

Małgorzata Pośniak
Joanna Kowalska
Ivan Makhniashvili

NARAŻENIE NA SZKODLIWE SUBSTANCJE CHEMICZNE W PRZEMYSŁE MEBLARSKIM*

EXPOSURE TO HAZARDOUS CHEMICAL SUBSTANCES IN FURNITURE INDUSTRY

Z Zakładu Zagrożeń Chemicznych i Pyłowych
Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie

STRESZCZENIE

Wstęp. W artykule omówiono wyniki oceny narażenia na rozpuszczalniki organiczne w zakładach przemysłu meblarskiego. **Materiał i metody.** Badaniami środowiskowymi objęto pięć zakładów produkujących meble. Badane szkodliwe substancje chemiczne występujące w powietrzu na stanowiskach pracy oznaczono metodą kapilarnej chromatografii gazowej z detekcją masową i płomieniowo-jonizacyjną. **Wyniki.** Przeprowadzone badania zanieczyszczeń chemicznych pozwoliły zidentyfikować w badanych próbkach powietrza aceton, butan-2-on, octan etylu, izobutyli, butyli i metoksypropylu, 4-metylopentan-2-on, toluen, etylobenzen i o-, m-, p-ksyleny na stanowiskach pracy lakierników oraz pracowników wykonujących czynności związane z czyszczeniem powierzchni rozpuszczalnikami. Wskaźniki narażenia charakteryzujące narażenie łączne na ww. substancje organiczne na objętych badaniami stanowiskach były w zakresie od 0,13 do 1,67 i przekraczały dopuszczalną wartości na ok. 21% stanowisk pracy. **Wnioski.** Przeprowadzona ocena narażenia zawodowego na podstawie wyników badań substancji chemicznych na reprezentatywnych stanowiskach pracy w procesie produkcji mebli wykazała, że czynniki te stanowią zagrożenie dla zdrowia pracowników, przede wszystkim na stanowiskach pracy w lakierniach i czyszczenia gotowych elementów rozpuszczalnikami. Med. Pr., 2005;56(6):461–465
Słowa kluczowe: powietrze na stanowiskach pracy, niebezpieczne substancje chemiczne, przemysł meblarski

ABSTRACT

Background: The aim of the study was to assess the exposure to organic solvents in plants of the furniture industry. **Materials and Methods:** Studies were conducted in five furniture plants. Hazardous chemicals present in the air at workposts were determined by capillary gas chromatography with mass spectrometry and flame ionization detection. **Results:** The analysis of air samples collected at the workposts allowed to identify the following chemicals occurring during varnishing and cleaning of furniture surface elements: acetone, butan-2-one, ethyl, isobutyl and methoxypropyl acetate, 4-methylpentan-2-on, toluene, ethylbenzene and xylenes. Indices characteristic of combined exposure ranged from 0.13 to 1.67 and exceeded the limit value at 21% of workposts. **Conclusions:** The results of the study indicate that chemicals present at representative workposts during the furniture production are harmful to health of workers, especially those involved in varnishing and cleaning of furniture elements. Med Pr 2005;56(6):461–465
Key words: workplace air, hazardous chemical substances, furniture industry

Adres autorów: Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa, e-mail: mapos@ciop.pl

Nadesłano: 20.08.2005

Zatwierdzono: 17.10.2005

© 2005, Instytut Medycyny Pracy im. prof. dra med. J. Nofera w Łodzi

WSTĘP

Przemysł meblarski należy do jednej z najbardziej rozwiniętych gałęzi polskiego przemysłu. Jak wynika z danych GUS, od początku lat 90. przemysł meblarski wytwarza około 50% wartości produkcji oraz realizuje ponad 60% przychodów całego sektora drzewnego. W Polsce funkcjonuje około 24 tys. firm, zatrudniających pod koniec roku 2002 około 137 tys. pracowników, co stanowi 4,8% ogółu pracujących. Należy zaznaczyć, że są to głównie małe przedsiębiorstwa,

zatrudniające do 50 osób. Około 95% firm produkujących meble należy do sektora prywatnego (1).

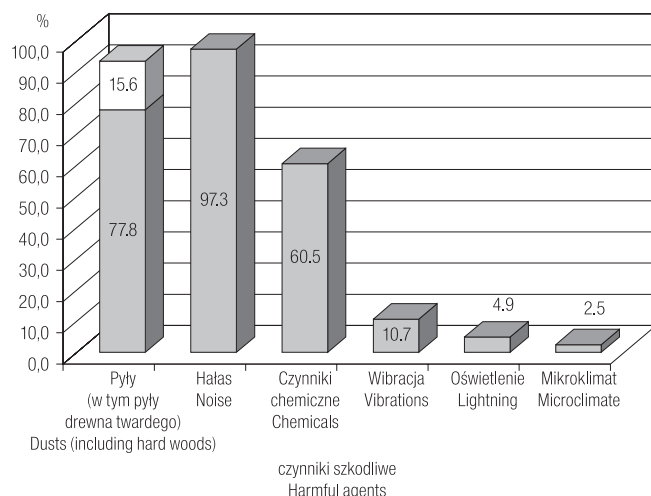
Na wszystkich etapach produkcji mebli pracownicy są narażeni na niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe czynniki, które mogą być przyczyną chorób zawodowych oraz wypadków przy pracy, w tym również śmiertelnych. Z analizy danych GUS z lat 1999–2001 wynika, że liczba pracowników zatrudnionych przy produkcji mebli w warunkach szkodliwych dla zdrowia wynosi około 30 tys. osób. Dane te dotyczą substancji chemicznych, pyłów, hałasu, wibracji, mikroklimatu zimnego i gorącego, niedostatecznego oświetlenia oraz promieniowania. Nie obejmują natomiast zagrożeń czynnikami mechanicznymi takimi, jak maszyny

* Praca wykonana w ramach Programu Wieloletniego dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 2002–2004 pt. : „Dostosowanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej”. Kierownik programu: dr M. Pośniak.

i urządzenia, będące przyczyną wielu wypadków przy pracy.

Należy zwrócić uwagę, że liczba pracowników zatrudnionych w warunkach niebezpiecznych i szkodliwych dla zdrowia prawdopodobnie jest większa, ponieważ na wielu stanowiskach pracy nie wykonuje się pomiarów stężeń substancji chemicznych, pyłów, hałasu oraz nie są oceniane zagrożenia czynnikami mechanicznymi. Spowodowane to jest najczęściej brakiem danych, dotyczących identyfikacji czynników ryzyka, występujących w środowisku pracy na poszczególnych etapach produkcji mebli, jak również niedokładną analizą procesów i stosowanych materiałów przez pracodawców oraz pracowników zarządzających bezpieczeństwem i higieną pracy w przedsiębiorstwach przemysłu meblarskiego. Również liczna grupa pracowników zatrudniona w małych, prywatnych przedsiębiorstwach, dla których w zasadzie nie są wykonywane badania w celu oceny narażenia zawodowego, powiększa liczbę osób narażonych.

Dane o narażeniu zawodowym w krajowych przedsiębiorstwach przemysłu meblarskiego przedstawiono na rycinie 1 (dane Państwowej Inspekcji Sanitarnej z 266 krajowych przedsiębiorstw z 2002 r.). Głównymi czynnikami, na które są narażeni pracownicy tej branży są: hałas – występujący w ok. 97%, pyły – w ok. 93% (w tym pyły drewna twardego ok. 16%) i czynniki chemiczne – w ok. 60% zakładów. Drgania mechaniczne występowały w ok. 10% zakładów i to głównie w zakładach małych (zatrudniających do 10 osób), co było spowodowane stosowaniem ręcznych narzędzi do ob-



Ryc. 1. Narażenie na czynniki szkodliwe w zakładach meblarskich (dane wg Państwowej Inspekcji Sanitarnej z 2002 r.).

Fig. 1. Exposure to harmful agents in the furniture plants (data according to Chief Sanitary Inspectorate for 2002).

róbki drewna. Nieprawidłowe oświetlenie i parametry mikroklimatu stwierdzono w ok. 5% i 2,5% zakładów.

Szczególnie istotny jest problem narażenia pracowników na wieloskładnikowe mieszaniny lotnych związków organicznych, powszechnie stosowanych jako rozpuszczalniki farb i lakierów, klejów stosowanych w przemyśle meblarskim oraz wydzielających się z tworzyw sztucznych, m.in. żywic fenolowo-formaldehydowych, mocznikowo-formaldehydowych, stosowanych jako spoiwa do powszechnie obecnie stosowanego materiału do produkcji mebli – płyt wiórowych, MDF, PDF itd.

Celem zadania badawczego było dokonanie oceny narażenia zawodowego na substancje chemiczne na reprezentatywnych stanowiskach pracy w zakładach przemysłu meblarskiego.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badaniami środowiskowymi objęto pięć zakładów produkujących meble, które ze względu na konieczność zachowania poufności uzyskiwanych wyników oceny narażenia zawodowego są w dalszej części artykułu określane jako: Zakład I, Zakład II, Zakład III, Zakład IV, Zakład V. Zakład I i II reprezentują najliczniejszą grupę przedsiębiorstw przemysłu meblarskiego – małe i średnie przedsiębiorstwa, natomiast Zakład III, IV i V – duże przedsiębiorstwa. Ogólną charakterystykę zakładów podano w tabeli 1.

Badaniami oceny narażenia zawodowego na substancje chemiczne zostało objętych 37 pracowników, zatrudnionych na reprezentatywnych stanowiskach pracy w pięciu wytypowanych do badań zakładach meblarskich.

Ze względu na możliwość występowania wieloskładnikowych mieszanin substancji chemicznych na stanowiskach pracy w przemyśle meblarskim do badań identyfikacyjnych w próbkach powietrza pobranych w strefie największej ich emisji została zastosowana technika kapilarnej chromatografii gazowej z detekcją masową – dla lotnych związków organicznych.

Do oznaczania par zidentyfikowanych substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy zaadoptowano metodę podaną w PN-89/Z-04023/02 (2).

Warunki oznaczania substancji chemicznych: chromatograf gazowy firmy Hewlett-Packard model HP-6890 z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym i masowym; kolumna kapilarna Rtx-5MS o długości 60 m, średnicy wewnętrznej 0,32 mm z usieciowanym 5% (fenylometrylo)polisiloksanem o grubości filmu

Tabela 1. Ogólna charakterystyka zakładów meblarskich objętych badaniami
Table 1. General characteristic of investigated furniture enterprises

Zakład Plants	Liczba zatrudnionych pracowników No. of employees	Podstawowy surowiec Basic raw material	Rodzaj produkowanych wyrobów Type of manufactured products	Liczba pracowników narażonych* No. of exposed workers*
Zakład I Plant I	120	plyty wiórowe laminowane, drewno lite miękkie Particle board covered with thin melamine films, soft solid wood	meble mieszkaniowe, biurowe, kuchenne, sklepowe Home, office, kitchen and store furniture	80
Zakład II Plant II	48	plyty MDF, drewno lite miękkie Medium density fibreboard, soft solid wood	meble łazienkowe Bathroom furniture	33
Zakład III Plant III	366	plyty wiórowe okleinowane okleiną naturalną, drewno lite – twarde i miękkie Particle board covered with natural face layers, soft and hard solid wood	meble, materiały podłogowe Furniture, floors	120
Zakład IV Plant IV	275	drewno lite, płyta wiórowa okleinowana, płyta MDF kryta emaliami Solid wood, covered particle board, enameled medium density fibreboard	meble biurowe, jadalnie, sypialnie Office, bedroom and dining room furniture	112
Zakład V Plant V	48	plyty melaminowane, płyta DSP pokryta melaminą lub okleiną naturalną, plyty MDF Melamine faced boards, DSP board covered with thin melamine films or natural face layers, medium density fibreboard	meble biurowe, hotelowe, gabinetowe Office and hotel furniture	29

* Dane wg Państwowej Inspekcji Sanitarnej z 2002 r.
 Data according to the Chief Sanitary Inspectorate for 2002.

0,25 μm ; temperatura kolumny programowana: temperatura początkowa – 30°C/10 min (przyrost temperatury – 2°C/min), temperatura pośrednia I – 60°C/5 min (przyrost temperatury – 5°C/min), temperatura pośrednia II – 120°C/3 min (przyrost temperatury – 10°C/min), temperatura końcowa – 180°C/1,50 min.

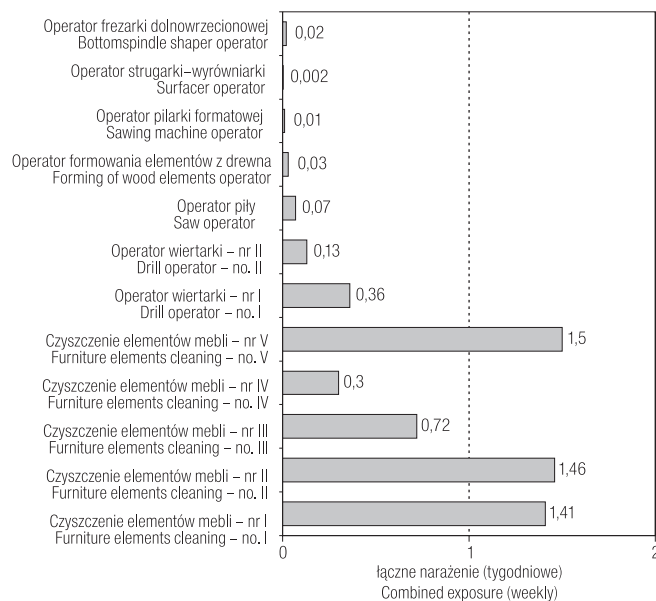
Oznaczalność metody przy pobraniu 60 l powietrza była na poziomie 1/20 wartości NDS dla oznaczanych substancji i wynosiła: dla 4-metylopentan-2-onu – 4,0 mg/m³, dla toluenu, ksylenów, octanu metoksypropylu i etylobenzenu – 5 mg/m³, dla butan-2-onu, octanów etylu, butylu i izobutylu – 10 mg/m³, dla acetonu – 30 mg/m³.

Pobieranie próbek powietrza: próbki powietrza do oznaczania stężeń rozpuszczalników organicznych na każdym z objętych badaniami stanowisku pobierano podczas pięciu kolejnych zmian roboczych w strefie oddychania pracowników, zgodnie z zasadami podanymi w normie PN-Z-04008-7:2002 (3).

WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Przeprowadzone badania zanieczyszczeń chemicznych pozwoliły na zidentyfikowanie w badanych próbkach powietrza kilku związków organicznych na stanowiskach pracy lakierników oraz pracowników wykonujących czynności związane z czyszczeniem powierzchni rozpuszczalnikami. Na tych stanowiskach pracy lakierników głównym zanieczyszczeniem powietrza

jest aceton, butan-2-on, octan etylu, izobutylu, butylu i metoksypropylu, 4-metylopentan-2-on, toluen, etylobenzen i o-, m-, p-ksyleny. Natomiast rozpuszczalnik stosowany do czyszczenia powierzchni zawierał dodatkowo n-heptan.

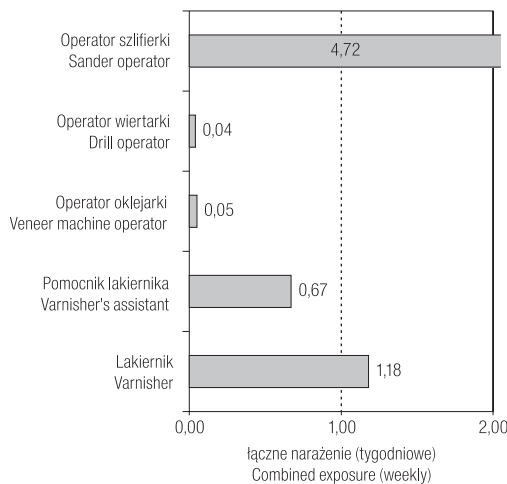


Ryc. 2. Ocena łącznego narażenia na substancje chemiczne na stanowiskach pracy – Zakład I.

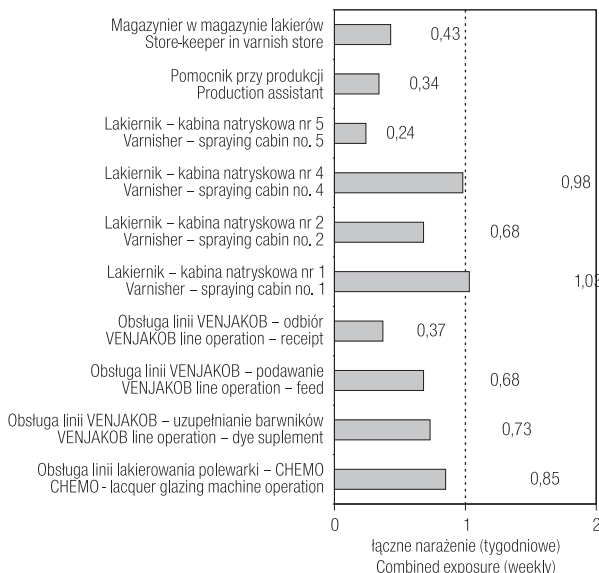
Fig. 2. Assessment of combined exposure to chemical compounds at the workposts – Plant I.

Wyznaczone na podstawie średnich stężeń ważonych badanych substancji chemicznych wskaźniki narażenia, charakteryzujące narażenie łączne na ww. substancje organiczne na tych stanowiskach były w Zakładzie I w zakresie od 0,13 do 1,5 (ryc. 2), Zakładzie II – od 0,67 do 5,2 (ryc. 3), Zakładzie III – od 0,24 do 1,03 (ryc. 4), Zakładzie IV – od 0,08 do 1,73 (ryc. 5), Zakładzie V – od 0,22 do 1,67 (ryc. 6).

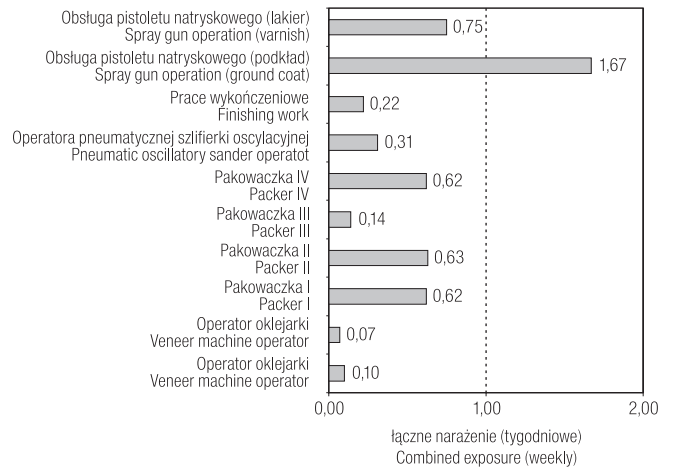
Badania stężeń par rozpuszczalników w 255 próbkach powietrza pobranych do oceny zgodności warunków pracy z NDS w zakładach meblarskich wytypowa-



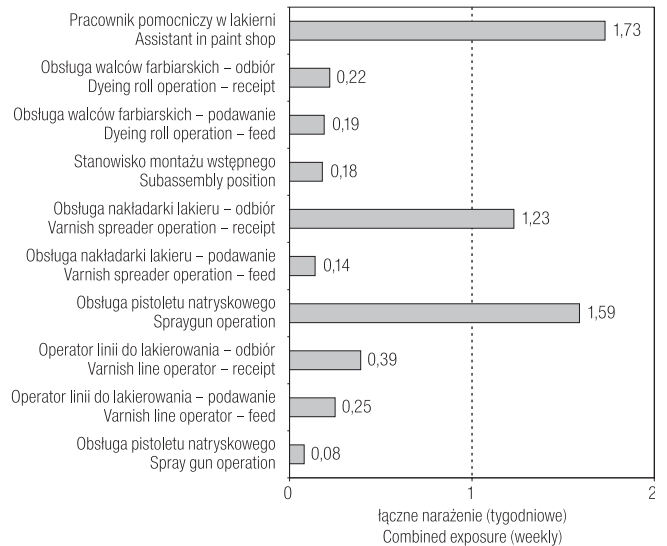
Ryc. 3. Ocena łącznego narażenia na substancje chemiczne na stanowiskach pracy – Zakład II.
Fig. 3. Assessment of combined exposure to chemical compounds at the workposts – Plant II.



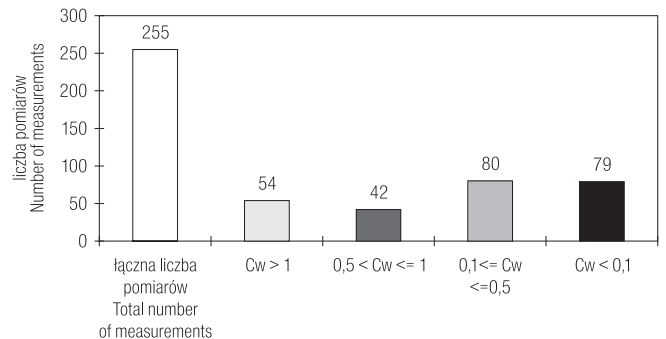
Ryc. 4. Ocena łącznego narażenia na substancje chemiczne na stanowiskach pracy – Zakład III.
Fig. 4. Assessment of combined exposure to chemical compounds at the workposts – Plant III.



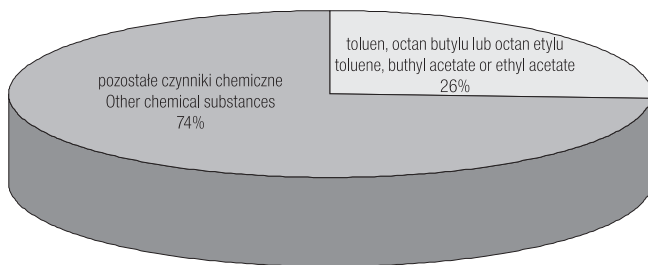
Ryc. 5. Ocena łącznego narażenia na substancje chemiczne na stanowiskach pracy – Zakład IV.
Fig. 5. Assessment of combined exposure to chemical compounds at the workposts – Plant IV.



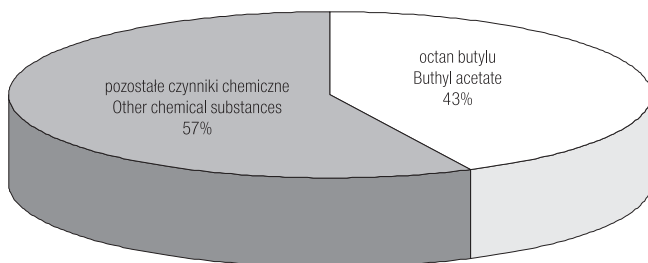
Ryc. 6. Ocena łącznego narażenia na substancje chemiczne na stanowisku pracy – Zakład V.
Fig. 6. Assessment of combined exposure to chemical compounds at the workposts – Plant V.



Ryc. 7. Zestawienie wyników oceny narażenia na substancje chemiczne w Zakładach I–V.
Fig. 7. The assessment of exposure to chemical compounds in Plants I–V.



Ryc. 8. Średni udział głównych składników stosowanych preparatów chemicznych w łącznym narażeniu – Zakład III.
Fig. 8. The average contribution of main components of chemical preparations to the combined exposure in Plant III.



Ryc. 9. Średni udział głównych składników stosowanych preparatów chemicznych w łącznym narażeniu – Zakład IV.
Fig. 9. The average contribution of main components of chemical preparations to combined exposure in Plant IV.

nych do badań wykazały przekroczenie dopuszczalnej wartości dla łącznego narażenia na ok. 21% stanowisk pracy (54 próbki). Również na ok. 10% stanowisk (42 próbki) wskaźnik łącznego narażenia był w zakresie od 0,5 do 1 wartości dopuszczalnej. Natomiast stwierdzono, że na ok. 31% badanych stanowisk pracy (79 próbek) łączne narażenie było poniżej 0,1 dopuszczalnej wartości (ryc. 7).

Z informacji uzyskanych z zakładów objętych badaniami wynika, że ocena narażenia na substancje chemiczne jest przeprowadzana z reguły na podstawie

stężeń wyłącznie głównych składników preparatów stosowanych w poszczególnych procesach, np. octanu butylu, octanu etylu lub toluenu. Analiza wyników oceny narażenia na mieszaniny rozpuszczalników przeprowadzonej podczas realizacji zadania badawczego wykazała, że podstawą oceny narażenia na substancje chemiczne nie może być tylko główny składnik preparatów. W Zakładzie III średni udział głównych składników – toluenu, octanu etylu i butylu w łącznym narażeniu wynosił tylko 26%, a pozostałe składniki, tj. aceton, butan-2-on, octan izobutyli i metoksypropylu, 4-metylopentan-2-on, etylobenzen i o-, m-, p-ksyleny stanowiły 74% (ryc. 8), natomiast w Zakładzie IV udział procentowy głównego składnika preparatów w ocenie łącznej stanowił – 43% (ryc. 9).

Przeprowadzona ocena narażenia zawodowego na podstawie wyników badań substancji chemicznych na reprezentatywnych stanowiskach pracy w procesie produkcji mebli wykazała, że czynniki te stanowią zagrożenie dla zdrowia pracowników, przede wszystkim na stanowiskach pracy w lakierniach i czyszczenia gotowych elementów rozpuszczalnikami.

PIŚMIENNICTWO

1. Szczawiński M.: Sytuacja rynkowa polskiego przemysłu meblarskiego w latach 1990–2000. *Przemysł Drzewny*, 2001;4:10–13
2. PN-89/Z-04023/02: Ochrona czystości powietrza – Badania zawartości (w mieszaninach) szkodliwych substancji wydzielających się z wyrobów lakierowych nitrocelulozowych – Oznaczenie acetonu, alkoholi: etylowego, n-butyłowego, izobutyłowego, etoksyetyłowego, butoksyetyłowego; octanów; etylu, n-butyli, etoksyetyli; toluenu i ksylenu na stanowiskach pracy metodą chromatografii gazowej. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości, Warszawa 1989
3. PN-Z-04008-7:2002: Ochrona czystości powietrza – Pobieranie próbek – Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2002