

Stella Bujak-Pietrek¹

Urszula Mikołajczyk¹

Irena Szadkowska-Stańczyk²

Grażyna Stroszejn-Mrowca¹

NARAŻENIE PRACOWNIKÓW WYBRANYCH GAŁĘZI GOSPODARKI NA PYŁY — WYKORZYSTANIE ELEKTRONICZNEJ OGÓLNOPOLSKIEJ BAZY DANYCH*

OCCUPATIONAL EXPOSURE TO SILICA DUST BY SELECTED SECTORS OF NATIONAL ECONOMY IN POLAND BASED ON ELECTRONIC DATABASE

¹ Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź

Pracownia Aerozoli

² Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź

Zakład Środowiskowych Zagrożeń Zdrowia

STRESZCZENIE

Wstęp: W Instytucie Medycyny Pracy w Łodzi, przy współpracy z Głównym Inspektorem Sanitarnym, w celu oszacowania ekspozycji zawodowej na pyły zawierające wolną krystaliczną krzemionkę (WKK) pracowników w Polsce podjęto próbę zorganizowania krajowej bazy danych, w której gromadzone są wyniki rutynowych pomiarów narażenia na pyły wykonywanych przez laboratoria higieny pracy i środowiskowe w całym kraju w latach 2001–2005. Założono, że analiza wyników umieszczonych w bazie dostarczy informacji o poziomach narażenia na różne rodzaje pyłów zawierających SiO_2 w określonych działach gospodarki w Polsce, występujących przekroczeniach normatywnów higienicznych, a także pozwoli na określenie trendów czasowych ilustrujących dynamikę narażenia w analizowanych latach. **Materiał i metody:** Pomiary pyłu wdychalnego i respirabilnego metodą dozymetrii indywidualnej dokonywane były zgodnie z polską normą PN-91/Z-04030/05 i PN-91/Z-04030/06. Liczba wyników pomiarów przesłanych przez terenowe stacje sanitarno-epidemiologiczne z całego kraju, które zostały wprowadzone do bazy, wyniosła 148 638. Przygotowana baza danych pozwala na analizę narażenia na pyły w Polsce wg działów gospodarki narodowej oraz rodzaju pyłu. **Wyniki i wnioski:** Z analizy danych wynika, że najwyższe stężenia pyłu wdychalnego i respirabilnego odnotowano w górnictwie węgla. Także w górnictwie węgla w najwyższym odsetku, sięgającym blisko 60% pomiarów, odnotowuje się przekroczenia NDS. Wysokie stężenia obu frakcji pyłu (wdychalnej i respirabilnej) oraz znaczny odsetek pomiarów przekraczający NDS odnotowano w produkcji sprzętu transportowego (poza produkcją samochodów), produkcji wyrobów chemicznych, górnictwie związanym z wydobywaniem kamienia, piasku, żwiru, gliny itp. oraz w budownictwie. Najwyższe odsetki przekroczeń NDS (frakcji wdychalnej bądź respirabilnej) stwierdzono w przypadku pyłu węgla o różnej zawartości SiO_2 , pyłu organicznego zawierającego ponad 10% SiO_2 oraz, co należy szczególnie podkreślić, pyłu o silnym działaniu włókniającym zawierającego ponad 50% SiO_2 . Med. Pr. 2008;59(3):203–213

Słowa kluczowe: pył wdychalny i respirabilny, narażenie zawodowe, warunki pracy, baza danych

ABSTRACT

Background: To evaluate occupational exposure to dusts, the Nofer Institute of Occupational Medicine in Łódź, in collaboration with the Chief Sanitary Inspectorate, has developed the national database to store the results of routine dust exposure measurements performed by occupational hygiene and environmental protection laboratories in Poland in the years 2001–2005. It was assumed that the collected information will be useful in analyzing workers' exposure to free crystalline silica (WKK)-containing dusts in Poland, identifying exceeded hygiene standards and showing relevant trends, which illustrate the dynamics of exposure in the years under study. **Material and Methods:** Inhalable and respirable dust measurement using personal dosimetry were done according to Polish standard PN-91/Z-04030/05 and PN-91/Z-04030/06. In total, 148 638 measurement records, provided by sanitary inspection services from all over Poland, were entered into the database. The database enables the estimation of occupational exposure to dust by the sectors of national economy, according to the Polish Classification of Activity (PKD) and by kinds of dust. **Results and Conclusions:** The highest exposure level of inhalable and respirable dusts was found in coal mining. Also in this sector, almost 60% of surveys demonstrated exceeded current hygiene standards. High concentrations of both dust fractions (inhalable and respirable) and a considerable percentage of measurements exceeding hygiene standards were found in the manufacture of transport equipment (except for cars), as well as in the chemical, mining (rock, sand, gravel, clay mines) and construction industries. The highest percentage of surveys (inhalable and respirable dust) showing exceeded hygiene standards were observed for coal dust with different content of crystalline silica, organic dust containing more than 10% of SiO_2 , and highly fibrosis dust containing more than 50% of SiO_2 . Med. Pr. 2008;59(3):203–213

Key words: inhalable and respirable silica dust, occupational exposure, work condition, database

Adres autorek: św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: stellab@imp.lodz.pl

Nadesłano: 18 czerwca 2008

Zatwierdzono: 26 czerwca 2008

* Praca wykonana w ramach zadania finansowanego z dotacji na działalność statutową IMP nr 3.3 2006 pn. „Ocena ekspozycji zawodowej na pył zawierający krystaliczną krzemionkę w różnych działach gospodarki w Polsce w latach 2001–2005”. Kierownik tematu: dr hab. med. Irena Szadkowska-Stańczyk.



WSTĘP

Jednym z najistotniejszych, a jednocześnie najczęściej występujących zagrożeń dla zdrowia pracowników różnych działów gospodarki narodowej jest ekspozycja na wysokie stężenia pyłów. Narażenie to związane jest z różnorodnymi czynnościami, a jego źródłem są wszelkie pyłotwórcze procesy technologiczne. Emisja pyłów towarzyszy głównie takim czynnościom, jak: wydobywanie surowców mineralnych, obróbka materiałów, szlifowanie za pomocą tarcz krzemionkowych, wiercenie, piaskowanie, przeładunek materiałów zwłaszcza sypkich oraz wiele prac budowlanych (1–4).

Pyły unoszące się w powietrzu przedostają się do organizmu człowieka poprzez układ oddechowy oraz pokarmowy i mogą wykazywać różnorodne działanie biologiczne: drażniące, alergizujące, zwłókniające i nowotworowe. Szczególnie niebezpieczne są pyły o działaniu zwłókniającym, do których należą pyły zawierające wolną krystaliczną krzemionkę (kwarc, krystobalit, trydymit, agat, chalcedon) oraz niektóre krzemiany (kaolin, azbest, skalenie, gliny). Przewlekła ekspozycja na krystaliczne związki krzemu może prowadzić do zwłóknienia tkanki płucnej, czyli patologicznych zmian w organizmie określanych jako pylica krzemowa płuc (krzemica). Charakterystyczne dla pylicy jest to, że po zakończeniu ekspozycji zmiany pyliczne rozwijają się nadal. Pylice są najczęściej spotykanymi chorobami zawodowymi spowodowanymi przewlekłym narażeniem na działanie pyłów o różnorodnym składzie. W 2007 roku w Polsce odnotowano 701 przypadków pylicy płuc, co stanowi ponad 20% ogółu chorób zawodowych (5).

Stężenia pyłów zawierających WKK zawierają się w dość szerokich granicach w zależności od stosowanych technologii, surowców i urządzeń. Dokładna liczba pracowników narażonych na działanie pyłów zawierających WKK jest trudna do określenia. W głównej mierze są to górnicy węgla i surowców skalnych, hutnicy i odlewnicy, pracownicy przemysłu ceramicznego, osoby zatrudnione przy produkcji pojazdów transportowych oraz pracownicy branży budowlanej.

Prowadzona sprawozdawczość (Sprawozdanie MZ-50) oraz coroczne analizy działalności sektora higieny pracy wykonywane przez GIS umożliwiają jedynie wskazanie liczby stanowisk pracy, na których przekraczane są wartości aktualnego normatywu higienicznego (NDS). Z danych Głównego Urzędu Statystycznego wynika natomiast między innymi, że w Polsce w 2006 r. narażenie zawodowe na pył dotyczyło ponad 74 tys. pracowników, w czym 52 tys. narażonych było na działanie przemysłowych pyłów zwłókniających. Najliczniejszą

grupę narażonych stanowią osoby zatrudnione w górnictwie — ich liczba przekracza 36 tys. (6).

Przekrojowe badania obrazujące narażenie zawodowe na pył respirabilny zawierający WKK były prowadzone w Stanach Zjednoczonych w latach 1988–2003 (7). Sporządzono tam również analizę dla pracowników zatrudnionych w branży wydobywczej (kopalnie węgla i surowców skalnych), dzięki której możliwe było określenie stężeń pyłu respirabilnego zawierającego WKK na określonych stanowiskach (8). W Europie zespół międzynarodowych ekspertów przeprowadził w 25 krajach analizę narażenia na pyły drewna, którą przeprowadzono na podstawie danych z utworzonej wcześniej bazy danych WOODEX. Zgodnie z badaniem najwyższy poziom ekspozycji zawodowej na pyły drewna występuje w sektorze budowlanym i przy produkcji mebli (9). Podobne badania dotyczące narażenia na pyły drewna prowadzono w Stanach Zjednoczonych (10).

W Polsce dotychczas nie było badań, dzięki którym możliwa byłaby ocena narażenia zawodowego na pyły zawierające wolną krystaliczną krzemionkę według stanowisk pracy i sektorów gospodarki narodowej, rodzaju pyłu i trendów czasowych w wyżej określonym zakresie.

Głównym celem projektu realizowanego w Instytucie Medycyny Pracy w Łodzi przy współpracy z GIS było opracowanie i zorganizowanie krajowej, elektronicznej bazy danych ilustrującej narażenia na pyły zawierające WKK pracowników w Polsce w latach 2001–2005. W projekcie wykorzystano wyniki pomiarów stężeń pyłu zawierającego SiO_2 (frakcji wdychalnej i respirabilnej) wykonywanych na stanowiskach pracy przez laboratoria środowiskowe oraz gromadzonych przez wojewódzkie i powiatowe stacje sanitarno-epidemiologiczne. Wyniki tak zorganizowanego badania dostarczą informacji o poziomach narażenia na SiO_2 w określonych branżach gospodarki w Polsce, występujących przekroczeniach normatywów higienicznych, a także pozwolą na określenie trendów czasowych ilustrujących dynamikę narażenia w ostatnich 5 latach.

W niniejszej publikacji przedstawione zostaną wyniki analizy narażenia na pyły z uwzględnieniem branż gospodarki narodowej oraz rodzajów pyłu.

MATERIAŁ I METODY

Pierwszym krokiem w realizacji projektu było opracowanie formularza służącego do nanoszenia danych dotyczących pomiarów pyłu całkowitego i pyłu



respirabilnego oraz szczegółowej instrukcji wypełniania formularza. Formularze wypełnione przez stacje sanitarno-epidemiologiczne zostały przesłane do IMP drogą elektroniczną lub pocztową. Informacje zawarte w formularzu obejmowały: rok, w którym przeprowadzono badanie, numer PKD (Polskiej Klasyfikacji Działalności) (11) działu, grupy, klasy lub podklasy zakładu, nazwę wydziału i stanowiska, na którym wykonano pomiary stężenia pyłu, rodzaj pyłu emitowanego na danym stanowisku, rodzaj badania i sposób poboru próbek powietrza oraz czas narażenia pracownika na pył. Ponadto podano w nich dane dotyczące średniego ważonego, odniesionego do 8-godzinnego dnia pracy stężenia pyłu wdychalnego i pyłu respirabilnego na stanowisku pracy (wyrażone w mg/m^3) i wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) (12) odpowiednie dla danego rodzaju pyłu, a także procentową zawartość wolnej krystalicznej krzemionki w pyłe pobranym na stanowisku pracy.

Do końca 2006 r. do Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi przekazano 100% informacji obejmujących łącznie wyniki pomiarów z blisko 150 000 stanowisk pracy we wszystkich tych branżach gospodarki, w których pył występował jako czynnik szkodliwy. Nadesłane wyniki, po odpowiedniej weryfikacji i korekcie technicznej, zostały wprowadzone do komputerowej bazy danych. Z zestawionych danych wynika, że całkowita liczba wyników wprowadzonych do bazy wyniosła 148 638. Szczegółową metodykę tworzenia bazy danych oraz formularz zgłoszenia zamieszczono w oddzielnej publikacji (13).

Baza danych obejmująca stężenia pyłu wdychalnego i respirabilnego zmierzone na stanowiskach pracy w Polsce w latach 2001–2005 pozwoliła na przygotowanie analizy narażenia na pyły z uwzględnieniem branż gospodarki narodowej, rodzaju pyłu oraz odniesienia powyższych rezultatów do obowiązujących normatywów higienicznych. Analizą objęto te branże, w których liczba pomiarów pyłu wykonana w latach 2001–2005 wynosiła co najmniej 1000. W odniesieniu do analizy narażenia według rodzaju pyłu wybrano te pyły, w których liczba wykonanych pomiarów stężeń przekraczała 100.

Zgromadzone w bazie wyniki pomiarów sklasyfikowano według branż i rodzajów pyłów. W ramach analizy statystycznej wyników wyznaczono wartości średniej arytmetycznej, medianę, błąd standardowy, oraz odsetek przekroczeń normatywów higienicznych zarówno dla pyłu wdychalnego, jak i respirabilnego.

WYNIKI

Stężenie pyłu według branż gospodarki narodowej

Pył wdychalny

Średnie stężenia pyłu w branżach objętych analizą zawarte były w przedziale od $1,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ do $8,6 \text{ mg}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenie pyłu odnotowywano w górnictwie węgla ($\bar{x} = 8,6 \text{ mg}/\text{m}^3$, Me — $5,2 \text{ mg}/\text{m}^3$), gdzie ponad 57% wyników pomiarów przekraczało najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS).

Kolejną branżą charakteryzującą się wysokimi stężeniami pyłu była produkcja sprzętu transportowego (poza samochodami) ($\bar{x} = 5,4 \text{ mg}/\text{m}^3$, Me — $2,6 \text{ mg}/\text{m}^3$). Spośród wykonanych pomiarów pyłu w tej branży 27% wyników przekraczało NDS.

Trzecie i czwarte miejsce zajmowały kolejno: produkcja wyrobów chemicznych ($\bar{x} = 4,4 \text{ mg}/\text{m}^3$, Me — $2,2 \text{ mg}/\text{m}^3$) i 11,6% pomiarów przekraczających NDS oraz górnictwo obejmujące wydobywanie kamienia, piasku, gliny, żwiru itp. ($\bar{x} = 4,2 \text{ mg}/\text{m}^3$, Me — $2,7 \text{ mg}/\text{m}^3$). W tej ostatniej branży prawie 20% pomiarów przekraczało NDS.

Należy także podkreślić, że w sześciu kolejnych branżach, w których średnie stężenia pyłu były niższe od omówionych powyżej, odnotowano jednak ponad 10% pomiarów przekraczających normatywy higieniczne. Były to następujące branże:

- produkcja metali (18,1%),
- produkcja artykułów spożywczych i napojów (17,4%),
- budownictwo (14,4%),
- rolnictwo (14,3%),
- produkcja wyrobów niemetalicznych (szkło, ceramika, cement, itp.) (13,3%),
- produkcja drewna i wyrobów z drewna (10,0%).

Szczegółowe wyniki ilustrujące stężenia pyłu wdychalnego w 26 branżach objętych analizą przedstawiono w tabeli 1. oraz na rycinie 1.

Pył respirabilny

Średnie stężenia tej frakcji pyłu zawarte były w przedziale od $0,4 \text{ mg}/\text{m}^3$ do $2,9 \text{ mg}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenia stwierdzono w następujących branżach:

- górnictwo węgla ($\bar{x} = 2,9 \text{ mg}/\text{m}^3$, Me — $1,7 \text{ mg}/\text{m}^3$) — 42,7% wyników pomiarów przekraczało NDS,
- produkcja sprzętu transportowego ($\bar{x} = 2,8 \text{ mg}/\text{m}^3$, Me — $1,1 \text{ mg}/\text{m}^3$) — 49,3% wyników pomiarów przekraczało NDS,
- budownictwo ($\bar{x} = 1,02 \text{ mg}/\text{m}^3$, Me — $0,6 \text{ mg}/\text{m}^3$) — 16,5% pomiarów przekraczało NDS,



Tabela 1. Wartości stężeń pyłu wdychalnego w mg/m³ w wybranych* branżach gospodarki w Polsce w latach 2001–2005
Table 1. Concentrations of inhalable dust (mg/m³) in the selected* sectors of national economy in Poland, 2001–2005

Lp.	Numer PKD No. of PKD	Dział Section	N	$\bar{x}$	SE	Me	% powyżej NDS % above hygiene standard
1	1	rolnictwo, łowiectwo / agriculture, hunting	1 385	3,01	0,13	1,90	14,30
2	10	górnictwo węgla / mining of coal	16 600	8,60	0,08	5,20	57,00
3	14	pozostałe górnictwo / other mining	1 988	4,21	0,14	2,70	19,30
4	15	produkcja artykułów spożywczych i napojów / manufacture of food-products	16 931	3,41	0,03	2,60	17,40
5	17	włókiennictwo / manufacture of textile	4 168	1,59	0,03	1,14	3,40
6	18	produkcja odzieży i wyrobów futrzarskich / manufacture of clothes and leather clothes	7 027	1,14	0,02	0,90	0,70
7	19	produkcja skór i wyrobów ze skór / manufacture of leather and leather products	1 470	1,34	0,03	0,97	1,50
8	20	produkcja drewna i wyrobów z drewna (z wyłączeniem mebli) / manufacture of wood and wood products (except furniture)	8 602	2,08	0,03	1,70	10,00
9	21	produkcja masy włóknistej i papieru / manufacture of pulp and paper	2 085	1,53	0,04	1,15	2,30
10	24	produkcja wyrobów chemicznych / manufacture of chemicals	2 837	4,44	0,16	2,20	11,60
11	25	produkcja wyrobów gumowych i z tworzyw sztucznych / manufacture of rubber and plastic materials	3 440	2,26	0,05	1,45	5,90
12	26	produkcja wyrobów z pozostałych surowców niemetalicznych / manufacture of other non-metallic products	10 310	3,20	0,04	2,30	13,30
13	27	produkcja metali / manufacture of basic metals	9 014	3,08	0,03	2,34	18,10
14	28	produkcja metalowych wyrobów gotowych / manufacture of fabricated metal products	11 682	2,87	0,04	2,02	9,40
15	29	produkcja maszyn i urządzeń / manufacture of machinery and equipment	8 067	2,79	0,05	2,00	8,80
16	31	produkcja maszyn i aparatury elektrycznej / manufacture of electrical machinery and apparatus	2 132	2,68	0,06	1,90	6,80
17	34	produkcja pojazdów samochodowych / manufacture of motor vehicles	2 114	2,37	0,09	1,39	7,20
18	35	produkcja pozostałego sprzętu transportowego / manufacture of other transport equipment	2 511	5,38	0,29	2,60	27,40
19	36	produkcja mebli / manufacture of furniture	7 083	2,37	0,05	1,80	10,70
20	40	wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz i wodę / electricity, gas and water supply	5 072	2,53	0,05	1,80	7,20
21	45	budownictwo / construction	3 804	3,10	0,08	2,08	14,40
22	50	sprzedaż, obsługa i naprawa pojazdów / sale / maintenance and repair of motor vehicles	2 725	1,81	0,03	1,50	2,40
23	51	handel hurtowy i komisowy, z wyłączeniem handlu pojazdami / wholesale and commission sale except of motor vehicles	1 567	2,52	0,09	1,70	9,10
24	52	handel detaliczny, z wyłączeniem sprzedaży pojazdów / retail trade (except of motor vehicles)	1 545	3,13	0,08	2,70	14,10
25	60	transport lądowy; transport rurociągowy / land transport, transport via pipelines	2 028	2,03	0,04	1,62	4,90
26	80	edukacja / education	1 629	1,28	0,03	0,97	1,60

* Wybór dokonany wg liczby pomiarów w bazie, kwalifikujący działy, w których wykonano powyżej 1000 pomiarów / Selection by the number of survey in the base, qualifying sections where more than 1000 surveys were done.

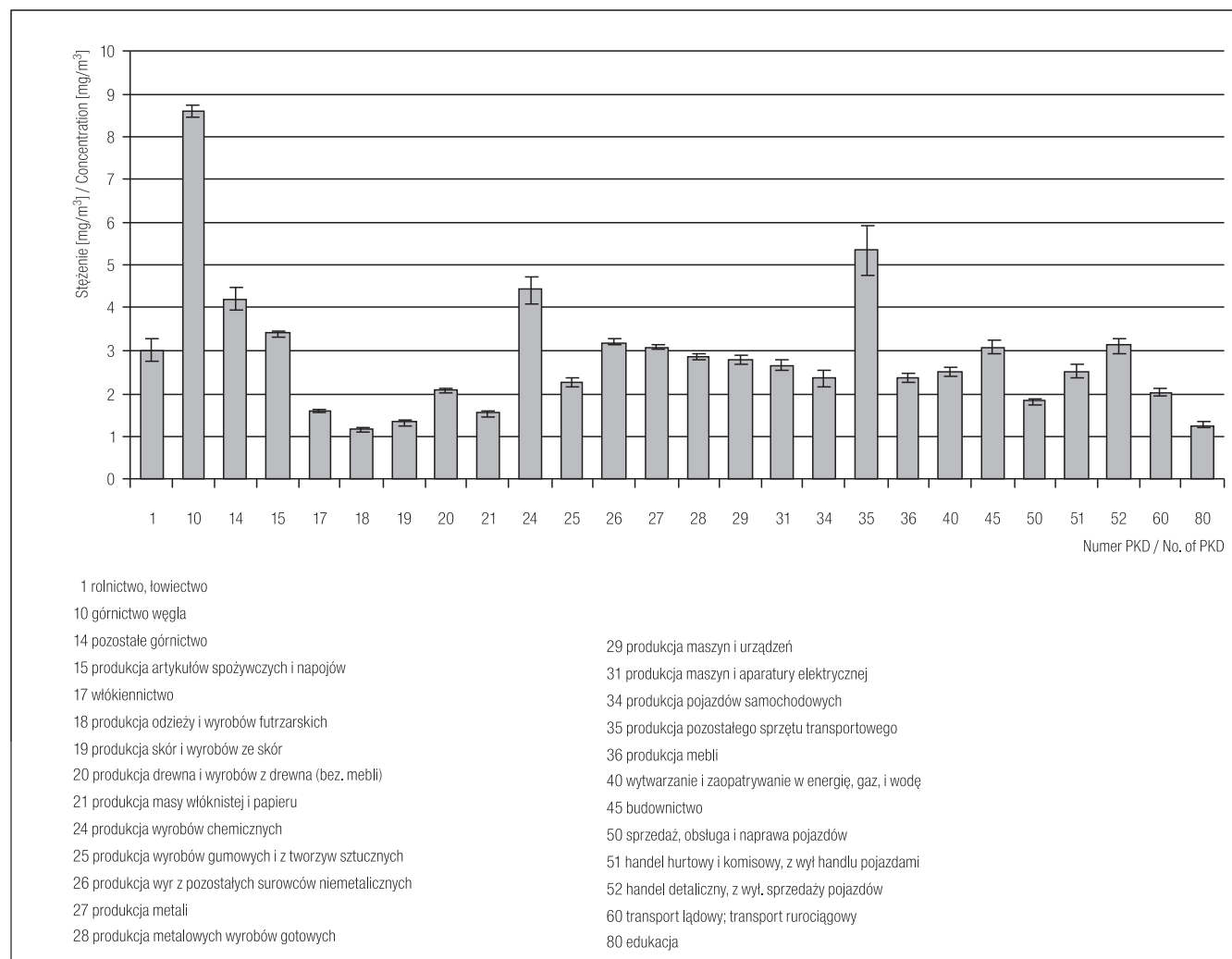
PKD — Polska Klasyfikacja Działalności / Polish Classification of Activity.

$\bar{x}$ — średnia arytmetyczna / arithmetic mean.

SE — błąd standardowy / standard error.

Me — mediana / median.





Wybór dokonany wg liczby pomiarów w bazie, kwalifikujący działy, w których wykonano powyżej 1000 pomiarów / Selection by the number of survey in the base, qualifying sections where more than 1000 surveys were done.

PKD – Polska Klasyfikacja Działalności / Polish Classification of Activity.

Ryc. 1. Narażenie na pył wdychalny według wybranych działów PKD.

Fig. 1. Exposure to inhalable dust in the selected sectors of national economy.

- produkcja wyrobów chemicznych ($\bar{x} = 0,96 \text{ mg/m}^3$, $Me = 0,54 \text{ mg/m}^3$) — 10,6% pomiarów przekraczało NDS.

Ponadto w następujących branżach stwierdzono więcej niż 10% pomiarów pyłu respirabilnego przekraczających NDS:

- produkcja metali (17,4%),
- górnictwo kamienia, gliny, piasku, żwiru, itp. (19,9%),
- produkcja wyrobów metalowych (13,2%),
- produkcja wyrobów z surowców niemetalicznych (10,8%),
- produkcja pojazdów samochodowych (10,0%).

Odpowiednie dane zamieszczono w tabeli 2. oraz na rycinie 2.

Stężenia pyłu z uwzględnieniem jego rodzaju

Pył wdychalny

Najwyższe stężenia dotyczyły następujących rodzajów pyłu:

- pył węgla (poniżej 2% SiO_2) ($\bar{x} = 9,3 \text{ mg/m}^3$, $Me = 5,8 \text{ mg/m}^3$),
- pył węgla (2–10% SiO_2) ($\bar{x} = 8,2 \text{ mg/m}^3$, $Me = 4,6 \text{ mg/m}^3$),
- pył gipsu ($\bar{x} = 8,25 \text{ mg/m}^3$, $Me = 5,2 \text{ mg/m}^3$),
- pył cementu ($\bar{x} = 4,2 \text{ mg/m}^3$, $Me = 2,8 \text{ mg/m}^3$).

Przekroczenie NDS w odniesieniu do ponad 30% pomiarów stwierdzono w przypadku następujących pyłów:

- pył węgla (2–10% SiO_2) — 52,9%,
- pył węgla (10–50% SiO_2) — 47,8%,



Tabela 2. Wartości stężeń pyłu respirabilnego w mg/m³ w wybranych branżach gospodarki w Polsce w latach 2001–2005
Table 2. Concentrations of respirable dust (mg/m³) in the selected sectors of national economy in Poland, 2001–2005

Lp.	Numer PKD No. of PKD	Dział Section	N	$\bar{x}$	SE	Me	% powyżej NDS % above hygiene standard
1	1	rolnictwo, łowiectwo / agriculture, hunting	1 060	0,69	0,03	0,47	5,40
2	10	górnictwo węgla / mining of coal	15 116	2,91	0,03	1,70	42,70
3	14	pozostałe górnictwo / other mining	1 521	0,79	0,02	0,60	19,90
4	15	produkcja artykułów spożywczych i napojów / production of food products	13 180	0,66	0,01	0,51	2,20
5	17	włókiennictwo / manufacture of textile	2 775	0,53	0,02	0,39	2,70
6	18	produkcja odzieży i wyrobów futrzarskich / manufacture of clothes and leather clothes	3 466	0,37	0,01	0,30	0,40
7	21	produkcja masy włóknistej, papieru / manufacture of pulp and paper	1 308	0,42	0,01	0,35	0,90
8	24	produkcja wyrobów chemicznych / manufacture of chemicals	1 233	0,96	0,05	0,54	10,60
9	25	produkcja wyrobów gumowych i z tworzyw sztucznych / manufacture of rubber and plastic materials	1 425	0,56	0,01	0,50	5,40
10	26	produkcja wyrobów z pozostałych surowców niemetalicznych / manufacture of other non-metallic mineral products	8 000	0,72	0,01	0,55	10,80
11	27	produkcja metali / manufacture of basic metals	7 813	0,80	0,01	0,63	17,40
12	28	produkcja metalowych wyrobów gotowych / manufacture of fabricated metal products	7 288	0,83	0,01	0,60	13,20
13	29	produkcja maszyn i urządzeń / manufacture of machinery and equipment	5 812	0,78	0,01	0,60	9,20
14	34	produkcja pojazdów samochodowych / manufacture of motor vehicles	1 313	0,67	0,03	0,50	10,00
15	35	produkcja pozostałego sprzętu transportowego / manufacture of other transport equipment	1 302	2,76	0,15	1,10	49,30
16	40	wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz i wodę / electricity, gas and water supply	4 093	0,66	0,01	0,53	4,70
17	45	budownictwo / construction	2 613	1,02	0,03	0,60	16,50
18	50	sprzedaż, obsługa i naprawa pojazdów / sale, maintenance and repair of motor vehicles	1 643	0,48	0,01	0,43	2,30
19	51	handel hurtowy i komisowy, z wyłączeniem handlu pojazdami / wholesale and commission sale except of motor vehicles e	1 004	0,68	0,02	0,51	5,20
20	52	handel detaliczny, z wyłączeniem sprzedaży pojazdów / retail trade (except of motor vehicles)	1 097	0,72	0,02	0,60	2,50
21	60	transport lądowy; transport rurociągowy / land transport, transport via pipelines	1 437	0,58	0,01	0,50	6,20

* objaśnienia jak w Tabeli 1 / Abbreviations as in Table 1.

- pył organiczny (powyżej 10% SiO₂) — 36,5%,
- pył zawierający ponad 50% SiO₂ (kopalnie kwarcu, piasku, szklwienie, cięcie szkła) — 33,4%,
- pył drewna mieszanego — 30,8%.

Przekroczenie NDS w odniesieniu do ponad 20% pomiarów stwierdzono w przypadku:

- pyłu drewna twardego — 28,0%,
- pyłu sztucznych włókien mineralnych — 26,9%,
- pyłu węgla (mniej niż 2% SiO₂) — 25,1%,
- pyłu gipsu — 24,5%.

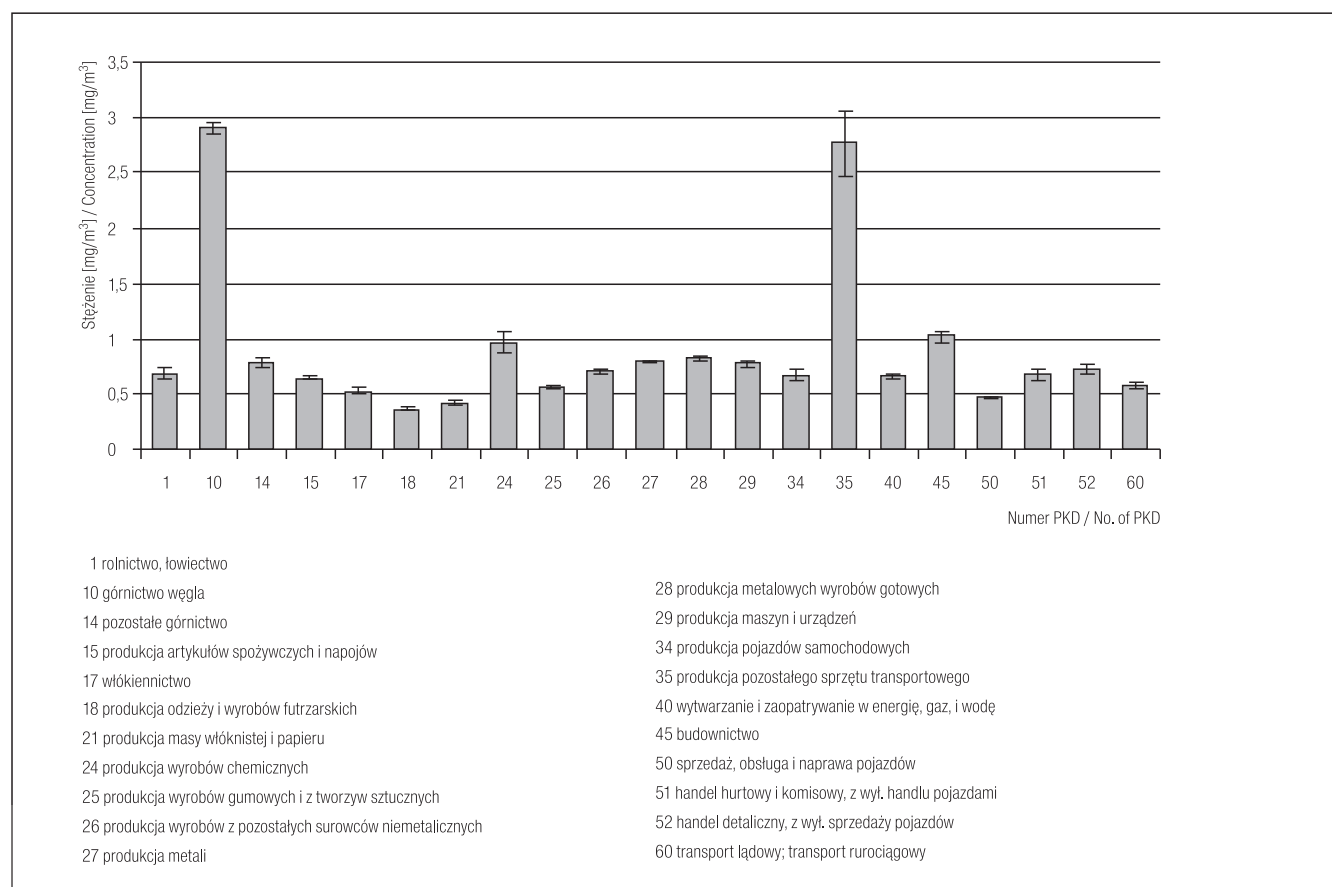
Tylko dla dwóch rodzajów pyłu (pył drewna miękkiego i pył nietoksyczny poniżej 2% SiO₂) przekroczenia NDS dotyczyły poniżej 10% pomiarów. Szczegółowe dane zamieszczono w tabeli 3. oraz na rycinie 3.

Pył respirabilny

Najwyższe stężenie frakcji respirabilnej stwierdzono w przypadku następujących rodzajów pyłu:

- pyłu węgla (poniżej 2% SiO₂) ($\bar{x}$ = 3,1 mg/m³, Me — 2,0 mg/m³),





Wybór dokonany wg liczby pomiarów w bazie, kwalifikujący działy, w których wykonano powyżej 1000 pomiarów / Selection by the number of survey in the base, qualifying sections where more than 1000 surveys were done.

PKD – Polska Klasyfikacja Działalności / Polish Classification of Activity.

Ryc. 2. Narażenie na pył respirabilny według wybranych działów PKD.

Fig. 2. Exposure to respirable dust in the selected sectors of national economy.

Tabela 3. Charakterystyka ekspozycji na wybrane rodzaje pyłów w mg/m³ w Polsce w latach 2001–2005 (pył wdychalny)

Table 3. Characteristics of occupational exposure to selected dusts (mg/m³) in Poland, 2001–2005 (inhalable dust)

Lp.	Rodzaj pyłu Kind of dust	Nr/kod pyłu** No./code of dust	N	$\bar{x}$	SE	Me	% powyżej NDS % above hygiene standard
1	pyły zawierające SiO ₂ > 50% / crystalline silica dust (SiO ₂ > 50%)	1	383	2,80	0,25	1,56	33,40
2	pyły węgla (SiO ₂ 10–50%) / coal dust (SiO ₂ 10–50%)	12b	2 704	3,19	0,07	1,96	47,80
3	pyły węgla (SiO ₂ 2–10%) / coal dust (SiO ₂ 2–10%)	12c	13 088	8,23	0,09	4,64	52,90
4	pyły węgla (SiO ₂ < 2%) / coal dust (< 2% SiO ₂)	12d	3 126	9,27	0,21	5,80	25,10
5	pyły drewna, z wyjątkiem drewna twardego / wood dust (exception hard wood)	13a	11 260	2,27	0,03	1,85	6,70
6	pyły drewna twardego / hard wood dust	13b	2 448	2,03	0,04	1,60	28,00
7	pyły drewna mieszane / mixed wood dust	13c	733	2,23	0,08	1,65	30,80
8	pyły gipsu (SiO ₂ < 2%) / gypsum dust (< 2% SiO ₂)	16	269	8,25	0,82	5,20	24,50
9	pyły zawierające SiO ₂ (2–50%) / crystalline silica dust (SiO ₂ 2–50%)	2	57 916	2,74	0,02	1,98	13,30
10	pyły grafitu naturalnego / natural graphite dust	4a	138	2,24	0,13	1,83	10,10



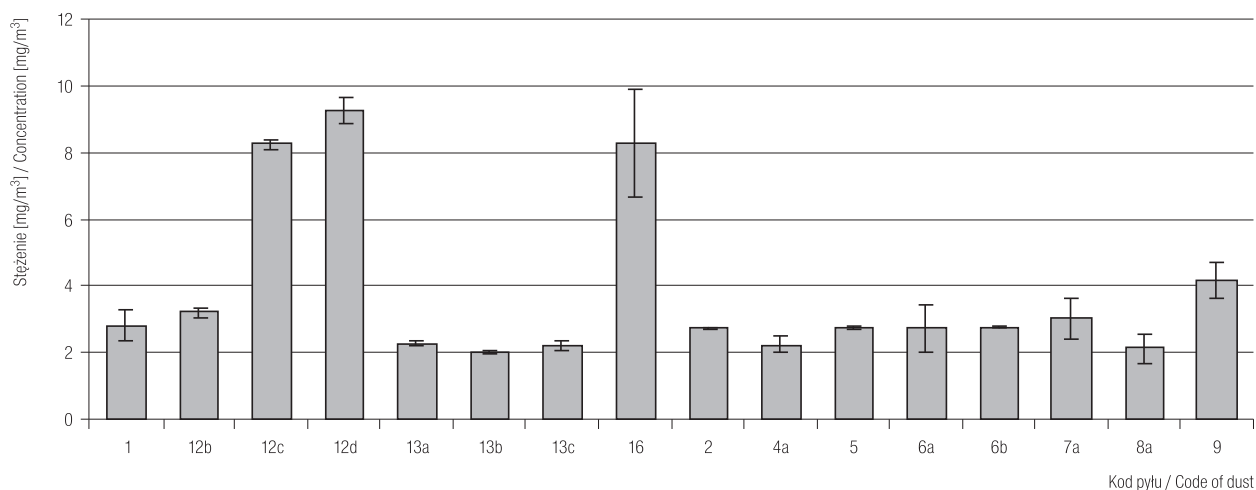
Tabela 3. Charakterystyka ekspozycji na wybrane* rodzaje pyłów w mg/m³ w Polsce w latach 2001–2005 (pył wdychalny) — cd.
Table 3. Characteristics of occupational exposure to selected* dusts (mg/m³) in Poland, 2001–2005 (inhalable dust) — cont.

Lp.	Rodzaj pyłu Kind of dust	Nr/kod pyłu** No./code of dust	N	$\bar{x}$	SE	Me	% powyżej NDS % above hygiene standard
11	pyły zawierające SiO ₂ (< 2%) / crystalline silica dust (SiO ₂ < 2%)	5	24 685	2,74	0,03	1,51	3,00
12	pyły organiczne (> 10% SiO ₂) / organic dust (> 10% SiO ₂)	6a	115	2,74	0,36	1,67	36,50
13	pyły organiczne (< 10% SiO ₂) / organic dust (< 10% SiO ₂)	6b	29 259	2,78	0,02	1,89	12,80
14	pyły talku niezawierające azbestu / talc dust without asbestos	7a	174	3,03	0,30	1,60	18,40
15	pyły sztucznych włókien mineralnych z wyj. włókien ceramicznych / artificial mineral fibres exception ceramic fibres	8a	346	2,13	0,22	1,37	26,90
16	pyły cementów / cement dust	9	414	4,17	0,27	2,82	12,60

* Wybór dokonany wg liczby pomiarów w bazie, kwalifikujący pyły, dla których wykonano powyżej 100 pomiarów / Selection by the number of survey in the base, qualifying sections where more than 100 surveys were done.

** Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Społecznej w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (14) / According to the decree on maximum admissible concentrations and intensities of agents harmful to human health in the work environment issued by the Minister of Labor and Social Policy.

Objaśnienia jak w Tabeli 1 / Abbreviations as in Table 1.



- 1. pyły zawierające WKK powyżej 50%
- 2. pyły zawierające WKK od 2% do 50%
- 4a pyły grafitu naturalnego
- 5. inne nietrujące pyły przemysłowe – w tym zaw. WKK poniżej 2%
- 6. pyły organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego:
 - a) zawierające 10% lub więcej WKK
 - b) zawierające poniżej 10% WKK
- 7a. pyły talku i niezawierające włókien mineralnych (w tym azbestu)
- 8a. pyły sztucznych włókien mineralnych, z wyj. włókien ceramicznych
- 9. pyły cementów portlandzkiego i hutniczego
- 12. pyły węgla kamiennego i brunatnego:
 - b) zawierające WKK powyżej 10% do 50%
 - c) zawierające WKK od 2% do 10%
 - d) zawierające WKK poniżej 2%
- 13. pyły drewna:
 - a) pyły drewna, z wyj. twardego, takiego jak buk i dąb
 - b) pyły drewna twardego, takiego jak buk i dąb
 - c) pyły drewna mieszane zaw. pył drewna twardego, jak buk i dąb

Wybór dokonany wg liczby pomiarów w bazie, kwalifikujący pyły, dla których wykonano powyżej 100 pomiarów / Selection by the number of survey in the base, qualifying sections where more than 100 surveys were done.

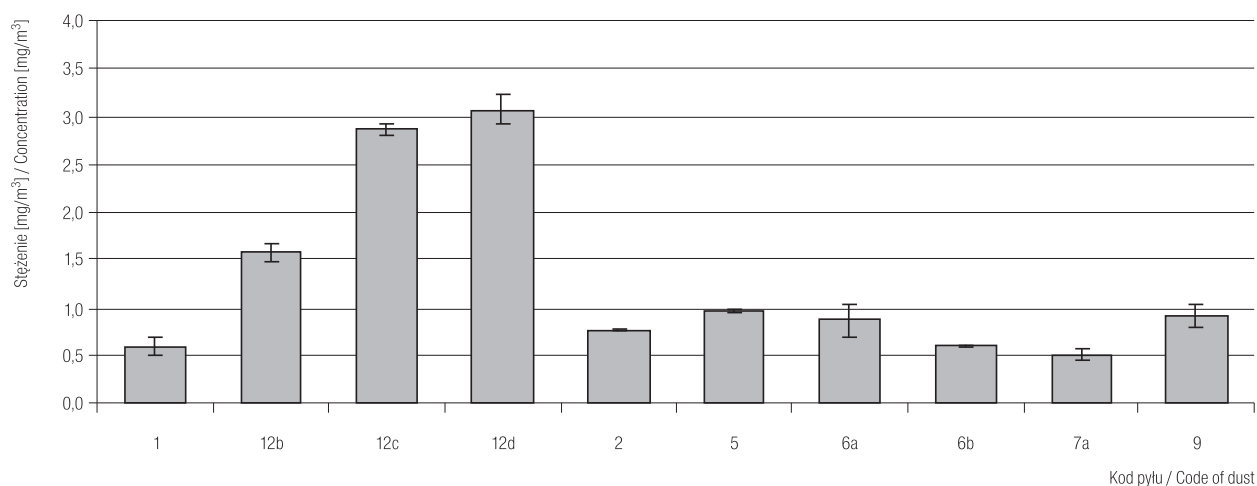
Ryc. 3. Narażenie na wybrane rodzaje pyłu — pył wdychalny.
Fig. 3. Exposure to selected kinds of dust — inhalable dust.



Tabela 4. Charakterystyka ekspozycji na wybrane rodzaje pyłów w mg/m^3 w Polsce w latach 2001–2005 (pył respirabilny)
Table 4. Characteristics of occupational exposure to selected dusts (mg/m^3) in Poland, 2001–2005 (respirable dust)

Lp.	Rodzaj pyłu Kind of dust	Nr/kod pyłu** No. /code of dust	N	$\bar{x}$	SE	Me	% powyżej NDS % above hygiene standard
1	pyły zawierające powyżej 50% SiO_2 / crystalline silica dust (more than 50% silica)	1	320	0,59	0,05	0,32	51,9
2	pyły węgla (SiO_2 10–50%) / coal dust (SiO_2 10–50%)	12b	1 469	1,58	0,05	0,88	33,5
3	pyły węgla (SiO_2 2–10%) / coal dust (SiO_2 2–10%)	12c	12 466	2,87	0,03	1,60	43,3
4	pyły węgla (SiO_2 poniżej 2%) / coal dust (less than 2% SiO_2)	12d	1 892	3,07	0,07	2,00	0,0
5	pyły zawierające SiO_2 (2–50%) / crystalline silica dust (2–50% silica)	2	49 383	0,75	0,01	0,56	13,3
6	pyły zawierające SiO_2 (poniżej 2%) / crystalline silica dust (less than 2% silica)	5	4 748	0,97	0,02	0,70	0,0
7	pyły organiczne (powyżej 10% SiO_2) / organic dust (more than 10% SiO_2)	6a	106	0,86	0,09	0,44	24,5
8	pyły organiczne (poniżej 10% SiO_2) / organic dust (less than 10% SiO_2)	6b	23 347	0,60	0,00	0,46	2,0
9	pyły talku niezawierające azbestu / talc dust without asbestos	7a	163	0,50	0,03	0,46	6,7
10	pyły cementów / cement dust	9	238	0,92	0,06	0,70	6,7

Objaśnienia jak w Tabeli 1 / Abbreviations as in Table 1.



1. pyły zawierające WKK powyżej 50%

2. pyły zawierające WKK od 2% do 50%

5. inne nietrujące pyły przemysłowe - w tym zaw. WKK poniżej 2%

6. pyły organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego:

a) zawierające 10% lub więcej wolnej krzemionki

b) zawierające poniżej 10% wolnej krzemionki

7a. pyły talku i niezawierające włókien mineralnych
(w tym azbestu)

9. pyły cementów portlandzkiego i hutniczego

12. pyły węgla kamiennego i brunatnego:

b) zawierające WKK powyżej 10% do 50%

c) zawierające WKK od 2% do 10%

d) zawierające WKK poniżej 2%

* Wybór dokonany wg liczby pomiarów w bazie, kwalifikujący pyły, dla których wykonano powyżej 100 pomiarów /
 Selection by the number of survey in the base, qualifying sections where more than 100 surveys were done.

Ryc. 4. Narażenie na wybrane rodzaje pyłu — pył respirabilny.
Fig. 4. Exposure to selected kinds of dust — respirable dust.

- pyły węgla (2–10% SiO₂) ($\bar{x}$ = 2,9 mg/m³, Me — 1,6 mg/m³),
- pyły węgla (10–50% SiO₂) ($\bar{x}$ = 1,6 mg/m³, Me — 0,9 mg/m³).

Istotne jest również, że pyły węgla znajdują się w grupie pyłów, których stężenia najczęściej przekraczają wartość NDS:

- pył węgla (2–10% SiO₂) — 43,3%,
- pył węgla (10–50% SiO₂) — 33,5%,
- pyły organiczne powyżej 10% SiO₂ — 24,5%,
- pyły zawierające SiO₂ (2–50%) — 13,3%.

Należy także podkreślić, że w odniesieniu do najbardziej agresywnego pyłu o silnym działaniu zwłókniającym, zawierającego ponad 50% SiO₂, stwierdzono prawie 52% pomiarów przekraczających poziom NDS.

Dane ilustrujące stężenia pyłu respirabilnego według rodzaju pyłu zawarte są w tabeli 4. oraz na rycinie 4.

OMÓWIENIE

Narażenie zawodowe na różne rodzaje pyłów jest problemem dotyczącym wielu, niekiedy bardzo różnorodnych branż gospodarki, a tym samym jest ono zagrożeniem dla dużej populacji osób pracujących. W Polsce dotychczas nie były prowadzone badania obejmujące swym zakresem cały kraj, których celem byłoby szczegółowe określenie poziomów narażenia zawodowego na różne rodzaje pyłów, w tym pyłów zawierających WKK. Informacjami o zakresie stężeń pyłów występujących na wybranych stanowiskach pracy dysponują jedynie terenowe stacje inspekcji sanitarnej, w których pomiary takie gromadzone są w ramach czynności kontrolnych warunków pracy.

Podczas realizacji projektu pracownicy stacji sanitarnych przesłali do IMP wyniki pomiarów stężenia pyłów prowadzonych w przedsiębiorstwach objętych badaniem. Narażenie na pył zawierający WKK było mierzone w różnorodnych branżach przemysłu i innych gałęziach gospodarki, na różnych stanowiskach pracy.

Na podstawie wyżej przedstawionego badania możliwe było oszacowanie średniego narażenia na różne rodzaje pyłów, w szczególności pyłów zawierających wolną krystaliczną krzemionkę, pracowników wszystkich działów gospodarki narodowej (wg PKD) na przestrzeni 5 lat (2001–2005) w Polsce. Przeprowadzona analiza wyników dostarczyła też informacji o przekroczeniach normatywów higienicznych dla różnych rodzajów pyłów, które miały miejsce w wybranych sektorach.

Na podstawie analizy danych z bazy stwierdzono, że najwyższe stężenia pyłu wdychalnego i respirabilnego

odnotowano w górnictwie węgla. Także w górnictwie węgla w najwyższym odsetku, sięgającym w przypadku pyłu wdychalnego ponad 50% pomiarów, odnotowuje się przekroczenia NDS. Również bardzo wysokie stężenia obu frakcji pyłu (wdychalnej i respirabilnej) oraz znaczny odsetek pomiarów przekraczający NDS odnotowano w produkcji sprzętu transportowego (poza produkcją samochodów), produkcji wyrobów chemicznych, górnictwie związanym z wydobywaniem kamienia, piasku, żwiru, gliny i innych surowców mineralnych oraz w budownictwie.

W wyniku analizy pod kątem rodzaju pyłu zamieszczonych w bazie wyników można zaobserwować, że najwyższe odsetki przekroczeń NDS (frakcji wdychalnej bądź respirabilnej) stwierdzono w przypadku pyłu węgla o różnej zawartości SiO₂, pyłu organicznego zawierającego ponad 10% SiO₂ oraz, co należy szczególnie podkreślić, pyłu o silnym działaniu zwłókniającym zawierającego ponad 50% SiO₂.

Podsumowując całość zebranych informacji, należy podkreślić, że zawodowe narażenie na pyły zawierające WKK jest problemem wciąż obecnym i bardzo istotnym. Mimo że w niektórych branżach i zawodach poziom stężeń pyłów na stanowiskach pracy nieznacznie się obniża, to jednak nadal bardzo liczna grupa osób pracuje w warunkach przekraczających wartości NDS. Z opublikowanej ostatnio analizy stosowanych w różnych krajach normatywów dla pyłów zawierających SiO₂ wynika, że polskie normatywy należą do mało wymagających (restrykcyjnych) NDS w tym zakresie (15). Stwierdzone na stanowiskach pracy w Polsce — przekraczające w dość znacznym odsetku krajowe normatywy higieniczne — stężenia pyłów z uwzględnieniem rodzaju pyłu i działania biologicznego mogą być przyczyną występowania u pracowników zmian o charakterze zwłókniającym i toksycznym na poziomie co najmniej dotychczasowym, a w niektórych działach gospodarki rosnącym.

Wskazana byłaby kontynuacja prac związanych z aktualizacją danych w bazie o kolejne coroczne wyniki pomiarów stężeń pyłów w Polsce, co pozwoliłoby na monitorowanie warunków higienicznych w tym zakresie w dłuższej perspektywie czasu.

PODZIĘKOWANIA

Autorzy składają serdeczne podziękowania Pani Katarzynie Kitajewskiej — Naczelnikowi Wydziału Higieny Pracy i Higieny Radiacyjnej w Głównym Inspektoracie Sanitarnym za podjęcie współpracy i nieocenioną pomoc w zainicjowaniu prac terenowych umożliwiających zgromadzenie odpowiednich danych.



Szczególne podziękowania autorki kierują do pracowników działów higieny pracy Wojewódzkich i Powiatowych Stacji Sanitarno-Epidemiologicznych, którzy byli zaangażowani w przygotowanie danych dotyczących narażenia na pyły. Bez ich pomocy i zaangażowania nie mogłaby powstać prezentowana baza.

PIŚMIENNICTWO

1. Akbar-Khanzadeh F., Milz S., Ames A., Susi P.P., Bisesi M., Khuder A.S. i wsp.: Crystalline silica dust and respirable particulate matter during indoor concrete grinding — wet grinding and ventilated grinding compared with uncontrolled conventional grinding. *J. Occup. Envir. Hyg.* 2007;4(10):770–779
2. Flanagan ME, Seixas N, Majar M, Camp J, Morgan M.: Silica dust exposures during selected construction activities. *AJHA J.* 2003;64(3):319–328
3. Flynn R.M., Susi P.: Engineering controls for selected silica and dust exposures in the construction industry — a review. *Appl. Occup. Hyg.* 2003;18(4):268–277
4. Rappaport SM., Goldberg M., Susi P., Herrick R.F.: Excessive exposure to silica in the US construction industry. *Ann. Occup. Hyg.* 2003;47(2):111–122
5. Szeszenia-Dąbrowska N., Wilczyńska U., Szymczak W.: Choroby zawodowe w Polsce w 2007 r. Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2008
6. Główny Urząd Statystyczny: Rocznik Statystyczny Przemysłu 2007;1
7. Yassin A., Yebesi F., Tingle R.: Occupational exposure to crystalline silica dust exposure in the United States, 1988–2003. *Environ. Health Perspect.* 2005;113(3):255–260
8. Weeks J.L., Rose C. Metal and non-metal miners' exposure to crystalline silica, 1998–2002. *Am. J. Ind. Med.* 2006;49(7):523–534
9. Kauppinen T., Vincent R., Liukkonen T., Grzebyk M., Kauppinen A., i wsp.: Occupational exposure to inhalable wood dust in the members states of the European Union. *Ann. Occup. Hyg.* 2006;50(6):549–561
10. Teschke K., Marion S.A., Vaughan T.L., Morgan M.S., Camp J.: Exposures to wood dust in US industries and occupations, 1979–1997. *Am. J. Ind. Med.* 1999;35(6):581–589
11. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 20 stycznia 2004 r. w sprawie Polskiej Klasyfikacji Działalności (PKD). *DzU z 2004 r. nr 33, poz. 289*
12. Augustyńska D., Pośniak M.: Czynniki szkodliwe w środowisku pracy — wartości dopuszczalne 2005. Centralny Instytut Ochrony Pracy — Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2005
13. Szadkowska-Stańczyk, I., Bujak-Pietrek S., Stroszejn-Mrowca M.: Monitorowanie ekspozycji zawodowej na pyły w różnych działach gospodarki w Polsce — przygotowanie krajowej bazy danych. *Probl. Hig. i Epidemiol.*, w druku 2008
14. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. *DzU z 2002 r. nr 217, poz. 1833*
15. Maciejewska A.: Occupational exposure assessment to crystalline silica dust: Approach in Poland and worldwide. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health* 2008;21(1):1–23

