

Stella Bujak-Pietrek

Irena Szadkowska-Stańczyk

OCENA NARAŻENIA NA PYŁY PRACOWNIKÓW BUDOWNICTWA W POLSCE W LATACH 2001–2005

DUST EXPOSURE ASSESSMENT AMONG CONSTRUCTION WORKERS IN POLAND, 2001–2005

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź
Zakład Środowiskowych Zagrożeń Zdrowia

STRESZCZENIE

Wstęp: Zanieczyszczenia pyłowe emitowane podczas wykonywania prac remontowo-budowlanych stanowią jedno z największych zagrożeń dla zdrowia występujących w branży budowlanej. Za najbardziej pyłotwórcze procesy uznaje się prace wyburzeniowe i rozbiórkowe, prace związane z obróbką materiałów, szlifowanie i gładzenie, kruszenie i przesiewanie materiałów sypkich. Celem niniejszego badania była analiza narażenia na pyły pracowników zatrudnionych na różnych stanowiskach w branży budowlanej w Polsce. **Materiał i metody:** Na podstawie informacji uzyskanych ze stacji sanitarno-epidemiologicznych, obejmujących wyniki pomiarów stężeń pyłu wdychalnego i respirabilnego dokonano analizy ekspozycji na pyły pracowników sektora budowlanego. Określono przeciętne stężenia pyłu wdychalnego i respirabilnego na wyszczególnionych stanowiskach pracy w sektorze budowlanym, uwzględniając rodzaj pyłu. Oszacowano też odsetek przekroczeń obowiązujących aktualnie normatywów higienicznych dotyczących pyłów występujących w poszczególnych grupach stanowisk budowlanych. **Wyniki:** W latach 2001–2005 w branży budowlanej przeprowadzono w sumie 3717 pomiarów stężeń pyłów na stanowiskach pracy. Najwyższe stężenia pyłu wdychalnego obserwowano wśród takich grup zawodowych, jak lakiernicy i malarze proszkowi ($4,76 \text{ mg/m}^3$), pracownicy remontowo-budowlani ($3,88 \text{ mg/m}^3$) i spawacze ($3,75 \text{ mg/m}^3$). W przypadku pyłu respirabilnego najwyższe stężenia obserwowano na stanowiskach spawaczy ($1,82 \text{ mg/m}^3$), a także pracowników remontowo-budowlanych ($0,89 \text{ mg/m}^3$) i pracowników zajmujących się obróbką materiałów ($0,79 \text{ mg/m}^3$). Najwyższe odsetki przekroczeń NDS stwierdzono w przypadku spawaczy. **Wnioski:** Prace wykonywane na poszczególnych etapach procesu budowlanego stanowią źródło pyłu emitowanego do środowiska. Pracownicy budowlani zatrudnieni przy tych pracach narażeni są na pył w stopniu bardzo zróżnicowanym, często przekraczającym obowiązujące w Polsce wartości dopuszczalne. Czynności związane z intensywną emisją pyłu, wykonywane zwłaszcza w pomieszczeniach zamkniętych, powinny zostać objęte obowiązkiem stosowania indywidualnych ochron dróg oddechowych. Med. Pr. 2009;60(4):247–257

Słowa kluczowe: przemysł budowlany, pył wdychalny i respirabilny, ocena narażenia zawodowego

ABSTRACT

Background: Dust emitted during construction and renovation works is one of the most important occupational hazards in the construction branch of industry. A considerable amount of silica-containing dust emission occur during demolition, materials treatment, grinding and polishing, crushing and sieving of loose materials. The aim of the presented study was to analyze the dust exposure among construction workers employed at different workposts. **Materials and Methods:** Based on the data received from voivodship and county sanitary inspection services, including the results of inhalable and respirable dust concentration measurements, performed under the project of workposts hygiene evaluation, dust exposure in the construction industry was assessed, taking account of different kinds of dust. The results of dust concentration measurements was compared with the currently binding hygiene standards, and the percentage of concentrations exceeding hygiene standards was estimated. **Results:** In the years 2001–2005, 3717 dust concentration measurements were performed in the construction industry. The highest exposure levels of inhalable dust were found in workers involved in varnishing (4.76 mg/m^3), renovation (3.88 mg/m^3) and welding (3.75 mg/m^3). For respirable dust, the highest concerned welders (1.82 mg/m^3), renovation workers (0.89 mg/m^3) and materials treatment workers (0.79 mg/m^3). The highest percentage of values (inhalable and respirable fractions) exceeding hygiene standards was also found in the group of welders. **Conclusions:** Activities performed at individual stages of the construction process are the source of dust emission. Construction workers are exposed to silica dust of varied concentrations, but they often exceed hygiene standards. Works involving intensive dust emission, particularly those inside the buildings, require that the workers wear efficient, individual, respiratory protection devices. Med Pr 2009;60(4):247–257

Key words: construction industry, inhalable and respirable dust, occupational exposure assessment

Adres autorów: Zakład Środowiskowych Zagrożeń Zdrowia, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera,
ul. św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: stellab@imp.lodz.pl
Nadesłano: 8 czerwca 2009
Zatwierdzono: 17 czerwca 2009

* Praca wykonana w ramach zadania finansowanego z dotacji na działalność statutową IMP nr 3.6 2008 p.n. „Ocena zmian czynności układu oddechowego u pracowników sektora budowlanego narażonych na wysokie stężenia pyłów”. Kierownik zadania: dr Stella Bujak-Pietrek.



WSTĘP

Budownictwo jest jedną z ważnych gałęzi przemysłu każdego kraju. Rozwój tej branży ma istotny wpływ na stan gospodarki, poziom bezrobocia oraz na atrakcyjność inwestycyjną państwa. Również w Polsce budownictwo jest szeroko rozwiniętą gałęzią przemysłu, w której w ostatnich latach obserwuje się bardzo dynamiczny postęp. W branży tej zatrudnionych jest ok. 400 tysięcy osób, a ich liczba może być nawet większa z uwagi na nielegalne zatrudnienie. Prace budowlane mogą dotyczyć nowo budowanych obiektów, remontów, renowacji i modernizacji budynków oraz ich utrzymania i konserwacji. Budownictwo zajmuje się także wyburzaniem oraz rozbiórką budynków i innych konstrukcji budowlanych, które nie nadają się do użytkowania lub stwarzają zagrożenie dla bezpieczeństwa ludzi. Wiele spośród czynności wykonywanych w ramach prac remontowo-budowlanych powoduje emisję dużych ilości substancji pylistych do środowiska stanowisk pracy, stwarzając ryzyko narażenia pracowników na wysokie stężenia pyłów.

U pracowników zatrudnionych w branży budowlanej częściej niż w przypadku innych grup zawodowych obserwowane są problemy zdrowotne wynikające ze złych warunków pracy. Powszechne są schorzenia układu oddechowego, zwłaszcza u pracowników budowlanych narażonych na działanie wolnej krystalicznej krzemionki (WKK), azbestu i pyłów drewna. Wdychanie pyłów występujących w wysokich stężeniach, szczególnie zawierających duże ilości WKK, może prowadzić do pojawienia się różnorodnych zmian w zakresie układu oddechowego, takich jak obniżenie wydolności oddechowej, zmiany obturacyjne, zwłóknieniowe, o podłożu alergicznym, a także nowotwory płuc i opłucnej (1–6).

Mimo że ekspozycja na pył jest od wielu lat kontrolowana i wielu pracodawców próbuje obniżyć stężenia emitowanych pyłów poprzez stosowanie nowoczesnych rozwiązań i technologii, to jednak często odnotowuje się przekroczenia dopuszczalnych normatywów. Ponadto jedną z najczęściej spotykanych nieprawidłowości u pracowników budowlanych jest brak odpowiedniego zabezpieczenia poprzez zastosowanie środków ochrony indywidualnej, głównie w odniesieniu do dróg oddechowych.

Dominującymi źródłami narażenia na szkodliwy dla zdrowia pył są takie procesy i czynności, jak polerowanie, szlifowanie, wyburzanie, rozkuwanie, wiercenie otworów, kruszenie oraz przesiewanie materiałów sypkich. Na znaczne zwiększenie emisji pyłu duży wpływ ma coraz

częstsze stosowanie urządzeń elektrycznych, które zastępują prace wykonywane manualnie. Istotne znaczenie ze względu na potencjalne skutki zdrowotne ma skład emitowanego pyłu, który zależy od stosowanych materiałów budowlanych, a także od technologii i narzędzi wykorzystanych w procesie budowlanym. Wśród czynników szkodliwych wchodzących w skład pyłu obecnego na stanowiskach pracy w budownictwie szczególnie ważne są krzemionka, cement, gips, beton, azbest i sztuczne włókna mineralne oraz drewno. Z licznych badań przeprowadzonych w innych krajach w branży budowlanej wynika, że narażenie na pyły zawierające krystaliczną krzemionkę i inne szkodliwe dla zdrowia czynniki jest bardzo wysokie, często na poziomie przekraczającym obowiązujące normatywy higieniczne (7–18).

Należy podkreślić, że pylice płuc są obecnie najczęstszymi chorobami zawodowymi dotyczącymi pracowników sektora budowlanego. W latach 2000–2007 w Polsce rozpoznano w tej grupie zawodowej ponad 1600 przypadków chorób zawodowych, z czego blisko 400 przypadków stanowią pylice płuc. Co roku stwierdza się w tej branży około 50–60 nowych przypadków pylic, a także inne choroby układu oddechowego. Na podkreślenie zasługuje to, że przy zaobserwowanym w Polsce w tych latach wyraźnym spadku występowania zarówno chorób zawodowych ogółem, jak i pylic odnotowano relatywnie mniejszy spadek pylic płuc u pracowników budowlanych (19–20).

Z tego powodu podjęcie próby oceny stopnia narażenia zawodowego pracowników budowlanych na pyły (szczególnie te zawierające wolną krystaliczną krzemionkę) jest bardzo istotne, ponieważ może dać podstawy do podjęcia działań ograniczających emisję pyłu, a także intensyfikacji działań prewencyjnych mających na celu skuteczniejsze ograniczenie ekspozycji na pył i jej skutków.

Dla celów niniejszej publikacji dokonano analizy narażenia na pyły pracowników sektora budowlanego z uwzględnieniem stanowisk pracy.

METODYKA BADAŃ

W ramach projektu badawczego realizowanego przez Zakład Środowiskowych Zagrożeń Zdrowia Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi utworzona została baza danych, która zawiera informacje dotyczące narażenia zawodowego na pyły pracowników w Polsce w latach 2001–2005. Dane o narażeniu na pyły, niezbędne do utworzenia bazy, uzyskano na podstawie pomiarów stężeń wykonywanych przez laboratoria badań środo-



wiska pracy w całym kraju, których wyniki dostępne były w działach higieny pracy wojewódzkich i powiatowych stacji sanitarno-epidemiologicznych. Przyjęto podział pyłów zgodny z polskimi normatywami higienicznymi, uwzględniający zawartość wolnej krystalicznej krzemionki. W analizie danych z bazy uwzględniono następujące elementy:

- przeciętne stężenia pyłu wdychalnego i respirabilnego stwierdzone na stanowiskach pracy ogółem w całym sektorze budowlanym oraz w poszczególnych jego gałęziach według PKD,
- przeciętne stężenia pyłu wdychalnego i respirabilnego według rodzaju pyłu występującego w sektorze budownictwo,
- krotności przekroczeń obowiązujących aktualnie normatywów higienicznych dotyczących pyłów w poszczególnych gałęziach analizowanej branży,
- krotności przekroczeń obowiązujących aktualnie normatywów higienicznych dotyczących pyłów

w zależności od ich rodzaju występujących na stanowiskach pracy w budownictwie.

Statystyczne opracowanie danych obejmowało wyznaczenie wartości średniej arytmetycznej, odchylenia standardowego i mediany. Wyznaczono też odsetek pomiarów obu frakcji pyłu przekraczających obowiązujące normatywy higieniczne.

W tabeli 1. przedstawiono liczbę objętych analizą pomiarów pyłu w budownictwie, w poszczególnych grupach PKD.

Analizę danych przeprowadzono na poziomie wyodrębnionych stanowisk pracy, co wymagało dużego ujednolicenia i uszczegółowienia (na podstawie opisu czynności) wyników uzyskanych z wojewódzkich i powiatowych stacji sanitarno-epidemiologicznych. Stanowiska zostały zebrane w grupy o podobnym charakterze wykonywanych czynności, stosowanych technologii i materiałów. Podział stanowisk na grupy przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 1. Pomiary stężeń pyłu wykonane w branży budowlanej w latach 2001–2005 według klasyfikacji PKD, z podziałem na grupy
Table 1. Dust concentration measurements performed in the construction industry in 2001–2005 by Statistical Classification of Economic Activities (NACE)

Nr PKD NACE rev (1.1)	Nazwa grupy Group name	Pomiary Surveys [n]
45.10.0	Przygotowanie terenu pod budowę / Site preparation	30
45.20.0	Wznoszenie budynków i budowli, inżynieria lądowa i wodna / Building of complete constructions, civil engineering	2 932
45.30.0	Wykonywanie instalacji budowlanych / Building installation	420
45.40.0	Wykonywanie robót budowlanych wykończeniowych / Building completion	137
45.50.0	Wynajem sprzętu budowlanego i burzącego z obsługą / Renting of construction or demolition equipment with operator	33
45.00.0	Prace budowlane niesklasyfikowane w grupy / Other building workers not classified in the group	165
Razem / Total:		3 717

PKD — Polska Klasyfikacja Działalności / Polish Classification of Activity.

NACE — [Nomenclatures des Activités de Communauté Européenne] Statystyczna klasyfikacja działalności gospodarczej / Statistical Classification of Economic Activities.

Tabela 2. Grupy stanowisk i liczba pomiarów wykonanych w każdej z nich
Table 2. Workpost groups and the number of surveys in individual groups

Numer grupy stanowisk Workpost group number	Nazwa grupy stanowisk Workpost group name	Stanowiska w grupie Workposts within the group	Pomiary Surveys [n]
1	Produkcja betonu i wyrobów z betonu / Concrete production	betoniarz, betoniarz-zbrojarz, operator węża betoniarskiego, operator prasy / / concrete placer, concrete reinforcement, concrete center operator, press operator	231
2	Wykonywanie robót budowlanych drogowych / Road building	brukarz, kontroler procesu MB-masy bitumiczne, robotnik drogowy / / paver, bituminous mass production, road builder	84



Tabela 2. Grupy stanowisk i liczba pomiarów wykonanych w każdej z nich — cd.**Table 2.** Workpost groups and the number of surveys in individual groups — cont.

Numer grupy stanowisk Workpost group number	Nazwa grupy stanowisk Workpost group name	Stanowiska w grupie Workposts within the group	Pomiary Surveys [n]
3	Operatorzy obróbki materiałów / / Materials treatment operators	blacharz, formierz, frezer, grawer, szlifierz, tokarz, zbrojarz, operator urządzeń tnących, operator prasy / whitesmith, moulder, miller, engraver, grinder, turner, cutting devices operator, press operator,	880
4	Elektrycy, elektrycy / / Electricians, electronic engineers	elektryk, elektronik, elektromonter, eletromechanik / / electrician, electronic engineers, wireman	46
5	Prace remontowe i wykończeniowe / / Renovation and completion works	dekarz, glazurnik, malarz, gładziarz, monter instalacji podtynkowych, murarz, posadzkarz, tynkarz / roofer, glazer, painter, polisher, plumber, lineman, bricklayer, plasterer	90
6	Lakiernicy i malarze proszkowi / / Varnishers and painters	lakiernik, malarz, malarz proszkowy, malarz-piaskarz, malarz-śrutownik / / varnisher, painter, spray painter	48
7	Mechanicy / Mechanics	mechanik, konserwator / mechanic, maintenance technician	99
8	Operatorzy urządzeń / / Installation operators	operatorzy: agregatów, dozatorów, kruszarki, mieszalników, młotów, otaczarki, przepompowni, przesiewacza, sprzętu elektrycznego, taśmociągów zgrzewarki, urządzeń: odwadniających, miksujących, rozładowniczych, sterujących, tnących / / aggregate, batcher, crushing machine, stirrer, hummer, paving plant, pumping station, bolter, electric equipment, conveyor belt, welder operators; dehydrating, mixing, unloading, steering, cutting, devices operators	509
9	Operatorzy sprzętu ciężkiego / / Heavy equipment operators	operatorzy koparki, ładowarki, spychacza, rozścielacza masy, rozcieracza masy, walca, skrawarki, równiarki / excavator, loader, bulldozer, mass distributor, mass grinder, roller, trancheuse, grader plane operators	166
10	Pozostali pracownicy / / Other workers	kamieniarz, kierowca, laborant, magazynier, maszynista, nawijacz, operator wózka widłowego, pakowacz, palacz, pomiarowiec, przesiewacz, robotnik porządkowy, sprzedawca, suwnicowy, szklarz, szlakowacz, szklarz, szwacz, tapicer, zamiatacz, złomiarz / stone mason, driver, laboratory technician, store-keeper, engine-driver, winder, fork-lift truck operator, packer, stoker, bolter, salesman, glazier, sewer, upholsterer, sweeper	323
11	Spawacze / Welders	spawacz / welder	982
12	Pracownicy przy obróbce drewna / / Woodworking operators	cieśla, stolarz, trakowy, operator obróbki drewna / / carpenter, joiner, frame saw operator, woodworking operator	259
13	Ogółem / Total		3 717

WYNIKI

Wyniki przedstawiono w grupach stanowisk o podobnym charakterze pracy (podobnych wykonywanych czynnościach). Wyszczególnione grupy oraz przypisane im stanowiska przedstawione zostały w tabeli 2.

Pył wdychalny

Średnie stężenie pyłu wdychalnego w całej branży budowlanej wynosiło $\bar{x} = 2,96 \text{ mg/m}^3$ ($\text{Me} = 2,52 \text{ mg/m}^3$), natomiast średnie stężenia pyłu w grupach objętych analizą było zawarte w przedziale $1,73\text{--}4,76 \text{ mg/m}^3$.

Najwyższe stężenie pyłu wdychalnego stwierdzono w grupie obejmującej lakierników i malarzy proszkowych ($\bar{x} = 4,76 \text{ mg/m}^3$, $\text{Me} = 2,52 \text{ mg/m}^3$). W grupie

tej 25% wyników pomiarów przekraczało najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS).

Kolejną grupą pracowników, u których odnotowano bardzo wysokie stężenia pyłu wdychanego, były osoby wykonujące prace remontowe i wykończeniowe ($\bar{x} = 3,88 \text{ mg/m}^3$, $\text{Me} = 3,10 \text{ mg/m}^3$). Dopuszczalne normatywy w tej grupie przekraczało 20% wyników wykonanych pomiarów.

Również bardzo wysoka ekspozycja na pył dotyczyła zatrudnionych w budownictwie spawaczy ($\bar{x} = 3,75 \text{ mg/m}^3$, $\text{Me} = 2,72 \text{ mg/m}^3$). Przekroczenie NDS w tej grupie obejmowało 23% pomiarów.

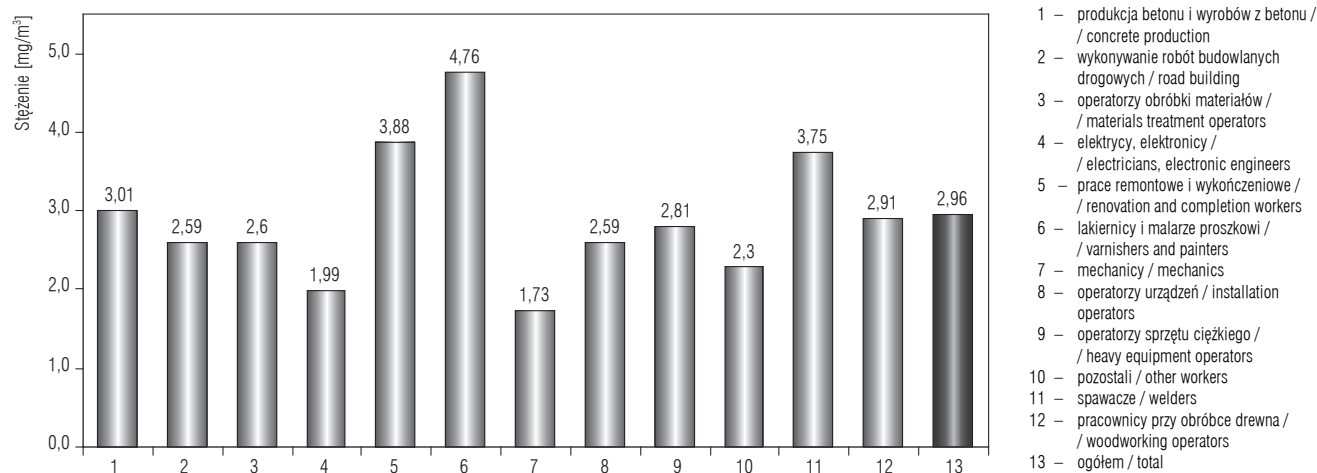
Odpowiednie dane zamieszczono w tabeli 3. i na rysunku 1.



Tabela 3. Stężenie i ocena ekspozycji na pył wdychalny w branży budowlanej wg grup stanowisk w Polsce w latach 2001–2005
Table 3. Concentrations and the assessment of exposure to inhalable dust by the workpost group in the construction industry in Poland, 2001–2005

Numer grupy stanowisk Workpost group number	Nazwa grupy stanowisk Name of workpost group	N	$\bar{x}$ [mg/m ³]	SD	Me	Pomiary powyżej NDS Surveys above the hygiene standard [%]	Najwyższa krotność przekroczenia NDS The highest multiplicity above the hygiene standard
1	Produkcja betonu i wyrobów z betonu / Concrete production	231	3,01	3,23	2,36	11,26	4,43
2	Wykonywanie robót budowlanych drogowych / Road building	84	2,59	3,27	1,90	15,48	6,54
3	Operatorzy obróbki materiałów / Materials treatment operators	877	2,60	5,26	1,80	7,87	20,80
4	Elektrycy, elektronicy / Electricians, electronic engineers	46	1,99	1,56	1,50	4,35	2,30
5	Prace remontowe i wykończeniowe / Renovation and completion works	90	3,88	4,21	3,10	20,00	5,26
6	Lakiernicy i malarze proszkowi / Varnishers and painters	48	4,76	5,89	2,52	25,00	7,25
7	Mechanicy, konserwatorzy / Mechanics	99	1,73	1,17	1,42	4,04	1,43
8	Operatorzy urządzeń / Installation operators	508	2,59	3,02	1,98	9,65	8,05
9	Operatorzy sprzętu ciężkiego / Heavy equipment operators	166	2,81	4,03	1,97	9,64	9,73
10	Pozostali pracownicy / Other workers	323	2,30	3,30	1,52	11,46	11,30
11	Spawacze / Welders	982	3,75	4,05	2,72	23,42	16,50
12	Pracownicy przy obróbce drewna / Woodworking operators	259	2,91	6,06	2,02	10,81	22,80
13	Ogółem / Total	3 713	2,96	4,30	2,00	13,57	–

N — liczba pomiarów / the number of surveys; $\bar{x}$ — średnia arytmetyczna / arithmetic mean; SD — odchylenie standardowe / standard deviation; Me — mediana / median.



Ryc. 1. Stężenia pyłu wdychanego według grup stanowisk branży budowlanej.
Fig. 1. Exposure to inhalable dust by the workpost group in the construction industry.



Pył respirabilny

Średnie stężenie pyłu respirabilnego w branży budowlanej ogółem wynosiło 1,01 mg/m³. Najwyższe stężenia tej frakcji pyłu stwierdzono w następujących grupach zawodów:

- spawacze ($\bar{x} = 1,82$ mg/m³, Me = 0,90 mg/m³) — 37,7% wyników pomiarów powyżej wartości NDS,
- pracownicy zatrudnieni przy pracach remontowych i wykończeniowych ($\bar{x} = 0,89$ mg/m³, Me = 0,80 mg/m³) — 26,5% wyników pomiarów powyżej wartości NDS,

- pracownicy zatrudnieni przy obróbce materiałów ($\bar{x} = 0,79$ mg/m³, Me = 0,58 mg/m³) — 9,9% wyników pomiarów powyżej wartości NDS.

Relatywnie wysoki odsetek (23,5%) przekroczeń NDS w przypadku pyłu respirabilnego występował również w grupie lakierników i malarzy proszkowych, w której średnie stężenie tej frakcji pyłu wynosiło 0,74 mg/m³ (Me = 0,64 mg/m³).

Wyniki ilustrujące stężenia pyłu respirabilnego przedstawiono w tabeli 4. oraz na rycinie 2.

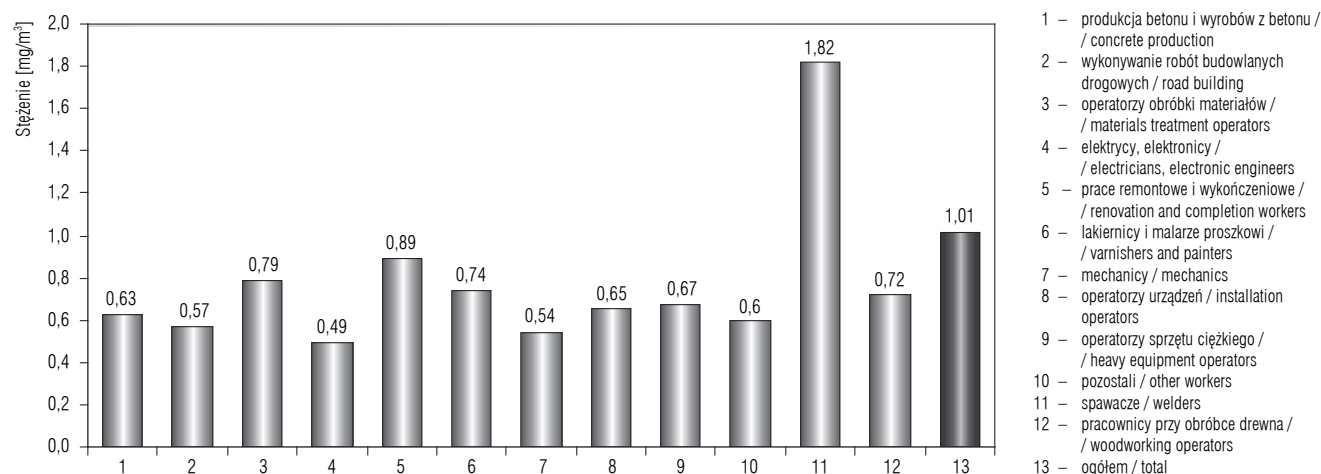
Tabela 4. Stężenie i ocena ekspozycji na pył respirabilny w branży budowlanej według grup stanowisk w Polsce w latach 2001–2005

Table 4. Concentrations and the assessment of exposure to respirable dust by the workpost group in the construction industry in Poland, 2001–2005

Numer grupy stanowisk Workpost group number	Nazwa grupy stanowisk Name of workpost group	N	$\bar{x}$ [mg/m ³]	SD	Me	Pomiary powyżej NDS Surveys above the hygiene standard [%]	Najwyższa krotność przekroczenia NDS The highest multiplicity above the hygiene standard
1	Produkcja betonu i wyrobów z betonu / Concrete production	184	0,63	0,49	0,57	6,52	2,18
2	Wykonywanie robót budowlanych drogowych / Road building	63	0,57	0,49	0,45	14,29	2,60
3	Operatorzy obróbki materiałów / Materials treatment operators	557	0,79	1,44	0,57	9,87	22,50
4	Elektrycy, elektrycy / Electricians, electronic engineers	31	0,49	0,35	0,50	6,45	1,82
5	Prace remontowe i wykończeniowe / Renovation and completion works	61	0,89	0,71	0,80	26,23	4,82
6	Lakiernicy i malarze proszkowi / Varnishers and painters	17	0,74	0,55	0,64	23,53	1,80
7	Mechanicy, konserwatorzy / Mechanics	70	0,54	0,36	0,46	7,14	2,50
8	Operatorzy urządzeń / Installation operators	352	0,65	0,70	0,52	8,81	3,80
9	Operatorzy sprzętu ciężkiego / Heavy equipment operators	132	0,67	0,49	0,60	8,33	3,20
10	Pozostali pracownicy / Other workers	218	0,60	0,86	0,41	6,42	7,00
11	Spawacze / Welders	669	1,82	1,98	0,90	37,67	17,00
12	Pracownicy przy obróbce drewna / Woodworking operators	23	0,72	0,53	0,51	8,70	2,34
13	Ogółem / Total	2 377	1,01	1,44	0,60	17,37	–

Objaśnienia jak w tabeli 3 / Abbreviations as in Table 3.





Ryc. 2. Narażenie na pył respirabilny według grup stanowisk branży budowlanej.

Fig. 2. Exposure to respirable dust by the workpost group in the construction industry.

Stężenia pyłu wdychalnego i respirabilnego z uwzględnieniem jego rodzaju

Najwięcej pomiarów (2800, tj. 75%) wykonano na stanowiskach, na których występowały pyły zawierające 2–50% SiO₂, a w następnej kolejności inne nietrujące pyły przemysłowe zawierające < 2% SiO₂ (578 po-

miarów, 16%). Wartości średnich stężeń dla tych rodzajów pyłów wynosiły odpowiednio: $\bar{x}$ = 2,96 mg/m³ (Me = 2,10 mg/m³) i $\bar{x}$ = 3,00 mg/m³ (Me = 1,83 mg/m³).

Szczegółowe wyniki ilustrujące ekspozycję na pył wdychalny z uwzględnieniem jego rodzaju przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Stężenie i ocena narażenia na różne rodzaje pyłów w branży budowlanej w latach 2001–2005 — pył wdychalny
Table 5. Concentration and the assessment of exposure to different kinds of dust in the construction industry, 2001–2005 — inhalable dust

Numer/ kod pyłu* Nr/code of dust	Nazwa pyłu Name of dust	N	$\bar{x}$ [mg/m ³]	SD	Me	Pomiary powyżej NDS Surveys above the hygiene standard [%]	Najwyższa krotność przekroczenia NDS The highest multiplicity above the hygiene standard
1	Pyły zawierające > 50% WKK / Crystalline silica dust (more than 50% of silica)	5	6,39	5,18	5,10	80,00	6,40
2	Pyły zawierające od 2–50% WKK / / Crystalline silica dust (2–50% of silica)	2 800	2,96	4,26	2,10	15,71	20,80
3a	Pyły zawierające azbest chryzotylowy i inne pyły włókniste z wyjątkiem krokidolitu / Dust containing chrysotile and other fibrous dusts except crocidolite	2	0,75	0,21	0,75	–	–
5	Inne nietrujące pyły przemysłowe w tym zawierające < 2% WKK / Crystalline silica dust (less than 2% of silica)	578	3,00	3,49	1,83	3,29	2,99
6b	Pyły organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego zawierające < 10% WKK / / Organic dust (less than 10% of SiO ₂)	12	4,27	4,85	2,20	25,00	3,93
7b	Pyły talku zawierające włókna mineralne w tym azbest / Talc dust with asbestos	4	0,66	0,40	0,54	25,00	1,24



Tabela 5. Stężenie i ocena narażenia na różne rodzaje pyłów w branży budowlanej w latach 2001–2005 — pył wdychalny (cd.)**Table 5.** Concentration and the assessment of exposure to different kinds of dust in the construction industry, 2001–2005 — inhalable dust (cont.)

Numer/ kod pyłu* Nr/code of dust	Nazwa pyłu Name of dust	N	$\bar{x}$ [mg/m ³]	SD	Me	Pomiary powyżej NDS Surveys above the hygiene standard [%]	Najwyższa krotność przekroczenia NDS The highest multiplicity above the hygiene standard
8a	Pyły sztucznych włókien mineralnych z wyjątkiem włókien ceramicznych / Artificial mineral fibers except ceramic fibers	10	2,72	0,41	2,60	100,00	1,64
9	Pyły cementu portlandzkiego i hutniczego / Cement dust	21	4,97	7,05	3,22	14,29	4,43
12: b,c,d	Pyły węgla kamiennego i brunatnego zawierające WKK / Coal dust with SiO ₂ : b) > 10–50%; c) 2–10%; d) < 2%	55	1,52	1,00	1,30	–	–
13: b,c	Pyły drewna / Wood dust: b) twardego, takiego jak buk i dąb / hard wood dust c) mieszane zawierające pył drewna twardego, takiego jak buk i dąb / mixed wood dust	222	2,87	6,37	2,00	9,91	22,80
16	Pyły gipsu zawierającego < 2% WKK i niezawierającego azbestu / Gypsum dust (less than 2% of SiO ₂)	4	8,83	3,15	9,01	50,00	1,23
	Ogółem / Total	3 713	2,96	4,30	2,00	13,57	22,80

Objaśnienia jak w tabeli 3 / Abbreviations as in Table 3.

* Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie NDS / According to the Decree on MAC values issued by the Minister of Labor and Social Policy dated November 29, 2002.

Tabela 6. Stężenie i ocena ekspozycji na różne rodzaje pyłów w branży budowlanej w latach 2001–2005 — pył respirabilny**Table 6.** Concentrations and the assessment of exposure to different kinds of dust in the construction industry, 2001–2005 — respirable dust

Numer/ kod pyłu* Nr/code of dust	Nazwa pyłu Name of dust	N	$\bar{x}$ [mg/m ³]	SD	Me	Pomiary powyżej NDS Surveys above the hygiene standard [%]	Najwyższa krotność przekroczenia NDS The highest multiplicity above the hygiene standard
1	Pyły zawierające > 50% WKK / Crystalline silica dust (more than 50% of silica)	2	0,38	0,09	0,38	100,00	1,47
2	Pyły zawierające od 2–50% WKK / Crystalline silica dust (2–50% of silica)	2 326	0,99	1,45	0,60	13,33	22,50
6b	Pyły organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego zawierające <10% WKK / Organic dust (less than 10% of SiO ₂)	11	0,90	0,91	0,60	9,09	1,65
9	Pyły cementu portlandzkiego i hutniczego / Cement dust	9	1,04	1,27	0,73	11,11	2,07
	Ogółem / Total	2 375	1,01	1,44	0,60	17,39	22,50

Objaśnienia jak w tabeli 3 / Abbreviations as in Table 3.

* Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie NDS / According to the Decree on MAC values issued by the Minister of Labor and Social Policy dated November 29, 2002.



Również w przypadku frakcji respirabilnej większość pomiarów dotyczyła pyłu zawierającego 2–50% WKK (2327 pomiarów). Średnie stężenie tego pyłu wynosiło $\bar{x} = 0,99 \text{ mg/m}^3$ ($Me = 0,60$). Odpowiednie dane przedstawiono w tabeli 6.

OMÓWIENIE

Wyniki licznych badań wskazują, że narażenie na różne rodzaje pyłów, występujących często w znacznych stężeniach, w branży budowlanej jest jednym z najistotniejszych zagrożeń dla zdrowia pracowników. Do emisji dużych ilości pyłu dochodzi na każdym etapie procesu budowlanego podczas wykonywania bardzo różnorodnych czynności. Pyły dostają się do środowiska pracy na ogół podczas prac polegających na obróbce materiałów (szlifowanie, wiercenie, docinanie), ale mogą też pochodzić z pyłu, który wcześniej osiadł na powierzchniach (7,9,11). Główną i najważniejszą drogą, którą pyły dostają się do organizmu jest układ oddechowy, a dawka, jaka zostaje pochłonięta zależy przede wszystkim od stężenia pyłu w powietrzu oraz od czasu ekspozycji. Z uwagi na powyższe higieniczna ocena warunków środowiska pracy obejmuje oznaczenie stężenia obu frakcji pyłów — wdychalnej i respirabilnej oraz porównanie wyników pomiarów z odpowiednimi dla danego pyłu normatywami higienicznymi — NDS (21).

W niniejszej pracy przeprowadzono analizę narażenia na pyły pracowników budowlanych w Polsce, których stanowiska pracy były monitorowane pod kątem stężeń pyłu. Wyniki pomiarów, które przeprowadzano na różnych stanowiskach w branży budowlanej, obejmują wszystkie województwa i dotyczą lat 2001–2005. W analizie stężeń pyłów wewnątrz sektora budowlanego odstępiono od podziału na sekcje według PKD na rzecz analizy według określonych grup stanowisk pracy. Uznano, że wyniki analizy i wnioski w odniesieniu do stanowisk będą bardziej przydatne dla higienistów pracy w kontekście podejmowania określonych działań prewencyjnych. Z badań wielu autorów, a także własnych wynika, że zróżnicowanie stężeń pyłów nawet w ramach danego stanowiska jest dość znaczne, a wyznacznikiem narażenia na określone stężenia pyłu są w zasadzie wykonywane czynności (9). Tak więc tworząc grupy stanowisk dla celów analizy, przyjęto jako podstawę grupowania wykonywanie podobnych czynności. Wszystkie wyniki uzyskane dla tej branży zostały podzielone według wydzielonych grup stanowisk. Dla każdej z grup oszacowano wartość średniego narażenia na pyły na przestrzeni badanego pięciolecia

oraz stopień przekroczeń normatywów higienicznych. Analizą objęto również stężenia i przekroczenia NDS dla różnych rodzajów pyłu.

W rezultacie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że średnie stężenie pyłu wdychalnego w tej branży wynosi $2,96 \text{ mg/m}^3$. Najwyższą średnią wartość stężenia pyłu wdychalnego oraz największy odsetek pomiarów przekraczających normatywy higieniczne odnotowano w grupie lakierników i malarzy proszkowych (stężenie pyłu — $4,76 \text{ mg/m}^3$, tj. 25% pomiarów przekraczających NDS). W przypadku pyłu respirabilnego największe stężenia pyłu ($1,82 \text{ mg/m}^3$) i największe przekroczenia NDS (37,7% wyników pomiarów) dotyczyły spawaczy. Bardzo wysokie stężenia obu frakcji pyłu — w znacznym odsetku przekraczające wartości dopuszczalne — zaobserwowano w grupie pracowników wykonujących prace remontowe i wykończeniowe oraz pracowników, którzy wykonują prace związane z obróbką materiałów.

Potwierdzają to wcześniejsze badania przeprowadzone przez zespół autorów pracy na niektórych stanowiskach w budownictwie, z których wynika, że bardzo duże stężenia pyłów, przekraczające dopuszczalne normatywy, występują na takich stanowiskach, jak szlifierz-gładziarz, monter instalacji podtynkowych czy glazurnik. W tych badaniach szczególnie wysokie narażenie na pył obserwowano także podczas prac związanych z rozbiórką ręczną budynków (22). Podobne rezultaty otrzymano w Holandii, gdzie również najwyższe stężenia pyłów w powietrzu na stanowiskach pracy obserwowano podczas prac rozbiórkowych, a średnia geometryczna stężeń była równa $10,8 \text{ mg/m}^3$ (11).

Z innych badań przeprowadzonych w branży budowlanej w różnych krajach wynika, że najwyższe stężenia pyłu wdychalnego obserwowano na stanowiskach szlifierz-gładziarz, murarz oraz pracownik budowlany, niewykwalifikowany. Pomiary stężeń pyłu oraz kwarcu respirabilnego w trakcie wykonywania określonych czynności wykazały występowanie najwyższych wartości podczas szlifowania powierzchni betonowych, nawiercania otworów oraz mieszania betonu.

W Stanach Zjednoczonych wykazano, że stężenia frakcji respirabilnej pyłu oraz kwarcu na stanowiskach szlifierz-gładziarz wynosiły odpowiednio: $13,5 \text{ mg/m}^3$ i $1,28 \text{ mg/m}^3$. Stężenia na stanowiskach murarza były na poziomie $2,13 \text{ mg/m}^3$ i $0,32 \text{ mg/m}^3$, a na stanowiskach robotnika na budowie wynosiły $2,46 \text{ mg/m}^3$ i $0,35 \text{ mg/m}^3$ (9,13). Z kolei wyniki badań przeprowadzonych w Kanadzie wskazują, że stężenia pyłu wdychalnego były najwyższe na stanowiskach murarzy i malarzy i wynosiły odpowiednio $9,7 \text{ mg/m}^3$ i $8,4 \text{ mg/m}^3$.



Największe narażenie na pył respirabilny dotyczyło pracowników niewykwalifikowanych ($2,1 \text{ mg/m}^3$) i ślusarzy ($1,0 \text{ mg/m}^3$) (14).

Jak wynika z przedstawionych wyników odnośnie do rodzaju pyłów objętych pomiarami w branży budowlanej, większość to pyły zawierające 2–50% lub poniżej 2% wolnej krystalicznej krzemionki (ponad 90% wszystkich pomiarów), a w dalszej kolejności również pyły drewna. Wyniki dotyczące rodzaju pyłu trudno porównać z uzyskanymi w innych krajach, ponieważ w większości z nich obowiązuje inny sposób klasyfikowania pyłów.

Prace wykonywane na poszczególnych etapach procesu budowlanego stanowią źródło pyłu emitowanego do środowiska. Pracownicy budowlani zatrudnieni przy tych pracach narażeni są na pył zawierający wolną krystaliczną krzemionkę w stopniu bardzo zróżnicowanym, jednak często przekraczającym obowiązujące w Polsce wartości dopuszczalne.

Z wymienionych powodów narażenie na pył należy uznać za istotny problem higieny pracy. Szczegółnej uwagi wymagają te stanowiska, na których stężenia są bardzo wysokie i często przekraczają normatywy higieniczne. Dotyczy to głównie malarzy i lakierników, pracowników wykonujących prace remontowo-wykończeniowe, szczególnie związane z intensywną emisją pyłu, takie jak wiercenie i szlifowanie oraz spawanie w pomieszczeniach zamkniętych. Te grupy stanowisk wymagają wzmocnienia zaleceń higienicznych, głównie w odniesieniu do obowiązku stosowania ochron indywidualnych ograniczających narażenie dróg oddechowych na pył.

PIŚMIENNICTWO

1. Rosenman K.D., Reilly M.J., Henneberger P.K.: Estimating the total number of newly —recognized silicosis cases in the United States. *Am. J. Ind. Med.* 2003;44(2):141–147
2. Bang K.M., Althouse R.B., Kim J.H., Game S.R.: Recent trends of age — specific pneumoconiosis mortality rates in the United States 1985–1996: coal workers pneumoconiosis, asbestosis and silicosis. *Int. J. Occup. Environ. Health* 1999;5(4):251–255
3. Law Y.W., Leung M.C., Leung C.C., Yu T.S., Tam C.M.: Characteristic of workers attending the pneumoconiosis clinic for silicosis assessment in Hong Kong: retrospective study. *Hong Kong Med. J.* 2001;7(4):343–349
4. Arndt V., Rothenbacher D., Daniel V., Zschenderlein B., Schuberth S., Breener H.: All-cause and cause specific mortality in a cohort of 20 000 construct workers; results from a 10 year follow up. *Occup. Environ. Med.* 2004;61(5):419–425
5. Bergdahl I.A., Toren K., Eriksson K., Hedlund V., Nilsson T., Flodin R. i wsp.: Increased mortality in COPD among construction workers exposed to inorganic dust. *Eur. Respir. J.* 2004;23(3):402–406
6. Tjoe Nij E., Heederik D.: Risk assessment of silicosis and lung cancer risk among construction workers exposed to respirable quartz. *Scand. J. Work Environ. Health* 2005;31(2):49–56
7. Tjoe Nij E., Spee T., Hilhorts S., Spierings J., Steffens F., Lumens M. i wsp.: Dust control measures in the construction industry. *Ann. Occup. Hyg.* 2003;47(3):211–218
8. Tjoe Nij E., Hohr D., Brown P., Burstyn I., Spierings J., Steffens F. i wsp.: Variability in quartz exposure in the construction industry: Implications for assessing exposure–response relations. *J. Occup. Environ. Hyg.* 2004;1(3):191–198
9. Flanagan M.E., Seixas N., Majar M., Camp J., Morgan M.: Silica dust exposure during selected construction activities. *AJHA J.* 2003;64(3):319–328
10. Echt A., Sieber W.K.: Control of silica exposure from hand tools in construction: grinding concrete. *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 2002;17:457–461
11. Lumens M.E.G.L., Spee T.: Determinants of exposure to respirable quartz dust in the construction industry. *Ann. Occup. Hyg.* 2001;45:585–595
12. 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
13. Rappaport S.M., Goldberg M., Susi P., Herrick R.F.: Excessive exposure to silica in the US construction industry. *Ann. Occup. Hyg.* 2003;47(2):111–122
14. Verma D.K., Kurtz L.A., Sahai D., Finkelstein M.M.: Current chemical exposure among Ontario construction workers. *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 2003;18(12):1031–1047
15. Akbar-Khanzadeh F., Brillhart R.L.: Respirable crystalline silica dust exposure during concrete finishing (grinding) using hand-held grinders in the construction industry. *Ann. Occup. Hyg.* 2002;46(3):341–346
16. Linch K D.: Respirable concrete dust-silicosis hazard in the construction industry. *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 2002;17(3):209–221
17. Flanagan M.E., Seixas N., Becker P., Takacs B., Camp J.: Silica exposure on construction sites: results of an exposure monitoring data compilation project. *J. Occup. Environ. Hyg.* 2006;3(3):144–152
18. Szadkowska-Stańczyk I., Stroszejn-Mrowca G., Mikołajczyk U., Maciejewska A.: Ocena narażenia pracowników budowlanych na pył zawierający wolną krystaliczną krzemionkę (WKK). *Med. Pr.* 2006;57(5):405–413



19. Szeszenia-Dąbrowska N., Wilczyńska U.: Choroby zawodowe w Polsce. Statystyka i epidemiologia. Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2007
20. Szeszenia-Dąbrowska N., Wilczyńska U., Szymczak W.: Choroby zawodowe w Polsce w 2007 r. Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2008
21. 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. DzU z 2002 r. nr 217, poz. 1833
22. Szadkowska-Stańczyk I., Stroszejn-Mrowca G., Mikołajczyk U., Maciejewska A.: Ocena narażenia pracowników budowlanych na pył zawierający wolną krystaliczną krzemionkę (WKK). Med. Pr. 2006;57(5): 405–413

