej) [23], gdzie: 1 – źródło powietrza, 2 – przepustnica powietrza zewnętrznego, 3 – komora mieszania, 4 – filtr powietrza, 5 – nagrzewnica, 6 – wentylator nawiewny, 7 – przewód wentylacyjny, 8 – nawiewnik , 9 – wywiewnik, 10 – wentylator wywiewny, 11 – przepustnica powietrza recyrkulacyjnego, 12 – przepustnica powietrza usuwanego, 13 – wyrzutnia powietrza

Obok mechanicznych systemów wentylacyjnych obejmujących wentylację nawiewną oraz wywiewną, można wyróżnić także wentylację naturalną. Wentylacja naturalna to niewymuszony ruch powietrza, do którego zalicza się infiltrację, aerację, grawitację i przewietrzanie.

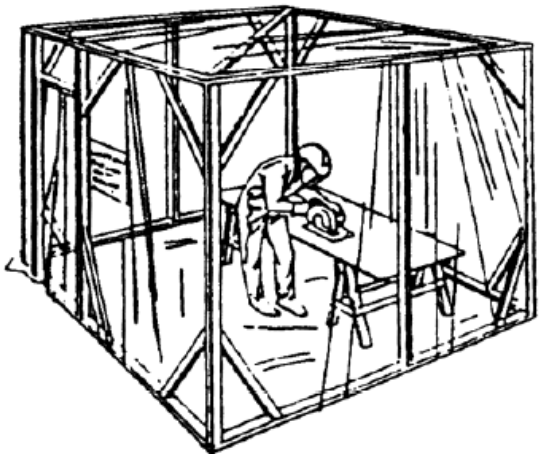
Stosuje się także **zasysające urządzenia odpylające** na stanowiskach, gdzie miejscowo produkowany jest pył (Rysunek 23). Przykładem mogą być stanowiska pracy, na których przeprowadza się obróbkę drewna i kamienia z zastosowaniem pił i szlifierek.



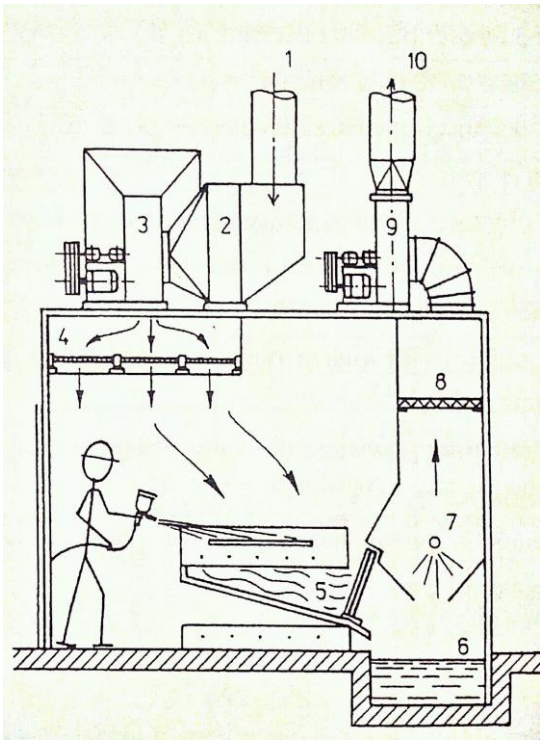
Rysunek 23. Przykładowy schemat instalacji wywiewnej [23], gdzie: 1 – element odsysający zanieczyszczenia, 2 – przewód wentylacyjny po stronie ssawnej wentylatora, 3 – zespół oczyszczający powietrze, 4 – zespół wprowadzający powietrze w ruch, 5 – przewód wentylacyjny po stronie tłocznej wentylatora, 6 – wyrzutnia

Systemy takie mogą, a w uzasadnionych przypadkach powinny być wspomagane przez wolnostojące dmuchawy i wentylatory.

Do środków zbiorowej ochrony przeciwpyłowej zalicza się również **instalacje i konstrukcje** zapobiegające rozprzestrzenieniu się pyłu w znacznej objętości. Najprostsze konstrukcje tego typu można wykonać z desek drewnianych oraz folii polietylenowej (Rysunek 24). W miarę potrzeb należy użyć materiałów odznaczających się większą trwałością i szczelnością, jak szkło i aluminium, a konstrukcję wyposażyć w system wentylacyjny (Rysunek 25). Podobne konstrukcje ograniczające rozprzestrzenianie się szkodliwych pyłów mogą być także stosowane na zewnątrz. Na rysunku poniżej (Rysunek 26) widać zastosowanie konstrukcji z rusztowań i folii ochronnej podczas usuwania otuliny z przewodu kanału gazowego.



Rysunek 24. Przykładowa konstrukcja z drewna i folii polietylenowej ograniczająca strefę ekspozycji na pył [65]



Rysunek 25. Obudowa stanowiska do malowania natryskowego [23], gdzie: 1 – przewód wentylacyjny, 2 – nagrzewnica, 3 – wentylator nawiewny, 4 – nawiewnik z filtrem powietrza, 5 – zbiornik z wodą, 7 – dysza wodna, 8 – filtr powietrza, 9 – wentylator wywiewny, 10 – przewód wentylacyjny

Rysunek 26. Przykładowa konstrukcja ochronna podczas usuwania otuliny z przewodu kanału gazowego [42]

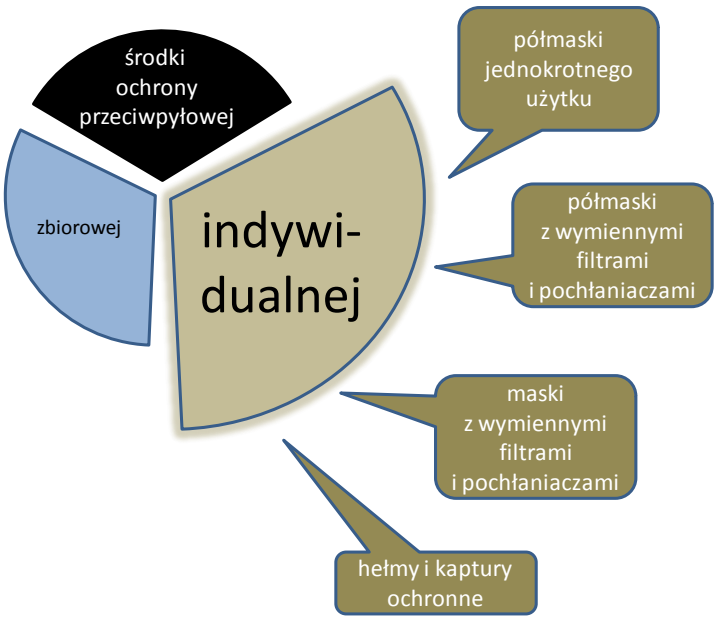
Do instalacji ograniczających zapylenie środowiska pracy do środków zbiorowej ochrony przeciwpyłowej można także zaliczyć różne **przedsięwzięcia techniczne i organizacyjne** przedstawione w tabeli (Tabela 15).

Tabela 15. Przykłady przedsięwzięć technicznych i organizacyjnych ograniczających emisję pyłu [30]

Źródło pyłu	Przedsięwzięcia ograniczające emisję pyłu
mieszanie	hermetyzacja i odpowiednia wilgotność materiałów
workowanie	mechanizacja, automatyzacja, szczelne pojemniki
paczkowanie	mechanizacja i automatyzacja, systemy ssące
obrót materiałami pylistymi	mechanizacja i automatyzacja, systemy ssące, miejscowa wentylacja wywiewna
transport materiałów pylistych	transport pneumatyczny, szczelne zbiorniki, mechanizacja i automatyzacja, jednorazowe opakowania, paletyzacja
piaskowanie i śrutowanie	hermetyczne obudowy i kabiny, miejscowa wentylacja wywiewna
obróbka drewna i kamienia	mechanizacja, urządzenia zraszające i mokre procesy technologiczne, miejscowa wentylacja wywiewna, osłonięte stanowiska pracy
cięcie, szlifowanie i polerowanie	urządzenia zraszające i mokre procesy technologiczne, miejscowa wentylacja nawiewna i wywiewna, prefabrykacja elementów, automatyzacja
wiercenie	mokre procesy technologiczne, miejscowa wentylacja wywiewna
spawanie	hermetyzacja, automatyzacja, mechanizacja, prefabrykacja elementów, miejscowa wentylacja wywiewna
sprzątanie pomieszczeń	sprzątanie mokre oraz z użyciem kurtyn ograniczających rozprzestrzenianie się pyłów

Przepisy opisujące właściwe sposoby i parametry przeprowadzania wentylacji w miejscu pracy zawarte są w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [66] oraz przepisach BHP [29, 67, 68, 69, 70].

7.2.2 Środki indywidualnej ochrony przeciwpyłowej



Rysunek 27. Uproszczony schemat podziału środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

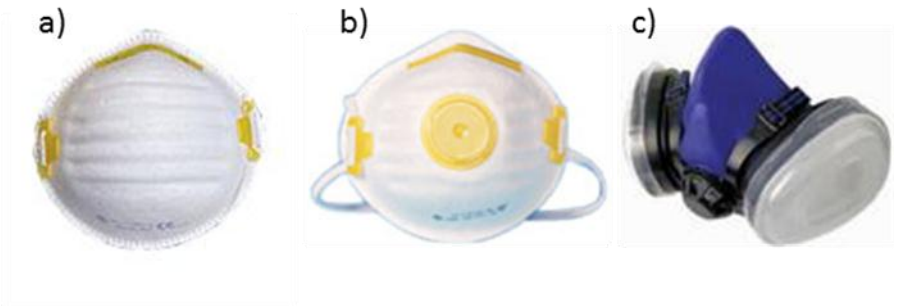
Stosowanie środków zbiorowej ochrony przeciwpyłowej jest nadrzędne w stosunku do środków ochrony osobistej. Istnieją jednakże sytuacje, gdy zastosowane środki ochrony zbiorowej przed pyłami są niewystarczające w kwestii odpowiedniej jakości powietrza w pomieszczeniu pracy. Należy wtedy wyposażyć pracowników w środki indywidualnej ochrony przeciwpyłowej. Dobór konkretnych rozwiązań sprzętowych jest uzależniony i podyktowany rodzajem pyłu występującego w środowisku pracy, jego stężeniem i strukturą, czasem ekspozycji pracownika na pył. Efektywność stosowanych środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej zależy od ich odpowiedniego doboru [[71]], tzn.:

- właściwej jakościowej identyfikacji czynnika szkodliwego lub niebezpiecznego (w tym przypadku rodzaju pyłu);
- oznaczenia stężenia czynnika szkodliwego;
- wyboru środka ochrony indywidualnej adekwatnego do występującego zagrożenia.

Środki indywidualnej ochrony przeciwpyłowej można podzielić na dwie główne kategorie: półmaski oraz maski (Rysunek 27). Typowa półmaska zasłania usta oraz nos, zapobiegając w ten sposób przedostaniu się cząstek stałych do układu oddechowego człowieka (Rysunek 28).

Rysunek 28. Typowa półmaska zasłaniająca usta oraz nos w połączeniu z odzieżą ochronną [42]

Półmaski jednorazowe wykonane są z materiałów porowatych (Rysunek 29 a, b). Bardziej zaawansowane modele wykonuje się z tworzyw sztucznych i metali lekkich, np. z aluminium (Rysunek 29 c). Półmaski takie wyposażone są z reguły w wymienne filtry o lepszych parametrach niż półmaski jednorazowe.



Rysunek 29. a, b) Półmaski jednorazowe, c) półmaska z wymiennymi filtrami

Maska/półmaska stanowi środek ochrony wtedy i tylko wtedy, gdy jest w pełni sprawna i starannie dopasowana. W przypadku gdy maska/półmaska jest zbyt duża, pył może przedostać się szczelinami do dróg oddechowych, z pominięciem filtrów. Za mała maska/półmaska może powodować dyskomfort, a nawet ból. Należy dobrać właściwy rozmiar maska/półmaska.

W sytuacjach wymagających większej ochrony stosuje się maski w pełni zakrywające twarz, tj. oprócz ust i nosa także oczy (Rysunek 30). Maski takie stosuje się w sytuacjach gdzie istnieje duża ekspozycja na stężony pył, lub gdzie występuje pył o właściwościach toksycznych.

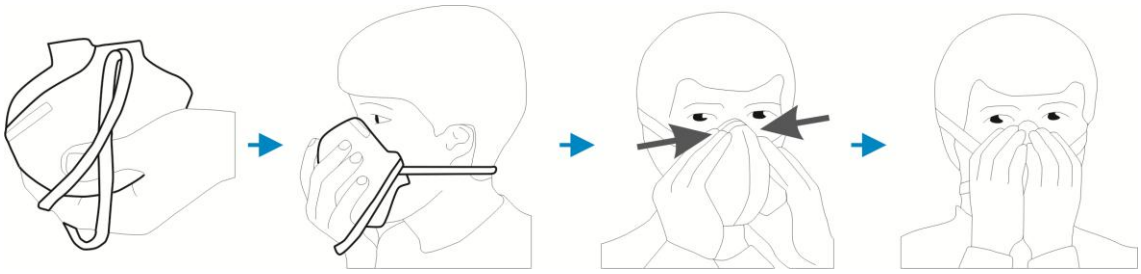
Dodatkowo w razie konieczności maskę można doposażyć w kaptur lub hełm ochronny, chroniący resztę głowy.

Rysunek 30. Przykładowa maska przeciwpyłowa [42]

7.2.2.1 Jak poprawnie zakładać maskę/półmaskę

Według zaleceń Centralnego Instytutu Ochrony Pracy (CIOP) zakładając dowolną półmaskę czy maskę należy postępować zawsze według tego samego schematu (Rysunek 31), tzn.:

- umieścić część twarzową tak, aby przykrywała usta i nos lub całą twarz,
- założyć nagłowie tak, aby dwie oddzielne jego taśmy znajdowały się na czubku głowy i na karku,
- dopasować naciąg taśm nagłowia tak, aby część twarzowa utrzymywana była w ustalonym położeniu,
- w przypadku półmasek filtrujących dopasować uszczelkę nosową,
- w celu zdjęcia części twarzowej należy poluzować taśmy nagłowia poprzez zwolnienie zaczepów.



Rysunek 31. Schemat prawidłowego zakładania półmaski i maski

Po założeniu i dopasowaniu części twarzowej należy sprawdzić szczelność jej dopasowania. W tym celu należy:

- wloty elementów filtrujących zakryć szczelnie dłońmi,
- wykonać wdech - część twarzowa jest prawidłowo i szczelnie zamocowana, jeżeli odczuje się silny opór przy wdechu, a ścianki półmaski przybliżą się do twarzy,
- wyloty zaworów wydechowych zakryć szczelnie dłońmi,
- wykonać wydech - część twarzowa jest prawidłowo i szczelnie zamocowana, jeżeli odczuje się silny opór podczas wydechu, a ścianki półmaski oddalą się od twarzy,
- dopasować ponownie część twarzową i sprawdzić jej szczelność w przypadku zaobserwowania jakiejkolwiek nieszczelności,
- w przypadku braku możliwości uzyskania szczelności część twarzową należy wymienić.

Maska/półmaska stanowi środek ochrony wtedy i tylko wtedy, gdy jest w pełni sprawna i starannie dopasowana. W przypadku gdy maska/półmaska jest zbyt duża, pył może przedostać się szczelinami do dróg oddechowych, z pominięciem filtrów. Zbyt mała maska/półmaska może powodować dyskomfort, a nawet ból. Należy więc zawsze pamiętać o właściwym dobraniu rozmiaru masek/półmasek.

7.2.2.2 Podstawowe zasady użytkowania sprzętu ochrony układu oddechowego

Sprzęt filtrujący tzw. „szczelnie dopasowany” obejmujący maski i półmaski nie powinien być stosowany przez osoby, których broda, bokobrody, blizny, itp. uniemożliwiają prawidłowe dopasowanie części twarzowej lub zakłócają prawidłowe funkcjonowanie zaworów oddechowych. W takich przypadkach pomocne możne być użycie sprzętu filtrującego z wymuszonym przepływem powietrza.

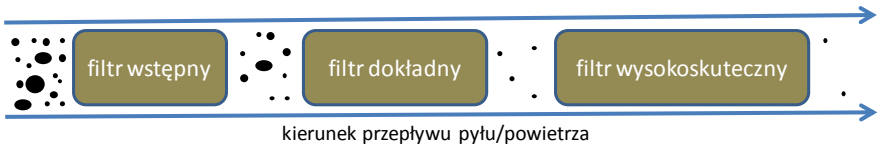
Każdorazowo przed użyciem wszystkich typów sprzętu filtrującego należy sprawdzić:

- czy sprzęt nie jest uszkodzony,
- czy nie są uszkodzone zawory oddechowe,
- czy taśmy nagłowia pozwalają na szczelne dopasowanie,
- czy elementy filtrujące są w dobrym stanie,
- czy nie została przekroczona data ważności sprzętu,
- dla sprzętu ze wspomaganiem lub wymuszonym przepływem powietrza dodatkowo należy sprawdzić: stan naładowania baterii oraz zgodność z instrukcją producenta, czy jest osiągane minimalne objętościowe natężenie przepływu dostarczanego powietrza.

7.3 Filtry

Parametry pyłu występującego w miejscu ekspozycji warunkują zastosowanie odpowiednich filtrów i pochłaniaczy. Stosowane filtry charakteryzują się różną skutecznością zatrzymania pyłu. W zależności od przeznaczenia wyróżniamy filtry stosowane w ramach zbiorowej i indywidualnej ochrony przeciwpyłowej.

W ramach zbiorowej ochrony przeciwpyłowej wyróżnić można jednostopniowe oraz wielostopniowe systemy filtrujące [64]. W przypadku systemów wielostopniowych istnieją trzy typy stosowanych filtrów: **filtry wstępne, filtry dokładne oraz filtry wysokoskuteczne** (Rysunek 32). Poniższy rysunek przedstawia kolejność występowania typów filtrów na linii przepływu powietrza od powietrza nieoczyszczonego do powietrza oczyszczonego.



Rysunek 32. Schemat przedstawiający efektywność działania różnych typów filtrów stosowanych w instalacjach filtrujących

W ramach każdego z typów filtrów stosowanych w systemach nawiewowo-wywiewowych wyróżnia się określone klasy, a skuteczność stosowanych filtrów jest określana według ściśle wytyczonych procedur zawartych w odpowiednich normach (Tabela 16) [72].

Tabela 16. Zatasowania filtrów w zależności od typu i klasy

Typ filtra	Klasa Filtra	Zastosowanie	Norma
wstępny	G1-G4	sale widowiskowe, centra handlowe, hotele, restauracje	PN-EN 779:2000
dokładny	F5-F9	pomieszczenia bezpyłowe, kabiny lakiernicze, szpitale	PN-EN 779:2000
wysokoskuteczny	HEPA (H10-H14); UPA (U15-U17)	w pomieszczeniach o wysokiej klasie czystości, jak sterylne sale operacyjne, fabryki leków i mikroelektroniki	PN-EN 1822-1:2001; PN-EN 1822-2:2001; PN-EN 1822-3:2001; PN-EN 1822-4:2001; PN-EN 1822-5:2001;

W ramach środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej wyróżniamy trzy typy filtrów stosowane w półmaskach oraz maskach:

- **Typ P1** – stosowany do absorpcji dużych cząstek stałych wchodzących w skład pyłów, dymów i mgieł; znalazł zastosowanie w przemyśle spożywczym, rolniczym i drzewnym, w cementowniach, kamieniołomach.

- **Typ P2** – stosowany do pyłów zaklasyfikowanych jako niebezpieczne, np. pyły miedzi, baru, azbestu, wanadu, tytanu, ołowiu, chromu, manganu, a także pyły węglowe z krzemionką i drewna oraz przed rozpylonym kwasem siarkowym i fluorowodorowym.

- **Typ P3** – do ochrony przed pyłami toksycznymi, znalazł zastosowanie w miejscach o dużym stężeniu bardzo drobnego pyłu występującego w tzw. fazie respirabilnej, czyli podczas lutowania i spawania, a także tam gdzie występuje pył zawierający antymon, arsen, beryl, kadm, kobalt i nikiel oraz rad i inne cząstki promieniotwórcze.

Wybór klasy ochronnej filtra odpowiedniej dla stężenia zanieczyszczenia na stanowisku pracy należy dokonać kierując się wartościami granicznymi całkowitego przecieku wewnętrznego. Wartość ta określa krotność obniżenia stężenia zanieczyszczenia pod częścią twarzową dla danych warunków środowiska pracy.

Tabela 17. Tabela pozwalająca określić typ zastosowanego w masce bądź półmasce filtru w zależności od największego dopuszczalnego stężenia pyłu (NDS), na które narażony jest pracownik.

Typ filtra	P1	P2	P3
w półmasce	4 x NDS	10 x NDS	20 x NDS
w masce	5 x NDS	16,5 x NDS	100 x NDS

7.4 Podsumowanie

Zapobieganie skutkom narażenia na pyły powinno odbywać się wielotorowo. Każdy z elementów ochrony przeciwpyłowej jest równie ważny i nie może być lekceważony. Stosowanie środków ochrony przeciwpyłowej zarówno osobistej jak i zbiorowej jest obowiązkowe i uzależnione ściśle od zagrożenia jakiemu winny przeciwdziałać.

Zbiorowa ochrona przeciwpyłowa jest tym typem ochrony pracownika, na który należy kłaść szczególny nacisk. Równocześnie należy dbać o stosowanie indywidualnej ochrony pracowniczej. Szczególnie w przypadku braku wystarczającej skuteczności systemów wentylacyjno-filtracyjnych lub braku możliwości ich zastosowania należy polegać na odpowiednich środkach osobistej ochrony przeciwpyłowej pracownika zależnej od warunków ekspozycji jakim jest on/ona poddany/a.

Ważnym elementem zapobiegania skutkom narażenia na pyły jest edukacja i świadomość społeczna. Popularyzacja wiedzy o zagrożeniach jakie niesie ze sobą ekspozycja na pyły nie powinna i nie może ograniczać się jedynie do szkoleń pracowników.

8 Wybrane zawody odznaczające się narażeniem na pyły

Poniżej scharakteryzowano wybrane zawody odznaczające się narażeniem na pyły. Zawody wymieniono w kolejności alfabetycznej, w skrócony sposób opisując źródła pyłu i schorzenia, jakie może on potencjalnie powodować, a także zawody pokrewne i miejsca pracy gdzie owo zagrożenie występuje [67, 73, 74, 75, 76, 77]. Do opisanych zawodów należą:

- dekarz;
- dezynsektor, dezynfektor, deratyzator;
- galwanizer;
- gospodarz domu;
- górnik kopalni węgla kamiennego;
- hodowca zwierząt;
- kierowca samochodu ciężarowego;
- krawiec;
- magazynier;
- mechanik pojazdów samochodowych;
- nitowacz;
- ogrodnik;
- operator urządzeń grzewczych;
- optyk okularowy;
- piekarz;
- pracownik gospodarstwa mleczarskiego;
- pracownik laboratorium;
- producent drobiu;
- rolnik upraw polowych;
- sekretarka;
- spawacz łukiem elektrycznym;
- sprzątacz obiektów przemysłowych;

- stolarz;
- strzałowy;
- szklarz;
- tapicer samochodowy;
- tkacz;
- wulkanizator.

8.1.1 Dekarz

Dekarz	Opis
Źródło pyłu	wykonywanie prac mechanicznych takich jak: cięcie, wiercenie, ręczne szlifowanie płytek, dachówek, itp.
Możliwe schorzenia	choroby układu oddechowego
Zawody pokrewne	dekarz metalowy, układacz strzech
Miejsca ekspozycji	miejsca modernizacji i remontów budynków, prace konserwatorskie obiektów sakralnych i zabytkowych, budowy
Przeciwdziałanie	stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.2 Dezynsektor, dezynfektor, deratyzator

Dezynsektor, dezynfektor, deratyzator	Opis
Źródło pyłu	środki ochrony roślin (pestycydy)
Możliwe schorzenia	podrażnienie błony śluzowej jamy nosowo-gardłowej, zapalenie płuc, obrzęk płuc, reakcje astmatyczne, **pylica płuc**
Zawody pokrewne	inżynier ochrony środowiska, biolog, chemik, zoolog, lekarz weterynarii i technik ochrony środowiska
Miejsca ekspozycji	obiekty publiczne, zakłady spożywcze, lokale prywatne, zakłady przemysłu transportu kolejowego, drogowego, lotniczego, gospodarstwa rolne, służby sanitarne
Przeciwdziałanie	wentylowanie pomieszczeń poddanych procesowi odkażania oraz stosowanie środków indywidualnej ochrony

8.1.3 Galwanizer

Galwanizer	Opis
Źródło pyłu	czynności mechaniczne jak np. polerowanie tarczą polerską, szczotkowanie, szlifowanie
Możliwe schorzenia	dolegliwości i choroby układu oddechowego
Zawody pokrewne	galwanoplastyk, galwanizer – uczeń, pomocnik galwanizera, galwanizer – mistrz, pracownik oczyszczający metal, pracownik polerujący metal, pracownik wykańczający powierzchnie, pracownik wykonujący powlekanie chemiczne
Miejsca ekspozycji	specjalistyczne warsztaty galwanizerskie, zakłady jubilerskie i elektroniczne, zakłady przemysłu metalowego lub elektrotechnicznego
Przeciwdziałanie	system wentylujący i/lub klimatyzacyjny przeciwdziałające zanieczyszczeniu powietrza, w tym miejscowe urządzenia odsysające przy wannach galwanizacyjnych oraz stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej w przypadku narażenia na toksyczne pyły

8.1.4 Gospodarz domu

Gospodarz domu	Opis
Źródło pyłu	sprzątanie i prace naprawcze
Możliwe schorzenia	podrażnienie dróg oddechowych, oczu i skóry
Zawody pokrewne	ładowacz nieczystości, portier, ogrodnik terenów zieleni, sprzątacz, specjalista w zakresie napraw, malarz, ogrodnik, dozorca, zamiatacz, administrator
Miejsca ekspozycji	różne budynki mieszkalne, handlowe i gospodarcze
Przeciwdziałanie	stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.5 Górnik kopalni węgla kamiennego

Górnik kopalni węgla kamiennego	Opis
Źródło pyłu	pył mieszany kopalniany (o działaniu zwłókniającym)
Możliwe schorzenia	**pylica płuc**
Zawody pokrewne	górnik kopalni rud metali, górnik kopalni podziemnej siarki, górnik kopalni soli, górnik kopalni odkrywkowej
Miejsca ekspozycji	kopalnie węgla kamiennego
Przeciwdziałanie	system wentylujący przeciwdziałający gromadzeniu pył i utrzymujący odpowiedni procent natlenowania powietrza pod ziemią, monitorowanie składu pyłu kopalnianego oraz stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.6 Hodowca zwierząt

Hodowca zwierząt	Opis
Źródło pyłu	pyły pochodzenia roślinnego i zwierzęcego (zawierające krzemionkę), pyły leków
Możliwe schorzenia	choroby układu oddechowego (w tym chorób o podłożu immunologicznym jak katar sienny, astma, płuco farmera)
Zawody pokrewne	inseminator, masztelarz, koniuszy, opiekun zwierząt w cyrku, opiekun zwierząt w rezerwacie, zwierząt w ZOO, robotnik hodowli zwierząt, robotnik w wylęgarni, strzygacz owiec, pasterz, trener koni wyścigowych, sportowych, treser psów, lekarz weterynarii, zootechnik, hodowca bydła, koni, kóz, owiec, królików mięsnych, trzody chlewnej, zwierząt futerkowych, inwentarza mieszanego, producent drobiu, hodowca ptaków, zwierząt domowych, laboratoryjnych
Miejsca ekspozycji	schroniska dla zwierząt, gospodarstwa rybne, farmy zwierząt futerkowych, sklepy z artykułami dla zwierząt, zwierzętarnie na wyższych uczelniach, szpitale dla zwierząt, gospodarstwa rolne i farmy, stadniny, laboratoria biologiczne, farmaceutyczne i medyczne
Przeciwdziałanie	system wentylujący i/lub klimatyzacyjny przeciwdziałający zanieczyszczeniu powietrza w pomieszczeniach gospodarczych oraz w razie konieczności stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.7 Kierowca samochodu ciężarowego

Kierowca samochodu ciężarowego	Opis
Źródło pyłu	prowadzenie samochodu po nieasfaltowanych drogach
Możliwe schorzenia	dolegliwości układu oddechowego
Zawody pokrewne	kierowca polewaczki, kierowca platformy przewożącej, traktorzysta, mleczarz, kierowca furgonetki, kierowca pojazdu z przyczepą lub naczepą, kierowca samochodu dostawczego, dostawca żywności, kierowca betoniarki, śmieciarki, kierowca przewożący materiały niebezpieczne, w tym wybuchowe i łatwopalne m.in. paliwo, środki ochrony roślin
Miejsca ekspozycji	lokalne i międzynarodowe kompanie przewozowe, przemysł jak np. górnictwo, przemysł petrochemiczny oraz rolnictwo, publiczne i prywatne firmy dostawcze
Przeciwdziałanie	stosowanie odpowiednich filtrów przeciwpyłowych i klimatyzacji w pojazdach ciężarowych

8.1.8 Krawiec

Krawiec	Opis
Źródło pyłu	krojenie tkanin, skór, gąbka, itp.
Możliwe schorzenia	reakcje uczuleniowe
Zawody pokrewne	kuśnierz, krojczy-wykrawacz elementów odzieży, bieliźniarz, projektant odzieży
Miejsca ekspozycji	zakłady usługowe i odzieżowe z wyszczególnieniem działów: wzorcownia, przygotowania produkcji, krajalnia, szwalnia, wykańczalnia, dział kontroli, prasowalnia
Przeciwdziałanie	system wentylujący i/lub klimatyzacyjny przeciwdziałający zanieczyszczeniu powietrza

8.1.9 Magazynier

Magazynier	Opis
Źródło pyłu	produkty przechowywane w magazynach
Możliwe schorzenia	choroby układu oddechowego
Zawody pokrewne	sprzedawca, pracownik hurtowni
Miejsca ekspozycji	hurtownie przemysłowo-spożywcze, składy, wypożyczalnie, magazyny przemysłowe
Przeciwdziałanie	system wentylujący i/lub klimatyzacyjny przeciwdziałający zanieczyszczeniu powietrza

8.1.10 Mechanik pojazdów samochodowych

Mechanik pojazdów samochodowych	Opis
Źródło pyłu	demontaż oraz wymiana starych klocków, bębnów i tarcz hamulcowych
Możliwe schorzenia	**azbestoza (pylica azbestowa) i choroby nowotworowe**
Zawody pokrewne	elektromechanik, mechanik precyzyjny, monter maszyn i urządzeń mechanicznych, ślusarz, technik mechanik, diagnosta samochodowy, mechanik ciężkich maszyn drogowych, ślusarz, mechanik statków powietrznych, mechanik maszyn i urządzeń przemysłowych, monter maszyn i urządzeń mechanicznych
Miejsca ekspozycji	firmy transportowe, zakłady komunikacji publicznej, warsztaty, stacje serwisowe
Przeciwdziałanie	bezwzględne stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.11 Nitowacz

Nitowacz	Opis
Źródło pyłu	obróbka metalowych nitów i łączonych konstrukcji
Możliwe schorzenia	choroby układu oddechowego
Zawody pokrewne	nitowacz kadłubów lotniczych, monter-nitowacz, pomocnik nitowacza
Miejsca ekspozycji	przemysł metali kolorowych, przemysł budowy maszyn, statków, lotniczy, samochodowy, odzieżowy, obuwniczy i inne przemysły wytwórcze, budownictwo, składy wyrobów hutniczych, przemysł budowy dróg i mostów, warsztaty naprawcze i usługowe
Przeciwdziałanie	system wentylujący i/lub klimatyzacyjny przeciwdziałający zanieczyszczeniu powietrza i stresowi cieplnemu

8.1.12 Ogrodnik

Ogrodnik	Opis
Źródło pyłu	pyły organiczne pochodzenia roślinnego i zwierzęcego
Możliwe schorzenia	uczulenia
Zawody pokrewne	robotnik w gospodarstwie ogrodniczym, sadownik, operator samojezdnych maszyn rolniczych i leśnych, architekt krajobrazu, robotnik ochrony roślin
Miejsca ekspozycji	parki i ogrody
Przeciwdziałanie	stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej przy rozpylaniu pestycydów lub innych toksycznych preparatów chemicznych

8.1.13 Operator urządzeń grzewczych

Operator urządzeń grzewczych	Opis
Źródło pyłu	prace konserwacyjne i naprawcze (pył zawierający wanad i azbest z izolacji)
Możliwe schorzenia	**pylica płuc, międzybłoniak opłucnej**
Zawody pokrewne	operator generatora pary, operator urządzenia dostarczającego pary jako zasilacza, operator lub pomocnik spalarni odpadów medycznych, kierownik kotłowni, mechanik kotłowni, pomocnik pracownika obsługującego kotły
Miejsca ekspozycji	zakłady przemysłu chemicznego i tworzyw sztucznych, zakłady energetyczne, zakłady przemysłu spożywczego
Przeciwdziałanie	stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej w razie prac powodujących powstawanie pyłu

8.1.14 Optyk okularowy

Dekarz	Opis
Źródło pyłu	proces barwienia szkła oraz lutowania
Możliwe schorzenia	zatrucia oraz choroby układu oddechowego
Zawody pokrewne	optyk mechanik, monter elektronicznych urządzeń optycznych, szlifierz szkła optycznego
Miejsca ekspozycji	punkty usługowe i zakłady optyczne
Przeciwdziałanie	system wentylujący i/lub klimatyzacyjny przeciwdziałający zanieczyszczeniu powietrza

8.1.15 Piekarz

Piekarz	Opis
Źródło pyłu	mąka i cukier
Możliwe schorzenia	choroby układu oddechowego (astma oskrzelowa, chroniczny katar, chroniczne spastyczne zapalenie oskrzeli, eozynofilowe nacieki płucne) i skóry (alergie) oraz próchnica zębów
Zawody pokrewne	piekarz nadzorujący, młynarz, cukiernik, technolog żywności, pracownik zakładu produkcji spożywczej, dekorator i tester ciast, operator pieca (piecowy) i piekarnika, kontroler jakości produktów
Miejsca ekspozycji	piekarnie i ciastkarnie
Przeciwdziałanie	system wentylujący i/lub klimatyzacyjny przeciwdziałający zanieczyszczeniu powietrza oraz stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.16 Pracownik gospodarstwa mleczarskiego

Pracownik gospodarstwa mleczarskiego	Opis
Źródło pyłu	zwierzęta, karma i ściółka dla zwierząt
Możliwe schorzenia	ostre i przewlekłe zapalenie oskrzeli, astma
Zawody pokrewne	hodowca zwierząt, technik rolnik, robotnik w gospodarstwie hodowlanym, technik technologii żywności
Miejsca ekspozycji	gospodarstwa mleczarskie i rolne indywidualne
Przeciwdziałanie	w razie pracy w bezpośrednim kontakcie dużej ilości pyłu stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.17 Pracownik laboratorium

Pracownik laboratorium	Opis
Źródło pyłu	substancje chemiczne lub ich połączenia (działanie: duszące, uczulające, rakotwórcze, mutagenne, teratogenne, radioaktywne, żrące, drażniące, toksyczne)
Możliwe schorzenia	różne skutki zdrowotne
Zawody pokrewne	biolog, fizyk, technik chemik, technik analityki medycznej i weterynaryjnej, technik farmaceuta, biochemik, chemik
Miejsca ekspozycji	różnego rodzaju przemysł, wyższe uczelnie, szkoły, instytuty badawcze, szpitale, kliniki, laboratoria analityczne i kontroli jakości
Przeciwdziałanie	system wentylujący i/lub klimatyzacyjny przeciwdziałający zanieczyszczeniu powietrza oraz w razie potrzeby stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.18 Producent drobiu

Producent drobiu	Opis
Źródło pyłu	pióra, puch, mikroorganizmy
Możliwe schorzenia	katar sienny, astma, płuco farmera
Zawody pokrewne	robotnik w: gospodarstwie rolnym, hodowli zwierząt, wylęgarni, rolnik upraw polowych i produkcji zwierzęcej, hodowca zwierząt, inseminator
Miejsca ekspozycji	zakłady drobiarskie, fermy drobiu, wylęgarnie
Przeciwdziałanie	system wentylujący i/lub klimatyzacyjny przeciwdziałający zanieczyszczeniu powietrza oraz stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.19 Rolnik upraw polowych

Rolnik upraw polowych	Opis
Źródło pyłu	oranie, bronowanie, koszenie, młócenie, belowanie
Możliwe schorzenia	choroby dróg oddechowych
Zawody pokrewne	ogrodnik, leśnik, sadownik, technik mechanizator rolnictwa, robotnik w gospodarstwie rolnym, operator samojezdnych maszyn rolniczych i leśnych
Miejsca ekspozycji	gospodarstwa rolne
Przeciwdziałanie	w razie bezpośredniego kontaktu z substancjami pylistymi stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.20 Sekretarka

Sekretarka	Opis
Źródło pyłu	papier, dym papierosowy, środki do czyszczenia, kleje, rozpuszczalniki, cząsteczki tonera
Możliwe schorzenia	choroby układu oddechowego i uczulenia
Zawody pokrewne	operator sprzętu komputerowego, stenograf, archiwista zakładowy, kadrowy, urzędnik administracyjny, maszynistka
Miejsca ekspozycji	sekretariaty i gabinety
Przeciwdziałanie	system wentylujący i/lub klimatyzacyjny przeciwdziałający zanieczyszczeniu powietrza szczególnie w pomieszczeniach wyposażonych w dużą liczbę drukarek laserowych i kserokopiarek

8.1.21 Spawacz łukiem elektrycznym

Spawacz łukiem elektrycznym	Opis
Źródło pyłu	proces spawania (utlenianie metali będących elementami spawanymi lub częściami elektrod)
Możliwe schorzenia	przewlekłe zapalenie oskrzeli i **pylica spawaczy elektrycznych**, **zmiany nowotworowe**, gorączka odlewnicza, zatrucia;
Zawody pokrewne	kowal, ślusarz oraz spawacz ręczny gazowy, przecinacz, lutowacz, zgrzewacz, blacharz, tokarz
Miejsca ekspozycji	miejsca wykonywania prac spawalniczych
Przeciwdziałanie	system wentylujący i/lub klimatyzacyjny przeciwdziałający stresowi cieplnemu i gromadzeniu się zanieczyszczeń powietrza oraz stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej, w tym w razie potrzeby masek wyposażonych w niezależny dopływ powietrza

8.1.22 Sprzątacz obiektów przemysłowych

Sprzątacz obiektów przemysłowych	Opis
Źródło pyłu	proces czyszczenia
Możliwe schorzenia	choroby układu oddechowego
Zawody pokrewne	ładowacz nieczystości, zbieracz złomu, śmieci i odpadów, zamiatacz
Miejsca ekspozycji	zakłady przemysłowe, instytucje publiczne i prywatne
Przeciwdziałanie	stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.23 Stolarz

Stolarz	Opis
Źródło pyłu	obróbka i przeróbka drewna
Możliwe schorzenia	**choroby układu oddechowego (w tym nowotwory)** i alergie
Zawody pokrewne	operator maszyn do obróbki drewna, klejarz drewna, cieśla, stolarz budowlany
Miejsca ekspozycji	zakłady przemysłu meblarskiego, pracownie konserwacji zabytków, zakłady stolarskie
Przeciwdziałanie	system wentylujący i/lub klimatyzacyjny przeciwdziałający zanieczyszczeniu powietrza, w razie potrzeby zastosować wentylację miejscową wolnostojącą oraz stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.24 Strzałowy

Strzałowy	Opis
Źródło pyłu	wiercenie, eksplozje oraz implozje
Możliwe schorzenia	podrażnienie i choroby układu oddechowego, **pylica płuc (krzemica, pylica aluminiowa);**
Zawody pokrewne	górnik kopalni podziemnej i odkrywkowej, technik budownictwa, operator maszyn górniczych, technik górnik, inżynier górnik, technik geofizyk
Miejsca ekspozycji	kopalnie podziemne i odkrywkowe, budowy i konstrukcje naziemne kamieniołomy, rozbiórka domów
Przeciwdziałanie	w miarę możliwości system wentylujący i/lub klimatyzacyjny przeciwdziałający zanieczyszczeniu powietrza oraz stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.25 Szklarz

Szklarz	Opis
Źródło pyłu	procesy z użyciem wełny mineralnej, włókna szklanego, pianki poliuretanowej
Możliwe schorzenia	choroby układu oddechowego i skóry
Zawody pokrewne	zdobnik szkła, witrażownik, szklarz pojazdowy, monter luster, wytrawiacz, szklarz przemysłowy
Miejsca ekspozycji	przemysł meblarski, usługi szklarskie, huty szkła, budownictwo
Przeciwdziałanie	stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.26 Tapicer samochodowy

Tapicer samochodowy	Opis
Źródło pyłu	tkaniny i materiały wyścielające
Możliwe schorzenia	**zwłóknienie płuc (pylica)**
Zawody pokrewne	kaletnik, rymarz, kuśnierz, monter obić dachowych, tapicer-dekorator, krawiec, krojczy
Miejsca ekspozycji	hale produkcji samochodów i części samochodowych, warsztaty samochodowe
Przeciwdziałanie	system wentylujący i/lub klimatyzacyjny przeciwdziałający zanieczyszczeniu powietrza oraz stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.27 Tkacz

Tkacz	Opis
Źródło pyłu	przędza
Możliwe schorzenia	choroby układu oddechowego i alergie
Zawody pokrewne	dziewiarz, przędzarz, snowacz osnów, cewiarz, klejarz osnów, wiązacz osnów, pomoc tkacza, brakarz, arkadownik, tkacz ręczny kilimów i wyrobów dywanowych, szwaczka, operator krosien, tkacz tkanin specjalnych
Miejsca ekspozycji	zakłady pasmanteryjne, fabryki dywanów, zakłady tkackie wykorzystujące włókna sztuczne, wełnę, bawełnę i len
Przeciwdziałanie	stosowanie środków indywidualnej ochrony przeciwpyłowej

8.1.28 Wulkanizator

Wulkanizator	Opis
Źródło pyłu	proces polerowania i szlifowania opon
Możliwe schorzenia	choroby układu oddechowego
Zawody pokrewne	pracownik bieżnikujący opony
Miejsca ekspozycji	warsztaty naprawy pojazdów, zakłady wulkanizacyjne i bieżnikowania opon
Przeciwdziałanie	system wentylujący i/lub klimatyzacyjny przeciwdziałający zanieczyszczeniu powietrza i stresowi cieplnemu

9 Bibliografia

[1] Kryteria Głównego Urzędu Statystycznego (GUS); Pracujący w gospodarce narodowej w 2008 r.; GUS; Warszawa 2009
[2] N. Szeszenia-Dąbrowska, U Wilczyńska, W. Sobala; Choroby zawodowe w Polsce w 2009r.; Instytut Medycyny Pracy im. Prof. J. Nofera, Łódź, 2010
[3] Kryteria Głównego Urzędu Statystycznego (GUS); Pracujący w gospodarce narodowej w 2006 r.; GUS; Warszawa 2007
[4] Kryteria Głównego Urzędu Statystycznego (GUS); Pracujący w gospodarce narodowej w 2007 r.; GUS; Warszawa 2008
[5] N. Szeszenia-Dąbrowska, U Wilczyńska, W. Szymczak; Choroby zawodowe w Polsce w 2007r.; Instytut Medycyny Pracy im. Prof. J. Nofera, Łódź, 2008
[6] N. Szeszenia-Dąbrowska, U Wilczyńska, W. Szymczak; Choroby zawodowe w Polsce w 2008r.; Instytut Medycyny Pracy im. Prof. J. Nofera, Łódź, 2009
[7] W roku 2007 i 2008 dane dot. liczby orzeczeń w rybactwie połączono wraz z rolnictwem, łowiectwem i leśnictwem, bowiem w 2009 roku wszystkie te rodzaje działalności sklasyfikowano łącznie. (w danych oryginalnych w rybactwie orzeczono jeden przypadek choroby zawodowej u mężczyzny, co skutkowało współczynnikiem zapadalności na 100 tys. zatrudnionych wynoszącym 29,7)
[8] PN-ISO 4225: 1999; Jakość powietrza. Zagadnienia ogólne. Terminologia.
[9] J. Lee, J. Kim, C.H. Song, S.B. Kim, Y. Chun, B.J. Sohn, B.N. Holben, Characteristics of aerosol types from AERONET sunphotometer measurements, Atmospheric Environment, 44 (2010) 3110-3117
[10] E. Jankowska, M. Pośniak, Występowanie pyłów w powietrzu otaczającym człowieka, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Bezpieczeństwo Pracy 5/2006
[11] A. Charkowska, Zagrożenia biologiczne i pyłowe w środowisku pracy, Clinikka Sp. z o.o.
[12] J. Niećko, M. Niećko, U. Niećko, Characteristic of Suspended Particulates and their Influence on Human Organism; Proceedings of the II International Scientific Conference "Air Protection in Theory & Application", Section I: Technologies of Air Protection Supplement; Ed.: T.T. Suchecki, H. Kumazawa, R. Zarzycki; Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN; Zabrze; 1998 29-49
[13] K. Hämeri, T. Lähde, R. Niemelä, P. Krohonen, Fine aerosols indors and outdors in downtown Helsinki, The Journal of Aerosol Science 2 (2003) 1359-1360
[14] Rozporządzenie Ministra Pracy i polityki społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. 2002, nr 217, poz. 1833)
[15] PN-EN 481:1998; Atmosfera miejsca pracy. Określenie składu ziarnowego dla pomiaru cząstek zawieszonych w powietrzu.
[16] Higiena pracy, Tom 1 i 2, red. J. A. Indulski, Instytut Medycyny Pracy im. Prof. J. Nofera, Warszawa 1999
[17] H. Woźniak, G. Stroszejn-Mrowca, N. Kita; Ocena stężeń pyłu na stanowiskach pracy w zakładzie porcelany z zastosowaniem pyłomierza laserowego Grimm; Medycyna Pracy; 53 (5) 2002; 405-411
[18] M. A. Werner, T.M. Sear, J.H. Vincent; Investigation into the impact of introducing workplace aerosol standarts based on the inhalable fraction; Analyst; 121 (1207–1214); 1996
[19] P.S. Vinzents, Y. Thornasen, S. Hetland; A method for establishing tentative occupational exposure limits for inhalable dust; Ann. Occup. Hyg.; 39 (795–800); 1996
[20] E. Jankowska, E. Więcek; Bezpieczeństwo Pracy i Ergonomia; Red. Nauk. D. Koradecka; T. 1; CIOP; Warszawa; 1999.
[21] T. Jaroszczyk i inni; Opracowanie metod i stanowisk pomiarowych do wyznaczania charakterystyk urządzeń do oczyszczania powietrzaz pyłów i aerozoli ciekłych w wentylacji miejscowej; CIOP; Warszawa; 1981
[22] PN-EN 12792:2006; Wentylacja budynków – Symbole, terminologia i oznaczenia na rysunkach.
[23] M. Gliński; Ograniczenie zapylenia na stanowiskach pracy; CIOP; Warszawa; 1999

[24] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 14 października 2005 r. w sprawie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy przy zabezpieczaniu i usuwaniu wyrobów zawierających azbest oraz programu szkolenia w zakresie bezpieczeństwa użytkowania takich wyrobów (Dz.U. Nr 216, poz. 1824).
[25] Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 września 1996 r. w sprawie czynników rakotwórczych w środowisku pracy oraz nadzoru nad stanem zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki (Dz. U. 1996, nr 121, poz. 571).
[26] W. Lempska, Co to jest choroba zawodowa i jak uzyskać decyzję o jej stwierdzeniu, Zakład Ubezpieczeń Społecznych, Bezpieczeństwo Pracy 2/2006
[27] K. Marek, Nowelizacja wykazu chorób zawodowych, Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego, Bezpieczeństwo Pracy 4/2004
[28] Choroby układu oddechowego, red. E. Rowińska-Zakrzewska, J. Kuś, Wydanie III zmienione, Śląska Akademia Medyczna, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2004
[29] Choroby zawodowe, red. K. Marek, PZWL, Warszawa 2001
[30] Choroby zawodowe w Polsce: statystyka i epidemiologia, N. Szeszenia-Dąbrowska, U. Wilczyńska, Instytut Medycyny Pracy im. Prof. J. Nofera, Łódź 2007
[31] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 lipca 2002 r. w sprawie wykazu chorób zawodowych, szczegółowych zasad postępowania w sprawach zgłaszania podejrzenia, rozpoznawania i stwierdzenia chorób zawodowych oraz podmiotów właściwych w tych sprawach (Dz. U. nr 132/02 poz. 1115)
[32] D. Gea, L. Yanga, Y. Lia, J. Zhaob, Hydrophobic and thermal insulation properties of silicanext term aerogel/epoxy composite, Journal of Non-Crystalline Solids, 355 (2009) 2610-2615
[33] L. Rosenstock, Mark R., M.D. Cullen, Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine, W.B. Saunders Co., 2005
[34] J. Schreiber, D. Koschel, J. Kekow, N. Waldburg, A. Goette, R. Merget, Rheumatoid pneumoconiosis (Caplan's syndrome, European Journal of Internal Medicine, 21 (2010) 168-172
[35] J. Ramirez-R, V. Lopez-Majano, G. Schultze, Caplan's syndrome: A clinicopathologic study, The American Journal of Medicine, 37 (1964) 643-652
[36] K. Kim, C.W. Kim, M.K. Lee, K.S. Lee, C.-K. Park, S.J. Choi, J.G. Kim, Imaging of Occupational Lung Disease, Radiographics, 21 (2001) 1371-1391
[37] A. A. Lazarus, A. P. Asbestosis, Disease-a-Month, 57 (2011) 14-26
[38] C. Frank, L. Jorge, An uncommon hazard: Pulmonary talcosis as a result of recurrent aspiration of baby powder, Respiratory Medicine CME, w druku, dostępne online 02.03.2011
[39] E. Więcek, Azbest – narażenie i skutki zdrowotne, Politechnika Łódzka, Bezpieczeństwo Pracy 2/2004
[40] A. Mołocznik, Ocena Higieniczna zapylenia w środowisku pracy rolnika, Instytut Medycyny Wsi im. W. Chodźki w Lublinie, Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka 6/1999
[41] Marco Srurla, Germano Fretti, Escursione del GOM in Slovacchia, Słowacja 30.04-5.05.2009
[42] Praktyczny podręcznik najlepszych praktyk służących zapobieganiu ryzyku w pracach wymagających kontaktu z azbestem lub zminimalizowaniu tego ryzyka: dla pracodawców, pracowników oraz inspektorów pracy; Opracowane przez Komitet Starszych Inspektorów Pracy (SLIC); Edynburg; 2006
[43] PN-Z-04008-7:2002/Az1:2004 Ochrona czystości powietrza-Pobieranie próbek-Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników.
[44] PN-EN-689:2002; Powietrze na stanowiskach pracy. Wytyczne oceny narażenia inhalacyjnego na czynniki chemiczne przez porównanie z wartościami dopuszczalnymi i strategia pomiarowa
[45] Z. Bojarski, M. Gigla, K. Stróż, M. Surowiec: Krystalografia. Podręcznik wspomagany komputerowo.PWN, Warszawa 1996
[46] Metody instrumentalne w analizie chemicznej, W. Szczepaniak, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007
[47] Elsevier Scientific Publishing Co, Amsterdam
[48] PN-91/Z-04030/05; Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości pyłu. Oznaczanie pyłu całkowitego na stanowiskach pracy metodą filtracyjno-wagową
[49] PN-91/Z-04030/06; Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości pyłu. Oznaczanie pyłu respirabilnego na stanowiskach pracy metodą filtracyjno-wagową
[50] PN-88/Z-04202/02; Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości azbestu. Oznaczanie stężenia liczbowego respirabilnych włókien azbestu na stanowiskach pracy metodą mikroskopii optycznej

[51] PN-91/Z-04018/02; Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości wolnej krystalicznej krzemionki. Oznaczanie wolnej krystalicznej krzemionki w pyle całkowitym na stanowiskach pracy metodą spektrometrii absorpcyjnej w podczerwieni.

[52] PN-91/Z-04018/03; Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości wolnej krystalicznej krzemionki. Oznaczanie wolnej krystalicznej krzemionki w pyle respirabilnym na stanowiskach pracy metodą spektrometrii absorpcyjnej w podczerwieni

[53] PN-91/Z-04018/04; Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości wolnej krystalicznej krzemionki. Oznaczanie wolnej krystalicznej krzemionki w pyle całkowitym i respirabilnym w obecności krzemianów na stanowiskach pracy metodą kolorymetryczną

[54] PN-Z-04008-7:2002; Ochrona czystości powietrza. Pobieranie próbek. Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników

[55] J.P. Groniec, Pomiary i ocena stężeń czynników chemicznych i pyłów w środowisku pracy: wytyczne i zalecenia, CIOP PIB, Warszawa 2004

[56] T. Jankowski, E. Jankowska, Investigation of air pollutants dispersion at workstands. Sigurnost 49 (2007) 1-7

[57] PN-N-18001:1999 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wymagania.

[58] PN-N-18002:2000 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.

[59] Z. Pawłowska, M Pęciłło, Ocena ryzyka zawodowego w pięciu krokach, CIOP, Warszawa, 2002

[60] Najważniejsze aspekty oceny ryzyka zawodowego, CIOP, http://www.ciop.pl/26239 (stan na 19.11.2011)

[61] http://osha.europa.eu/pl

[62] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. 1997, nr129, poz. 844)

[63] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 4 sierpnia 2004 r. w sprawie okresowych badań lekarskich pracowników zatrudnionych w zakładach, które stosowały azbest w produkcji (Dz. U. 2004, nr 183, poz. 1896)

[64] E. Jankowska, Środki ochrony zbiorowej przed zapyleniem – filtry powietrza, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Bezpieczeństwo Pracy 3/2002

[65] Postępowanie z azbestem w obiektach budowlanych; PIP; 2006

[66] Obwieszczenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 4 lutego 1999 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 1999, nr 15, poz. 140)

[67] Obwieszczenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 sierpnia 2003 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. 2003 nr 169, poz. 1650)

[68] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 marca 2007 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. 2007, nr 49, poz. 330)

[69] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. 2008, nr 108, poz. 690)

[70] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 4 sierpnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. 2011, nr 173, poz. 1034)

[71] K. Ślebioda; Metodyka kontroli środków ochrony indywidualnej; Inspektor Pracy 4 (2002); Warszawa; PIP; 2002

[72] E. Jankowska, Metody badania wysoko skutecznych materiałów filtracyjnych, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Bezpieczeństwo Pracy 1/2001

[73] Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy (Dz. U. 1996, nr 69, poz. 332)

[74] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 18 września 2000 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy ręcznych pracach transportowych (Dz. U. 2000, nr 82, poz. 930)

[75] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 8 grudnia 2004 r. w sprawie klasyfikacji zawodów i specjalności dla potrzeb rynku pracy oraz zakresu jej stosowania (Dz. U. nr 2004, 265, poz. 2644)

[76] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 lipca 2002 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu prac wzbronionych kobietom (Dz. U. nr 2002, 127, poz. 1092)

[77] "Środki ochrony indywidualnej". - INFOCHRON. Warszawa. CIOP 2000